



Základy antropogenní geomorfologie

Karel Kirchner / Irena Smolová



Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta

Základy antropogenní geomorfologie

Karel Kirchner / Irena Smolová

Olomouc 2010

Oponenti: prof. RNDr. Jaromír Demek, DrSc.
doc. RNDr. Jan Vítek

1. vydání

© Karel Kirchner, Irena Smolová, 2010

ISBN 978-80-244-2376-0

OBSAH

ÚVOD.....	5
I POSTAVENÍ ANTROPOGENNÍ GEOMORFOLOGIE JAKO VĚDNÍ DISCIPLÍNY	7
1.1 Hloubka ovlivnění přírodního prostředí	10
2 TERMINOLOGIE ANTROPOGENNÍ GEOMORFOLOGIE.....	14
3 ZÁKLADNÍ HISTORICKÉ ETAPY VÝVOJE PŮSOBNÍ LIDSKÉ SPOLEČNOSTI NA RELIÉF.....	19
3.1 Období paleolitu (starší doba kamenná)	19
3.2 Období mezolitu (střední doba kamenná)	20
3.3 Období neolitu (mladší doba kamenná)	20
3.4 Období eneolitu (pozdní doba kamenná, doba měděná).....	21
3.5 Období doby bronzové	22
3.6 Období doby železné.....	23
3.7 Období doby římské.....	26
3.8 Období stěhování národů.....	27
3.9 Staroslovanské období	27
3.10 Období středověku	28
4 VÝZNAMNÉ PREHISTORICKÉ VLIVY ČLOVĚKA NA RELIÉF	30
4.1 Nejstarší těžební tvary.....	31
4.1.1 Nejstarší těžební tvary na území České republiky	32
4.2 Nejstarší sídelní tvary	36
4.2.1 Nejstarší sídelní tvary na území České republiky	39
4.3 Nejstarší vodohospodářské tvary	41
4.3.1 Nejstarší vodohospodářské tvary na území České republiky	44
4.4 Nejstarší dopravní tvary.....	48
4.4.1 Nejstarší dopravní tvary na území České republiky	49
5 VYBRANÉ SOUČASNÉ ANTROPOGENNÍ PROCESY NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY	51
5.1 Těžba nerostných surovin	51
5.1.1 Povolování hornické činnosti na území ČR.....	54
5.1.2 Rekultivace a sanace.....	55
6 OVLIVNĚNÍ PŘÍRODNÍCH ENDOGENNÍCH GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESŮ.....	63
6.1 Přerozdělení statických tlaků na povrchu reliéfu.....	64
6.2 Přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře.....	66
7 OVLIVNĚNÍ PŘÍRODNÍCH EXOGENNÍCH GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESŮ.....	71
7.1 Urychlení přírodních exogenních geomorfologických procesů	71
7.1.1 Urychlené zvětrávání	71
7.1.2 Urychlení svahových procesů	73
7.1.3 Urychlení fluviálních procesů.....	79

7.1.4	Urychlení krasových procesů.....	83
7.1.5	Urychlení kryogenních procesů	85
7.1.6	Urychlení eolických procesů	86
7.1.7	Urychlení marinních a lakustrinních procesů	88
7.1.8	Urychlení procesů spojených s působením podzemní vody	89
7.2	Zpomalení přírodních exogenních geomorfologických procesů	90
8	ANTROPOGENNÍ GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY A TVARY	96
8.1	Těžební (montánní) antropogenní procesy a tvary	96
8.2	Průmyslové antropogenní procesy a tvary	124
8.3	Zemědělské (agrární) antropogenní procesy a tvary.....	138
8.4	Sídelní (urbánní) antropogenní procesy a tvary.....	142
8.5	Dopravní (komunikační) antropogenní procesy a tvary	152
8.6	Vodohospodářské antropogenní procesy a tvary.....	182
8.7	Vojenské (militární) antropogenní procesy a tvary	222
8.8	Pohřební (funerální) antropogenní procesy a tvary.....	236
8.9	Oslavné antropogenní procesy a tvary.....	246
8.10	Rekreační a sportovní antropogenní procesy a tvary.....	251
8.11	Ostatní antropogenní procesy a tvary	260
	ZÁVĚR	267
	LITERATURA.....	269
	REJSTŘÍK.....	285

ÚVOD

S rozvojem lidské společnosti se zvyšuje intenzita narušení přírodního prostředí a postupně se objevují i nové tvary reliéfu. Antropogenní geomorfologie jako dílčí disciplína obecné geomorfologie se zabývá procesy a tvary reliéfu, které vznikají v důsledku činnosti člověka. Ovlivnění antropogenní činností se projevuje jak přímo, tak nepřímo, úmyslně či náhodně. V porovnání s délkou geologických procesů představuje antropogenní ovlivnění pouze malý zlomek, ale s globálními dopady.

Cílem předkládaného učebního textu „*Základy antropogenní geomorfologie*“ je v přehledné podobě seznámit studenty geografie a příbuzných oborů se základní geomorfologickou terminologií, základními tvary reliéfu, významnými etapami ovlivnění přírodních procesů antropogenní činností a zároveň také se současnými procesy, které ovlivňují vývoj reliéfu.

Učební text je rozdělen celkem do osmi kapitol, na závěr je přiložen seznam literatury a pro snadnější orientaci i rejstřík tvarů reliéfu uvedených v textu. V úvodní části učebního textu jsou zařazena obecná témata zahrnující problematiku postavení antropogenní geomorfologie jako vědní disciplíny a základní terminologickou problematiku. Následující část je věnována historickým etapám vývoje působení lidské společnosti na reliéf se zvláštním zřetelem na území České republiky. Reflektována je problematika nejvýraznějšího ovlivnění přírodního prostředí těžbou surovin, výstavbou sídel, vodohospodářských a dopravních (komunikačních) tvarů. Samostatná kapitola je věnována vybraným současným antropogenním pochodům na území České republiky. Obecná problematika antropogenních geomorfologických procesů je rozdělena na část zabývající se ovlivněním přírodních procesů (endogenních i exogenních) antropogenní činností a část věnovanou antropogenním procesům a tvarům, která je prezentována formou lexikonu základních tvarů. Pro snadnou orientaci jsou antropogenní tvary ve shodě s genetickou klasifikací antropogenních tvarů reliéfu rozděleny na tvary těžební (montánní), průmyslové (industriální), zemědělské (agrární), sídelní (urbánní), dopravní (komunikační), vodohospodářské, vojenské (militární), pohřební (funerální), oslavné, rekreační a sportovní. Každá skupina tvarů reliéfu je stručně charakterizována, včetně procesů, které vedou ke vzniku jednotlivých tvarů reliéfu.

U každého z více než 120 tvarů je uvedena jeho základní charakteristika, rozšíření v České republice a ve světě a také význam tvaru. U vybraných tvarů je doplňkově uvedena grafická prezentace v podobě profilů, nákrešů nebo fotografií. Citace literatury uvedené v textu jsou pouze základní, proto jsou prezentovány i doplňkové vysvětlivky pod čarou a veškerá (i necitovaná) literatura a další prameny mající vztah k dané problematice jsou shromážděny v kapitole Literatura. Samozřejmě i vzhledem k rozsahu učebního textu nebylo možné uvést veškerou literaturu, proto i náš soubor je pouze základní.

V rámci Ústavu geoniky AVČR, v. v. i., probíhalo zpracování textů za podpory výzkumného záměru č. AVOZ 30860518.

Naše poděkování patří Mgr. Martinovi Kučovi za kritické pročtení kapitoly 3 a 4.1, majoru Ing. Pavlu Udovorkovi, Ph.D., za konzultaci kapitoly 8.7 a Dušanu Gavendovi za grafické zpracování vybraných obrázků. Za cenné rady a podněty, které byly využity při tvorbě učebního textu, patří velké poděkování jeho recenzentům prof. RNDr. Jaromíru Demkovi, DrSc., a doc. RNDr. Janu Vítkovi.

Věříme, že se učební text stane pro studenty geografie a příbuzných oborů vhodnou a vyhledávanou učební pomůckou.

Karel Kirchner a Irena Smolová
autoři

1 POSTAVENÍ ANTROPOGENNÍ GEOMORFOLOGIE JAKO VĚDNÍ DISCIPLÍNY

Reliéf je výsledkem vzájemného působení endogenních a exogenních geomorfologických procesů v prostoru a čase. V posledních stoletích je však tento původní reliéf stále více transformován činností člověka, a antropogenní činnost se tak stává významným reliéfovým činitelem, jehož vliv neustále vzrůstá, což zdůrazňuje např. Rathjens (1979), Goudie (1995, 1997, 2001, 2004, 2005, 2008), v české literatuře např. Demek (1984, 1987, 1990) nebo Červinka (1994, 1995, 1999, 2000, 2004). Antropogenní faktor je při narušování horninového prostředí mnohdy důležitější než faktor přírodní, navíc se tak děje i způsoby, které příroda nezná (Kukal, Reichmann, 2000).

S rozvojem lidské společnosti se zvyšovala intenzita narušení přírodního prostředí a postupně se objevují i nové tvary reliéfu. Nutnost studia nově vzniklých antropogenních tvarů a procesů vyústila ve vznik antropogenní geomorfologie. Ve světové literatuře se téma ovlivnění reliéfu činností člověka začalo objevovat již v první polovině 20. století. Termín antropogenní geomorfologie byl prvně použit v práci E. Felse „*Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde*“ (Fels, 1954).¹

Aktuálnost tematiky souvisí s uvědoměním, že žádná moderní teorie vývoje krajiny nemůže nebrat zřetel na vliv lidského faktoru. Ovlivnění antropogenní činností se projevuje jak přímo, tak nepřímo, úmyslně či náhodně. V porovnání s délkou geologických procesů představuje antropogenní ovlivnění pouze malý zlomek, ale s globálními dopady.

V současné době je antropogenní geomorfologie dílčí disciplínou obecné geomorfologie a zabývá se vzhledem, genezí a stářím antropogenních tvarů reliéfu. V moderních učebnicích geomorfologie a obecné fyzické geografie (např. Demek, 1987, Strahler & Strahler, 2005, Summerfield, 1991, nebo Huggett, 2003) je problematika antropogenních geomorfologických pochodů zařazována jako samostatná kapitola a v posledních letech je problematice věnována stále větší pozornost. Antropogenní geomorfologie podle L. Zapletala (1969, 1975) studuje, charakterizuje a vysvětluje morfologii i složení antropogenního reliéfu, konstatuje nebo vědecky vykládá jejich genezi a studuje geomorfologické procesy, jimiž antropogenní reliéf vzniká, vyvíjí se a zaniká. Antropogenními tvary reliéfu rozumíme tvary vytvořené přímo i nepřímo působením lidské činnosti ve vazbě na horninové prostředí.

Příkladem zahraničních publikací z antropogenní geomorfologie jsou například práce: L. T. Williams eds. (1956), L. Hempela (1971), Rathjense (1979), D. Nira (1983), M. Pécsiho (1985, 1986), H. Beckera (1998), O. Slaymakera ed. (2000), H. Lesera (2003) nebo A. S. Goudieho (2004). Významnou skupinu odborných prací tvoří studie věnované ovlivnění přírodních procesů. Příkladem mohou být práce zabývající se vlivem člověka na fluvální systém, zejména ovlivnění erozních procesů. Jednou ze základních je práce J. W. Thomase (1956), mezi nejnovější pak patří práce D. Lóczyho (2006), L. A. Jamese a W. A. Marcuse (2006), K. J. Gregoryho (2006), W. L. Grafa (2006), D. R. Montgomeryho (2007), dalšími jsou například práce zabývající se vlivem vodních nádrží, například P. J. Beyera ed. (2005) nebo J. Bonnina (1984). Problematika agrárních a urbánních tvarů je reflektována například v pracích J. M. Hooka ed. (2000), A. China (2006) nebo A. C. Londoña (2008). Problematikou ovlivnění krasových procesů se zabývá např. M. Paris a j. Gunn eds. (2008).

V české odborné geomorfologické literatuře se problematikou antropogenních tvarů reliéfu (jejich morfometrické analýzy, vznik a vývoj tvarů) a antropogenní transformací reliéfu v různých přírodních podmínkách věnuje v posledních letech řada prací. Příkladem jsou práce L. Zapletala (1968, 1969,

¹ První vědecké práce o antropogenních formách reliéfu jsou již z roku 1864 v publikaci „*Man and Nature: Physical geography as modified by human action*“ (Marsch, 1864) či v práci R. L. Sherlocka „*The Influence of Man as an Agent in Geographical Change*“ (Sherlock, 1923).

1976b), J. Demka (1984, 1987), K. Kirchnera (1988), I. Smolové (2004, 2006) nebo P. Červinky (1994, 1995, 2000, 2002, 2004). Hodnotící příspěvek o antropogenních tvarech s řadou citací publikovali A. Ivan a K. Kirchner (1988). Kartografickou interpretací změn reliéfu se zabýval např. M. Konečný (1980, 1983) nebo J. Loučková (1981). Problematice antropogenních zátěží krajiny na regionální úrovni se věnovaly například tyto práce: Dosedla (1956, 1963), Kruglová a Vaněk (1989), Kirchner a Plachý (1985), Blažková ed. (2006). Metodika kvantitativního hodnocení antropogenní transformace reliéfu je součástí například prací L. Zapletala (Zapletal 1968, 1976a) či K. Kirchnera v modelovém území CHKO Žďárské vrchy nebo NP Podyjí (Kirchner 1985, 1988). J. Loučková (1981) uvádí při hodnocení antropogenních změn reliéfu jako tři základní kritéria: 1. kritéria charakterizující antropogenní změny (velikost, četnost, umístění v krajině), 2. odchylky, které byly změnami reliéfu vyvolány na jiných prvcích životního prostředí, a 3. možnosti praktického využití nových antropogenních tvarů nebo reliéfu. Při tvorbě metodiky vycházela J. Loučková z vlastních výzkumů v Severočeském hnědouhelném revíru a oblasti Kutnohorska.

Tradice výzkumu antropogenních forem reliéfu vzniklých v důsledku těžby nerostných surovin je rozvíjena na Katedře geografie PřF UP v Olomouci a na Katedře fyzické geografie a geoekologie (dříve Katedře geografie PedF Ostrava) PřF OU Ostrava. Na olomoucké katedře geografie rozvíjel problematiku antropogenní geomorfologie v 70. letech 20. století zejména L. Zapletal (1968, 1969, 1971, 1973a, b, 1975, 1976a, b, c, 1978) a v 80. a 90. letech 20. století J. Demek (např. 1987, 1999). Problematikou těžby nerostných surovin se na olomouckém pracovišti zabývali i další geografové, například těžbou grafitu ve spojitosti s krasovými jevy V. Panoš a R. Pučálka (1989, 1990), v posledních letech také I. Smolová (1998, 2004, 2005, 2006, Smolová a kol., 2004).

Na ostravské katedře geografie se rozvíjela zejména problematika výzkumu změn krajinné struktury a ovlivnění reliéfu v důsledku těžby černého uhlí, což dokládají práce M. Havrlanta (např. 1971, 1980, 1997, nebo Havrlant a Buzek, 1976), které vychází z podobného mapování antropogenních forem reliéfu v Ostravské pánvi v 70. letech 20. století. Studie věnované území Ostravska jsou také součástí prací Mareše a kol. (1975), nově pak prací Martinec a kol. (2005, 2006), Kirchner a Hrádek (2004).

Na řadě dalších pracovišť se objevují geografické práce zaměřené na problematiku antropogenní transformace reliéfu. S ohledem na možný interdisciplinární pohled je problematika řešena i v jiných oborech než geografických, například v archeologii (např. Gojda, 2000), urbanismu, zemědělství, vodním hospodářství či dopravním stavitelství.

Poměrně široce jsou ve spektru předmětné odborné literatury zastoupeny práce zabývající se problematikou environmentálních zátěží a otázkami revitalizací a rekultivací lomů, například V. Cílek (Cílek 1997, 1998, 2005; Cílek a Hladil, 1997) nebo L. Tichý (2004, 2005) a J. Sádlo (Sádlo a Tichý, 2002). Z regionálně zaměřených prací lze uvést práce zabývající se vývojem antropogenního reliéfu v oblasti Žďárska, kterým se věnoval P. Červinka (1994), antropogenním tvarům reliéfu na střední Moravě a v Jeseníkách se věnoval vedle L. Zapletala také M. Hrádek (Hrádek 1999, 2004, Hrádek, Lacina 2001), K. Kirchner (1988) nebo A. Ivan (1975, 1977, 1988). Územím antropogenní činností nejvíce narušeném v důsledku těžby černého uhlí je v posledních letech věnována pozornost i v rámci řešených výzkumných úkolů řešitelských kolektivů z Ústavu geoniky AV ČR, v. v. i. Výstupem jsou publikace, které hodnotí vliv hornické činnosti na krajinu. Příkladem je Soubor map vlivu útlumu hlubinné těžby černého uhlí na krajinu a životní prostředí Ostravska (Mikulík ed., 2004) či Atlas uhlí české části Hornoslezské pánve (Martinec a kol., 2005).

Systematicky se problematice antropogenní transformace reliéfu věnují Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a. s., a Ústav geoniky AV ČR, v. v. i.

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a. s. (VÚHU, a. s.) vznikl v rámci transformace z bývalého stejnojmenného státního podniku. Hlavními akcionáři jsou dvě nejvýznamnější hnědouhelné společnosti: Mostecká uhelná, a. s., a Severočeské doly, a. s. Výsledky výzkumu a vývoje ústavu se opírají o meziná-

rovní vědeckotechnickou spolupráci a kontakty s vysokými školami, výzkumnými ústavy řešícími obdobnou problematiku a s vývojovými pracovišti dodavatelských organizací. V návaznosti na pokračující útlum hornictví a na základě potřeb a požadavků zákazníků se rozšířil okruh činností VÚHU z oblasti aplikovaného výzkumu i do činností expertizních, inženýrského poradenství, projekčních a konstrukčních prací a servisních služeb. Aktivity jsou směřovány také do podpory malého a středního podnikání a ekologie. Výzkumný ústav je organizátorem konference Hnědé uhlí a energetika, kde jsou prezentovány výsledky výzkumu a vývoje, a je vydavatelem odborného časopisu Hnědé uhlí (pod původním názvem Zpravodaj VÚHU vydávaný již od roku 1961, pod současným názvem od roku 1995).

Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., byl založen v roce 1982 z dřívějšího Hornického ústavu Československé akademie věd. Po roce 1989 byl ústav transformován a současně byla do jeho struktury začleněna brněnská pobočka. Od roku 1993 nese ústav současné pojmenování (geonika představuje předmět hlavní činnosti, kterým je vědecký výzkum materiálů zemské kůry a procesů v ní probíhajících, zvláště procesů indukovaných antropogenní činností a účinků těchto procesů na životní prostředí).

Brněnská pobočka Ústavu geoniky AV ČR vznikla v roce 1993 v rámci transformace tehdejší Československé akademie věd z části pracovníků zrušeného Geografického ústavu ČSAV. Byla konstituována jako oddělení environmentální geografie, které je regionálně odloučenou součástí Ústavu geoniky AV ČR, v. v. i., v Ostravě. Zabývá se výzkumem životního prostředí a krajiny v rámci environmentální geografie ve vybraných regionech se speciálním zaměřením na oblast Moravy a Slezska.

Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., má výzkumné aktivity zaměřeny především na oblast procesů vyvolaných lidskou činností v zemské kůře. Specializuje se na výzkum struktury a vlastností geomateriálů (laboratorní metody výzkumu, geomechanika a dezintegrace geomateriálů), zvláště se věnuje fyzikálním zákonitostem a mechanismu indukovaných procesů v horninách, netradičním metodám využití zemské kůry, aplikované matematice a informatice. Brněnská pobočka je pak zaměřena zejména na geografické aspekty ovlivnění životního prostředí. Ústav geoniky se podílí na řadě národních a mezinárodních projektů a spolupracuje s průmyslovými podniky. V současné době řeší pracoviště výzkumný záměr „Fyzikální a environmentální projevy v litosféře indukované antropogenní činností“ (2005–2011) (Blaheta a Starý eds., 2007).

V pojetí krajinné ekologie (ale i geografie) představují těžné lokality důležité prvky síťové struktury krajiny (např. Havrlant a Buzek, 1985, Forman a Godron, 1993). Problematice environmentálních důsledků těžební činnosti se věnuje řada autorů, z českých například práce M. Havrlanta (Havrlant 1980, 1997), který mezi území s velmi silným narušením přírodního prostředí zařazuje čtvrtinu rozlohy ČR, včetně území Ostravské pánve a Podkrušnohoří. Otázkám vyčerpatelnosti zásob nerostných surovin na našem území a jejich ochraně se věnuje řada odborníků a institucí. Například Z. Kukul a F. Reichmann (2000) v publikaci „Horninové prostředí České republiky – jeho stav a ochrana“ nejenže popisují dějinné fáze těžby nerostů na území ČR a její destrukční účinky na krajinu (devastace, ekologické zátěže apod.), ale poukazují také na potřebu nových pohledů při tvorbě koncepce surovinové politiky státu provázanou v případě těžby energetických surovin na státní energetickou politiku.

V moderních publikacích je v posledních letech vlivu člověka na změny reliéfu věnována stále větší pozornost. Příkladem je souhrnné dílo *Encyclopedia of Global Change. Environmental Change and Human Society* (Goudie, 2001), kde je antropogenní geomorfologie (anthropogeomorphology) jedním z klíčových hesel.

Problematikou antropogenních tvarů reliéfu se zabývají i některé specializované časopisy. Příkladem je časopis *Tunel*, který se věnuje podzemním stavbám z hlediska jejich výzkumu, vývoje, projektování a realizace. Časopis je vydáván Českým tunelářským komitétem a Slovenskou tunelářskou asociací. Podobné tematické zaměření mají periodika *Stavitel* či do roku 2007 vycházející *Stavební listy*. Z oblasti archeologie je to například obnovené periodikum *Antropologie* či *Archeologie*.

Tematicke těžebních antropogenních tvarů se věnuje sborník *Acta Montanistica Slovaca*, který je zaměřen na publikování vědeckých článků z oblasti základního a aplikovaného výzkumu v geologii a geologickém průzkumu, těžbě, podzemní inženýrské a geotechnice, hornictví, inženýrské geodézii a aplikované informatice.

Nové poznatky z oboru dopravního stavitelství jsou prezentovány na různých konferencích, příkladem je například Světový tunelářský kongres (ITA/AITES World Tunnel Congress), v České republice se pak konají například konference *Železniční mosty a tunely* (12. ročník v roce 2007). Problematika těžebních tvarů je reflektována na řadě mezinárodních konferencí, v České republice realizuje významné konference VŠB-TU v Ostravě (např. *New Trends in Mineral Processing* nebo *Mineral Raw Materials and Mining Activity of the 21st Century*) nebo Těžební unie (např. mezinárodní konference *Těžba a životní prostředí ve střední Evropě EIECE*).

V rámci Mezinárodní asociace geomorfologů (International Association of Geomorphologists) byla v roce 2006 oficiálně založena pracovní skupina HILS – Human Impact on the Landscape (vliv činnosti člověka na krajinu). Hlavními výzkumnými tématy pracovní skupiny antropogenní geomorfologie jsou jak teoretická témata, tak praktické aplikace.

Teoretická témata:

- definice antropogenní geomorfologie (anthropogeomorphology) a synonymních a souvisejících pojmů (environmetální geomorfologie, inženýrské geomorfologie, městské geomorfologie, sanační geomorfologie, neogeomorphology apod.),
- klasifikace antropogenních forem reliéfu,
- modelování mechanismů antropogenního ovlivnění geomorfologického vývoje, odezvy a zpětné vazby,
- důsledky činnosti člověka na rovnováhu životního prostředí,
- interakce mezi přírodními a člověkem indukovanými procesy v rámci geomorfologického vývoje,
- prostorové a časové stupnice antropogenních geomorfologických procesů.

Praktická aplikace:

- průzkum a analýza dopadů na antropogenní činnosti na fluviální, eolické a marinní procesy, procesy v urbanizovaných oblastech,
- aplikace výsledků studie dopadů na lidské řízení v oblasti životního prostředí a plánování,
- hodnocení míry ovlivnění rizikových pochodů antropogenní činností,
- metody nápravy škod způsobených antropogenním ovlivněním krajiny.

1.1 Hloubka ovlivnění přírodního prostředí

Hloubku ovlivnění přírodního prostředí antropogenní činností nelze jednoznačně přesně stanovit, neboť hloubka, kde se může projevit lidská činnost, souvisí mimo jiné i s ovlivněním podzemních vod či změnami napětí v horninovém masivu při antropogenně vyvolaných otřesech (např. podzemní výbuchy). Hloubka, do které přímo zasahuje činnost člověka, je dána hloubkou hornické činnosti a stavebních prací. Hloubka těžby je na všech lokalitách podmíněna zejména geologickou stavbou, hydrogeologií ložiska a technickými a technologickými možnostmi dané doby. Proto se historicky posunuje do stále hlubších partií. Nejhlubší doly na světě jsou v současné době v jižní Africe. Jedná se o hlubinné doly TauTona a Savuka v regionu Witwatersrand v JAR, ve kterých se z hloubky téměř 4 km těží zlato (v současné době společnost AngloGold).

Na území České republiky se hloubka důlních děl pohybuje řádově do 2 km. Přitom historicky bylo právě na našem území jako na první lokalitě na světě v roce 1875 dosaženo hloubky důlního díla 1 km, jednalo se o lokalitu na dole Vojtěch² na Příbramsku. V případě těžby černého uhlí jsou hloubky důlních děl od řádově desítek metrů pod povrchem po hluboká důlní díla v hloubkách více než 1 km. Nejhlubší černouhelné doly v ČR jsou na Rosicko-oslavansku (nejhlubší důl je ve Zbýšově), Ostravsko-karvinsku, Žacléřsko-svatoňovicku a Kladensku (nejhlubší místo je na dole Schoeller). Mezi činnými doly jsou nejhlubší doly v Ostravsko-karvinské pánvi, kde se těžilo černé uhlí i povrchově, v místech výchozů uhelných slojí na povrch (lokalita Landek), a hloubka dobývání v době vzniku prvních důlních děl (na konci 18. století) se pohybovala pouze v desítkách metrů. Největší absolutní hloubku má v Ostravsko-karvinské pánvi výdušná jáma Doubrava III (1 176 m) na lokalitě Doubrava v závodu ČSA, při nadmořské výšce ústí 281 m sahá až do hloubky 895 m pod úroveň mořské hladiny.

V případě hlubinné těžby uranové rudy se hloubka důlních a průzkumných děl pohybovala od řádově stovek metrů (například 250 m v lokalitách Slavkovice, Petrovice nebo 350 m v Rychlebských horách v lokalitě Javorník) po více než 1 km (např. lokalita Zadní Chodov). Hloubkový rozsah dobývání byl zpravidla od povrchu do hloubky 600–700 m. V extrémně velkých hloubkách se dobývalo ložisko Zadní Chodov (1250 m) a Příbram (1550 m). Nejhlubší uranový důl v ČR je v současné době těžené ložisko Rožná, kde hloubka geologicko-průzkumných prací dosahuje 1,2 km (stav k 31. 12. 2008).

Do nejhlubších částí Země zasahují průzkumné vrty (výzkum geologické stavby, průzkum ložisek nerostných surovin). Metoda hlubokého vrtání je finančně velmi náročná a získané výsledky se vztahují pouze k dané konkrétní lokalitě, i proto je jejich využití omezené. Původně byly hluboké vrty využívány výhradně jako nástroj vyhledávání a využívání ložisek nerostných surovin a i v současnosti je většina vrtů zakládána pro tyto účely. S rostoucí maximální dosažitelnou hloubkou, danou rozvojem vrtacích technologií, se od 60. let 20. století začaly vrty využívat i jako podpora základního geofyzikálního výzkumu.

Prvním z velkých projektů hlubokých vrtů do oceánské zemské kůry byl již v polovině 50. let 20. století vědecký výzkumný program *MOHOLE*, několikrát aktualizovaný, jehož cílem mělo být dosažení nejsvrchnější části Mohorovičičovy hranice diskontinuity, která vystupuje pod oceánským dnem v hloubkách 5–12 km. Tohoto cíle však dosaženo nebylo.³ Maximální hloubka vrtů se pohybovala okolo 1740 m a celková délka vrtných jader překročila 90 km.

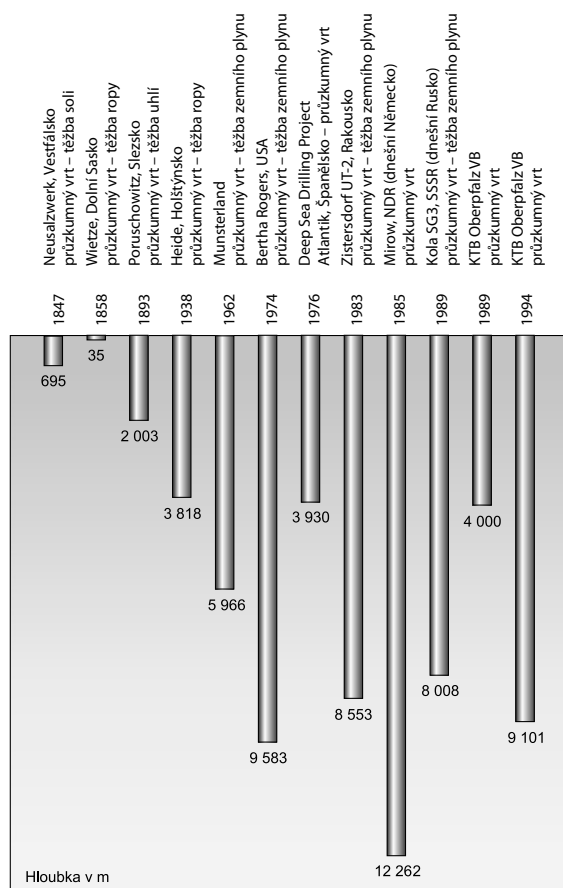
V současné době je nejhlubším vrtem na Zemi **vrt SG3** na poloostrově Kola. O jeho lokalizaci 10 km západně od města Zapoljarného (na 69° 23' s. š., 30° 36' v. d.) se rozhodlo v roce 1965 a původní cílová hloubka byla stanovena na 15 tis. m. S vrtáním hlubokého vrtu se začalo v roce 1970 a již v roce 1983 bylo dosaženo hloubky 12 km. Z technických důvodů muselo být vrtání zastaveno a od hloubky 7800 m se začal vrtat nový stvol, který v roce 1989 dosáhl hloubky 11 600 m. Vrt měl projít tzv. Conradovou diskontinuitou a pod ní vstoupit do hornin svrchního pláště, ale v průběhu vrtání k žádné výrazné petrografické změně ve složení hornin nedošlo.⁴ Pro hloubení vrtu musely být průběžně vyvíjeny a odzkoušovány nové unikátní technologie.⁵ V roce 1989 vrt dosáhl hloubky 12 262 m a v roce 1992 bylo další vrtání z důvodu složitých podmínek, zejména vysoké teploty, zastaveno.

² Důl Vojtěch byl jedním z nejdůležitějších dolů Příbramského rudního revíru. Byl založen roku 1779 na staré propadlině mezi Mariánským a Annenským dolem díky technickým a ekonomickým reformám Jana Antona Alise.

³ Nejhlubší vrty do oceánské kůry, které přispěly k rozšíření poznatků a souboru dat o geologické stavbě oceánského dna, byly realizovány v rámci programu DSDP (*Deep Sea Drilling Project*) v letech 1968–1975 a jeho pokračování v rámci programu IPOD (*International Programme of Ocean Drilling*) v letech 1975–1983 z palub lodí Glomar Challenger a Glomar Explorer. Nejnověji pak v rámci programu ODP (*Ocean Drilling Program*) v letech 1985–2003 a od roku 2004 v programu IODP (*Integrated Ocean Drilling Program*).

⁴ Změnu seizmických rychlostí interpretovanou jako Conradova diskontinuita zde nejspíše způsobily tenké polohy amfibolitů, rozšířené na velké ploše v širokém území okolo vrtu. Překvapením byly také četné termální prameny vyvěrající z rozpukaných krystalinických hornin, o kterých se předpokládalo, že budou suché.

⁵ Aby se vrtné soustavy vlastní vahou nepřetrhlo, vrtalo se duraloaluminiovými tyčemi vážícími 170 t za použití řídkého výplachu, který do nich hnalo čerpadlo v množství 28 l/s. Výplach dole otáčel vrtným nástrojem a vynášel nahoru vrtnou drť. Vytažení soustavy z této



Obr. 1: Schematické znázornění vývoje hlubokých vrtů na Zemi.

Před vyhloubením vrtu na poloostrově Kola měl až do roku 1979 světový primát **vrt Berta Rogers** ve Washita County (Oklahoma) s hloubkou 9583 m.

V současné době jsou nejhlubší vrty na světě realizovány v rámci mezinárodního programu hlubokého vrtání na kontinentech ICDP (International Continental Scientific Drilling Program), který byl zahájen v roce 1994. Cílem programu ICDP je přispět k pochopení procesů probíhajících uvnitř zemského tělesa a k prohloubení znalostí o jeho vnitřní stavbě. Hluboké vrty umožňují přímé pozorování geologických procesů a významným způsobem tak pomáhají testovat geologické a geodynamické modely. Výzkumnými tématy v rámci ICDP jsou především: fyzikální a chemické procesy vedoucí ke vzniku zemětřesení a sopečných erupcí, vznik a vývoj sedimentárních pánví a ložisek uhlovodíků, klimatické změny v nedávné minulosti a jejich příčiny, vliv srážek Země s asteroidy (tzv. impaktů) na klima a souvislost těchto událostí s obdobími hromadného vymírání některých živočišných druhů. Mezi nejvýznamnější lokality realizace hlubokých vrtů v rámci programu ICDP patří zlom San Andreas v Kalifornii, oblast Korintu v Řecku, vulkán Unzen v Japonsku, kaldera Long Valley v Kalifornii, dna velkých jezer (Bajkal, Titicaca, Malawi), lokality v horninovém komplexu Dabie-Sulu v Číně nebo impaktový kráter Chicxulub v Mexiku.

hloubky bylo plně automatizováno, a přesto trvalo 12 hodin. Horninové vzorky (tzv. vrtné jádro) se při vytahování změnou tlaku trhaly a často i explodovaly. Teplota vody na dně vrtu byla 220 °C a tlak na dno vrtu činil 1400 atmosfér. V těchto podmínkách se diamantové vrtné nástroje neosvědčily a muselo se vrtat speciálně vyvinutými keramickými břity. Protože se vrtalo v polárních podmínkách, musela být vrtná věž uzavřená. Vrtalo se v nepřetržitém provozu. Přímo u vrtu se v jednotlivých směnách střídalo 40 lidí, další hned na místě vyhodnocovali vzorky, připravovali výplach a kontrolovali vrtné tyče ultrazvukem, aby našli případné vady materiálu a zabránili havárii. Byla to továrna, ve které bylo zaměstnáno celkem 400 lidí.



Obr. 2: Vrt KTB (Kontinentales TiefBohrprogramm).

V blízkosti našeho státního území jsou v rámci projektu ICDP dva hluboké vrty, a to vrt KTB (Kontinentales TiefBohrprogramm) na západním okraji Českého masivu v sousedním Bavorsku a připravovaný vrt v oblasti bradlového pásma vnějších Západních Karpat v polské části Oravy. **Vrt KTB** je lokalizován v Horním Falcku mezi Windischeschenbachem a Erbendorfem. Na lokalitě byl v letech 1988–1989 vyvrtán tzv. pilotážní vrt do hloubky 4 km a vrtání vlastního vrtu bylo zahájeno v roce 1990. Ukončeno bylo v roce 1994 v hloubce 9 km.

Přímo na území České republiky je několik hlubokých vrtů, které byly realizovány zejména díky intenzivnímu geologickému výzkumu v 70. a 80. letech 20. století. V té době patřila Česká republika ke světové špičce, jak co do hloubky, tak celkové délky realizovaných vrtů. Řada vrtů dosáhla hloubky větší než 500 m a šest vrtů bylo hlubších než 1 km. Nejhlubším vrtem na území České republiky je v současné době **vrt Jablůnka 1**, který byl lokalizován na východním okraji obce Jablůnka mezi Vsetínem a Valašským Meziříčím. Vrt dosáhl v roce 1982 hloubky 6506 m a dnes je již uzavřený. Pouze o desítky metrů menší hloubku mají **vrty Šaštín-12** a **Hanušovice-1**. Mezi hluboké vrty patří také **vrt Np-1** (2156 m), který byl v letech 1971 až 1972 odvrtán hluboko do podloží východočeské křídy u obce Nepasice 10 km východně od Hradce Králové. Vrt zaujímá mezi našimi strukturálními vrty zvláštní postavení, což je dáno nejen jeho hloubkou, která v době dokončení vrtu v roce 1972 byla československým rekordem, ale především mimořádností jeho geologických zjištění. Hlubokým vrtem byl také **vrt Bou-1** v Broumovské vrchovině východně od Broumova hluboký 2629 m,⁶ který se vrtal v letech 1984–1985.

⁶ Vrt byl realizován v rámci státního úkolu „Výzkum a prognózní zhodnocení nafto-plynnosti netradičních oblastí ČR“ a jeho cílem bylo doložit geologickou stavbu centrální části vnitrosudetské pánve.

2 TERMINOLOGIE ANTROPOGENNÍ GEOMORFOLOGIE

Terminologie antropogenní geomorfologie vychází ze základní geomorfologické terminologie. V základní typologii vychází z toho, že antropogenní reliéf zahrnuje jednotky různého měřítka, různé taxonomické úrovně a různého stáří. Ve shodě se systémovou teorií (R. J. Chorley, 1962) je georeliéf systém skládající se z prvků (komponentů), které jsou spojeny vzájemnými funkčními vztahy.

Při vývoji antropogenních tvarů reliéfu se uplatňují dvě základní skupiny antropogenních geomorfologických procesů: přímé a nepřímé. L. Zapletal (1969) za přímé antropogenní procesy považuje ty, které probíhají podle vůle člověka a s využitím techniky (antropogenní agradace, degradace, planace a exkavace). Za nepřímé antropogenní procesy označuje procesy, které jsou podmíněny jak člověkem, tak přírodním prostředím (např. antropogenní poklesy, sesuvy, posuvy, deformace terénu do stupňů, diagenese, odprýskávání, eroze a denudace). Podobně F. N. Milkov (1974) rozlišuje antropogenní tvary reliéfu přímé a podmíněné antropogenními procesy. Základní klasifikace tvarů reliéfu F. V. Kotlova (1978) rozlišuje tři základní skupiny geomorfologických procesů: procesy přírodní, přírodně-antropogenní (kvalitativně i kvantitativně ovlivněny činností člověka) a procesy antropogenní (vyvolané činností člověka).

J. Demek (1987) rozděluje vliv lidské společnosti na reliéf Země do tří základních kategorií:

1. přímé nebo nepřímé ovlivňování přírodních geomorfologických procesů (urychlování, zpomalování),
2. neúmyslné vytváření povrchových tvarů,
3. plánovitě vytváření nových tvarů (tzv. technogenní tvary).

Za hlavní způsoby působení lidské společnosti na georeliéf pak považuje:

- ovlivnění přírodních endogenních geomorfologických pochodů,
- ovlivnění přírodních exogenních geomorfologických pochodů,
- vyvolání antropogenních technogenních pochodů.

Klasifikace antropogenních tvarů podle A. Ivana a K. Kirchnera (1988) rozlišuje:

1. antropogenní tvary vzniklé technogenními procesy s podtypem modifikovaných antropogenních tvarů (např. haldy rozřezané stržemi, zářez postižený sesouváním),
2. nepřímé antropogenní tvary:
 - vyvolané antropogenní tvary – tj. tvary, které by na daném místě nemohly vzniknout bez přispění člověka (sníženiny v oblastech těžby, abraze na březích vodních nádrží),
 - antropogenně modifikované přírodní tvary – tvary vzniklé procesy, jejichž intenzita byla ovlivněna člověkem (např. urychlená eroze či sedimentace, vliv přehrad, regulace vodních toků apod.).

Vzhledem antropogenního reliéfu se v rámci geomorfologie zabývá morfometrie a morfografie. Podobně je tomu i v případě antropogenní geomorfologie. Morfografická analýza zahrnuje kvalitativní popis reliéfu a patří mezi nejstarší metody v geomorfologii. Morfometrická analýza patří mezi kvantitativní metody a umožňuje každé ploše přiřadit několik základních charakteristik významných pro další typologii tvarů i reliéfu. Lze rozlišit tři základní morfometrické charakteristiky reliéfu, a to bodové, liniové a plošné.

Mezi **BODOVÉ MORFOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY** (uzly) patří například vrcholové a depresní body.

Vrcholové body (singulárně pozitivní body) jsou lokálními maximy nadmořských výšek. Z vrcholových bodů vychází síť spádnic, což jsou linie probíhající ve směru největšího sklonu plochy, tj. probíhají kolmo k vrstevnicím. Některé vrcholové body bývají na topografických mapách označeny kótou s nadmořskou výškou. Ve vrcholových bodech se koncentrují morfodynamické vlastnosti hřbetnic, kdy se gravitační tok látky a energie v bezprostředním okolí vrcholového bodu všesměrně rozptyluje. Příkladem vrcholových bodů jsou vrcholy hald, ruinových pohorků, hrází či jiných umělých akumulčních valů a vyvýšenin.

Depresní body (singulární negativní body) jsou lokálními minimy pole nadmořských výšek. V jejich bezprostředním okolí reliéf na všechny strany stoupá. Spádnice směřují do depresních bodů, které tak vytváří uzly lokálních sítí spádnic. Příkladem depresních bodů jsou nejnižší místa jámových lomů, dolů, poklesových sníženin nebo umělých koryt vodních toků.

Mezi **LINIOVÉ MORFOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY** patří hrany, které oddělují geometricky jednoduché plochy.

Hrany oddělující jednotlivé plochy se stýkají v uzlech a jsou různě výrazné, zřídka mají přímé nebo ostré lomy spádu. Většinou se jedná o úzké přechodné zóny, které mají současně genetický význam. Hrany často oddělují plochy vzniklé odlišnými geomorfologickými procesy (geneticky různorodé plochy). Hrany mají velký význam při terénním mapování a při analýzách map a leteckých snímků. Na rozdíl od hran, které vznikly přírodními geomorfologickými procesy, mají často přímočarý průběh. Typické jsou hrany u etažových stěnových lomů nebo stupňovitých jámových depresí.

PLOŠNÉ MORFOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY jsou **geometricky jednoduché plochy**, některými autory jsou označovány jako morfologické jednotky nebo elementární povrchy. Koncepce elementárních forem reliéfu se snaží respektovat přirozené hranice forem reliéfu a zabezpečit vnitřní geometrickou a následně i genetickou a dynamickou homogenitu vymezených jednotek. Geometricky jednoduché plochy jako základní plošné charakteristiky reliéfu jsou odděleny hranami (lomy spádu).

Vzhled ploch závisí na typu geomorfologického procesu a stáří plochy. Typologie jednotlivých ploch podle vzhledu je na základě průběhu spádnic a lze rozlišit tři základní typy ploch:

- **přímkové (lineární) plochy** – plochy, u kterých je spádnicová síť paralelní;
- **konkávní plochy** – charakterizované koncentrickou sítí spádnic. Tok látek a energie se u konkávních ploch koncentruje ve směru spádu;
- **konvexní plochy** – mají excentrickou spádnicovou síť a tok látek a energie se ve směru spádu rozptyluje.

Sklon plochy je základní morfometrická charakteristika, která určuje intenzitu gravitačně podmíněných geomorfologických procesů. Sklon plochy je úhel sevřený terénní čarou nebo dílčí plochou terénního reliéfu s vodorovnou rovinou. Udává se ve stupních, tangentou nebo v procentech.

Podle sklonu rozlišujeme geometricky jednoduché plochy:

- rovinné (0–2°),
- mírně skloněné (2,1–5°),
- značně skloněné (5,1–15°),
- příkře skloněné (15,1–25°),
- velmi příkře skloněné (25,1–35°),
- srázy (35,1–55°),
- stěny (sklon větší než 55°).

Plochy se sklonem větším jak 2° označujeme *svahy*. Sklon měříme přímo v terénu, v laboratoři, pomocí sklonového měřítka na mapách, počítáme z digitalizovaného povrchu (map) s využitím GIS a vhodného software nebo počítáme s využitím laserového dálkoměru.

Orientace plochy je označení polohy geometricky jednoduché plochy vůči světovým stranám a určuje se pouze pro svahy. Hodnotu orientace plochy vůči světovým stranám lze v libovolném bodě topografické mapy určit tak, že daným bodem vedeme spádnici, ke které v daném bodě sestrojíme krátkou tečnu. Úhel, který tato tečna svírá se severním směrem, je numerickým vyjádřením orientace. Zjednodušeně lze vymezit čtyři nebo osm směrů podle rozložení do čtyř hlavních kvadrantů nebo osmin směrůvých. V případě čtyř směrů se plochy mezi směrem JV až JZ označují jako plochy orientované k jihu, mezi směrem SZ až SV jako plochy orientované k severu, mezi směrem SV až JV jako plochy orientované k východu a mezi směrem JZ až SZ jako plochy orientované k západu. Orientace vůči světovým stranám má významnou fyzikální interpretaci i z hlediska gravitačně determinovaných povrchových toků.

Expozice plochy je morfometrický parametr, který vyjadřuje míru vystavení georeliéfu působení exogenních činitelů. Expozice plochy je definována jako úhel mezi normálou plochy a směrem, vůči němuž expozici uvažujeme, například slunečnímu záření, větru nebo atmosférickým srážkám. Expozice svahu je závislá na orientaci plochy a sklonu plochy a je velmi důležitá pro intenzitu a druh exogenních geomorfologických pochodů, které na ni působí. V případě klimatických charakteristik hovoříme o anemoorografickém efektu.

Tab. 1: Morfometrická typologie antropogenních tvarů reliéfu

Typ	Subtyp	Řádově velikost	Příklad
Mikroformy	efemerní	cm ²	vrt, antropogenní rýha
	střední	m ²	hráz, umělé koryto, obranný val, kráter, pinka, sejp, rov, hrobka, malá halda např. v pískovnách, okop, příkop
Meziformy	malé	100 m ²	odkaliště, plavební komora, podzemní garáž, komunikační průkop, skládka
	střední	10 000 m ²	vodní nádrž, plavební kanál, velká skládka, komunikační násep
	velké	0,1–10 km ²	velkolom, umělý ostrov, umělá zátoka
Makroformy		100 km ²	velká vodní nádrž, těleso dálnice, průplav, vojenský výcvikový prostor

Geneticky stejnorodé plochy vytvářejí složitější útvary, které nazýváme povrchové tvary. **Povrchový tvar** je definován jako jednoduchá, zpravidla malá část terénního reliéfu, složená z přímkových (rovných), konvexních (vypouklých) a konkávních (vhloubených) dílčích ploch. Povrchové tvary mohou mít různé rozměry, vzhled, sklon, orientaci vůči světovým stranám i expozici. Podle velikosti (kubatury, plošné rozlohy, výšky, hloubky) rozlišujeme mikroformy, meziformy a makroformy.

Tvary reliéfu lze vedle velikostního kritéria členit i podle různých dalších kritérií, například podle vzhledu ploch (tvaru), morfologie, petrografického složení, barvy, polohy v terénu, podílu antropogenního faktoru na jejich vzniku, podle stáří a vegetačního krytu či podle toho, jak zapadají do celkového rázu krajiny.

Základními typy antropogenních tvarů reliéfu podle polohy jsou tvary povrchové a podpovrchové.

- **Tvary povrchové** – antropogenní tvary vzniklé na zemském povrchu antropogenními procesy. Příkladem jsou povrchové lomy, hráze vodních nádrží, umělá koryta, sejpy nebo oslavné pahorky.
- **Tvary podpovrchové** – antropogenní tvary vzniklé pod zemským povrchem odstraněním, nejčastěji odtěžením. Příkladem jsou šachty, stoly, tunely, podzemní bunkry, sklepy nebo hroby.

Podle vzhledu ploch se vymezují tvary ploché, konvexní a konkávní.

- **Tvary ploché** – vznikají složením více přímkových (rovných) ploch. Příkladem je agrární plošina, sídelní plošina nebo letištní plošina.
- **Tvary konvexní** (vypouklé) – vznikají složením konvexních ploch a vyznačují se vyšší nadmořskou výškou, než byl původní reliéf. Příkladem jsou haldy, ruinové pahorky, hráz vodních nádrží nebo oslavné pahorky.
- **Tvary konkávní** (vhloubené) – tvoří dílčí konkávní plochy, charakteristická je nadmořská výška nižší než původní přírodní reliéf. Příkladem jsou povrchové doly, pískovny, lomy, antropogenní krátery, poldry, umělá koryta nebo komunikační průkopy.

Podle morfologie se vymezují některé dílčí typy antropogenních tvarů. Například u akumulčních antropogenních tvarů to mohou být tvary kuželovité, kupovité, hřbetové, hřebenovité, tabulové, terasovité, symetrické, asymetrické apod.

Podle petrografického složení antropogenní činností akumulovaného materiálu může být kritériem například hořlavost materiálu.

Podle geneze lze vymezit antropogenní tvary těžební (montánní), průmyslové (industriální), zemědělské (agrární), sídelní (urbánní), dopravní (komunikační), vodohospodářské, vojenské (militární), pohřební (funerální), oslavné (celebrální), rekreační a sportovní. Některé tvary nelze jednoznačně zařadit s ohledem na polyfunkčnost jejich využití. Příkladem je plavební kanál, který je vodohospodářským i dopravním tvarem, nebo kolektory, které slouží k ukládání inženýrských sítí ve velkých městech. V klasifikaci, která je uvedena v druhé části učebního textu (kapitola 8), jsou na závěr uvedeny tvary ostatní, mezi které jsou řazeny například umělé jeskyně, telekomunikační tvary nebo archeologické vykopávky.

Tab. 2: Typologie antropogenních tvarů reliéfu odpovídající struktuře učebního textu

Základní typologie		Příklady tvarů
Těžební (montánní) tvary	podpovrchové tvary	hlubinný důl, komora, šachta, štola, vrt
	povrchové tvary	povrchový důl, kamenolom, poklesová sníženina, oprám, hlinišť, pískovna, pinka, sejp, těžební halda, odkaliště
Průmyslové (industriální) tvary	podpovrchové tvary	průmyslový suterén, podzemní průmyslový areál, podzemní ropný tanker, podzemní zásobník plynu, průmyslové hlubinné úložiště
	povrchové tvary	průmyslová halda, průmyslová plošina, průmyslové odkaliště, těžební plošina
Zemědělské (agrární) tvary		agrární halda, agrární plošina, agrární sníženina, agrární terasa, agrární val
Sídelní (urbánní) tvary		sídelní terasa, kulturní pahorek, ruinový pahorek, únikový pahorek, skládka, skalní obydlí (hrad), sídelní podzemí (suterén), podzemní úkryt
Dopravní (komunikační) tvary		dopravní tunel (silniční, železniční), podzemní garáž, metro, plynovod, ropovod
		dopravní plošina, letištní plošina, dopravní násep, dopravní odkop, dopravní průkop, úvoz, dopravní zářez, dopravní výkop, těleso dálnice, ekodukt, kosmodrom, mostní konstrukce, parkoviště
Vodohospodářské tvary		vodní nádrž, hráz vodní nádrže, ochranná hráz, suchá nádrž (poldr), vodní kanál, plavební kanál, průplav, vodní tunel, přeliv (přepad), zdymadlo, plavební komora, jez, náhon, strouha, propust, lodní výtah, rybí přechod, vodovodní síť, vodojem, stoková síť, ČOV, studna, meliorace, umělá zátoka, umělý ostrov, umělý mys a val
Vojenské (militární) tvary		vojenský kráter, vojenská pevnost, vojenský val, okop, zákop, systém opevnění, vojenský obranný příkop, vojenský úl, umělý vojenský brod, suchý vojenský dok, vojenské odpalovací silo, vojenský výcvikový prostor
Pohřební (funerální) tvary		hrobová jáma, megalitický hrob, rov, mohyla, hrobka, hřbitov, kostnice, krypta, církevní podzemí, dolmen
Oslavné tvary		megalitická stavba, menhir, kromlech, oslavná socha, oslavný pahorek, pyramida
Rekreační a sportovní tvary		sportovní areál, hřiště, koupaliště, skokanský můstek, sjezdová dráha, golfové hřiště, dostihová dráha, turistická stezka
Ostatní tvary		archeologická vykopávka, kolektor, umělá jeskyně (grotta)

3 ZÁKLADNÍ HISTORICKÉ ETAPY VÝVOJE PŮSOBNÍ LIDSKÉ SPOLEČNOSTI NA RELIÉF

Člověk jako nový činitel začal ovlivňovat a působit na okolní prostředí již před 3 miliony let (raně civilizační typ). Vývoj působení lidské společnosti na reliéf lze sledovat na základě archeologických vykopávek od období staršího paleolitu. V předchozích obdobích pak většinou docházelo k pouze neuvědomělému působení a jednoznačně dominovaly pouze přírodní procesy.

Působení člověka na reliéf (antropogenní ovlivnění) se v různých částech světa liší zejména s ohledem na různou úroveň vývoje společnosti. Jako základní prehistorické a historické etapy působení člověka na reliéf lze vymezit období paleolitu, mezolitu, neolitu, eneolitu, doby bronzové, železné, římské, období stěhování národů, staroslovanské období a období středověku.

3.1 Období paleolitu (starší doba kamenná)

Paleolitem označujeme nejstarší a nejdelší období lidských dějin, které začalo v době, kdy se člověk naučil používat nástroje. Za nejstarší druh člověka je považován *Homo habilis* (člověk zručný), doklady o jeho existenci pocházejí z východní Afriky (Tanzanie), kde se dochovala kamenná industrie s typickými drásadly, škrabadly či sekáči. Před přibližně 1,9 miliony let se objevuje *Homo erectus* (člověk vzpřímený) a s ním i nová kultura acheuléen.⁷ Období středního paleolitu je obdobím člověka neandrtálského, kterého ve střední Evropě přes 35 tisíce lety nahradil *Homo sapiens sapiens* (člověk rozumný).⁸

Vývoj paleolitu trval asi 2,5 až 3 miliony let. Počáteční datum je vázáno jednak na zjištění skutečně nejstarších industrií a na vhodné datovací metody, jednak na konkrétní kontinenty: nejstarší data pro začátek paleolitu jsou dosud známa z Afriky, případně Asie, střeoevropský nejstarší paleolit je starý necelý jeden milion let (Podborský, 2006). Období paleolitu se obvykle člení na:

- nejstarší paleolit (3/2,5 mil. – 1 mil./600 tis. let př. n. l.),
- starý paleolit (1 mil./600 tis. – 300/250 tis. let př. n. l.), první doklady i ze střední Evropy,
- střední paleolit (300/250 tis. – 40 tis. let př. n. l.) – v období středního paleolitu nastal poslední glaciál würm (začal přibližně před 115 tis. lety),
- mladý paleolit (40 tis. – 10 tis. let př. n. l.) – v období 22 tis. až 18 tis. let př. n. l. dosáhlo vrcholu poslední zalednění a přešlo v pozdní glaciál (18 tis. až 9 tis. let př. n. l.),
- pozdní paleolit neboli epipaleolit (10 tis. – 8 tis. let př. n. l.).

V období paleolitu docházelo pouze k minimálnímu narušení přírodního prostředí. Hlavním způsobem získávání potravy byl lov a sběr plodin, což s sebou nepřinášelo žádné zásahy do krajiny. Pouze v omezené míře byl používán materiál k výrobě kamenných nástrojů, převážně se jednalo o využití úlomků skalních masivů a primárními nalezišti byly akumulace sedimentů (nejčastěji glaciálních a fluvioglaciálních).

Jedním z nejvýznamnějších nalezišť starého paleolitu je na území České republiky lokalita Stránská skála v Brně (např. Čermáková, 2007). V období středního paleolitu se osídlení na našem území koncentrovalo zejména do krasových oblastí. Dokládají to významné nálezy v Moravském krasu (např.

⁷ Nová raná kultura se termínem acheuléen označuje podle naleziště na lokalitě Saint-Acheul ve městě Amiens na severu Francie.

⁸ Původ *Homo sapiens sapiens* je doložen z jihoafrických lokalit a nejstarší exempláře jsou staré přes 100 tisíc let a pocházejí například z lokality jeskyně Border Cave v JAR nebo lokality Klassies River Mouth v Etiopii (Čermáková, 2007).

v jeskyni Kůlna či v jeskyni Švédův stůl u Ochozu) nebo v jeskyni Šipka ve Štramberku. Nejstarší nálezy *Homo sapiens sapiens* pocházejí z Mladečských jeskyní na Olomoucku u Litovle.

V období 21 tis. až 29 tis. let př. n. l. byla na našem území rozvinuta jedna z nejvýznamnějších mladopaleolitických kultur (gravettien nebo pavlovien) a některé moravské lokality dosáhly celosvětové proslulosti (např. Dolní Věstonice a Pavlov).

3.2 Období mezolitu (střední doba kamenná)

Mezolit označuje historické období navazující na období paleolitu a začíná přibližně 8 tis. let př. n. l. (např. Čermáková, 2007, Podborský, 1993, nebo Pleiner a kol., 1978). Hranice paleolit/mezolit je výrazným klimatickým předělem. Mezolit začíná po posledním studeném výkyvu poslední doby ledové. Charakteristické pro období mezolitu je postupné oteplování, které znamenalo rozšiřování teplomilné vegetace do vyšších zeměpisných šířek.

Rozptýlenost zdrojů potravy znamenala i rozptýlenost osídlení. Osady byly malé a obyvatelstvo se během roku pravděpodobně stěhovalo podle zdrojů obživy (lov – rybolov – sběr). Není však známo, na jaké vzdálenosti ke stěhování docházelo, ale je doloženo, že sídliště byla vyhledávána opakovaně. Období mezolitu je historicky prvním obdobím, kdy se objevují nejstarší sídelní tvary související se stavbou osad. Pouze na některých sídlištích se však objevují terénní úpravy v podobě vhloubené jámy či ochranného valu. Mezi významné evropské lokality s doklady osídlení v období mezolitu patří například lokalita Star Carr v Anglii, jeskyně Franchthi v Řecku, lokalita Cramond ve Skotsku či lokalita Pulli asula na pravém břehu řeky Pärnu v Estonsku.

Na našem území je mezolitické osídlení zachyceno na písčných polohách v blízkosti řek Jihlavy, Svatky, Dyje a Moravy. Významnou je lokalita Smolín severně od Pohořelic nebo Přibice v soutokové oblasti Jihlavy a Svatky (Podborský a kol., 1993). V Čechách je hojné mezolitické osídlení doloženo v pískovcových skalních městech na Českolipsku, kde mezi Pavličkami a Českou Lípou je zatím doloženo 22 využívaných skalních převisů (využívaných jako obydlí) a 12 otevřených lokalit, které představují nejdůležitější mezolitický areál na území ČR (Cílek, 1999).

3.3 Období neolitu (mladší doba kamenná)

Neolit je pravěké období, jehož počátek je datován v Evropě do 6. tisíciletí př. n. l. Podle V. Podborského (2006) se neolit ve střední Evropě člení na 4 základní vývojová období:

- protoneolit,
- starý neolit (5700/5500 př. n. l. – 5000/4900 př. n. l.),
- střední neolit (5000/4900 př. n. l. – 4700/4500 př. n. l.),
- mladý neolit (4700/4500 př. n. l. – 3700/3500 př. n. l.).

Charakteristickým znakem období neolitu je přechod od lovu a sběru k zemědělství, které se stává hlavním zdrojem obživy. Soubor inovací, který nazýváme neolitem, vykrytalizoval současně nezávisle na sobě na více místech světa: v Číně, jižní a střední Americe a v Africe. Zásadní změna je označována jako neolitická revoluce a v jednotlivých regionech světa nastala v různých obdobích. Nejstarší doklady o průběhu neolitické revoluce jsou z oblasti Předního východu,⁹ kde je počátek neolitu kladen

⁹ Území Předního východu či tzv. Úrodného půlměsíce, které zahrnuje oblast Palestiny a Jordánska přes Sýrii na sever do Anatólie a dále k východu až ke Kaspickému moři, odtud pak na jih podél pohoří Zagros až k Perskému zálivu, někdy se k této zóně počítá i dolní

do 10. až 9. tisíciletí př. n. l. Lidé zde postupně začali účelově pěstovat obilí (pšenici a ječmen) a chovat dobytek. Za nejstarší sídliště, kde byla archeologicky zaznamenána přítomnost obilovin, je považována lokalita Mureybit v severní Sýrii, lokalita Ali Koš¹⁰ v Íránu a lokalita Jericho v Jordánsku. Jericho je považováno za jedno z nejstarších měst na světě s kontinuálním osídlením, kde archeologické výzkumy dokládají genezi více než 20 po sobě navazujících osad, z nichž nejstarší je datována do období okolo roku 9 tis. př. n. l. Podobná centra se o několik století později vytvořila ve střední Americe a v Číně v povodí Žluté řeky.

Na českém území je neolit reprezentován kulturou s lineární keramikou, na kterou navazuje kultura s vypíchanou keramikou. Zemědělci postupně obsadili nejúrodnější polohy na jižní Moravě, Pomoraví a Opavsku a odtud postupovali na západ. S určitým časovým zpožděním bylo osídleno Polabí a střední a západní Čechy (okolí Prahy, Poohří). Obyvatelstvo se v této době živilo především zemědělstvím (různě intenzivně doplňovaným lovem – intenzivní zejména na staroneolitických sídlištích, sběrem, rybolovem). Lidé žili v malých osadách v tzv. dlouhých domech – období starého neolitu. Objevují se výšinná sídliště a v mladém neolitu vznikají typické rondely.¹¹ Jednalo se o kruhové areály vymezené hrotitým příkopem a palisádou, s několika vchody orientovanými na astronomické azimuty. Známé rondely na našem území, například Těšetice-Kyjovice, Mašovice nebo Bulhary, jsou situovány na místech s dalekým výhledem a předpokládá se jejich kultovní a kalendářní funkce (Podborský, 2006, Čermáková, 2007).

Mezi významné neolitické lokality s doloženým osídlením patří na našem území Bylany u Kutné Hory, Těšetice a Vedrovice na Moravě, Plotiště nad Labem nebo Březno u Loun.

Vliv člověka na reliéf a celou krajinu se od mezolitu až do neolitu postupně zvyšoval a podle posledních výzkumů a navržených modelů (Sádlo a kol., 2005) není přechod od mezolitu k neolitu spojován s ostrým přechodem neolitizací (tzv. neolitickou revolucí), neolit musel překonávat méně překážek v přírodním prostředí a vzniklá kulturní krajina (včetně reliéfu) je ve výsledku daleko menší inovací než bylo doposud předpokládáno. Rovněž je zapotřebí zmínit pro období neolitu první vyhledávání a těžby nerostných surovin, které sloužily k výrobě nástrojů (např. diority, metabazity, želešické břidlice), které znamenaly místně významné zásahy do abiotického prostředí krajiny (např. Přichystal 2002, 2004).

3.4 Období eneolitu (pozdní doba kamenná, doba měděná)

Eneolit je označení pro historické období v pravěku, které je závěrečnou fází doby kamenné. Eneolit následuje po neolitu a přechází v dobu bronzovou.¹²

Typickou charakteristikou období eneolitu byla znalost zpracování mědi¹³ (i když již na konci mladého neolitu existují první doklady o jejím využití) a výrazná diferenciací stupně vývoje v jednotlivých regionech světa. Zatímco ve střední Evropě začalo teprve období eneolitu, v oblasti Blízkého východu

Egypt, mělo zásadní význam pro vývoj v Evropě. Jednou z nejlépe prozkoumaných lokalit je dnešní turecký Çatal Hüyük v Anatólii (Podborský, 2006).

¹⁰ V šedesátých letech 20. století se systematickým průzkumem lokality Ali Koš zabývala expedice Rice University (Frank Hole, Kent Flannery). Jejím úkolem bylo zjistit, jaké byly fáze přechodu od lovu a sběračství k usdlému zemědělství. Na základě získaných dokladů a archeologických vykopávek byly v lokalitě Ali Koš definovány jednotlivé etapy neolitické revoluce v regionu. Existence osady v Ali Koš v Íránu je radiokarbonovou metodou zařazována přibližně do období let 7950 ± 200 až 6150 ± 170 př. n. l.

¹¹ Architektonické objekty – rondely jsou spjaty s lengyelskou kulturou, která se ve střední Evropě vyvinula koncem středního neolitu. Je nazvána podle významné maďarské archeologické lokality. Na našem území se označuje také jako kultura s moravskou malovanou keramikou (Čermáková, 2007).

¹² Významné poznatky o období závěru eneolitu přinesl i nález muže v ledovci v Ötzalských Alpách v roce 1991.

¹³ V označení eneolit je přejato slovo „aeneus“ (měděný), neboť v období eneolitu se lidé prvně setkávají s kovem, který postupně nahradil kámen. Prvním nepřímým dokladem o využití mědi ve středoevropském prostoru je nález keramické ženské sošky z rakouské lokality Falkenstein-Schanzboden (Čermáková, 2007). Figurka náležející do lengyelské kultury má na hrudi namalovaný spirálovitý měděný přívěšek.

již vznikaly první otrokářské státy. Ve 4. a 3. tisíciletí př. n. l. vznikají první sumerské městské státy Eridu a Uruk. Významná městská centra se formují v Sýrii a Palestině (např. město Ebla) a v Egyptě se stává centrem Staré říše Mennofer (Čermáková, 2007).

Na českém území se archeologicky vymezuje eneolit jako období mezi lety 3500 až 2000 př. n. l.¹⁴ Charakteristické jsou kvalitativní změny ve způsobu obdělávání půdy, kdy se začíná využívat tažná síla dobytka, čtyřkolý vůz a oradlo. Dochází také ke změně osídlení. Významným rysem eneolitu je zvyšování koncentrace obyvatelstva v některých regionech. Podle archeologických nálezů jsou doloženy eneolitické osady, které byly ve srovnání s neolitickými menší a byly lokalizovány v regionech s kvalitními půdami (černozemě) a v blízkosti menších vodních toků. Vzhledem k tomu, že se začala rozvíjet řemesla, vznikala i první centra řemeslné výroby a směny (obchodu) – hradiska. Tato ohrazená výšinná sídliště byla často opevněná systémem příkopů, valů a kamenných hradeb. Příkladem je sídliště Rmíz u Laškova u Náměště na Hané (např. Šmíd, 2007), Staré Zámky u Líšně, Homolka u Stehelčevsi nebo Řivnác u Žalova. Na jihozápadní Moravě uvádí P. Koštuřík (2007) jako významná výšinná sídliště období eneolitu Grešlové Mýto, Jevišovice, Kramolín, Křepice, Lhánice, Mohelno, Senorady, Vysočany a Znojmo. Zde je zapotřebí uvést, že tyto lokality patří k různým kulturám období eneolitu, které se lišily i ve svém životním stylu.

Významným a pokračujícím zásahem z období neolitu jsou i v eneolitu zásahy člověka do abiotického prostředí – tj. vznik tvarů spojených s těžbou nerostných surovin a jejich vyhledáváním. Jednalo se o vyhledávání přírodních zdrojů, např. mědi, zlata, stříbra, soli. Rozsah těžby byl rozsáhlý a do současné doby se dochovaly (stejně jako z neolitu) i pozůstatky důlních děl. Nejstarší doklady o těžbě nerostných surovin, které jsou z období eneolitu doloženy, jsou z lokality Krzemionki u Krakova, kde byl nalezen systém eneolitických šachet a štol (viz blíže kapitola 4.1). Na britských ostrovech jsou významnou lokalitou doly na pazourek v Harrow Hill nebo Cissbury. Na našem území patří mezi nejstarší těžené lokality doly na křemenec v Tušimicích v Podkrušnohorské pánvi a těžební areál (těžební jámy) rohovce v Krumlovském lese u Moravského Krumlova.¹⁵ Přehledně shrnuje evropské dolování silicidů ve střední Evropě M. Oliva (1999).

Jiným výrazným pozůstatkem jsou megalitické památky čteně dochované v Anglii, Irsku, Francii, Německu, Polsku a Skandinávii (viz kapitola 8.9).

3.5 Období doby bronzové

Jako doba bronzová se ve vztahu k českému území archeologicky vymezuje období mezi roky 2000/1800 až 750/700 př. n. l. (Podborský, 2006). Označení je analogicky odvozeno od využívání bronzu jako hlavní suroviny nejen pro výrobu pracovních nástrojů (například sekery), ale také šperků a zbraní. Chronologické členění doby bronzové na českém území vychází z relativní chronologie vytvořené na základě hrobových nálezů německým archeologem P. Reineckem na počátku 20. století. Pro členění doby bronzové byly vypracovány exaktní chronologické systémy, které spočívají spíše na historické než radiometrické chronologii (Podborský, 2006). Nejpoužívanější jsou systémy O. Montelia (6 period) pro severní Evropu a P. Reinecka (4 stupně) pro Podunají.

V. Podborský rozlišuje dobu bronzovou na:

- starší (2000–1550 př. n. l.),
- střední (1550–1300 př. n. l.),
- mladší (1300–1000 př. n. l.),
- pozdní (1000–900 př. n. l.).

¹⁴ Například Čermáková (2007) uvádí období eneolitu 4000 až 2000 př. n. l.

¹⁵ Podrobně se novými objevy v lokalitě zabývá např. M. Oliva (2004).

Antropogenní ovlivnění přírodního prostředí souvisí zejména se získáváním surovin pro výrobu bronzu, kterými byly měď a jiné kovy (cín, olovo, hliník). Ložiska měděných rud byla v období doby bronzové těžena na mnoha místech (v Evropě např. Chorvatsko, Kavkaz, jižní Polsko, střední Německo, Itálie, Španělsko, Anglie nebo Kypr), ložiska cínu již byla vzácnější. V Evropě se ve větší koncentraci vyskytují v Krušných horách, na Pyrenejském poloostrově a v oblasti Cornwall v Anglii. Další těženou surovinou, nejčastěji metodou rýžování, bylo zlato. S ohledem na postupný rozvoj osídlení se rozšiřují i sídelní antropogenní tvary, vznikají opevněná hradiska a také specifické pohřební tvary (např. pohřební mohyly). Vzhledem k všeobecnému rozšíření mohylového způsobu pohřbívání v západní Evropě a ve středním Podunají, včetně našeho území, hovoříme o komplexu mohylových kultur (Čermáková, 2007). Na našem území se dochovaly například v oblasti Ždánického lesa a Chřibů a na Znojemsku (v lokalitě Borotice má pohřební mohyla průměr 16 m a výšku 1,5 m). Podobně zachované mohyly jsou v západních Čechách (např. na Plzeňsku a Klatovsku), které jsou specifickou oblastí a pohřební mohylový ritus zde byl dlouhodobý (až doba halštatská).

3.6 Období doby železné

V archeologii je dobou železnou označováno období, kdy člověk používal pro výrobu nástrojů převážně železo. Výroba železa má své počátky u kmene Chetitů v Malé Asii přibližně okolo roku 1500 př. n. l. a odtud se šířila na Balkánský poloostrov a v průběhu 7. až 6. století př. n. l. pronikla do střední Evropy. Počátky doby železné se datují v různých regionech světa odlišně. Ve střední Evropě jsou kladeny do 8. století př. n. l., v severní Evropě do 6. století př. n. l., na indickém subkontinentě do 11. století př. n. l. a ve starověkém Řecku až do 12. století př. n. l. Za konec doby železné se považuje období nástupu helenismu a římského impéria.

Tradičně se doba železná ve střední Evropě člení na dvě období:¹⁶

- starší doba železná – halštatská¹⁷ (750–400/370 př. n. l.),
- mladší doba železná – laténská (400/370 př. n. l. – 0 n. l.).

Starší doba železná se podle regionu rozšíření rozděluje do dvou skupin: západohalštatský okruh a východohalštatský okruh (Podborský, 2006). Západohalštatský okruh zahrnuje přibližně území Čech po střední Francii a od Alp po střední Německo. Z mladší doby železné jsou ve střední Evropě doklady o životě etnické skupiny Keltů. Na našem území žil kmen Bójů, z nichž část odešla do Itálie. Východohalštatský okruh zahrnuje území Moravy a jihovýchodní části Evropy a je spojován s Iliry. Doba halštatská na českém území končí okolo roku 370 př. n. l. a další období je typické novým osídlováním severních a severozápadních Čech.

Mladší doba železná se podle archeologických nálezů v lokalitě La Tène¹⁸ ve Švýcarsku označuje jako období laténské kultury. Vyspělá centra laténské kultury byla zejména ve východní Francii, Švýcarsku,

¹⁶ Rozdělení období doby železné vychází z archeologických dokladů v rakouském Hallstattu a švýcarském městě La Tène, zejména ze skutečnosti, že se nálezy z lokality La Tène svým jednotným charakterem výrazně odlišovaly od tehdy již dobře známých nálezů z Hallstattu. Na základě rostoucího počtu obdobných nálezů z jiných míst vyvodil roku 1872 švédský archeolog H. Hildebrandt důležitý závěr, kdy předřímskou dobu železnou rozdělil na období starší, pro které použil označení doba halštatská, a mladší, které nazval podle naleziště v La Tène dobou laténskou.

¹⁷ Halštatská kultura svůj název dostala podle hornorakouského města Hallstatt, které bylo v době železné jedním z významným obchodních středisek. Ve městě se těžila sůl, která se vyvážela, a obchodování znamenalo prosperitu města a rozvoj kultury, která je podle nálezů v Solné komoře nazývána halštatská kultura (Bauerová, 2004). K jejímu objevu došlo v roce 1846, kdy Johann Georg Ramsauer u halštatských solných dolů objevil pohřebiště.

¹⁸ Lokalita La Tène se nachází na břehu Neuchâtelského jezera v západním Švýcarsku na úpatí pohoří Jura. Podle archeologických nálezů z doby největšího rozmachu keltského osídlení Evropy se celé období mladší doby železné označuje podle švýcarské lokality jako latén-

Rakousku, jihozápadním Německu, v Čechách a na Moravě, na Slovensku a v Maďarsku. Ve 4. století př. n. l. se keltské kmeny v průběhu několika migračních vln rozšířily do Španělska, Anglie, Irska, na Balkán a okrajově do Malé Asie. Laténské obyvatelstvo původně žilo v otevřených sídlištích, které spravovali náčelníci z pevností na vyvýšených lokalitách. Na přelomu 1. a 2. století př. n. l. začala být stavěna první opevněná sídliště městského typu.

Celkově je doba železná obdobím pravěké společnosti, kdy docházelo ke změnám ve způsobu obhospodařování pozemků a stavbě nových typů sídel. Pro zemědělskou výrobu bylo charakteristické nahrazení bronzových nástrojů železnými. Začalo se používat čtyřkolových vozů, rozšiřovaly se chovy a pastevectví. Zásahem do přírodního prostředí byla výstavba sídel nejprve v podobě zemnicových chýší, později výstavba tzv. oppid jako center řemeslnické výroby, zejména typických pro keltské osídlení.

Zemnicové chýše s různou úrovní zahloubení jsou charakteristickým sídelním tvarem z období doby železné, dochovaným i na našem území. Velikost zemnic byla různá a obvykle se pohybovala od 300 do 400 cm do hloubky (půdorys 9–16 m²). Podlaha zemnic byla většinou rovná, typické jsou ale četné sklípky, výklenky, zásobní a odpadní jámy. Zásobnicové a odpadní jámy mají nejčastěji kruhový nebo oválný tvar a jsou zahloubeny 50–200 cm do podloží (+ mocnost ornice). Interpretace těchto objektů je dvojitá, často pro stejný objekt, neboť nejdříve plnily funkci zásobní a později odpadní jámy. Zemnicové chýše jsou na našem území doloženy například v lokalitě Těšetice „Sutny“, kde byly na ploše 4 ha objeveny významné doklady ke studiu horákovské kultury. Zachoval se zde mimo jiné unikátní doklad podoby transportovaného grafitu, hojně používaného pro zhotovování a zdobení keramiky. Sídliště vydala kompletní půdorys 25 zahloubených zemnic a velkého množství zásobních (odpadních) jam (Podborský a kol., 2005). Dalšími významnými lokalitami jsou také Brno-Obřany, Brno-Řečkovice, Brno-Královo Pole nebo Kuřim.

Významným antropogenním zásahem do přírodního prostředí, jehož pozůstatky jsou v archeologických vykopávkách dochovány do současné doby, jsou funerální tvary v podobě mohyl. Pro období doby železné bylo typické pohřbívání ve velkých mohylách, což byl jeden z důsledků majetkové nerovnosti jako typického rysu halštatské kultury. Dochované velké mohyly plnily funkci hrobky (tzv. knížecí hrobky). Způsob pohřbívání byl do komorových hrobů – mohyl, které měly jako základnu kruh nebo elipsu (např. Sklenář, Sklenářová a Slabina, 2002, Bauerová, 2004). Byly stavěny tak, že byl uvnitř kamenný věnec, v kterém byly kameny poskládané tak, že tvořily uvnitř mohyly komoru, kde byl položen nebožtík či popel, keramika a další věci. Pohřbívalo se jak kostrově, tak žárově.

Příkladem dochovaných mohyl a pohřebišť jsou na našem území například:

- mohyla Hlásnica* (u Horákovy) – s bohatě vybaveným kostrovým hrobem a s dochovanou keramikou malovanou geometrickými vzory na červeném podkladu,
- mohyla Kopeček* – s obvodem 90 m a výškou 5 m,
- mohyla Hanov* (obec Zběšičky, Písecko) – s průměrem 20 m a kamenným věncem,
- mohyly v lokalitě Lékařova Lhota* (obec Sedlec, Českobudějovicko) – 5 mohyl s komorami a nálezy bronzových nádob a zbraní,
- mohyly v lokalitě Protivín* (Písecko) – 2 velké mohyly s bohatými kostrovými pohřby v dřevěných komorách,
- mohylové pohřebiště Strželské Hoštice* (Strakonicko) – 5 mohyl s dřevěnými komorami.
- mohyly v lokalitě Skalice* (Táborsko) – 4 mohyly s množstvím dochovaných předmětů (např. čtyřkolový vůz),

ské. První nálezy z lokality byly získány v polovině 19. století při bagrování dna jezera. V letech 1853–1854 objevil švýcarský archeolog F. Keller řadu významných dokladů keltského osídlení v lokalitě. Systematický výzkum lokality byl realizován v letech 1907–1917.

mohyly v lokalitě Červené Poříčí (Klatovsko) – mohyly o průměru 20 m,
žárové pohřebiště Plzeň-Radčice – dochováno 420 hrobů,
pohřebiště Manětín-Hrádek (Plzeňsko) – kontinuální pohřebiště s komorovými hroby,
pohřebiště Nynice (obec Hromnice, Plzeňsko) – kontinuální pohřebiště, hroby s kamennými věnci,
pohřebiště Předměřice nad Labem – 36 hrobů,
pohřebiště Kostelec nad Orlicí – žárové pohřebiště s hroby laténské kultury.

Území Čech bylo v době halštatské osídlováno (kolonizováno) směrem od západu z oblasti Brdské vrchoviny a rozšířeny byly kultury bylanská (významné lokality s knížecími pohřby – Hradenín, Kolín, Strážkov, Plaňany), billendorfská (severní Čechy), slezskoplatěnická (východní Čechy, střední Morava), halštatská mohylová (jižní a západní Čechy), na Moravě pak horákovská (jižní Morava).

V Čechách jsou doložena významná hradiska z doby železné například na Rokycansku nebo Příbramsku (*Stradonice*) či v okolí Prahy (např. *Závist*), jejich bližší charakteristika je uvedena v kapitole 4.2.1. Většina známých a významných oppid ležela v blízkosti velkých řek, neboť to byly tehdy přirozené a frekventované obchodní stezky. Na řadě lokalit jsou z archeologických vykopávek doložena sídliště, příkladem je Praha-Hostivař, Praha-Miškovice, Praha-Bohnice, Hradec u Kadaně, Hostivař, Slánská Hora, Kotýz, Kounov, Krašovice, Závist, Minice u Kralup, Libochovany (Litoměřice), Břežánky, Hořín, Nynice, Manětín-Hrádek, Plzeň-Radčice.

Z hlediska archeologických nálezů je jednou z nejvýznamnějších halštatských lokalit *jeskyně Býčí skála* ve střední části Moravském krasu v prostoru mezi Křtinským a Josefovským údolím. Jeskyně je součástí rozsáhlého jeskynního systému, který lze rozdělit na tři základní úseky: jeskyně Rudického propadání (po směru toku Jedovnického potoka), jeskyně Býčí skála a z ní pokračující prostory (proti toku) a úsek mezi Býčí skálou, jeskyní Barovou (Sobolovou) a vývěry Jedovnického potoka. Jeskyně Býčí skála je tvořena v souvrství lažáneckých vápenců a hlavní chodbu jeskyně vytváří bývalé a od Nové Býčí skály aktivní řečiště Jedovnického potoka. Jeskyně je od roku 1991 propojena s jeskynním systémem Rudického propadání.

Významné objevy v jeskyni souvisejí s jejím využíváním k těžbě písků v průběhu 18. století, kdy byly při prosívání písku objevovány nálezy v podobě úlomků keramiky a zlomků kostí. Na nálezy byl upozorněn archeolog dr. J. Wankel, v roce 1867 začal podnikat výzkumy v prostoru nazvaném Jižní odbočka, ještě v téže roce se mu podařilo v jeskyni objevit pozůstatky sídliště z paleolitu (např. Bauevová, 2004, Golec, 2007, Podborský, 2006, Přichystal a Náplava, 1995). V roce 1869 prováděli v jeskyni amatérský výzkum bratřenci Felklové, kteří v jeskyni objevili rozrušenou hliněnou nádobu naplněnou spečeným spáleným prosem, ve kterém byla uložena bronzová soška býčka (10,1 cm dlouhá a 11,3 cm vysoká). V letech 1871–1873 pokračoval ve výzkumu jeskyně dr. Wankel a podařilo se mu objevit jeden z největších nálezů na našem území, pod vrstvou sedimentů byla objevena dvě žároviště. Menší žároviště (30 m²) se skládalo ze zuhelnatělého dřeva se zuhelnatělým obilím, uvnitř kterého byly dvě železné sekery, střepy z velkých nádob a několik spálených skleněných perel. Velké žároviště zabíralo přibližně dvojnásobný prostor, kde v již spáleném vápenci nad uhlím ležely pevně stmelené předměty (zvápenatělé zvířecí kosti, polospálený ornamentovaný bronzový plech, střepy nádob, jednotlivé vozové součásti, železné obruče, loukotě a špice). Na okraji žároviště se nacházelo ještě mnoho různých zuhelnatělých předmětů, např. vlněné látky, obilí (proso, ječmen, žito, pšenice), a mnoho drobných předmětů, bronzové náramky, spirálovité kruhy, skleněné a jantarové perly. Mimo žároviště, ale zvláště v jeho blízkosti a ve střední části síně, bylo na ušlapaném jeskynním jílu nalezeno přes 40 koster ve všech možných polohách.

Od doby objevu se vedou odborné diskuse, jakou funkci jeskyně plnila a jaký byl osud pohřbených. Dosavadní poznatky se přiklánějí k několika variantám teorií, jedna z nich předpokládá, že se jednalo o pohřeb náčelníka, další přináší důkazy o tom, že se jednalo o bohatou prospektorskou či podnikatelskou

skupinu (např. kováři, těžaři železné rudy či prospektoři). V 80. letech 20. století se na základě výzkumů antropologa dr. M. Stloukala objevila nová interpretace, předpokládající funkci jeskyně jako úkrytu obyvatelstva, které zahynulo pod spadnutým stropem jeskyně při náhodném výbuchu. Rovněž existují interpretace, že se jednalo o ústřední obětiště nebo ukrytý poklad (Přichystal a Náplava, 1995). V Býčí skále však byly objeveny v nedávné době i stopy po starší lidské činnosti, jedná se o nástěnné kresby zvířat, které odpovídají neolitickým aktivitám v jeskyni, zřejmě rituálního charakteru (Svoboda, 2007).

Jedním z posledních výzkumů realizovaných na našem území, který dokládá osídlení v době železné, je projekt na úpatí stolové hory Vladař v Žlutické pahorkatině. Na dně vypuštěného rybníka byla v roce 2008 objevena unikátní dřevěná konstrukce ze starší doby železné.

3.7 Období doby římské

Jako doba římská se v české archeologii vymezuje období let 50/30 př. n. l. až 350/380 n. l., kdy bylo naše území obýváno především germánskými kmeny (Droberjar, 1999, 2002, 2005). Počátek doby římské je ve střední Evropě datován odchodem keltského obyvatelstva a současně příchodem prvních germánských skupin. V období doby římské žily na českém území kmeny Markomanů, na Moravě společně s Kvády. Území dnešních Čech, Moravy a Slovenska sousedila na jihu s římskými provinciemi Pannonií Superior (západní Maďarsko), Raetií (Horní Rakousko a Švýcarsko) a Germanií Superior (jižní Německo), kdy severní hranice těchto provincií tvořila rozhraní (*limes romanus*) mezi Římskou říší a Velkou Germanií (Podborský, 2006).

S postupem osídlení se rozšiřuje antropogenně ovlivněný reliéf. Osady byly zakládány většinou na mírných svazích jižní až jihovýchodní orientace v blízkosti vodního toku. Pro sídelní tvary je charakteristický postupný zánik oppid a podobně jako v předchozím období vznikaly typické zahloubené obytné objekty (zemnice, zemnicové chýše). Jako dochované terénní úpravy byly archeology objeveny vedle vhloubených sídelních objektů také pohřebiště, zásobní jámy, hliniště, odpadní jámy a rovněž první studny. Příkladem dochované studny je studna v lokalitě Ratenice na Nymbursku. Vedle zárových hrobů se v období doby římské objevují také tzv. vrstevné hroby a od poloviny 3. století se vlivem příchodu nového obyvatelstva z Polabí objevují i kostrové hroby, zpočátku ojediněle a s bohatou výbavou, později vznikala celá pohřebiště.

Rozsáhlá pohřebiště jsou doložena například z lokalit Kostelec na Hané, Opočno u Loun, Lužec nad Vltavou nebo Stehelčevy.

Jednou z historicky cenných lokalit s doloženým osídlením v době římské je *hradisko Mušov*, které bylo lokalizováno na vyvýšenině Burgstall nad obcí Mušov a zahrnovalo nejen vrcholovou, ale i úpatní část vyvýšeniny. Hradisko bylo místem, kde ve 2. století n. l. stával vojenský tábor se zděnými stavbami velitelských budov a lázní 10. římské legie. Na základě archeologických rekonstrukcí byly na lokalitě zdokumentovány četné objekty, například vodovod, mohutné opevnění či příkopy. Mušov a jeho bezprostřední okolí bylo významným strategickým bodem nad soutokem Svratky a Dyje po celou starší dobu římskou. Objev královského germánského hrobu v roce 1988 dal základ k hypotéze, že se právě v této oblasti nacházelo centrum jednoho z „klientských“ germánských království 1.–2. století (Podborský, 2006).

Doklady o osídlení v době římské jsou také z lokality *Pasohlávky*, kde byl objeven příkop oddělující barbarikum od Římanů (Droberjar, 2002). V Olomouci (část Neředín) byly objeveny pozůstatky římského vojenského tábora. Významné objevy byly učiněny i v lokalitě Hulín na Kroměřížsku.

Na území Slovenska je v lokalitě Bratislava-Dúbravka jedna z nejlépe zachovaných staveb z doby římské severně od Dunaje (objevena byla v 70. letech 20. století). Jedná se o stavbu v půdorysu 143 m² se zachovalými stěnami do výšky 150 cm. Předpokládá se, že se mohlo jednat o budovu lázní nebo reprezentativní vilu.

3.8 Období stěhování národů

Období stěhování národů je datováno 4. až 6. stoletím našeho letopočtu¹⁹ a je charakteristické rozsáhlými migracemi obyvatelstva, které začaly koncem starověku. Jejich příčinou byly rozsáhlé demografické změny, zejména růst počtu obyvatel, způsobený přechodem od pastevectví k zemědělství, tj. k usedlému způsobu života. Kromě toho primitivní způsob obdělávání půdy vedl k jejímu rychlému vyčerpání, což bylo dalším důvodem ke stěhování, kdy kmeny, jejichž počet členů rychle rostl, začaly hledat novou půdu.

Základním archeologickým pramenem poznání období stěhování národů na našem území jsou pohřebiště a bohaté hrobky. Ačkoliv nebyly v tomto období vhodné podmínky pro zakládání trvalých sídel, lze zejména v počátcích doby stěhování národů pozorovat tendenci k osídlování výšinných poloh (např. Brno-Obřany, Znojmo-Hradiště), k budování hradů však nedocházelo (Droberjar, 2005, Podborský, 2006).

Dochovaná pohřebiště z období stěhování národů jsou na našem území převážně kostrová. Významným archeologickým dokladem je *pohřebiště v lokalitě Praha-Zličín*. Jedná se o unikátní pohřebiště, objevené archeology²⁰ v roce 2008, které je dosud nejrozsáhlejším nálezem tohoto typu ve střední Evropě. Pohřebiště skrývalo na 177 pohřbů takzvané vinařické skupiny germánského původu z druhé čtvrtiny 5. století až přelomu 5. až 6. století. Název se užívá podle prvního objeveného pohřebiště tohoto lidu u Vinařic na Kladensku. Kromě kosterních pozůstatků archeologové v hrobech našli keramické nádoby, skleněné poháry, ale i zlaté, stříbrné či posříbřené šperky a zbytky železných nástrojů. Významné i stopy ještě neztrouchnivělých textilií a kůží a v jednom případě zřejmě i kožešiny. Z vědeckého hlediska je na objevu pohřebiště nejvýznamnější jeho velikost. Kromě unikátního pohřebiště odkryli archeologové také neolitické sídliště ohrazené čtyřmi řadami palisády a pravěkou cestu. Ta podle jejich soudu pochází z doby mnohem starší než pohřebiště.

3.9 Staroslovanské období

Jako staroslovanské neboli časně slovanské období je v české archeologii označováno období mezi druhou polovinou 6. století a koncem 7. století. Počátek období je spojen s příchodem Slovanů a konec je datován vznikem prvních hradišť.²¹ Osady nejstarších Slovanů na českém území byly nejčastěji zakládány v nížinných polohách v blízkosti vodních toků a zahrnovaly obydlí typu polozemnic, což jsou obydlí částečně zahloubená pod úroveň zemského povrchu a částečně s nadzemními částmi. Polozemnice byly obvykle čtvercového nebo obdélníkového půdorysu o velikosti 8–20 m². Součástí obydlí byly pece a do dna zahloubené skladovací prostory. Slovanské osídlení bylo od samého počátku poměrně husté. Ke staroslovanským osadám patří prostá pohřebiště se žárovými hroby. Seskupení sídliště a pohřebiště v oblastech budoucích velkomoravských center (Hodonínsko, Uherskohradištsko, Olomoucko, Brněnsko a Břeclavsko) naznačuje podle V. Podborského (2006) rozložení původních kmenových území, sjednocených záhy v Sámově říši. Archeologicky prozkoumanými lokalitami s výskytem polozemnic jsou například Březno u Loun, Mutěnice (Hodonínsko) nebo Pohansko (Břeclavsko).

¹⁹ Například E. Čermáková (2007) datuje dobu stěhování národů obdobím 375–568 n. l., V. Podborský (2006) obdobím 400 až 568 n. l.

²⁰ Výzkum provádělo v letech 2005 až 2006 Muzeum hlavního města Prahy a v letech 2007 až 2008 společnost Labrys, o. p. s. Vedoucími výzkumného týmu byly archeologové M. Kuchařík a J. Vávra, antropolog P. Kubálek a odborní konzultanti J. Jiřík a E. Droberjar.

²¹ Některými archeology je zdůrazňován nástup zdobené a obtáčené keramiky a v některých oblastech v ČR i mohylový pohřební ritus.

3.10 Období středověku

Historickým obdobím středověku se tradičně označuje dějinná epocha mezi koncem starověku a antické civilizace a začátkem novověku. Začátek období středověku se obvykle klade do období pádu západořímské říše v roce 476²² a konec bývá tradičně spojován s rokem 1491, kdy byla Kryštofem Kolumbem objevena Amerika.²³

Období středověku se člení na dílčí období, kterými jsou:

- raný středověk (konec 5. století – počátek 12. století),
raný středověk se dále člení na doby hradištní:
 - starší (650/700–800 n. l.) – období od počátku výstavby hradišť do začátku Velké Moravy,
 - střední (800–950 n. l.) – období Velké Moravy a počátky českého státu,
 - mladší (950–1150/1200 n. l.) – český stát za vlády přemyslovských knížat,
- vrcholný (rozvinutý) středověk (počátek 12. století – počátek 15. století),
- pozdní středověk (1491 – počátek 17. století).

Pro období raného středověku je typické šíření křesťanství, rozvoj románské kultury, začátek procesu teritoriální majetkové diferenciaci, rozpadá se rodové zřízení, ve Středomoří zaniká antická otrokářská společnost a vznikají samostatné raně feudální státy.

V období vrcholného středověku byla středověká společnost rozdělena učením o trojím lidu mezi duchovenstvo, šlechtu a rolnický lid. Důležitým faktorem se posléze stává měšťanstvo, dochází k zakládání a rozvoji nových měst, center řemesla a obchodu. Technologický pokrok v zemědělství způsobil v průběhu 11. století agrární revoluci. Významným faktorem ovlivňujícím osídlení a způsoby hospodaření bylo dočasné oteplování ve 12. a 13. století.

Pro pozdní středověk je charakteristickým rysem na jedné straně krize středověké společnosti, na druhé odstranění izolace evropské civilizace od okolního světa. Významným faktorem bylo ohrožení v podobě vojenské expanze osmanské říše, pod stálou tureckou hrozbou byly Uhry i celý region střední Evropy.

Rozvoj osídlení a ekonomických aktivit v území s sebou přinesl v období středověku významné antropogenní zásahy, největšími byla expanzivní těžba nerostných surovin, rozšiřování zemědělsky obdělávaných ploch a také rozvoj sídelních tvarů. Většina slovanských osad z období raného středověku byla lokalizována v nížinných polohách, v období vrcholného středověku se rozšířila do vrchovinných i horských oblastí, většinou ve vazbě na zdroje surovin (zakládání horních měst).

Za nejvýznamnější lze považovat velkomoravská hradiště (hradiště z období Velké Moravy). Nejvýznamnějšími centry Velké Moravy byly Mikulčice, Uherské Hradiště-Staré Město a Nitra.²⁴ Typickým nížinným hradištěm byly *Valy u Mikulčic*, přirozeně chráněným mrtvými rameny řeky Moravy. Hrad a kolem něho opevnění i otevřené sídliště byly původně staroslovanským centrem na ostrovech v řece Moravě, dnes jsou obklopené sítí zanesených říčních ramen. Velkomoravské město vzniklo přebudováním staré pevnosti ze 7. až 8. století. Jeho ústřední část tvořil knížecí hrad o rozloze přibližně 8 ha. Kolem

²² Jako jiné datum počátku středověku je některými autory považován rok 568, významný příchodem Slovanů do oblasti Panonské nížiny, který je zároveň rokem uzavírajícím období stěhování národů. Soudobá historiografie však dává přednost roku 476, kdy přijala křesťanství v katolické podobě nobilita germánského kmene Franků v čele s králem Chlodvikem Merovejovcem v Remeši, nebo roku 529, kdy byla zrušena císařem Justiniánem Platonská akademie v Aténách, jako poslední koexistence dvojího náboženství (pohanství a křesťanství) (Spunar a kol., 1995).

²³ Některými autory je konec středověku datován rokem 1453 (dobyty Konstantinopole Turky), rokem 1456 (vynález knihtisku Johanem Gutenbergem) či rok 1517 (první veřejné vystoupení Martina Luthera a začátek reformace).

²⁴ Z. Klanica (2007) uvádí v otázce církevního centra Velké Moravy trojici nejdůležitějších lokalit na řece Moravě: Mikulčice, Staré Město u Uherského Hradiště a Pohansko u Břeclavi, doplňuje je o Nitra a uvádí, že v poslední době se k nim řadí také Olomouc.

něho se seskupovala řada dalších opevněných i neopevněných útvarů o celkové rozloze více než 200 ha. Lokalitu Mikulčice považuje Z. Klanica (2007) za pravděpodobné místo hrobu svatého Metoděje.

Uherské Hradiště-Staré Město je příkladem nížinného hradiště na břehu řeky Moravy, obklopené většinou dalších velkomoravských lokalit (např. Modrá u Velehradu, Osvětimany nebo Sady u Uherského Hradiště). Celý komplex dosahuje rozlohy okolo 250 ha.

Sídelní strukturu Velké Moravy tvořila vedle výše uvedených center dále významná „provinční hradištní města“, mezi něž patřily například Olomouc, Přerov, Znojmo-Hradiště nebo Brno-Líšeň-Staré Zámky, malé hrady na skalním ostrohu (např. Zelená hora u Vyškova), rozsáhlá nížinná hradiska – hospodářská střediska s velmožským dvorcem (např. Břeclav-Pohansko, Strachotín, Rajhrad), menší výšinná hradiska a terénní sporadicky osídlené dominanty, tzv. strážní hradiska (např. Podborský, 2006 nebo Staňa, 2006).

Typickým hradištěm je lokalita *Břeclav-Pohansko*, která je situována nad soutokem Moravy a Dyje v oblasti lužního lesa s meandrujícími úseky toků. Akropole hradiska má rozlohu 28 ha a je opevněna hradbou s kamennou zdí. Vlastní hradiště vzniklo v druhé polovině 9. století, zřejmě jako jedno z provinciálních správních míst Velké Moravy (Klanica, 2007). Poprvé se na našem území na jeho ploše podařilo odkrýt komplexní areál knížecího dvorce, ohrazeného dřevěným palisádovým plotem, uvnitř s kamenným kostelem s přilehlým pohřebištěm a domy na kamenných podezdívkách. Příkladem typického slovanského hradiště z raného období středověku bylo *hradiště Vraclav* poblíž Vysokého Mýta. Hradiště bylo jedním z center přemyslovské správy, bylo založeno v 11. století a jeho zbytky se dochovaly do současnosti. Hradiště lokalizované na ostrohu meandru mělo relativně malou rozlohu (0,8 ha), bylo chráněno valem o výšce 4–6 m.

Strategicky výhodnou polohu na skalním ostrohu či v soutokové oblasti vodních toků má řada středověkých hradů. Jedním z příkladů je *hrad Zvíkov* v soutokové oblasti Otavy a Vltavy, který byl založen na místě, kde je doloženo keltské osídlení. Keltové v místě vybudovali opevněné sídliště městského typu, jehož pozůstatky (valy) jsou dochovány v severní části hradu. Samotný hrad byl založen Přemyslem Otakarem a první písemná zmínka o hradu je z roku 1234.

Z období vrcholného středověku je doloženo založení řady hradů na území Čech, Moravy i Slezska. Jedním z nich je například *hrad Landštejn*, založený na počátku 13. století (první zmínka o hradu je z roku 1231). Hrad plnil významnou funkci strážního hradu na významné obchodní stezce z Itálie do českých zemí a Baltu.

4 VÝZNAMNÉ PREHISTORICKÉ VLIVY ČLOVĚKA NA RELIÉF

Vliv člověka na reliéf lze sledovat od doby, kdy přešel od sběračství a lovu, začal využívat suroviny a začal si vytvářet první trvalá sídla, stavěl komunikace a upravoval přirozený režim vodních toků.

Významnou úlohu, zejména v ovlivnění přírodních geomorfologických procesů, sehrála zemědělská činnost a další aktivity s ní spojené. Díky kultivaci rozsáhlých areálů i rozšiřování ploch zemědělské půdy dochází ke změnám vegetačního pokryvu, půd i přerozdělení povrchového odtoku a ovlivnění exogenních geomorfologických procesů. Mezi hlavní činitele působící na reliéf patří orba. Kromě přemístění obrovského množství půdy je obnažený půdní povrch výrazně vystaven působení svahových, fluviaálních, zvětrávacích, kryogenních i eolických procesů. Pěstování erozně nebezpečných plodin, v menší míře i pastva dobytka, ve spojení se změnami klimatu způsobovalo v našich podmínkách zejména urychlení fluviaálních erozních a akumuláčních procesů, což se projevilo odnosem na svazích (plošná, stružková a stržová eroze) a akumulací v údolních dnech a údolních nivách (vznik nivních sedimentů).

Prehistorické i historické erozní fáze jsou spojeny s rozvojem osídlení a zemědělství (vznik agrární krajiny – změna land use) a prohlubovány v souvislosti se změnami klimatu (zvlhčování, zvyšování množství srážek, přivalové srážky, event. ochlazování). Např. J. Beneš (1995) uvádí doklady prehistorické eroze v Čechách, popisuje 18 případů eroze na svazích i erozi a akumulaci v údolních dnech. U svahové eroze vyčleňuje 4 období erozně-akumuláčních vln. Jedná se o pozdní neolit, pozdní dobu bronzovou, konec doby římské a vrcholný středověk. A uvádí, že s výjimkou vrcholného středověku to nevypadá na přímou vazbu land use a akumulace. Pravděpodobně zde funguje dlouhé a skryté odblokování eroze a náhlé spouštění transportu, které J. Beneš přičítá zhoršování klimatu. J. Sádlo a kol. (2005) ne zcela souhlasí s výše uvedenými závěry uvádění možnosti působení lokálních faktorů klimatických i terénních. Podle závěrů O. Stehlíka (1981) na základě rozboru sedimentologických, archeologických a historických pramenů lze v českých zemích vyčlenit 5 období nadměrné aktivity eroze půdy proudící vodou, které jsou podmíněny hospodářskou činností člověka. Jedná se o období okolo roku 750 př. n. l., 850 n. l., 1300–1400 n. l., 1750–1850 n. l. Tato období růstu erozní aktivity souhlasí podle O. Stehlíka s obdobími výrazných změn klimatu. Změna klimatu je tedy nutnou podmínkou, rozhodujícím faktorem je však vystupňování zemědělské aktivity člověka.

Vazby klimatu s vývojem vegetace i hospodářskou činností uvádí i T. Czudek (2005), podle polského geomorfologa L. Starkela prezentuje extrémní fáze klimatu, které se projeví na celém území střední Evropy: fáze 8,5–8,0 BP, dále na přechodu atlantiku do subboreálu, fáze po pozdní době bronzové a malá doba ledová. Konstatuje, že úloha člověka (kácení lesů, zakládání orných ploch) v těchto klimaticky podmíněných obdobích je nepopíratelná.

Pozůstatky po erozních procesech na svazích jsou zachovány ve formě strží (často stržových systémů). Touto problematikou se podrobně zabývá např. T. Czudek (2005), který uvádí, že strže se v Česku tvořily v závislosti na klimatických poměrech a na hospodářských aktivitách člověka spojených s rozvojem osídlení, včetně kácení lesních porostů, a s vývojem zemědělství. Vyvíjely se postupně, ale zejména etapovitě (starší strže se prohlubovaly a prodlužovaly, nové vznikaly). Bylo tomu tak v průběhu celého kvartéru (včetně pleistocénu), hlavně ale při rozpadu permafrostu v allerödu a zejména pak od doby bronzové subboreálu. Dnešní velký počet (sít) a základní morfologické rysy strží však pocházejí u nás až z posledních 400–500 let. Jak uvádí T. Czudek (2005), tento časový úsek je v dobré shodě i s novějšími poznatky Z. Klimenta (2003) a výzkumy M. Stankovianského (2003) z Myjavské pahorkatiny na Slovensku, kde hluboké a dlouhé strže vznikly ve druhé polovině malé doby ledové.

V počátcích malé doby ledové (označení pro celkově chladnější klimatické období mezi lety 1300 a koncem 19. století) začíná na našem území probíhat rozsáhlá středověká kolonizace spojená s prudkým zvýšením eroze a s ní spojenou akumulací ve svahovinách a údolních nivách. Příčinou bylo hlavně plošné odlesnění či intenzivní pastva v kolonizovaných podhorských oblastech s četnými srážkami. Odlesňování krajiny trvalo prakticky až do konce 14. a začátku 15. století. Půda byla narušována pastvou, orbou těžkým záhonovým pluhem, následně docházelo k rozvoji stružkové a stržové eroze a k pustnutí a zanikání zemědělských osad. Zavedení střídavého pěstování plodin a záhumenicové plužiny částečně zastavilo rozvoj eroze, třicetiletá válka pak znamenala výraznou stagnaci zemědělské výroby. Další erozní vlna přišla v souvislosti s hospodářskými změnami mezi lety 1750 a 1850. Došlo k rozorávání pastvin, od trojpolního systému se přecházelo na intenzivní kultury bez úhoru, od obilí k pěstování pícnin a hlavně okopanin (Sádlo a kol. 2005).

4.1 Nejstarší těžební tvary

Těžba nerostných surovin patří k nejstarším druhům lidské činnosti, která znamenala výrazný zásah do přírodního prostředí. Od okamžiku, kdy pravěcí lidé začali vyrábět první kamenné nástroje, začal jejich trvalý zájem o přírodní zdroje. Zprvu se zajímali o horniny snadno opracovatelné, především o křemeny, křemence a vápence. Hlavní suroviny sbírali na šterkopískových terasách v povodí vodních toků. Po jejich vysbírání v nejbližším okolí bylo nutné je uvolňovat z matečné horniny hornickou činností, čímž docházelo ke vzniku nejstarších jámových a stěnových lomů, později i krátkých štol. V mladší době kamenné pravěcí horníci pronikali místy až do desetimetrových hloubek, z šachtic razili chodbice a zajišťovali je výdřevou. K důlním pracím se používaly kamenné, kostěné i dřevěné nástroje a k dopravě sloužily kůže.

Nejstarší doklady těžby nerostných surovin byly objeveny v Egyptě (levalloiská kultura před 50 tis. lety). Z období před 35 tis. lety jsou již známy první šachty a štoly k získání rohovců pro výrobu čepelové industrie (*lokalita Nazlet Khater* – střední Egypt) nebo barviv. Nejstarší lokalitou s doloženým hornickým dobýváním železné rudy hematitu je horizontální štola ve Lví jeskyni (*Lion Cavern*) ve Svazijsku (jižní Afrika), jejíž stáří je odhadováno na 120 tis. let (střední paleolit), hematit sloužil jako barevný pigment na ozdobu těla. Historicky významná těžba je doložena také z oblasti delty Nilu, kde v *lokalitě Qena* probíhala těžba rohovce z říčních písků již v mladším paleolitu. Původně jámová těžba se počátkem mladého paleolitu (asi před 35 tis. let) změnila na systém až 2 m hlubokých jam, z jejichž dna byla opět horizontálně vybírána poloha bohatá na rohovce (Přichystal, 2001).

K systematické těžbě nerostných surovin však docházelo až v mladší době kamenné. Nejstarší lokalitou s dochovanými pozůstatky hornické činnosti je lokalita *Krzemionky* v Polsku. Lokalita se nachází ve Svatokřížských horách (Góry Świętokrzyskie) a patří k nejvýznamnějším v Evropě. Dochovaná důlní díla pocházejí z období neolitu a počátku doby bronzové. Důsledkem hornické činnosti v lokalitě vzniklo více než 4 tisíce šachet, které jsou mezi sebou propojeny sítí paprscitě vyběhávajících chodeb. Těženou surovinou byl rohovec, ze kterého se vyráběly sekery a česla, která byla ve své době velmi populární. Je doloženo jejich využívání v okruhu do vzdálenosti téměř 700 km. Těžební pole je umístěno v ostrůvku jurských vápenců, které dosahují mocnosti 20 až 200 m. Hloubka důlních děl se pohybuje od 2 do 9 m. Prehistorická důlní díla objevil v roce 1922 polský geolog Jan Samsonowicz.

Historicky významné bylo využívání obsidiánu²⁵ (sopečné sklo) pro výrobu nástrojů, doložené od období paleolitu. Nejstarší archeologický nález dokládající využívání obsidiánu je z oblasti Mezopotámie z doby před 9 tisíci lety. Doloženo je využívání obsidiánu také v Latinské Americe, Evropě i Africe.

²⁵ Obsidián je výlevná hornina, která vznikla kontaktem žhavé viskózní lávy s chladným prostředím a následným utužením. Obsidián je bohatý na sloučeniny SiO₂ a je příkladem přírodní formy skla.

S rozvojem zpracování kovů postupně ztrácel na významu a začal se využívat již jenom jako dekorační kámen.

Významný posun v těžbě a využití nerostů nastal po objevu tavby některých kovů. Tím se prudce rozšířilo jejich využití, dosud omezené malým výskytem kovů v přírodní ryzí formě. Některé kovy měly oproti kamenným materiálům vyšší tvrdost, odolnost proti opotřebením a možnost tvarování výrobků odléváním a kování. Prvním z masověji vyráběných kovů se stala měď, což bylo dáno hlavně relativně nižší teplotou tavení rud, které bylo možno dosáhnout na topeništích s dřevem. Není známo, kdy a kde člověk poprvé dokázal získat měď tavbou rud, bylo to ale pravděpodobně v sumerské kultuře v Mezopotámii (území dnešního Iráku) asi na přelomu 6. a 5. tisíciletí před naším letopočtem. Znalost výroby mědi se šířila postupně, po dlouhou dobu kovové výrobky zejména díky své vzácnosti zůstávaly prestižním zbožím a symboly moci. Některé nevýhody, které měla měď, odstranila až výroba slitiny mědi s cínem, nazvané bronz. Ruda cínu se v přírodě vyskytovala místy čteně a byla snadno tavitelná. První železné předměty vyráběné tavbou železných rud pocházejí z období 3000 až 2000 let př. n. l. z oblasti Egypta, Anatolie (Turecko), Mezopotámie (Irák) a údolí řeky Indus (Pákistán). Železo bylo vhodnějším kovem než bronz a stalo se nejvýznačnějším používaným kovem. V první fázi se rudy těžily povrchovým způsobem v místech výchozů rudních žil na povrch. S postupným vyčerpáváním takto snadno těžných žil se muselo postupovat stále do větších hloubek, kdy se přes hluboké jámové lomy přecházelo k hlubinné podpovrchové těžbě. S rozvojem techniky dobývání se postupně zvyšovala i hloubka důlních děl. Historicky bylo hloubky jednoho kilometru dosaženo při těžbě polymetalických rud v Příbramském rudním revíru (viz kapitola 4.1.1). Vedle zvyšování hloubky důlních děl docházelo také k zvyšování objemů těžných surovin a rozšiřovalo se spektrum těžby rud v souvislosti s novými metodami zpracování a užití.

V případě těžby stavebních surovin jsou nejstarší doklady o těžbě z archeologických vykopávek nejstarších sídlišť a pohřebišť, kdy se podle stavebního materiálu odvozují lokality těžby. Pozůstatky povrchových lomů z nejstarších etap těžby stavebních surovin se nedochovaly, což je způsobeno zejména skutečností, že byly v pozdějších dobách pokračující těžbou zcela přetvořeny a často i zcela zhlazeny.

Dlouhou historii má i těžba přírodních uhlovodíků (asfalt, ropa, zemní plyn), které byly využívány ve světě již od starověku. Na území Mezopotámie mezi řekami Eufratem a Tigridem sloužil obyvatelům především asfalt, známý jako pojivo již při stavbách starobabylónských zikkuratů, později i např. „médské zdi“ z 6. stol. př. n. l. Písemné prameny dokládají těžbu asfaltu z kopaných studní v okolí Mrtvého moře a rovněž tak těžbu ropy. Ve starověké Číně z období dynastie Chan (206 př. n. l. až 220 n. l.) byly zemní plyn i ropa těženy z hlubokých vrtů (až 200 m). Rozmach těžby a využití přírodních uhlovodíků začal ve světě (u nás v Rakousko-Uhersku) až ve 2. polovině 19. století.²⁶

4.1.1 Nejstarší těžební tvary na území České republiky

Využití nerostného bohatství je v České republice předmětem staleté až tisícileté těžby a stejně dlouhou dobu ovlivňuje těžba surovin hospodářský rozvoj vybraných regionů. V jednotlivých historických obdobích probíhala těžba s různou intenzitou a rozdílným významem v evropském i světovém měřítku.

Zpočátku šlo výhradně o využití kamenných nástrojů, které byly už v přírodním stavu vhodné k využití a byly získávány povrchovým sběrem. Množství přirozeně vhodné kamenné suroviny je ale na zemském povrchu omezené, proto se člověk záhy začal orientovat na některé horniny a minerály, které měly vhodné vlastnosti a bylo je možné upravovat štípáním. Šlo zejména o usazené křemičité horniny (rohovce včetně pazourku či buližníky), křemen, křišťál, opál a přírodní skla (obsidián, vzácně i vltavíny). Historicky nejstarší doklady o hornické činnosti na našem území jsou z archeologických nálezů,

²⁶ Podrobněji Bednaříková, J., Thon, A., a kol. (1984): Naftový průmysl na území Československa. Knihovnička Zemního plynu a nafty 5. svazek, Hodonín: MND Hodonín, 368 s.

nejčastěji starých tavicích pecí. Jedny z nejstarších dokladů cílené těžby nerostů jsou známy z Písečného vrchu u Bečova nedaleko Mostu, kde byl na výchozech získáván křemenec. Těžba křemence probíhala rovněž v Tušimicích, dokládají to nálezy šachtic až 4 m hlubokých s horizontálními chodbami (mladší a pozdní doba kamenná). Na přirozených nalezištích byly v nejstarších obdobích získávány rohovce či metabazity. Příkladem jsou lokality v oblasti Krumlovského lesa, Stránská skála v Brně, Jistebsko u Jablonce nad Nisou nebo některé lokality v oblasti Moravského krasu. Lokalita v Krumlovském lese je považována za nejrozsáhlejší pravěké těžební pole. Zaujímalu plochu přibližně 100 ha a nacházelo se v okolí současných obcí Vedrovice a Jezeřany-Maršovice. Součástí těžebního pole byly jámy o průměru až 10 m a hloubce 4 m. Těžba rohovců zde začala pravděpodobně v mladší době kamenné a nejrozsáhlejší dobývání je zde doloženo ze starší doby bronzové. Důvod tak prostorově rozsáhlé až gigantické těžby je prozatím neobjasněný.²⁷ Těžba prachovců a drob je archeology doložena na lokalitě Hlinsko u Lipníka nad Bečvou v lomu Podhůra (z období 3000–2600 př. n. l.). Historicky významná těžba probíhala v těžebních jámách o hloubce 1,2 až 3 m a o průměru 2 až 5 m. Těžené suroviny byly využívány na výrobu sekeromlatů a sekerek.

Ze svahových a fluvialních sedimentů byl v nejstarších prehistorických obdobích získáván křišťál. Nejstarší doloženou lokalitou jeho získávání na našem území je okolí Skleného nad Oslavou. Ostatní horniny byly používány méně, jiné byly „dováženy“ (například pazourky z Pobaltí a další). Z takto upravených materiálů, především pazourku, byly vyráběny různé nástroje, zpočátku různé pěstní klíny, sekáče, špičáky a rydla, později specializovanější nástroje (drasadla, škrabadla, hroty aj.). V prehistorických dobách starší doby kamenné je také doloženo využívání jaspisů (oblast Kozákova). Mezi významné patřilo využívání amfibolitu, který byl určen pro výrobu broušené industrie (povodí Sázavy, Jihlavy, Oslavy) a karbonátových surovin. Za nejstarší těžební antropogenní tvary jsou na našem území považovány neolitické lomy v lokalitě Bílý Kámen u Sázavy. Vyvýšeniny tvořené karbonátovými horninami nápadně vystupující nad okolní reliéf byly využívány neolitickými zemědělci, kteří z vápence vyráběli ozdobné předměty.²⁸ V lokalitě Bílý Kámen byly archeologem Žeberou v roce 1937 objeveny neolitické lomové jámy²⁹ o průměru 5 až 10 m a hluboké 1 až 3 m. V nich byly nalezeny stovky amfibolitových a křemenných nástrojů, ze kterých bylo možno sestavit téměř celou vývojovou řadu od kamenné palice k sekeromlatu. Zajímavostí byly šikmo vrtané otvory pro nasazení topůrka, které dokazují, že poznatek o zmenšení účinku otřesu palice při nárazu pomocí šikmého topůrka byl znám již lidem z mladší doby kamenné.

Podobně tisíciletou historii má využívání karbonátů v oblasti Českého a Moravského krasu. Doložené využívání vápenců Českého krasu je datováno před 4 tis. lety.³⁰ Je pravděpodobné, že vápence byly využívány již v době železné a hradištní jako struskotvorná přísada při hutnění chudých, křemíťých železných rud, zvláště třetihorních železinců. Pravděpodobně první olamování skal probíhalo již v 9. století na Butovickém hradišti v Prokopském údolí.

Kromě kamenných nástrojů byly již v paleolitu využívány jíly a hlíny vhodné na výrobu keramiky a přírodní barviva. Výroba keramiky z pálené hlíny v mladším paleolitu je dobře doložená archeologickými nálezy, mezi nimiž mají specifické postavení nálezy ženských plastik, tzv. venuší, které měly patrně kultovní význam. Kromě kostěných jsou známy i venuše z pálené hlíny (Dolní Věstonice), z hematitu je vyrobena tzv. landecká venuše (Ostrava-Landek). Z období paleolitu je doloženo také využití limonitu, hematitu a grafitu.

²⁷ Oliva, M., Neruda, P., Přichystal, A. (1999): Paradoxy těžby a distribuce rohovce z Krumlovského lesa. PA, XC 1999/2, Praha, s. 229–318.

²⁸ Ozdobné předměty jsou doloženy z archeologických vykopávek a uloženy jsou v muzeu v Kolíně (dva náramky) a Národním muzeu (nálezy z Kladenska, kde byly objeveny v několika hrobech z bernburského období vrtané korálky z bílého mramoru).

²⁹ Dnes jsou již neolitické i středověké lomové jámy objevené dr. Žeberou v okolí vytěženého vápencového lomu zarostlé a v terénu nerozpoznatelné. Jejich objev však velmi přispěl k poznání života nejstarších zemědělců před šesti tisíci lety.

³⁰ Doklady pocházejí z nálezů hlazených vápencových sekerek a kulovitých mlatů z materiálu těženého v lokalitách v Prokopském údolí (objeveny byly na pohřebištích v Praze 5-Ohradě).

Nejstarší doklady o těžbě a zpracování rud jsou na našem území z období neolitu, k jeho většímu rozšíření však došlo až ve starší době bronzové. Většina dokladů souvisí s archeologickými doklady osídlení (např. v lokalitách na Krušnohorsku, Podkrkonoší nebo středních Čech). Těžba se pouze odvozuje z dochovaných nálezů, ale pozůstatky důlních děl se z tohoto období nedochovaly. Je však pravděpodobné, že podobně jako u těžby stavebního kamene byla nejstarší prehistorická díla přetvořena následnou extenzivní těžbou. Přímé doklady o těžbě rud jsou až z doby bronzové, což souviselo mimo jiné s tím, že české země byly ve své době jednou z nejvýznamnějších oblastí v Evropě s ložisky cínové rudy. Prokázané je rýžování cínocových krupek (valounky kasiteritu) v náplavech potoků a řek v Krušných horách, zejména v oblasti Krupky, a také v oblasti Slavkovského lesa.

Z eneolitu a doby bronzové jsou též známy nejstarší předměty vyrobené ze zlata. Nejstarší pozůstatky po těžbě zlata jsou na našem území z doby keltského osídlení. Zlato se v nejstarších dobách získávalo rýžováním a následně z primárních zdrojů hornickou činností. Rýžování zlata je archeologicky doloženo v 9. století př. n. l. na řece Otavě v lokalitě Modlešovice u Strakonice.

První doklady o těžbě a zpracování železné rudy jsou podle archeologických nálezů již z mladší a pozdní doby bronzové a následně starší doby železné (doba halštatská). Rozvoj využívání železa a s tím i spojenou těžbu železné rudy s sebou přinesli Kelové v mladší době železné (doba laténská). Keltský kmen Bójů (400 př. n. l. až 50 n. l.) měl rozsáhlé znalosti těžby a využití kovů, včetně znalosti výroby poměrně čistého železa a některých postupů výroby oceli. Těžba ložisek železných rud nebyla příliš intenzivní, zato bylo využíváno velké množství lokalit. I když těžba železa v pozdější historické době řadu důkazů keltských báňských prací překryla, je doložena těžba hematitových a magnetitových rud v Nučicích a Loděnicích u Berouna, na Křivoklátsku, v oblasti Brd a Podkrušnohoří, v Železných horách, Jesenicích (Uničovsko) a Beskydech. Těženy byly i zvětralinové partie obsahující limonitové rudy. Těžba probíhala nejčastěji systémem mělkých jam a šachtic. Kelové byly také první civilizací na našem území, která používala a razila mince. Pro mincovnictví měly rozhodující úlohu zlato a stříbro. Z keltského období je doloženo rýžování zlata v jižních Čechách v povodí Otavy, ve středních Čechách v povodí Vltavy a ve Slezsku v povodí řeky Opavy. V povodí Otavy to byla hlavně oblast od Rejštejna u Kašperských hor k Sušici, Strakonícím a Písku a dále podél toků řek Volyňky, Blanice, Olšovky, Ostružné a Losenického, Opolenského a Drnového potoka. V povodí Vltavy se rýžovalo v náplavech u Rožmberka, Českého Krumlova, Českých Budějovic a Týna nad Vltavou a na Kaplickém potoce a řece Lenoře. Rýžováno bylo i na Lužnici u Sezimova Ústí a na potocích na Příbramsku. Získávání zlata probíhalo i ze starých teras u soutoku Vltavy a Sázavy a na Sázavě – Davle, Pikovice, Štěchovice, svahy Medníku, Žampach aj. Ve Slezsku je rýžování zlata doloženo na Černé, Střední a Bílé Opavě až ke Krnovu a také na řece Moravici, Černém potoce na Zlatém potoce ve Zlatých Horách a jinde. Kromě těchto hlavních oblastí se v menší míře rýžovalo i v prostoru Českomoravské vysočiny v povodí Blanice, na Tábořsku nebo Pacovsku (např. Waldhauser, 1988, nebo Majer, 2004). Plocha keltských rýžovišť je odhadována na 75 km² a lze říci, že v tomto období byla vyrýžována většina z celé historie rozsypového zlata na našem území. Zlatonosný sediment byl proplavován na rýžovnických splavech a zlatinky byly zachycovány na konopných vláknech nebo kůžích, což jsou metody používané i o více než tisíc let později. Je známo i dobývání štolami a šachticemi. Celková produkce zlata z rýžovišť do 14. století (s maximem v době do přelomu letopočtu)³¹ byla okolo 22 až 56 t (např. Morávek et al., 1992).

První písemné doklady o těžbě rud v Čechách spadají do 10. století, kdy živou hornickou činnost potvrzuje i ražba prvních českých denárů.

Doklady o využívání stavebních surovin jsou na našem území již z doby románské a hojně pak ze středověku, kdy se stavební kameny staly součástí významných stavebních památek. Místo původu, identifikovatelné podle geologické stavby, a místo použití umožňují lokalizaci nejstarších lomů, doprav-

³¹ Z období přelomu letopočtu pochází i největší zlatý poklad nalezený na našem území v lokalitě Podmokly u Berouna. V roce 1771 bylo v lokalitě objeveno přibližně 50 kg zlatých keltských mincí (např. Hlinka, Radoměřský, 1975).

ních tras těžených surovin i sídel založených ve vazbě na těžbu surovin. Dokladem je například materiál použitý ve druhé polovině 12. století v Praze při stavbě Juditina mostu, který má původ v barrandien-
ském diabasovém masivu. K významnému rozvoji hornictví v historické době došlo zejména za vlády Přemysla Otakara II. (1253–1278) a Václava II. (1278–1305), kdy byla objevena řada ložisek rud, zejména zlatých a stříbrných, v oblasti Šumavy, Krušných hor, Zlatohorské vrchoviny a okolí Prahy. Mezi středověké historicky významné horní revíry tehdy patřilo Jihlavsko, Kutnohorské, Havlíčkovobrodské, Jáchymovsko, Příbramsko a Zlatohorské.

V období středověku se staly Čechy střediskem evropské těžby zlata a stříbra, později byla etapa dynamického rozvoje středověké těžby na přelomu 14. a 15. století vystřídána útlumem. Podobné cyklické změny, byť v jiném rozsahu a kvalitě, provází historii těžby nerostných surovin na našem území do současnosti. Rozhodující je přitom na jedné straně úroveň znalostí o horninovém prostředí a úroveň techniky umožňující dobývání i hlouběji uložených ložisek, na straně druhé priority státu a potřeb společnosti, v historických obdobích navíc ovlivněné válečnými událostmi; například obdobím výrazného útlumu hornické činnosti bylo období husitských válek, třicetileté války či v novodobé historii válek světových.

Období útlumu po prohraných husitských válkách trvalo více než sto let, než byla objevena nová ložiska rud v Krušných horách (na počátku 16. století) s centrem těžby v Jáchymově, který se postupně stal nejvýznamnějším rudním revírem v českých zemích. Na nedalekém Slavkovsku se na ložisku Čistá dobýval cín a nachází se zde až 400 let stará hornická památka Důl Jeroným, který je národní technickou památkou, dokládající středověké hornictví, v současnosti zde probíhají průzkumy stabilitního posouzení (Kaláb, Lednická a Kukutsch, 2007; Žůrek, Kořínek, Kaláb a kol., 2008). Z počátku 16. století pochází i světově významná publikace v Jáchymově působícího Jiřího Agricoly „*Dvanáctero knih o hornictví a hutnictví*“, která je označována za jednu z neznámějších učebnic montánních věd své doby. „Zlatá“ éra rudného hornictví se uzavírá na konci 16. století, a to i přes to, že ke zvýšení produktivity těžby přispělo širší uplatnění trhacích prací a výstavba systémů vodních děl zabezpečujících energii pro provoz důlních zařízení. Výrazný útlum těžby rud zasáhl zejména jáchymovský revír, kde v polovině 19. století byly činné již pouze tři doly.

Na druhé straně odlišný vývoj probíhal v příbramské rudním revíru, kde s postupem těžby do hloubky bylo objevováno bohatší zrudnění a centrum hornické činnosti na našem území se tak přesunulo z Jáchymovska na Příbramsko. Světovým úspěchem bylo vyhloubení jámy Vojtěch do hloubky 1 km jako na vůbec první lokalitě na světě (v roce 1875). Těžba z příbramského rudního revíru se v 19. století podílela více než 90 % na celkové těžbě stříbra v Rakousku-Uhersku a Příbram se postupně stala i centrem hornického vzdělání.

Samostatnou kapitolou historické těžby na našem území je těžba energetických surovin. Mezi nejstarší objevená uhelná ložiska patří ložiska černého uhlí na Kladensku a na Žacléřsko-svatoňovicku.³² Tlak na rostoucí těžbu uhlí rostl jednak v důsledku úbytku lesních porostů, a tím i zdroje paliva pro průmyslovou výrobu, jednak ve vazbě na nástup průmyslové revoluce a industrializace českých zemí v druhé polovině 19. století. Rozvoj těžby černého uhlí na Kladensku nastal na počátku 19. století, zejména v souvislosti s rostoucí spotřebou uhlí ve středních Čechách a Praze. Kladenská pánev byla v první polovině 19. století nejvýznamnějším uhelným revírem v Čechách a těžba tvořila až třetinu celkové těžby v českých zemích (Krajník, Pospíšil, 1985, Kurial ed., 2006). Rozhodujícím mezníkem pro vývoj kladenského černouhelného revíru byl objev hlavní kladenské slaje J. Váňou v roce 1846. Hlubinná těžba černého uhlí v žacléřsko-svatoňovickém revíru probíhala ve třech samostatných revírech (žacléřský, svatoňovický a radvanický), které se čas od času majetkově a organizačně prolínaly. Počínaje

³² Nejstarším dokladem o dobývání uhlí v Kladensko-rakovnickém kamenouhelném revíru je povolení z května 1463, kdy nejvyšší purkrabí pražský Zdeněk ze Šternberka povolil dobývat uhlí na gruntu kostela Pražského v Přílepech u Berouna). Na Žacléřsko-svatoňovicku bylo v roce 1590 objeveno černé uhlí v Markoušovicích (obec Velké Svatoňovice).

rokem 1775 byli do Žaclěře posíláni odborníci ze saských i kutnohorských dolů, uhelné sloje byly otvírány svislými šachtami a odvodňovány dědičnými štolami. Se systematickou těžbou se na Žaclěřsku začalo v roce 1811.

Vedle Kladenska, Žaclěřsko-svatoňovicka a Mostecka probíhal rozvoj uhelného hornictví i na dalších lokalitách. Velký význam pro rozvoj průmyslu na Plzeňsku mělo černé uhlí Západočeského uhelného revíru. Přestože zdejší uhelný revír zaujímal rozlohu pouhých 450 km², svou kvalitou dosáhl na přelomu 19. a 20. století evropského významu. V roce 1740 byla zahájena těžba hnědého uhlí na Teplickou, roku 1760 černého uhlí na Rosickou a první písemně doložená zmínka o nalezištích uhlí v okolí Moravské Ostravy pochází z roku 1763.³³ Na Ostravsku byla první objevená ložiska na panství hraběte Františka Jana Wilczka, kde se také začalo s pravidelnou těžbou. Krátce poté byly objeveny další uhelné sloje na karvinském panství Larischů. Rosicko-oslavanská pánev patří k nejmenším černouhelným pánvím, přesto v období nejvyšší těžby (přelom 19. a 20. století) se významně podílela na rozvoji průmyslu Brna a Vídně. Vytěžené černé uhlí bylo dodáváno do elektrárny v Oslavanech, odkud byla elektrická energie rozváděna v celé západní a jižní Moravě.

Zcela výjimečné postavení v surovinové základně České republiky mají ložiska uranu a jejich těžba, která historicky staví Českou republiku na pozici světové velmoci. Historicky byla uranová ruda těžena na území Českého masivu již od roku 1840 a v Jáchymově se využívala pro získávání radia a polonia. Údaje o těžbě radioaktivních surovin byly až do roku 1989 přísně utajovány a jejich zveřejnění bylo považováno za politicky neúnosné s ohledem na nevýhodnost podmínek, za kterých byly československou stranou tyto suroviny dodávány do Sovětského svazu. Utajovány byly i negativní důsledky těžby a úpravy těchto surovin na životní prostředí. V 50. letech 20. století probíhal intenzivní vyhledávací průzkum ložisek na území téměř celého Českého masivu a v řadě lokalit karpatské části. Ze získaných poznatků byla v roce 1960 sestavena první prognózní mapa s vyčleněním oblastí perspektivních na uran. Počínaje 60. lety 20. století se těžba přesouvala z Horního Slavkova a Jáchymova na Příbramsko, které se postupně stalo významným střediskem těžby uranové rudy na našem území. Zásadní změnou v uranovém průmyslu byl objev exogenních ložisek v křídových sedimentech České křídové pánve na Českolipsku. Na ložiscích Hamr a Křižany byla prováděna hlubinná těžba, na ložisku Stráž pod Ralskem pak velmi problematickým kyselým loužením uranové rudy z vrtů přímo v rudních tělesech (loužení in situ). Tento způsob chemické těžby, který se zpočátku jevil jako jednoduchý a efektivní, byl ve Stráži pod Ralskem zahájen v roce 1967.³⁴

4.2 Nejstarší sídelní tvary

Nejstarší sídla si lidé začali budovat před 10 tis. lety v období, kdy přecházeli od kočovného života sběračů a lovců k pěstování zemědělských plodin a chovu domácího zvířectva. Tento přelom, označovaný historicky jako „neolitická revoluce“, probíhal v různých částech světa v odlišnou dobu. Vznik sídel byl výsledkem první společenské dělby práce, tj. vyčlenění prvních zemědělců.

Lidé po statisíce let žili v dočasných úkrytech a příbytcích, pro které dlouhou dobu využívali přírodního prostředí, zejména jeskyně, skalní převisy a dutiny. Získávali postupně poznatky o přírodním prostředí, ve kterém žili a s nímž ve vlastním zájmu museli žít v souladu. Tyto znalosti a zkušenosti se prakticky odrazily v období budování stálých sídel. Doklady o nejstarším osídlení jsou četné archeo-

³³ S. Vopasek (2005) uvádí, že první ověřený a lokalizovaný nález uhelného ložiska na Ostravsku pochází z roku 1763, kdy klimkovický mlynář Jan Augustin oznámil báňskému úřadu v Kutné Hoře nález uhlí v údolí Burňa na území Polské Ostravy. Povolení ke štolovému dobývání bylo vydáno 28. 10. 1776.

³⁴ Podstatou metody chemické těžby uranu bylo vtlačení loužícího roztoku (převážně 2 až 5% roztoku kyseliny sírové) prostřednictvím vrtů do rudonosných horizontů nacházejících se ve spodní cenomanské vrstvě. Roztoky, které vyluhují uran, byly čerpacími vrtvy vyvedeny na povrch, kde byl výluh zpracováván na tzv. chemický koncentrát uranu.

logické vykopávky, mezi nejcennější patří pohřebiště a dochované základy objektů, které umožňují odvození způsobu uspořádání nejstarších sídel.

Vznik nejstarších měst je spojen s oddělením řemesel a jejich soustředění v určitých sídlech, kde vznikly zárodky prvních měst. Vznik měst pak podmínila třetí společenská dělba práce, tj. oddělení výměny zboží od řemesel. Město se stává centrem zemědělské oblasti a soustřeďuje obchod a řemesla. Později se stává i obranným, administrativním a náboženským střediskem a také místem bydlení privilegiovaných tříd. Řemeslo, obchod, obranná a administrativní funkce tvoří základ města od nejstarších dob až do průmyslové revoluce.

Za nejstarší, rozsáhlejšími archeologickými výzkumy doložené sídelní útvary se považují některé lokality v oblasti Blízkého východu. Nejstarší města vznikala nejčastěji sjednocením rodových společenstev především pro účely společné výstavby a udržování zavlažovacích zařízení v oblastech Mezopotámie, Íránu a Egypta. Příkladem jsou města Babylon, Uruk, Ur, Ninive nebo Nippur.

Město Babylon bylo založeno na místě starého sumerského města ze třetího tisíciletí př. n. l. Město se rozvinulo v období existence akkadské říše³⁵ za amorejské dynastie v nejvýznamnější městské centrum Mezopotámie i celého světa. Město bylo lokalizováno na obou březích řeky Eufrat přibližně 80 km jižně od Bagdádu na pláních Šinar. Město bylo mohutně opevněno a uvnitř se nacházel rozsáhlý chrámový komplex se zikkuratem – Babylonskou věží. Vnitřní hradby byly postaveny z nepálených cihel a skládaly se ze dvou zdí. Tloušťka vnitřní zdi byla 6,5 m. Tloušťka vnější zdi, která stála o 7 m dál, byla přibližně 3,5 m. Tyto zdi byly posíleny obrannými věžemi, které je měly zpevnit také konstrukčně. Ve vzdálenosti asi 20 m před vnější zdí bylo jakési nábřeží, postavené z pálených cihel spojených asfaltem. Před touto zdí byl také vodní příkop, který byl propojen s korytem řeky Eufrat. Příkop jednak sloužil k zásobení města vodou a jednak poskytoval ochranu před nepřátelskými vojsky. Z babylonských listin vyplývá, že do vnitřní části města bylo možné vstoupit osmi branami. Z nich byly dosud objeveny a vykopány čtyři brány. Vnější hradby východně od Eufratu přistavěl Nebukadnezar II. Bylo tak ohrazeno velké území pláň Šinar, aby tam v případě války mohli utéci lidé žijící nedaleko. Tyto vnější hradby se také skládaly ze dvou zdí. Tloušťka vnitřní zdi postavené z nepálených cihel byla asi 7 m. Zeď byla posílena obrannými věžemi. Před ní, ve vzdálenosti přibližně 12 m, stála vnější zeď z pálených cihel, která byla sestavena ze dvou částí navzájem spojených věžemi. Tloušťka jedné části byla téměř 8 m a tloušťka přilehlé části byla asi 3,5 m. Celková délka vnějších hradeb byla více než 18 km. Během své více než dva tisíce let trvající existence byl Babylon několikrát zbořen, zničen a znovu postaven. Ze starých popisů a archeologických nálezů bylo odvozeno, že v době největšího rozkvětu mělo opevněné jádro města rozlohu větší než 400 ha a počet obyvatel se odhaduje na 75 tisíc. Vnější jádro mělo rozlohu více než 2 tis. ha.

*Město Uruk*³⁶ bylo založeno pravděpodobně ještě v předsumerském období v 5. tisíciletí př. n. l. Společně s ještě o tisíc let starším sídlem Eridu patřilo k nejvýznamnějším městským sídlům jižní Mezopotámie v sumerském období. Město Uruk bylo lokalizováno přibližně 15 km severně od současného koryta řeky Eufrat a 225 km jihovýchodně od Bagdádu. Město mělo uvnitř téměř 10 km dlouhých hradeb plochu přibližně 500 ha a součástí hradeb bylo více než 900 polokruhových věží.

Město Ur bylo jedním z nejvýznamnějších center (společně s městy Uruk, Lagaš nebo Kiš) počátečního i vrcholného období Sumerů. Bylo sídlem významné dynastie a ovládalo nevelký městský stát. Lokalizováno bylo na vyvýšeném místě na řekou Eufrat, na území dnešního Iráku. Město bylo

³⁵ Akkadská říše je označení starověkého státního útvaru, který existoval v letech 2334–2154 př. n. l. a zahrnoval téměř celou Mezopotámii (v současnosti státní území Iráku) a část Sýrie. Akkadská říše byla první rozlehlou říší v této oblasti a zároveň byla první významnou politickou jednotkou. Název je odvozen od hlavního města Akkadu, jehož pozůstatky však nebyly doposud objeveny.

³⁶ Město je známo také pod jménem Erech (podle Starého zákona) nebo Varka (arabské jméno). Podle nepotvrzené teorie je pravděpodobné, že od názvu města byl odvozen název dnešního Iráku.

obklopeno hradbami z nepálených cihel, které nechal vybudovat král Ur-Nammu a každý návštěvník města jimi musel projít. Kromě nich chránila město i voda v umělém kanálu, který fungoval jako vodní příkop. Na západě bylo město chráněno přirozeným tokem Eufratu, kde ležel jeden z přítavů, druhý byl na severní straně. Město se rozkládalo na ploše 60 ha a bylo obýváno přibližně 24 tis. obyvateli. Nad ostatními budovami se tyčila několikapatrová pyramida zasvěcená bohu Nannovi, bohu měsíce, jenž byl ochráncem města. Tato stupňovitá stavba byla typická pro Mezopotámii a nazývá se zikkurat. Je to vyvýšená svatyně, díky čemuž byla chráněna před potopami. Nannův zikkurat je nejlépe zachovalý ze všech staveb Mezopotámie. K chrámovému komplexu patřil královský palác využívaný pro slavnostní příležitosti. Nechybělo tu ani královské pohřebiště, to bylo ale vyloupeno a nenašly se zde ani zdaleka tak vzácné předměty jako v první hrobce.

Město Ninive bylo založeno na vyvýšenině nad tokem Tigridu v místě, kde bylo doloženo osídlení již v 6. tisíciletí př. n. l.

Město Nippur bylo založeno kolem roku 5000 př. n. l. a bylo náboženským srdcem Mezopotámie. Nippur byl původně vesnicí uprostřed močálu, v níž lidé žili v rákosových chatrčích. Takové osady bývaly tehdy neustále ohrožovány záplavami i požáry. Člověk začal stavět svá obydlí na vyvýšených místech, následovala stavba prvních chrámů a postupně i obydlí z hlíněných cihel, zprvu velmi primitivních. Na území, kde Nippur stál, byla nalezena klínopisná tabulka pocházející z 13. století př. n. l., je nejstarším městským plánkem na světě a díky ní mohli archeologové určit několik částí této sumerské metropole. Lze na něm rozpoznat tok Eufratu³⁷ a uvnitř dvojitéh hradeb zahradu Křišaru. Středem města vedl kanál a poblíž něho stála svatyně zasvěcená patronovi Nippuru a vládci sumerského panteonu, bohu Enlilovi. Díky této svatyni bylo město Nippur považováno za významné náboženské středisko, které zastínilo svým významem město Uruk. Několik prastarých sídlišť, datovaných do 7. až 6. tisíciletí př. n. l., bylo archeology objeveno také na náhorní planině v Turecku, v části vnitřní Anatólie.

Některými autory je za nejstarší město na světě považováno *Jericho*, které je také často označováno jako sídlo s nejdéle trvajícím kontinuálním osídlením. Při realizovaných archeologických výzkumech³⁸ bylo ve městě odkryto více než 20 po sobě historicky navazujících osad, z nichž nejstarší je datována okolo roku 9 tis. př. n. l. Osada byla objevena v lokalitě Tel es-Sultan (osídlení natufskou kulturou) a její součástí již byly i kamenné stavby. Z období eneolitu je doložena osada o rozloze 40 tis. m² ohrazená kamennou zdí s několika věžemi, které jsou některými autory považovány za nejstarší městskou hradbu na světě.

Městské civilizace se postupně rozšiřovaly i do dalších oblastí Středozeří. Féničané zakládali města na pobřeží Středozeřího moře – např. Tyr a Sidon, později Kartágo a Cádiz. Staří Řekové založili množství měst v širší oblasti Egejského moře – nejstaršími byla např. Trója, Mykény, Olympia, Delfy, Atény, Sparta. I řecká města vznikla jako svazy rodových společenstev rolníků (např. Sparta) nebo rybářů (Atény). Hlavní funkcí byla zpočátku politická a obranná funkce, později řemeslo a obchod.

Řecký obchod a s ním i městská civilizace se později rozšířily od Gibraltaru po Kavkaz. Počtem obyvatel vynikaly především Atény (v 5. století př. n. l. asi 150 tis. obyvatel) a Syrakusy (asi 100 tis. obyvatel). Charakteristickým rysem řeckých měst byla pevnost – akropole a náměstí – agora. V helénistické době byl velkým zakladatelem měst Alexandr Veliký. Tato města obvykle nesla jeho jméno – nejvýznamnější byla egyptská Alexandria. Po jeho vzoru zakládali města i další panovníci.

³⁷ Původně bylo město lokalizováno na březích Eufratu, ale po regulacích toku se město stalo součástí aridní pouštní oblasti.

³⁸ Archeologické práce zahájil v oblasti Jericha Charles Warren v roce 1868, s využitím moderních technologií ve výzkumech pokračuje do současnosti. Významné poznatky byly získány zejména při výzkumech v 50. letech 20. století (v letech 1952–1958).

4.2.1 Nejstarší sídelní tvary na území České republiky

Nejstaršími doklady osídlení v podobě antropogenních sídelních tvarů objevených při archeologických vykopávkách jsou zemnicové chýše z období doby železné, které byly později nahrazeny stavbou oppid jako center řemeslnické výroby. Doklady o osídlení ve starší době železné jsou na našem území například v oblasti Moravského krasu (např. lokalita Býčí skála). Mezi významné lokality na jižní Moravě patří Leskoun, Plaveč, Morkůvky, Borkovany či Jevišovice. Při záchranných pracích při výstavbě vodního díla Nové Mlýny byla zdokumentována významná sídliště v Podyjí. S ohledem na konfiguraci terénu v tomto regionu dolního Podyjí byly k osídlení vhodné většinou pouze písčité duny, které vystupovaly nad záplavovou oblast. Velikost keltských vesnic se tomu přizpůsobila – jednalo se o malé usedlosti, zato však v nevelkých vzdálenostech od sebe. Zkoumaná sídliště byla běžnými zemědělskými osadami, na každém z nich však byla zjištěna řada zajímavých řemeslných činností – např. ve Strachotíně byla odkryta baterie hrncířských pecí, v Milovicích přímo hrncířská dílna i se skladem grafitu (dovezeného z jižních Čech) a grafitové hlíny, v Drnholci zase byla zjištěna výroba kostěných hracích kostek. Významným pozůstatkem osídlení jsou hradiska. Mezi nejvýznamnější **hradisko** na Moravě patří Hradisko, Staré Hradisko nebo Hostýn. Charakteristiky zpracovány podle J. Čižmářové (Čižmářová, 2004).

Hradisko (Kotouč u Štramberka) – bylo lokalizováno na samém okraji keltského osídlení. Pocházejí z něho nálezy, na základě kterých může být lokalita označena za oppidum, stejně tak však by mohla být považována za hradisko púchovské kultury, rozšířené v kopcovitém terénu východní Moravy.

Staré Hradisko (Prostějovsko) – bylo jedním z nejvýznamnějších hradišť na Moravě. Oppidum na východním okraji Dražanské vrchoviny náleží k nejdůležitějším keltským lokalitám na Moravě a významné je i v širším střeoevropském prostoru.³⁹ Místo je známo již od středověku, a to nálezy jantaru. Plocha oppida uzavřená hradbami byla souvisle zastavěna dvorci o rozměrech zhruba 50 × 50 m, které byly obehnané ploty či ohradami a odděleny komunikacemi – některé z nich byly dlážděny. Odkryta byla řada ohnišť a dokonce i hrncířské pece, prozkoumáno bylo i několik cisteren na dešťovou vodu. Opevnění oppida bylo impozantní a v terénu je dosud velmi dobře patrné – v některých místech výškový rozdíl mezi dnem příkopu před hradební zdí a korunou valu činí kolem 6 m. Na základě rekonstrukcí mělo oppidum rozlohu 37 ha a ohraničeno bylo hradbou o celkové délce 2,8 km. Výzkumy dokládají význam Starého Hradiska jako střediska řemesel a obchodu, střediska správního a pravděpodobně i centra kultu. Počet obyvatel v době největšího rozmachu hradiště se odhaduje okolo 2500 obyvatel (Čižmář, 2002, Čižmářová, 2004).

Hradisko Hostýn – bylo strategickým hradiskem a je známo jako významná pravěká lokalita v prostoru Moravské brány, která díky své poloze hrála rozhodující roli na severojižní spojnici mezi Moravou a Slezskem, resp. (v širším měřítku) mezi Baltem a Adrií (Jantarová stezka). Hradisko zaujímalo rozlohu 19 ha a bylo příkladem mocenského střediska. Doklady o osídlení na temně vyvýšenině jsou doloženy z doby popelnicových polí, kdy je datováno osídlení lidem s kulturou lužickou zhruba kolem roku 1200 př. n. l., přestavba opevnění pochází z následujícího období pozdní doby bronzové, kdy bylo hradisko obydleno

³⁹ Systematický archeologický výzkum na lokalitě prováděl v letech 1934–1937 společně Státní archeologický ústav v Praze (pod vedením J. Böhma) a Moravské zemské muzeum v Brně (J. Skutil). Při velkoryse a průkopnický pojetých výzkumných pracích (badatelé zde realizovali první plošný výzkum v historii naší archeologie) byly odkryty rozsáhlé plochy uvnitř hradeb, bylo prozkoumáno vnější i vnitřní opevnění, včetně brány do předhradí; velký důraz byl kladen na perfektní terénní dokumentaci a v neposlední řadě na spolupráci různých pomocných disciplín (např. rozbor osteologického a paleobotanického materiálu, pedologický rozbor, analýzy skleněných předmětů a grafitové keramiky, letecké snímkování – to bylo na lokalitě provedeno v českých zemích vůbec poprvé). Výzkum byl přerušeno roku 1938 a byl obnoven v 60. a 70. letech 20. století, kdy lokalitu zkoumal J. Meduna, a v 80. a 90. letech 20. století M. Čižmář na předchozí odkryvy plynule navázal.

lidem kultury slezské (po roce 1000 př. n. l.) a třetí předkeltská fáze z doby kolem roku 600 náleží kultuře platěnické, tedy již starší době železné. Podle poznatků z archeologických výzkumů toto opevnění zaniklo při požáru. Keltové zřejmě využili pro vybudování svého opevnění starých valů: zajímavé je, že tzv. klešťovitá brána, považovaná za typicky keltský prvek opevnění, zde byla vybudována již při stavbě nejstarší hradby. Keltské osídlení Hostýna nebylo, na rozdíl od předchozích období a na rozdíl od jiných současných lokalit, příliš intenzivní. Zatímco velmi lidnaté oppidum na Starém Hradisku, centrum řemesla a obchodu, můžeme považovat také za správní a snad i náboženské centrum širší oblasti, Hostýn byl důležitý především jako strategický bod střežící trasu dálkového obchodu procházejícího Moravskou branou a tomu odpovídá i charakter jeho osídlení a nálezů.

Mezi významná **oppida** patřilo oppidum Stradonice, Závist, Třisov nebo Hrazany. Většina známých a významných oppid ležela v blízkosti velkých řek, neboť to byly tehdy přirozené a frekventované obchodní stezky. Charakteristiky zpracovány s využitím prací Drda, Rybová, 1998 a Waldhauser, 2001.

Oppidum Stradonice – keltské oppidum na vrcholu zvaném Hradiště (380 m. n. m.), lokalizované v soutokové oblasti Berounky s Habrovým potokem. Historie osídlení lokality spadá do poloviny 2. století, kdy zde Keltové založili svá obydlí, která nejdříve nechránilo žádné opevnění. Nejstarší fáze stavby opevnění spadá do časového úseku kolem roku 120 př. n. l. V průběhu jeho rozmachu byla opevněním chráněna plocha o celkové rozloze 90,3 ha. Do moderní historie⁴⁰ vstoupilo oppidum Stradonice 2. srpna 1877 po náhodném nálezů zhruba 200 kusů zlatých mincí. Následovalo období „zlaté horečky“, kdy Stradonice vstoupily do povědomí evropských sběratelů a archeologů jako „největší archeologický objev Evropy od dob nálezů hallstattského pohřebiště a švýcarských nákolních staveb“. Důsledkem bylo nekontrolovatelné drancování lokality, odhaduje se, že na lokalitě denně kopalo až 300 lidí. První skutečný výzkum lokality proběhl až na počátku 20. století, postupnými archeologickými výzkumy se podařilo zachytit dvorcový systém uspořádání části vnitřní plochy s jednotlivými typy objektů, jako jsou studny nebo cisterny, různé typy obydlí, hospodářských staveb a přístřešků, tvořících celky – dvorce. Během archeologických výzkumů bylo konstatováno, že do hradiště vedly čtyři brány a branky. Současný výzkum využívá leteckého snímkování, zachycené vegetační prostorové efekty dokazují přítomnost několika desítek zahloubených objektů a systémů. Jejich detailní průzkum, bez destruktivních zásahů, bude možný pomocí geofyzikálních metod.

Oppidum Závist – nachází se na stolové hoře Hradiště (391 m n. m.), relativně 200 m nad soutokem Vltavy a Berounky. V období keltského osídlení byla oblast porostlá teplomilnými dubohabrovými a bukovými lesy. Nejstarší hradiště je v lokalitě doloženo již v době bronzové, kdy zaujímal plochu 60 ha (Čižmář, 1989). Opevnění se skládalo z tzv. vlčích jam, což vlastně byly jámy vytesané do skály, na povrchu lehce zakryté a na dně byly položeny ostré předměty. Zhruba 10 m od jam byl do skalního masivu vylámán příkop (3 m široký, 1 m hluboký), za ním existovala berma a také palisáda. Po úpadku hradiště došlo k jeho oživení ve 2. století př. n. l. a oppidum dosáhlo své maximální rozlohy 118 ha (Drda, Rybová, 1992, některými autory je uváděno až 170 ha). Ve druhé polovině 2. století př. n. l. měla Závist přibližně 1500 až 3500 obyvatel⁴¹ a byla schopna pojmout až 40 tis. případných uprchlíků. Domy byly většinou jednoprostorové, případně dělené jednoduchými příčkami. Mezi jednotlivými stavbami byla síť hlavních a vedlejších komunikací, nejčastěji měly formu sypaných cest. Při archeologickém výzkumu v 70. letech 20. století byly objeveny zbytky hospodářských objektů (např. kovářská dílna, výroba keramiky či tkalcovský stav). Archeologové se domnívají, že Závist byla sídlem keltské elity

⁴⁰ Poloha hradiště byla známá náhodnými nálezy mincí a bronzových předmětů a první popis pochází z roku 1845 (Drda, Rybová, 1994).

⁴¹ Ve středověku byly Čechy osídleny přibližně 75 až 100 tisíci obyvateli.

na českém území. Zánik sídla je spjat s přepadením germánskými kmeny, kdy bylo oppidum dobyto a obsazeno a postupně ztrácelo na svém významu a nakonec zaniklo.

Oppidum Třísov – ruiny oppida prosperujícího v období keltského osídlení leží na vyvýšenině Hradiště (550 m n. m.) nad soutokem Vltavy a Křemžského potoka v relativní výšce 120 m nad soutokem. Oppidum Třísov mělo rozlohu 26 ha a bylo výjimečné systémem opevnění, které tvoří dvě souběžné kamenné zdi vzdálené od sebe 15 až 20 m. Prostor mezi těmito zdmi byl ještě rozdělen příčnými zdmi, které měly znemožňovat pohyb agresorů, pokud překonali první hradbu. Sídlo mělo dvě protilehlé akropole, v nichž archeologové objevili základy osmiúhelné svatyně, která je na našem území ojedinělá. Středem třísovského oppida se táhl kanál odvádějící dešťovou vodu, kterou sváděl do cisteren (jakési primitivní akumuláční nádrže). Našly se zde také stopy po kamenné dlážděné cestě. Během výzkumů se na lokalitě našlo množství keramiky (typická černá keramika, do které se přidávala tuha), spon, klíčů i sklářské suroviny.

Oppidum Hrazany – keltské oppidum na Příbramsku je lokalizováno na pravém břehu vodní nádrže Slapy. Před vybudováním tohoto vodního díla stálo oppidum na protáhlém skalním ostrohu, který byl obtékán řekou Vltavou. Opevněná plocha má rozlohu okolo 30 ha a opevnění je zajímavé tím, že mělo brány na všech čtyřech světových stranách a další dvě byly v severním předhradí. V prostorách mezi hradbami se našly pozůstatky kamenné dlážděné cesty. Ve zbytcích dlažby se zachovaly vyježděné koleje (pozůstatky po keltských vozech). Oppidum nad Vltavou bylo osídleno již v době bronzové a halštatské, patřilo do soustavy keltských pevností na obchodní cestě podél toku Vltavy. Přímo v areálu oppida se našly stopy po starověkých hutích a kovářských dílnách.

Typickým příkladem nížinného sídliště jsou Opatovice nad Labem na Pardubicku, kde byly archeologicky objeveny půdorysy nadzemních budov s náznaky dvorcové zástavby.

Pro nejstarší osídlené oblasti se používá termín staré sídelní území, kterým se označují oblasti, jež byly tradičně osídleny většinou pravěkých zemědělských kultur. Na našem území patří ke starým sídelním oblastem zejména úrodné nížiny podél hlavních vodních toků (Labe, Vltava, Ohře, Morava) a moravských úvalů. V době nejstaršího osídlení byly pahorkatinné, vrchovinné a horské oblasti zalesněny a s jejich osídlováním se začalo až v průběhu 11. a 12. století. Jednalo se o etapu kolonizace označovanou jako vnitřní kolonizace, kdy se osídlení začalo rozšiřovat mimo stará sídelní území. S postupem osídlení souvisí rozšiřování antropogenně ovlivněného území. Pro stavbu nových sídel docházelo nejprve ke kácení (klučení) lesa, následně k terénním úpravám spojeným s výstavbou obydlí. Podhorské a horské oblasti byly osídlovány až ve 13. a 14. století v průběhu tzv. velké kolonizace vrcholného středověku.

4.3 Nejstarší vodohospodářské tvary

Nejstarší vodohospodářská díla na světě vznikala již v nejstarších historických dobách, kdy kočovní pastevci a lovci začali hromadit vodu v nádržích. Vedl je k tomu nedostatek vody z přirozených zdrojů (pramenů a vodních toků), prvně v oblastech, které byly z hlediska zásob vod deficitní. Vodohospodářské stavby, převážně sloužící pro závlahy pozemků, jsou podle archeologických nálezů doloženy nejen z území známých starobylých kulturních zemí, tj. Egypta, Iránu, Indie či Číny, ale také ze Střední a Jižní Ameriky. Za země s nejstarší výstavbou přehrad považují někteří autoři, například J. Bonnin (1984), L. Votruba (2000) či J. Hawkes (1976), Írán a Indii, kde se měly stavět závlahové nádrže již ve 4. či 5. tisíciletí př. n. l. Mezi nejstarší přehrady (s datem vzniku ve 4.–3. tisíciletí př. n. l.) jsou také

počítány vodní nádrže se zemními hrázemi v Ázerbájdžánu u města Mokhrablury, které sloužily k odvedení jarních velkých průtoků. V literatuře je uvádí např. N. J. Schnitter (Schnitter, 1994). Doklady v podobě plánů o nejstarších přehradách z doby před našim letopočtem jsou také z Blízkého východu, Egypta či Mexika.

Historicky významná byla realizace vodohospodářských staveb v Egyptě. K nejstarším zdokumentovaným přehradám na jeho území patří *přehrada Sadd-el-Kafara* (Saa el-el Kafara) ve Wadi Garawi na východ od Nilu (přibližně 30 km jižně od Káhiry). Stavbu objevil na konci 19. století německý badatel G. Schweinfurth. Stavba je v současné době datována okolo roku 2600 př. n. l., tj. k počátku výstavby pyramid. Mohutné přehradní těleso sypané zemní hráze dosahovalo výšky 14 m a mělo objem 87 tis. m³ (Smith, 1971). Přehradní hráz se však brzy po dokončení za velkých přívalových srážek protrhla. Mezi historicky významná vodní díla v Egyptě patří také *nádrž Moeris*. Vodní dílo je lokalizováno v depresi Fayum, západně od Nilu, přibližně 75 km jižně od Káhiry. Rozloha vodní nádrže dosahovala 1800 km² a byla širokou proláklinou o délce 15 km (průměrná šířka 1000 až 1500 m) spojená s údolím Nilu. Podle posledních výzkumů byla v letech 2000 až 1730 př. n. l. vodohospodářskými opatřeními přeměněna na zemědělsky využívané území.

Mezi nejstarší vodní díla na Zemi je také zařazován *systém vodních nádrží u města Jawy* v Jordánsku. Datován je na konec 4. tisíciletí př. n. l. (např. Helms, 1981). Vodní dílo mělo podobu rybníků, které sloužily k zásobení města vodou. Systémem výstavby hrází patřila vodní díla mezi v té době nejvyspělejší na světě. Významnou byla na území Jordánska také vodní nádrž u města Petra, lokalizovaná v pouštní terénní depresi zaplavované bleskovými povodněmi. K ochraně území byla postavena kamenitá hráz vysoká 14 m a dlouhá 43 m. Povodňový průtok byl navíc odváděn 400 m dlouhým tunelem do sousedního údolí.

Největší přehradou v době římské, která si po tisíciletí zachovala funkčnost, je *přehrada na řece Nahr el Asi* u města Homs v Sýrii. Hráz vodní nádrže o výšce 7 m a délce 2 tis. m zadržovala 90 mil. m³ vody a za francouzské okupace byla v roce 1938 rekonstruována a zvýšena o 2 m, čímž se celkový objem zvýšil až na 200 mil. m³ (Trevor, 2002).

Na evropském kontinentě jsou za nejstarší velké vodní stavby považována vodní díla v Řecku, která jsou datována do doby mykénské kultury (od druhé poloviny 2. tisíciletí do konce 1. tisíciletí př. n. l.). Hlavními oblastmi vodohospodářské výstavby byly Peloponés a Boiótie (severozápadně od Atén). Vrcholným obdobím výstavby vodních děl je pak 14. a 13. stol. př. n. l. Hlavním účelem vodních děl byla ochrana před záplavami a zavláždění pozemků. Unikátní systém protipovodňové ochrany byl například postaven ve městě Tiryns. Město před zaplavením vodami řeky Lakissa chránila hráz u města Kofini a vodní kanál o délce 3 km převádějící část vody z jejího koryta do jiné řeky (Balcer, 1974). Stavba je datována rokem 1260 př. n. l. a těleso hráze dosahovalo výšky 10 m a délky 100 m.

Z doby římské jsou dochovány četné přehrady v tehdejších západních římských provinciích, zejména na Iberském poloostrově ve Španělsku. Mezi historicky významné přehrady patří vodní nádrže Esparragalejo z 1. století n. l., Iturranduz, Proserpina (z roku 110), Cornalvo (z roku 115) či Alcantarilla (2. století n. l.). Stavěly se jako přehrady zemní i zděné s výškou hráze vyšší než 10 m, které zadržovaly řádově mil. m³ vody (Smith, 1971). Všechny vodní nádrže sloužily k zásobování vodou. Z technického hlediska je unikátní *vodní nádrž Alcantarilla* ležící přibližně 20 km jižně od Toleda a sloužící k zásobování města Toleda pitnou vodou, která byla přiváděna dlouhým přivaděčem. Podobně vznikaly přehrady i na území dnešního Portugalska. Mezi historicky významné patří *vodní nádrž Olisipo* ležící 10 km severovýchodně od Lisabonu. Vodní nádrž má objem 125 tis. m³ a slouží jako jeden ze zdrojů pitné vody pro Lisabon.

Mnoho přehrad postavili Římané na severu Afriky. Nejvíce jich je v Tunisku a Libyi. Sloužily většinou k závlahám a byly tvořeny zděnou hrází, často s betonovým jádrem.

Z historického hlediska unikátní vodohospodářský systém má město Jeruzalém. Zásobování obyvatel města vodou sahá do 2. tisíciletí př. n. l., kdy byl využívaným zdrojem pramen Gibon. Po dobytí města

Izraelity okolo roku 1000 př. n. l. král Salomon převedl vodu z pramene kanálem do umělé nádrže ve vzdálenosti okolo 400 m. V zájmu ochrany vodních zdrojů se na území dnešního Izraele a Palestiny razily z měst ke zdrojům vody přístupové šachty a chodby. Ve městě Megiddo se při archeologických výzkumech našla šachta ze 4. tisíciletí př. n. l. hluboká 35 m. Město Jeruzalém bylo zásobováno vodou z tzv. *Salomonových rybníků*. Nejstarší se datují do doby 1. století př. n. l. Dosahovaly objemu 80–90 tis. m³ a měly hráze vysoké okolo 10 m. Nádrže byly plněny vodou z pramenů.

Mezi země s nejstarší výstavbou vodních nádrží patří i Turecko. V jeho centru ustavili v 17. století př. n. l. Chetitové první indoevropský stát s hlavním městem Chattušaš. Pro zásobování vodou využívali vodní nádrž s jednoduchou hrází vzdálenou 30 km od města. Z období roku 100 př. n. l. se datuje vodní nádrž u města Karakuyu a z doby okolo roku 700 př. n. l. vodní nádrže u města Kesis Gölü, které představovaly unikátní vodohospodářský systém. Jednalo se o zásobování města Tuspa na východním břehu jezera Van vodou z vydatných pramenů ve vzdálené horské oblasti. Denně bylo do města přiváděno 200 tis. m³ vody a upravený vodní kanál je funkční i v současné době. Podobně unikátní systém je v okolí města Topraku, pro které je zdrojem vody umělé jezero se dvěma hrázemi a s přívodem vody do města umělými přivaděči.

Historicky významná vodní díla jsou také na Arabském poloostrově. V tehdejším království Saba s hlavním městem Marib byla již v období okolo roku 1500 př. n. l. upravena hrázemi hlavní řeka Danah. Významnou přehradou byla *vodní nádrž Marib*, jejíž stavba začala v roce 510 př. n. l. Vzhledem k tomu, že se její sypaná hráz několikrát protrhla, je obtížné stanovit její parametry. Arabští stavitelé měli propracovaný vodohospodářský systém, umožňující zachycení krátkodobých intenzivních srážek a jejich následné využívání v zemědělství. Podle posledních výzkumů je datování zavlažovacích staveb podle jejich pozůstatků stále ještě otevřeno. Je pravděpodobné, že nejstarší zavlažovací vodohospodářské systémy na Arabském poloostrově spadají do 2. tisíciletí př. n. l. Za nejvýznamnější historickou stavbu vodní nádrže na území Saudské Arábie se považuje přehrada Qusaybah v severozápadní části země. Její hráz dosahuje délky 205 m a po zvyšování dosáhla výšky 30 m.

V oblasti střední Ameriky byly přehrady stavěny zejména za účelem zavlažování. Mezi nejstarší se počítá zemní hráz *vodní nádrže Purron* v údolí Tehuacén, která se při přívalových srážkách protrhla a opakovaně byla navyšována. Hráz je datována rokem 700 př. n. l. a dosahovala původní výšky 3 m, okolo roku 200 n. l. byla navýšena na 18 m a vytvořila nádrž o celkovém objemu 5,1 mil. m³.

Na území Číny byly prioritou vodní hráze podél vodních toků, které zabraňovaly vylití vody z koryta a druhým hlavním účelem byla vodní díla pro plavbu. Za nejstarší vodní nádrže se považuje sedm nádrží západně od Šanghaje. Nejstarší je *vodní nádrž Afengtang* postavená v letech 589–581 př. n. l., která je doposud funkční a zadržuje 100 mil. m³ vody pro závlahy. Je lokalizována na řece Huai. Na stejné řece je uváděna vodní nádrž Hongxi z roku 100 př. n. l., která byla později systémem kanálu propojena s desítkami malých vodních nádrží. Vedle nížinných oblastí na východě Číny se přehrady stavěly v členitém horském terénu. Příkladem je vodní nádrž Maren s 16 m vysokou homogenní zemní hrází. Přehrada prošla v 50. letech 20. století rozsáhlou rekonstrukcí a je funkční.

Za unikátní se považují vodní díla na ostrově Srí Lanka. V období od 4. století př. n. l. do 4. století n. l. bylo na ostrově postaveno více než 20 přehrad, které sloužily zejména k závlahám, ale také k zásobování měst pitnou vodou. Jednou z nejstarších byla vodní nádrž Panda z roku 370 př. n. l. s hrází vysokou 7 m a dlouhou 2,6 km, která vytvářela vodní nádrž o celkovém objemu 9 mil. m³. Typickým rysem všech přehrad na ostrově byla značná délka přehradních hrází (až okolo 5 km). Technické parametry těchto přehrad se přitom příliš neliší od přehrad se zemními homogenními hrázemi, které se staví v současnosti.

4.3.1 Nejstarší vodohospodářské tvary na území České republiky

Ve středověké Evropě se začaly rybníky stavět za císaře Karla Velikého, zejména v areálech klášterů ve Slezsku, Sasku a Čechách, a některé patří svým založením k nejstarším v Evropě. Z archivních materiálů jsou nejstarší doklady o stavbě rybníků na našem území z 12. století (v Kladrubské listině z roku 1115), kdy byly rybníky zakládány z iniciativy klášterů. Větší rozmach rybníkářství nastal za Karla IV., který se zasadil o vybudování rybníků na Dokesku (v roce 1360 *Velký Dokeský rybník* = Máchovo jezero). V této době byly také založeny některé rybníky na Pardubicku a v jižních Čechách. Rybníky dal stavět i první pražský arcibiskup Arnošt z Pardubic na svých statcích Kyje, Rokycany, Horšovský Týn, Příbram a Pardubice. Podle odhadů činila plocha rybníků v době Karla IV. (14. století) celkem 78 tis. ha. Plošně rozsáhlejší rybníky byly však stavěny až v následujícím 15. století. V roce 1450 byl dokončen *Sánský kanál* zásobující vodou nově vzniklý rybník *Blato* (996 ha), který byl jedním z našich největších. Největší rozkvět rybníkářství nastal v 16. století zejména v jižních Čechách a v Polabí. V roce 1554 byl dokončen Pernštejn *Opatovický kanál* a na Pardubicku bylo dokončeno celkem 230 rybníků. V jižních Čechách iniciovali stavbu rybníků Rožmberkové a hlavními staviteli byli *Štěpánek Netolický* a *Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan*. Jako zdroj vody pro rybníční soustavu v Třeboňské pánvi byla vybudována *Zlatá stoka*.⁴² Její současná podoba je dílem Štěpánka Netolického, který ji dokončil v roce 1520. Celkem zásobuje v Třeboňské pánvi rybníky o ploše 2689 ha. Kromě zásobování vodou přinesla Zlatá stoka i užitek energetický (pohánění mlýnů), dále byla využívána k zásobování vodou a pro plavení dřeva. Zlatá stoka, s průtokem přibližně 1–2 m³/s, má délku 45,2 km a celkový absolutní spád 32,5 m (rozdíl výšek mezi úrovní jezu Pilař a výtokem do Lužnice).

V době výstavby Zlaté stoky byl také dokončen v současné době největší rybník v ČR Rožmberk (489 ha), který byl do roku 1934 největší vodní nádrží ČR (do doby dokončení Vranovské přehrady na Dyji). Rybník *Rožmberk* byl dokončen v roce 1590 a byl poslední velkou rybníční stavbou na Třeboňsku. Původní návrh na výstavbu rybníka vypracoval Štěpánek Netolický, ale hlavním stavitelem byl Jakub Krčín. Se stavbou se začalo 11. května 1584. Trvalou hrozbou stavby byly vysoké vodní stavy na Lužnici.⁴³ Svými rozměry Rožmberk splňuje parametry údolních vodních nádrží. Má výšku hráze 9,8 m, což je více, než mají například Novomlýnské vodní nádrže, délka hráze v koruně je 2430 m. Hráz má u paty šířku 51 m a v koruně 13,5 m. Podle historických map z roku 1613 byla jeho původní plocha 1060 ha

Na konci 16. století, což bylo období největšího rozmachu rybníkářství za Rudolfa II., činila celková výměra rybníků na území ČR 180 tis. ha, což bylo maximum, které v následujících obdobích již nikdy nebylo překonáno. Důvody, které vedly k rušení rybníků, byly zejména ekonomické. K prvnímu velkému omezení došlo již za třicetileté války, například na Jindřichohradecku bylo před válkou 1100 rybníků a po válce v roce 1650 již jenom 150 rybníků. Vysušením rybníků byla získána úrodná půda, začaly významněji konkurovat dovážené mořské ryby, zvyšovaly se náklady na čištění a opravy hrází rybníků, chov ryb se tak stával ekonomicky náročnější. V roce 1820 klesla již výměra rybníků na méně než polovinu (76 tis. ha) o 100 let později (v roce 1920) na 41 tis. ha.

Dlouholetou tradici má na území ČR také stavba vodních nádrží. Nejstarší přehrady byly stavěny již na konci 18. století a navázaly na slavnou historii rybníkářství. Počátky výstavby vodních nádrží souvisely s rozvojem manufaktur, kdy rostla spotřeba vody. V jejich blízkosti proto začaly vznikat vodní nádrže se zemními sypanými hrázemi o výšce až 30 m, které spíše připomínaly velké rybníky. Některé z nich se

⁴² Zlatá stoka získala svůj přívlastek až v roce 1621, do té doby nesla název Struha nebo Příkop. Její nejstarší (horní) část byla využívána již před rokem 1367, byla však mnohem užší a napájela malé rybníky.

⁴³ Na stavbě rybníka Rožmberk (zejména hráze) pracovalo po dobu 6 let 14–16 hodin denně 800 dělníků a 700 pomocných pracovníků, kteří se například podíleli na kácení dříví.

zachovaly dodnes, příkladem je *nádrž Pilská* na Příbramsku.⁴⁴ První přehrady v současném stavebním i vodohospodářském pojetí byly postaveny koncem 19. století. Většinou plnily funkci zásobáren vody a regulačních nádrží, které chránily obce před povodněmi. Hráze měly většinou z místního lomového kamene. Mezi nejstarší přehrady na území ČR patří vodní nádrže Jevišovice na Jevišovce, Bystřička na Bystřičce, Pařížov na Doubravce, Hamry na Chrudimce či Labská a Les Království na Labi. *Přehrada Bystřička* byla postavena na Vsetínsku v letech 1907–1912 a s hrází vysokou 36,5 m patřila v té době mezi největší přehrady v Rakousko-Uhersku. Původně byla určena pro zásobování plánovaného kanálu Dunaj–Odra provozní vodou, v současnosti je využívána převážně k rekreaci. *Vodní nádrž Labská* byla na Labi postavena v letech 1910–1916 k zachycení povodňových průtoků a ochraně území pod přehradou před povodněmi. Již po napuštění se musely řešit problémy spojené s průsaky vody, proto musí být často prováděny generální opravy spojené s injektážemi (poslední generální oprava v roce 1998). Hráz vodní nádrže je vysoká 41,5 m a zadržuje vodu o celkové vodní ploše 27 ha. *Vodní nádrž Les Království* na Labi byla dokončena v roce 1919 a v té době byla největší vodní nádrží v tehdejší Československé republice. Vodní nádrž má hráz vysokou 32,7 m a na její stavbu byl využit pískovce z nedalekého Dvora Králové nad Labem. Za hrází vznikla vodní plocha o rozloze 85 ha a součástí vodního díla je i hydroelektrárna.

Z historického hlediska jsou na území ČR významné vodní nádrže v Jizerských horách, které byly projektovány na ochranu území před povodněmi po opakovaných povodních na konci 19. století, zejména po extrémních srážkách v roce 1897. Projektantem přehrad byl Ing. Otto Intze, který vytvořil projekt 7 vodních nádrží na horních tocích jizerskohorských řek. Až na jednu jsou všechny přehrady dodnes funkční a mimo regulační funkce plní i funkce další. Systém vodních nádrží tvoří *v. n. Harcov*, která je dnes součástí příměstské rekreační zóny Liberce, *v. n. Mšeno*, která se po výstavbě nových sídlišť v Jablonci nad Nisou v 80. letech 20. století ocitla takřka v centru města a doplňkově plní také rekreační funkci. *Nádrž Bedřichov* na Černé Nise má hydroenergetické využití, *v. n. Souš* je zdrojem pitné vody pro Jablonec nad Nisou a menšími nádržemi jsou *v. n. Fojtka* a *v. n. Mlýnice* u Nové Vsi. Sedmou projektovanou přehradou byla *přehrada na Bílé Desné* dokončená v roce 1915, která měla 14 m vysokou sypanou zemní hráz. Při zkušebním napuštění se hráz protrhla a bylo postiženo celé okolí Tanvaldu. Při katastrofě zahynulo 62 lidí a přehrada je prozatím jedinou vodní nádrží v ČR, která se protrhla. Torzo, které po přehradě zůstalo, nese jméno „Protržená přehrada“ a je chráněno jako technická památka. Systém přehrad v Jizerských horách doplnila v roce 1982 *v. n. Josefův důl* na Kamenici jako zdroj pitné vody pro Jablonec nad Nisou a Liberec.

Do vzniku samostatného Československa (do roku 1918) bylo na území ČR postaveno celkem 19 přehrad o celkovém objemu 38,1 mil. m³. Většinou se jednalo o malé přehrady na horních tocích vodních toků, které regulovaly odtok vody z povodí. Přehrady se stavěly i v meziválečném období a do roku 1945 bylo postaveno 16 dalších přehrad, z nichž největší byla *v. n. Vranov* na Dyji. Přehrada postavená v letech 1930–1933 byla s hrází vysokou téměř 60 m a zatopenou plochou 763 ha největší přehradou tehdejšího Československa. Objem nádrže 122,3 mil. m³ několikanásobně převýšil objem všech nádrží postavených do roku 1918. Vzduší vodní hladiny dosáhlo délky 30 km a zasáhlo pod hradem Bítov až do údolí Želetavky. V současnosti převažuje rekreační a vodárenská funkce (závlahy, zdroj pitné vody) vodní nádrže.

Mezi větší přehrady postavené do roku 1945 patří ještě *v. n. Kníničky* (Brněnská přehrada) na Svratce, *v. n. Seč* na Chrudimce, *v. n. Vrané* a *v. n. Štěchovice* na Vltavě. Vodní dílo *Vrané* bylo vybudováno v letech 1930–1935 jako první dílo vltavské kaskády na jižním okraji Prahy. Účelem vodního díla je vyrovnávání špičkových odtoků hydrocentrál Slapy a Štěchovice a vylepšování průtoků pro odběry pitné

⁴⁴ Vodní dílo bylo vybudováno v letech 1846–1850 na Pilském potoce poblíž vodního díla Láz jako součást vodohospodářské soustavy v Brdech. Po havárii, která se stala v roce 1854, byla vodní nádrž rekonstruována a v roce 1989 bylo provedeno předláždění hráze. Hlavním účelem vodního díla Pilská je akumulace vody pro úpravnu v Kozičíně, která zásobuje pitnou vodou Příbramsko.

vody v Praze-Podolí. Nádrž je hojně využívána k rekreaci, vodním sportům a rybaření. V letní sezóně přehradou vede pravidelná lodní linka z Prahy na Slapskou přehradu.

V roce 1945 bylo na našem území ČR v provozu celkem 34 vodních nádrží s celkovým objemem 240 mil. m³ vody, což byl více než šestinásobek stavu v roce 1918.

Rostoucí požadavky na spotřebu vody pro závlahy v zemědělství a rostoucí požadavky na výrobu elektrické energie v souvislosti s procesem socialistické industrializace znamenaly „zlatý věk“ pro výstavbu vodních nádrží v ČR. Celkem bylo v letech 1945–1990 postaveno 80 vodních nádrží s celkovým objemem 2893 mil. m³. Většinou se jednalo o nádrže, které měly betonové hráze. V první fázi byla převažující funkce vodárenská pro zabezpečení dostatku pitné vody. Příkladem jsou vodní nádrže *Kružberk* na Moravici pro Ostravsko, *Klíčava* na Klíčavském potoce pro Kladensko, *Křímov* a *Fláje* pro zásobování Podkrušnohoří nebo *Vír* na Svatce pro Brno. Z padesátých a počátku šedesátých let jsou naše největší energetické přehrady *vltavské kaskády* – Lipno, Orlický, Kamýk a Slapy. V šedesátých letech se také obnovila výstavba zemních sypaných hrází, jejichž stavby byly pro protržení nádrže v Jizerských horách pozastaveny. Výšky sypaných zemních hrází se postupně zvyšovaly a zatím největší je u vodní nádrže *Nechranice* na Ohři. Její hráz je vysoká 55 m, má délku 3280 m a kubaturu 9,1 mil. m³. Pro zásobování Prahy pitnou vodou byla v roce 1975 dokončena vodní nádrž *Švihov* na Želivce. Mezi velké přehrady postavené v šedesátých letech patří ještě *v. n. Šance* na Ostravici a *v. n. Dalešice* na Jihlavě s nejvyšší hrází v ČR, která byla doprovodnou investicí jaderné elektrárny Dukovany.

Po roce 1980 nastal útlum ve výstavbě nádrží. Od roku 1980 do roku 1990 bylo dokončeno pouze šest přehrad: *v. n. Josefův důl* v Jizerských horách; *v. n. Trnávka* na levostranném přítoku Želivky jako ochranná nádrž Švihova a náhrada za dřívější rekreační oblast Želivky, součástí díla je mimo jiné vodní slalomová dráha; *v. n. Újezd* na Bílině jako součást rozsáhlého vodohospodářského systému Podkrušnohoří; *v. n. Karolinka* na levostranném přítoku Bečvy na Vsetínsku, která plní funkci centrálního vodního zdroje pro vodovod Vsetín–Vlára; *v. n. Nová Říše* u stejnojmenné obce, která zabezpečuje dostatek pitné vody pro okolí Telče, a nejvíce diskutovaná *v. n. Nové mlýny – dolní (Novomlýnská)* na Dyji, která uzavřela projekt výstavby tří nádrží na dolním toku Dyje.

V období let 1990–2008 byly dokončeny pouze čtyři vodní nádrže, s jejichž výstavbou se začalo v 80. letech 20. století. V roce 1991 byly uvedeny do provozu vodní nádrže Hněvkovice a sousedící vodní dílo Kořensko, které jsou nejnovějšími stupni vltavské kaskády. Obě díla leží na horním toku Vltavy u města Týn nad Vltavou. Hlavním účelem v. n. Hněvkovice je zabezpečení technologické vody pro jadernou elektrárnu Temelín. Součástí vodního díla je elektrárna a pro budoucí plavební využití je připravena stavební část plavební komory.

Na Divoké Desné byla v roce 1996 uvedena do provozu přečerpávající vodní elektrárna *Dlouhé Stráně*, která je instalovaným výkonem největší vodní elektrárnou v ČR. Její horní nádrž je v nadmořské výšce 1350 m na jedné z rozsoch vrchu Mravenečník a dolní nádrž o 550 m níže na toku Divoké Desné. V roce 1997 byla ukončena výstavba údolní nádrže *Slezská Harta* na Moravici u obce Slezská Harta. Původním záměrem nádrže bylo posílení níže ležícího vodárenského zdroje Kružberk, který byl první vodní nádrží realizovanou v povodí Odry. Postupně byl účel nádrže rozšířen i o příznivé ovlivnění jakosti vody pro vodárenské účely, nadlepšení průtoků na Moravici, Opavě i Odře, umožnění odběrů vody pro průmysl a o využití vodní energie. Stavba přehrady byla zahájena v roce 1987 a k plnému napuštění nádrže přispěly extrémní srážky v červenci 1997. Plochou 923 ha je devátou a objemem zadržené vody šestou největší nádrží v ČR.

K **ovlivnění hydrologického režimu** docházelo i v důsledku jiné antropogenní činnosti, například těžby nerostných surovin. Historická těžba a úprava rud kladla vysoké nároky na spotřebu vody, která se využívala jak při rýžování, tak v úpravách rud a pro pohon strojů. S ohledem na zabezpečení dostatečného spádu byla do oblastí těžby rud voda často přiváděna uměle. Společně s rozvojem těžby tak

vznikala umělá vodní díla, nejčastěji přivaděče vody. Příkladem mohou být v Krušných horách Rudenský vodní příkop, vodní příkop u Rolavy nebo Blatenský příkop. Blatenský příkop (délka 12 km) je vodním dílem z první poloviny 16. století (stavba byla zahájena v roce 1540) a sloužil k převodu vody z Černé a oblasti božídarských rašeliníšť do oblasti těžby v okolí Cínovce, Horní Blatné a Božího Daru. V roce 1980 byl vyhlášen nemovitou kulturní památkou.

V ovlivnění hydrologického režimu dochází také v důsledku narušení přirozeného odtoku jednak lokalizací dobývacího prostoru, který vytvoří překážku a přeruší odtok, jednak v poddolovaných oblastech změnou erozní báze v důsledku vzniku poklesových sníženin. Příkladem zásadní změny v režimu odtoku je oblast Pokrušnohoří v souvislosti se vznikem velkolomů pro těžbu hnědého uhlí. Podkrušnohorské pánve byly přirozeně odvodňovány toky Ohře a Bíliny, včetně jejich přítoků, kterými jsou jednak krátké toky s velkým spádem hluboce se zařezávající do zlomového svahu Krušných hor, jednak přítoky pramenící ve Slavkovském lese, Doupovských horách a Českém středohoří. V místech, kde se vodní toky dostávají na ploché dno Podkrušnohorských pánví, vytvářely při úpatí mohutné proluvialní (náplavové) kužely a na plochem dně pak přirozeně meandrovaly. Vznik velkých povrchových lomů přirozený systém odvodňování narušil a řada vodních toků byla uměle přeložena či zatrubněna. Příkladem je Podkrušnohorský vodní přivaděč (přivaděč Ohře–Bílina), který představuje soustavu vodních kanálů, potrubí a nádrží. Stavba vodního díla byla zahájena v roce 1957 a dokončena byla v roce 1982. Celý systém je dlouhý téměř 24 km (prostor mezi Kláštercem nad Ohří a Jirkovem).

Z velkých řek byla výrazně ovlivněna řeka Bílina, která byla v Podkrušnohoří zatrubněna a převedena přes Ervěnický koridor mezi Jirkovem a Komořany. K narušení odtoku dochází také v oblastech výrazného poddolování (např. Ostravsko či Kladensko). J. Maníček (2003) uvádí ovlivnění vodních toků na Ostravské pánvi v celkové délce téměř 120 km, z toho u Ostravice v délce 23 km, Odry 15 km a Olše více než 20 km. Například tok Ostravice je ovlivněn poklesy ve třech oddělených úsecích a patří mezi vodní toky s nejdelším obdobím antropogenního ovlivnění důlní činností na území ostravsko-karvinského revíru. Z důvodu poklesů byly v Ostravské pánvi vybudovány i umělé vodní toky, zejména za účelem odvodu vody z poklesových sníženin. Příkladem je Černý příkop (vznikl v 50. letech 20. století), který byl vytvořen k zajištění odvodnění poklesávajícího území průmyslového areálu dolu Odra. Nejvíce narušeným vodním tokem v Ostravské pánvi je Karvinský potok původně ústící do Stonávky, který byl v 60. letech 20. století z důvodu odvodnění nejhlubších poklesových depresí napojen na souběžný laterální kanál podél Olše. Současně odvádí i slané důlní vody pro odběr vody pro elektrárnu Dětmarovice (Maníček, 2003).

K ovlivnění hydrologického režimu dochází také při vzniku nových stěnových lomů stavebního kamene, šterkoven, hlinišť či jámových lomů například při těžbě kaolinu. S ohledem na plochu, kterou zaujímají, a lokalizaci v nivách vodních toků jsou četná narušení hydrologického režimu při těžbě šterkopísků. V důsledku těžby vnikají nové vodní plochy, snižuje se infiltrační a retenční schopnost území a narušen je přirozený povrchový i podpovrchový odtok vody. Příkladem je ložisko sklářských a slévárenských písků Střeleč, těžba v CHKO Třeboňsko či v soutokové oblasti Tiché a Divoké Orlice. Příkladem narušení hydrologického režimu je také těžba šterkopísků v Mohelnické brázdě (okolí Moravičan a Mohelnice). V současné době jsou zde stanoveny tři dobývací prostory (Moravičany, Mohelnice a Mohelnice I) o celkové rozloze větší než 100 ha. Hloubka těžebních jam zde dosahuje až 35 m. Těžební jámy jsou situovány na pravém břehu řeky Moravy ve vzdálenosti 100–300 m od jejího koryta a vytěžené prostory se samovolně zaplňují podzemní vodou přítékající z okolních zvodněných písčitých šterků. Průmyslová těžba byla na lokalitě zahájena v 50. letech 20. století. Již v počátcích těžby byla realizována přeložka toku řeky Moravy. Těžbou vzniklá jezera byla v roce 1990 začleněna do území nově vyhlášené CHKO Litovelské Pomoraví a v současnosti probíhá těžba v těsném sousedství hranice CHKO. Těžba šterkopísků způsobila změny ve směrech proudění podzemních vod a rozkolísání předtím poměrně mírného hydraulického gradientu, kdy vytěžené prostory protáhle ve směru proudění podzemních vod

způsobily pokles hladiny podzemních vod u jejich nátokových stran a naopak vzednutí hladin u výtokových břehů (Kuchovský, Říčka, Červenková, 2006). Změny v proudění podzemních vod v oblasti východně od Mohelnice jsou však důsledkem kombinace celkových změn v charakteru krajiny, a to nejen vlivem vlastní těžby, ale také regulací koryta řeky Moravy či vybudováním jezů.

4.4 Nejstarší dopravní tvary

Nejstarší dopravní tvary registrujeme v souvislosti s rozvojem obchodu, kdy vznikaly obchodní stezky, které však většinou nepřinášely výraznější terénní úpravy. Nejstarší komunikace, které svým významem ve své době odpovídaly současnému postavení dálnic, jsou v Evropě doloženy již z období starověku. Mezi nejvýznamnější patřily římské komunikace. První, 195 km dlouhou dálkovou silnici nechal v roce 312 př. n. l. postavit censor Appius Claudius, po němž nese silnice jméno *Via Appia*. V období římské říše bylo celkově postaveno více než 150 tis. km přímých, zpevněných cest, z toho 14 tis. km na území samotné Itálie. Nejdelší komunikace s délkou téměř 6 tis. km byla postavena tak, že propojovala území Skotska a Anglie a z evropského kontinentu vedla až do Jeruzaléma. Všechny tyto silnice byly budovány z několika vrstev, měly odvodňovací příkopy, propustky, estakády přes údolí a jejich součástí byla i odstavná parkoviště (pro povozy), zájezdní hostince a na křižovatkách směrovky. Některé úseky byly jednosměrné. Moderní komunikační síť však v období středověku chátrala a do současné doby se zachovala pouze torza těchto cest.

Z historického hlediska patřily vedle evropských k moderně vybudovaným také komunikace v Jižní Americe. Staviteli byli příslušníci vyspělé říše Inků, která měla propracovaný systém výstavby dálkových tras v náročných fyzickogeografických podmínkách. Celková délka sítě komunikací dosáhla v tehdejší Incké říši 18 tis. km. Nejdelší cestou se stala tzv. *Velká cesta Inků*, procházející celou tehdejší říší v délce 5 tis. km. Oproti Římanům měli stavitelé jihoamerických cest mnohem těžší podmínky. Některé úseky vystupují až do nadmořské výšky 5 tis. m a překonávají velké výškové rozdíly na relativně malých vzdálenostech. Standardní šířka komunikace dosahovala 8 m a většinu byla přímá. Jednalo se o kvalitní komunikace, které ale byly využívány pouze pro pěší a karavany, neboť Inkové neznali vozy. Některé úseky komunikací byly na náspech a v místech zářezů byly opěrné zdi. Podél celé trasy Velké cesty ještě vedl kanál, který sloužil jako zdroj pitné vody. Podobně jako na evropském kontinentě byla i v Jižní Americe většina těchto cest v období středověku zničena.

Myšlenka komunikací typu dálnic vznikla s rozvojem automobilů. První automobily byly mnohem obtížněji ovladatelné než dnes a kvůli společnému provozu s koňskými a dobytčími povozy byla jízda po silnici velice nebezpečná. Proto vznikla myšlenka, aby jezdila motorová a nemotorová vozidla odděleně. Protože automobily mohly jezdit mnohem vyšší rychlostí než povozy, bylo pro ně nutné postavit zvláštní komunikaci, která by se vyhýbala obcím a s ostatními cestami a železnicemi se křížila pouze pomocí mostů. Tyto požadavky byly poprvé na světě uplatněny v prvním desetiletí 20. století v USA. První silnice pro motorová vozidla byla postavena na Long Islandu v New Yorku, tzv. *Parkway*, měřící 64 km. Obdobnou stavbou byl desetikilometrový závodní okruh AVUS v Berlíně, postavený v letech 1913–1921. První předchůdkyní dálnic v Evropě byla 50 km dlouhá autostráda v Itálii. Ta byla vybudována již v roce 1924 z Milána do Varese. Krátkou silnici výhradně pro motorová vozidla postavilo v letech 1929 až 1932 také Německo mezi Bonnem a Kolínem nad Rýnem. I tato rychlostní silnice byla ještě pouze dvouproudová, tedy obousměrná jako normální silnice, ale měla již mimoúrovňové křižovatky. Významné pro rozvoj dálniční sítě bylo období 30. let 20. století. Výstavba první dálnice (čtyřproudové rychlostní komunikace s oddělenými směry) byla zahájena u obce Unter Haching v Německu. Výstavba tzv. hitlerových dálnic byla v zemi prioritou, a tak jejich výstavba probíhala velmi rychle. Zatímco ještě v roce 1935 bylo celkově v provozu 119 km dálniční sítě, v roce 1938 to bylo

již přes 3 tis. km. Poté, co došlo k obsazení Sudet, byla zahájena výstavba dálnice u Chebu a následně Liberce. Vedle Německa bylo druhou zemí stavějící dálnice tehdejší Československo, v době zahájení stavby dálnice (2. května 1939) byla již republika okupována Německem a během války byla výstavba protektorátní dálnice pozastavena. K rozvoji dálniční sítě v ostatních evropských zemích došlo v poválečném období, kdy se výstavba dálnic stala významnou pro hospodářský rozvoj. Dálnice začaly stavět všechny ekonomicky vyspělé země na světě a jejich dálniční síť se rychle rozrůstala.

4.4.1 Nejstarší dopravní tvary na území České republiky

Podobně jako v jiných regionech světa je i u nás rozvoj komunikací spojen s rozvojem obchodu. Nejstaršími komunikacemi byly staré obchodní stezky.⁴⁵ Jejich četnost na našem území souvisí zejména s polohou ve středu kontinentu, která předurčila území jako významnou křižovatku obchodních cest. Obchodní stezkou kontinentálního významu byla Jantarová stezka, důležité byly také Zlatá stezka a Norimberská stezka, ostatní stezky měly pouze regionální význam.

- *Jantarová stezka* – jedna z nejstarších a zároveň nejznámějších obchodních stezek na Moravě. V době existence Římské říše vedla hlavní cesta Jantarové stezky na jih od Baltského pobřeží přes území Moravy (moravských úvalů) k Jaderskému moři. Za její konec je považováno město Aquileia na severu Itálie. Stezka plnila obchodní funkci, na její trase se realizoval dálkový obchod, kdy ze severu byl dopravován především jantar, ale také další suroviny (např. kožešiny, med), z jihu pak výrobky ze středomořských dílen (skleněné nádoby, bronzové předměty apod.). S rozvojem obchodu souvisel i vznik bohatých středisek obchodu (oppid).
- *Zlatá stezka* – historická obchodní cesta, po které se dopravovala sůl z rakouských solných dolů⁴⁶ na sever do českých zemí. Stezka vedla v mnoha větvích úzkými stezkami i širokými cestami. Zlatá stezka byla příkladem komunikace, která znamenala rozvoj středověkých státních útvarů v jejím sousedství (Pasovské biskupství a České království). Podél stezky vznikla řada obcí a měst (např. Prachovice, Volary). Ve vrcholné době středověkých obchodních cest (14. až 16. století) patřila Zlatá stezka k nejvýznamnějším středověkým spojnicím. Trasy jednotlivých větví Zlaté stezky se Habsburkové pokoušeli využít při budování novodobé silniční sítě, ale jako vhodná se ukázala pouze vimperská větev, s kterou je dodnes téměř totožná mezinárodní silnice do Německa přes hraniční přechod ve Strážném.
- *Norimberská stezka* – byla historickou spojnici území Čech a Bavorska. Vedla z Prahy přes Beroun, Zdice, Rokycany, Starou Plzeň a Nýřany do Kladrub, kde se rozvětvovala na Tachovskou a Přimdskou větev.

Regionálně významnými obchodními stezkami byla například stezka Trstenická, Libická, Srbská, Olomoucká nebo Domažlická.

- *Trstenická stezka* – historická zemská stezka, která byla v 10. století hlavní spojnici Čech s Moravou a také spojnici západní a východní Evropy, po které proudilo zboží (sůl, kožešiny, otroci, luxusní zboží atd.). Na našem území procházela například městem Vysoké Mýto nebo obcemi Trstenice (Litomyšlsko) či Přemyslovice (Prostějovsko).
- *Libická stezka* – podobně jako Trstenická spojovala území Čech a Moravy. Propojovala navzájem Čáslavsko a Brněnsko. Procházela například městy Žďár nad Sázavou, Náměšť nad Oslavou, Oslavany nebo Ivančice.

⁴⁵ Problematikou starých stezek se na území ČR dlouhodobě zabývá Ing. R. Květ, CSc. (např. Květ, 1997, 2002, 2003).

⁴⁶ Ze solných ložisek ve východoalpské oblasti v Reichenhallu, Halleinu nebo Hallstattu se sůl přepravovala po řekách do Pasova a odtud na hřbetech soumarských koní po Zlaté stezce přes Šumavu do Čech.

První silnice v dnešním slova smyslu, tj. silnice s odborně stavěnou kameninovou vozovkou, se na našem území začaly stavět v první polovině 18. století za vlády císaře Karla VI. V roce 1725 byla zřízena tzv. separační komise pro řízení silničních prací a výstavba nejdůležitějších komunikací se realizovala v letech 1740–1850. Termín silnice se poprvé objevuje v Tereziánském patentu z roku 1778 (Hoblík, Fastr, 1963) a od té doby je součástí právní terminologie vztahující se ke komunikacím určeným pro motorová vozidla. První komunikací tohoto typu byla silnice, která spojovala Prahu s Vídní.⁴⁷ Hlavní státní komunikace se označovaly jako *císařské silnice*. V rakouské monarchii byly budovány podle francouzského vzoru podle jasně definovaných parametrů.⁴⁸ Podél silnic se budovaly odvodňovací příkopy s patníky na okrajích.⁴⁹ Výstavbu nových silnic financoval stát za spoluúčasti vrchností, přes jejichž panství silnice vedly. Do konce 18. století bylo v Čechách vybudováno necelých 1400 km silnic, na Moravě a ve Slezsku výstavba pokračovala mnohem pomaleji. Tempo výstavby se výrazně zrychlilo na počátku 19. století, kdy se hlavním impulsem stal stále rostoucí objem přepravovaného zboží. Okolo roku 1850 byla základní silniční síť v Čechách a na Moravě v zásadě dobudována a měla celkovou délku více než 4 tis. km. Silnice, které ztratily dočasně význam pro dálkovou dopravu, si podržely i nadále svou důležitost pro dopravu místní, jako spojnice osad s okresními městy i navzájem mezi sebou, jako příjezdy k železničním stanicím apod.

Vznik okresních silnic, které se označovaly jako tzv. *zemské silnice*, se datuje v západních částí našeho státu od roku 1860, kdy byla v Čechách zřízena okresní zastupitelstva, na Moravě a ve Slezsku pak silniční okresy. Rychlý rozvoj okresních silnic nastal po uzákonění výstavby komunikací v letech 1864–1889.⁵⁰ Technický stav zemských silnic byl většinou velmi špatný, ve své podstatě nebyly ničím jiným než vyježděnými cestami různé šířky. Podél jejich okrajů zpravidla vedly hliněné násypy, které pro vlastní silnici neměly žádný význam a sloužily jako bariéry, jejichž úkolem bylo chránit pole v bezprostřední blízkosti silnic před rozježděním. Naopak v době vydatných dešťů či jarního tání proměnily silnice v koryto plné vody a řídkého bahna.

⁴⁷ Její průběh se prakticky shoduje s dnešní státní silnicí Českobrodsko-jihlavskou, která se až do roku 1866 nazývala Vídeňskou.

⁴⁸ Původní šířka silnic byla stanovena 4 sáhy, tedy asi 7,6 metru, později byla zvětšena až na 7 sáhů, tj. 13,3 metru. Výstavbu silnice zahajovalo hloubení samotné trasy, na dno výkopu se do základů kladly velké kameny a do mezer mezi nimi se sypal štěrk promísený s pískem. Na první vrstvu se položila druhá z drobnějších kamenů zasypaných hrubým pískem. Takto zpevněný povrch musel být mocný minimálně 0,25 metru.

⁴⁹ Kraje silnic lemovaly ovocné stromy. V letním období se silnice často vyřazovaly z provozu, aby se šetřily. Byly uzavírány závorami a doprava byla převedena na nebezpečné cesty vedoucí souběžně s hlavní silnicí.

⁵⁰ Vydání zemských zákonů o stavbě, správě a udržování nestátních silnic: v Čechách od roku 1864 a 1866 na Moravě od roku 1877 a ve Slezsku od roku 1889.

5 VYBRANÉ SOUČASNÉ ANTROPOGENNÍ PROCESY NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

5.1 Těžba nerostných surovin

Česká republika nepatří ve světovém měřítku mezi státy s významnou těžbou nerostných surovin (s výjimkou některých, např. uranu nebo kaolinu), přesto má těžební průmysl v ČR důležité místo mezi průmyslovými odvětvími. Pestrost surovinové základny dala v minulosti vzniknout řadě průmyslových odvětví, v případě některých těžných komodit se ČR stala dokonce soběstačnou i exportující. Do roku 1989 byla těžba nerostných surovin založena na podpoře extenzivního využívání nerostného bohatství, které zásadním způsobem poznamenalo charakter některých regionů.

Pro těžbu výhradních ložisek nerostů jsou na území ČR v souladu s horním zákonem (zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství) schvalovány **dobývací prostory (DP)**. Ty v současné době zauímají na území ČR celkovou rozlohu 1389,1 km² (1,76 % rozlohy státního území). Z celkového počtu 977 dobývacích prostorů na území ČR (k 31. 12. 2008) je 622 aktivních, tj. těžných (plocha 792 km²), zbývající jsou buď v průzkumu a otvírce, uzavírané nebo se zastavenou či ukončenou těžbou i likvidací. Největšími ložisky v průzkumu a otvírce jsou dobývací prostory schválené pro těžbu zemního plynu na Ostravsku. Příkladem jsou DP Přívoz I (24,4 km²), DP Vítkovice I (18,4 km²) či DP Heřmanice I (17,9 km²). Jedná se o dobývací prostory, které byly v minulosti využívány k těžbě černého uhlí a po ukončení těžby v rámci útlumových programů společnost OKD, a. s., požádala po zrušení DP na černé uhlí o stanovení DP pro zemní plyn. V kategorii rezervní ložisko je evidováno celkem 66 dobývacích prostorů. Příkladem je DP Komořany u Mostu (14,4 km²) schválený pro těžbu hnědého uhlí, Bělá u Jevíčka (11,3 km²) pro těžbu žáruvzdorných jílovců či DP Podbořany (1,1 km²) pro těžbu kaolinu.

Tab. 3: Vývoj počtu a celkové plochy dobývacích prostorů (DP) v ČR v letech 1992–2008

Nerostná surovina	Počet DP			Celková plocha DP (v km ²)		
	1993	2008	Index (v %) 2008/1993	1993	2008	Index (v %) 2008/1993
černé uhlí	50	20	40,0	858,7	299,8	34,9
hnědé uhlí a lignit	62	32	51,6	531,3	288,5	54,3
ropa a zemní plyn	25	103	412,0	267,8	434,3	162,2
rudu	31	4	12,9	45,3	4,7	10,4
radioaktivní suroviny	21	11	52,4	136,5	65,6	48,1
kaolin	13	30	230,8	9,0	12,8	142,2
stavební kámen ¹⁾	354	377	106,5	23,0	65,2	283,5
písky a štěrkopísky ²⁾	237	169	71,3	146,0	114,5	78,4
vápence a dolomity	30	49	163,3	19,2	23,2	120,8
cihlářské suroviny	176	94	53,4	37,0	22,6	61,1
ostatní	149	88	59,1	87,8	54,7	62,3
celkem	1148	977	85,1	2 161,5	1389,1	64,3

Zdroj: Makarius, R. ed. (1993, 1994, 2006, 2009); databáze Českého báňského úřadu; vlastní výpočty

Poznámky: 1) včetně kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu; 2) včetně sklářských a slévarenských písků

Proces transformace ekonomiky s sebou přinesl i výrazné změny v rozloze a struktuře dobývacích prostorů na území ČR. Ve srovnání s rokem 1993 došlo k celkovém poklesu počtu i rozlohy dobývacích prostorů, a to výrazně diferencovaně podle druhů nerostných surovin i regionů. Počet dobývacích prostorů klesl o šestinu, celková rozloha o třetinu. Od druhé poloviny 90. let 20. století pozorujeme opačný trend, tj. schvalování nových dobývacích prostorů. Ve srovnání se stavem v roce 1993 poklesl nejvíce počet dobývacích prostorů pro rudy. Zatímco v roce 1992 jich bylo 52 a zaujímaly celkovou plochu 181,8 km², k 31. 12. 2008 jich bylo pouze 15 a zaujímaly plochu 70,3 km². Nejvíce se na poklesu podílela ložiska polymetalických rud a pokles na přibližně poloviční stav nastal v případě ložisek uranových rud.

K výraznému poklesu došlo také u počtu a celkové plochy dobývacích prostorů stanovených pro těžbu černého a hnědého uhlí, včetně lignitu. Zatímco v roce 1993 bylo pro těžbu uhlí stanoveno celkem 112 DP o celkové rozloze téměř 1400 km², ke konci roku 2008 jich zůstalo pouze 52 a zaujímají plochu 588,3 km². K největšímu poklesu došlo v důsledku zrušení dobývacích prostorů v uzavíraných černouhelných revírech na Rosicko-oslavsku, Žacléřsko-svatoňovicku, Plzeňsku i Kladensku již na počátku transformačního období (v letech 1992 a 1993).

V období let 1992 až 2003 byly postupně rušeny dobývací prostory stanovené pro těžbu černého uhlí v ostravsko-karvinském revíru. Ještě na počátku 90. let 20. století bylo prakticky celé území okresů Ostrava-město a Karviná pokryté dobývacími prostory, které tvořily na sebe navazující polygony (většina z těchto dobývacích prostorů byla stanovena již v 60. a 70. letech 20. století). V souladu s útlumovým programem byly uzavírány nejen doly, ale také odepisovány zásoby a rušeny dobývací prostory. V ostravsko-karvinském revíru se těžba černého uhlí postupně přesouvala z ostravské části na karvinskou a stanovené dobývací prostory pro černé uhlí byly rušeny. Nově byly později ve stejných hranicích stanoveny dobývací prostory pro zemní plyn.

Tab. 4: Největší dobývací prostory v ČR (stav k 31. 12. 2008)

	Název	Plocha (v km ²)	Surovina
1.	Trojanovice	63,2	černé uhlí
2.	Štrambersk II	44,4	PZP
3.	Tušimice	42,3	hnědé uhlí
4.	Staříč	40,4	č. uhlí + z. plyn
5.	Příbor	27,7	zemní plyn
6.	Bílina	26,8	hnědé uhlí
7.	Hrušky	26,1	ropa + z. plyn
8.	Přívoz	24,4	č. uhlí + z. plyn
9.	Stráž pod Ralskem	24,1	RS
10.	Paskov	22,8	č. uhlí + z. plyn

	Název	Plocha (v km ²)	Surovina
11.	Louky	22,1	č. uhlí + z. plyn
12.	Bruzovice	19,9	zemní plyn
13.	Hodonín	18,6	lignit
14.	Ervěnice	18,6	hnědé uhlí
15.	Petřvald IV	18,5	zemní plyn
16.	Kostelany	18,4	ropa + z. plyn
17.	Vítkovice I	18,4	zemní plyn
18.	Heřmanice	18,0	č. uhlí + z. plyn
19.	Holešice	17,5	hnědé uhlí
20.	Karviná-Doly I	16,6	č. uhlí + z. plyn

Poznámka: RS = radioaktivní suroviny, PZP = podzemní zásobník plynu.

Zdroj: databáze Českého báňského úřadu; OKD, a. s.; vlastní databáze.

V případě dobývacích prostorů na hnědé uhlí došlo k jejich rušení postupně v letech 1992 až 2001. Ke zrušení většiny z nich došlo v souvislosti s vládou schválenými územně ekologickými limity.

Největšími DP v ČR jsou schválené DP pro těžbu energetických surovin a podzemní skladování zemního plynu. Celkem 39 DP má rozlohu větší než 10 km². Největším dobývacím prostorem je DP Trojanovice (63,2 km²) na Frenštátsku, který je dlouhé roky předmětem odborných diskuzí na téma, zda těžit, či netěžit uhlí v CHKO Beskydy.

Vedle výrazného poklesu počtu a rozlohy dobývacích prostorů stanovených pro těžbu uhlí a rud vzrostly naopak počet i rozloha dobývacích prostorů stanovených pro těžbu ropy a zemního plynu (Dolnomoravský úval, Ždánický les a jihovýchodní okraj Českého masivu). K nárůstu došlo také v případě schválených ploch nových DP stanovených pro těžbu šterkopísků a kaolinu (Litoměřicko, Ústeckoorlicko, Karlovarsko a Plzeňsko).

Vývoj těžby nerostných surovin lze na území ČR v období let 1990–2008 charakterizovat souhrnně jako etapu zásadní restrukturalizace a transformace, která se projevila útlumem a celkovým poklesem objemu těžených surovin. Vývoj probíhal diferencovaně podle druhů nerostných surovin a byl významně ovlivňován jednak státní politikou v oblasti nerostných surovin, jednak vstupem nadnárodních těžebních společností na český trh a celkovým vývojem české ekonomiky.

První zásadní změna ve struktuře a objemu těžených surovin nastala v roce 1994, kdy byla na území ČR definitivně ukončena s výjimkou uranové rudy těžba rud. Byl tak završen proces útlumu zahájený ještě před listopadem 1989. Zatímco ještě v roce 1989 probíhala těžba na ložiscích na Jesenicku (Zlaté Hory), Nížkém Jeseníku (Horní Benešov, Horní Město, Medlov), Železných horách (Staré Ransko), Krušných horách (Cínovec, Měděnec), Slavkovském lese (Horní Slavkov) nebo u Kutné Hory, po roce 1989 došlo k postupnému útlumu těžby rud a posléze i k definitivnímu ukončení dobývání i na posledním těženém polymetalickém ložisku v ČR ve zlatohorském rudním revíru (v roce 1993). V současné době probíhá na většině lokalit, kde se v minulosti těžily rudy, sanace a rekultivace.

Tab. 5: Vývoj objemu těžby nerostných surovin v ČR v letech 1990–2008

Nerostná surovina	Celkový objem těžby			Index 2008/1990 (v %)	Index 2008/1993 (v %)
	1990	1993	2008		
rudy (s výjimkou uranu)	1 025	131	0	0	0
černé uhlí (10 ³ t)	23 385	18 296	12 662	54,1	69,2
hnědé uhlí a lignit (10 ³ t)	77 736	63 335	43 362	55,8	68,5
ropa (10 ³ t)	50	111	246	492,0	221,6
zemní plyn (mil. m ³)	230	244	231	100,4	94,7
radioaktivní suroviny (10 ³ t)	1 800	437	117	6,5	26,8
kaolin (10 ³ t)	3 378	2 326	3 603	106,7	154,9
stavební kámen ¹⁾ (tis. m ³)	23 634	9 677	17 174	72,7	177,5
šterkopísky a písky ²⁾ (10 ³ t)	20 359	12 305	17 065	83,8	138,7
vápence (10 ³ t)	12 909	10 071	11 622	90,0	115,4
cihlářské suroviny (tis. m ³)	3 100	1 354	1 557	50,2	115,0
jíly a bentonity (10 ³ t)	423	690	704	166,4	102,0

Zdroj: Makarius, R. ed. (1993, 1994, 2009); vlastní výpočty

Poznámky: 1) stavební kámen, včetně kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu; 2) šterkopísky, včetně sklářských a slévárenských písků

Ukončení těžby proběhlo na všech lokalitách hlavně z ekonomických důvodů, kdy těžba byla realizována s minimálními zisky, nebo dokonce jako ztrátová. V případě uranové rudy došlo ke koncentraci těžby pouze do jediného hlubinného dolu v Dolní Rožínce. Podle schváleného útlumového programu měla být těžba na ložisku ukončena ke konci roku 2008, ale na jaře roku 2007 bylo rozhodnuto o dalším pokračování těžby a úpravy uranu po dobu ekonomické výhodnosti těžby, minimálně do roku 2012. V případě těžby dalších energetických surovin došlo k celkovému poklesu objemu těžby. U černého uhlí se jedná ve srovnání s rokem 1990 o pokles na téměř polovinu, z 23,4 mil. tun těžených v roce

1990 na 12,7 mil. tun v roce 2008 (54,1 % stavu roku 1990). Podobně došlo k výraznému poklesu těžby hnědého uhlí a lignitu (55,8 %).

V případě stavebních surovin, kaolinu či vápenců došlo po počátečním rychlém poklesu na počátku 90. let 20. století ke stagnaci a opětovný nárůst objemů těžby nastal až počínaje rokem 2004 v souvislosti s ekonomickým růstem a rostoucí bytovou výstavbou. Jak ukazuje tab. č. 5, ve srovnání se stavem v roce 1990 těžba celkově (s výjimkou kaolinu, jílu a bentonitů) poklesla až o polovinu u cihlářských surovin, o třetinu u stavebního kamene, o pětinu u šterků a šterkopísků a přibližně o desetinu u vápenců. Naopak výrazně vzrostla u jílu a bentonitů (na dvojnásobek) a kaolinu (o téměř pětinu).

5.1.1 Povolování hornické činnosti na území ČR

Zákon „o ochraně a využití nerostného bohatství“ (č. 44/1988 Sb.) rozděluje nerosty na vyhrazené⁵¹ a nevyhrazené. Zákonem je nerostné bohatství na území ČR ve vlastnictví státu a tvoří ho ložiska vyhrazených nerostů (tzv. „výhradní ložiska“). U výhradních ložisek nerostných surovin stanovuje Ministerstvo životního prostředí ČR (MŽP) na základě horního zákona chráněné ložiskové území (CHLÚ), ve kterém jsou omezeny stavební aktivity nesouvisející s dobýváním výhradního ložiska. Celkem bylo na území ČR k 31. 12. 2006 evidováno 1539 lokalit výhradních ložisek nerostů, z toho pětinu tvoří ložiska stavebního kamene a téměř 15 % ložiska šterkopísků a písků (sklářských a slévarenských).

Pokud je při prováděném geologickém průzkumu zjištěn výskyt vyhrazeného nerostu v množství a jakosti, které umožňují důvodně očekávat jeho nahromadění, vydá MŽP ČR osvědčení o výhradním ložisku, které zašle Ministerstvu průmyslu a obchodu ČR (MPO ČR), krajskému úřadu, příslušnému obvodnímu báňskému úřadu (OBÚ), orgánu územního plánování, stavebnímu úřadu a organizaci, pro niž bylo provedeno vyhledávání nebo průzkum ložiska. Na základě výsledků průzkumu ložiska se stanoví dobývací prostor, který může zahrnovat jedno nebo více ložisek nebo, je-li to vzhledem k rozsahu ložiska účelné, jen část výhradního ložiska. Stanovení dobývacího prostoru je přitom zahájením procesu, na jehož konci je povolení hornické činnosti, a tím i začátek těžby nerostných surovin.

V současné době se tak při procesu povolování geologického průzkumu, stanovení dobývacího prostoru a povolení vlastní těžby účastní Český báňský úřad (ČBÚ), MŽP ČR, MPO ČR a další těžbou zainteresované subjekty v regionu. V první fázi se povolování geologických prací účastní MŽP ČR, které povoluje ve správním řízení geologické práce pro vyhledávání a průzkum vyhrazených nerostů. V jejich rozhodnutí je stanoveno území, nerost a podmínky provádění prací. Povolení zaručuje podnikateli výlučné právo provádět práce za daných podmínek a přednost pro získání předchozího souhlasu ke stanovení dobývacího prostoru, ale nezakládá automatický nárok na oprávnění dobývat nalezené a průzkumem ověřené ložisko nerostů. V případě, že se při průzkumu zjistí množství a jakost nerostu, která umožňuje zařazení nerostu mezi vyhrazené, vydává MŽP ČR osvědčení o výhradním ložisku a k jeho ochraně před znemožněním nebo ztížením jeho využívání stanoví také chráněné ložiskové území. Následně vydává MŽP souhlas k podání návrhu na stanovení dobývacího prostoru, který opravňuje báňského podnikatele k podání žádosti o stanovení dobývacího prostoru. Dobývací prostor stanoví příslušný OBÚ v součinnosti s dotčenými orgány státní správy, zejména v dohodě s orgány životního prostředí a s orgánem územního plánování a stavebním úřadem. Účastníky řízení jsou vedle navrhovatele fyzické a právnické osoby, jejichž práva k nemovitostem mohou být rozhodnutím o dobývacím

⁵¹ Vyhrazenými nerosty jsou radioaktivní nerosty, všechny druhy ropy a hořlavého zemního plynu, všechny druhy uhlí a bituminosní horniny, nerosty, z nichž je možno průmyslově vyrábět kovy, magnezit, nerosty, z nichž je možno průmyslově vyrábět fosfor, síru a fluor nebo jejich sloučeniny, kamenná sůl, draselné, borové, bromové a jodové soli, tuha, baryt, azbest, slída, mastek, diatomit, sklářský a slévarenský písek, minerální barviva, bentonit, nerosty, z nichž je možno průmyslově vyrábět prvky vzácných zemin a prvky s vlastnostmi polovodičů, granit, granodiorit, diorit, gabro, diabas, hadec, dolomit a vápenc, pokud jsou blokově dobytelné a lešitelné, travertin, technicky využitelné krystaly nerostů a drahé kameny, hallozyt, kaolin, keramické a žáruvzdorné jíly a jílovce, sádrovec, anhydrit, živce, perlit a zeolit, křemen, křemenec, vápenc, dolomit, slín, čedič, znělec a trachyt. Ostatní nerosty jsou nerosty nevyhrazené.

prostoru přímo dotčena, obec, v jejímž územním obvodu se dobývací prostor nachází, a obce, jejichž územní obvody mohou být stanovením dobývacího prostoru dotčeny. Stanovení dobývacího prostoru je i rozhodnutím o využití území v rozsahu jeho vymezení na povrchu. V rozhodnutí jsou báňskému podnikateli uloženy podmínky pro následnou hornickou činnost. Dobývací prostor musí být posouzen z hlediska vlivů na životní prostředí podle zákona ČNR č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí (proces EIA). Hornickou činnost, zahrnující otvírku, přípravu a dobývání výhradních ložisek, zajištění a likvidaci důlních děl a lomů, povoluje příslušný OBÚ. Jde o řízení obdobné povolování staveb, obdobně se rozhoduje také o zajištění a likvidaci důlních děl a lomů při ukončení těžby. Řeší se i sanace pozemků dotčených těžbou a jejich rekultivace. K tomu se schvaluje objem finanční rezervy pro sanaci a rekultivace. Povinnost tvořit takovou rezervu stanoví zákon.

Pro těžbu ložisek nevyhrazených nerostů, která jsou součástí pozemku, je potřebné územní rozhodnutí, vydané příslušným stavebním úřadem, a povolení činnosti prováděné hornickým způsobem, udělené příslušným obvodním báňským úřadem v řízení za podmínek obdobných jako v řízení o hornické činnosti.

5.1.2 Rekultivace a sanace

Podobně jako je na území ČR bohatá tradice hornictví, má dlouholetou tradici i zahlazování následků hornické činnosti. Již v 19. století si rozmach těžby i jejich vlivů na půdu a krajinu vynutily vydání zákonného normativu. Císařským patentem (ze dne 23. 5. 1854) byl v říšském zákoníku v roce 1854 pod číslem 146 vydán Obecný horní zákon, který již podrobně řešil celý komplex zákonných podmínek hornické činnosti, mezi kterými byly i vztahy těžby k pozemkům, zvláště jejich uvolňování pro těžební účely, náhradu škod, a tento zákon již ukládal i povinnost, aby „těžbou postižené pozemky byly vráceny svému původnímu účelu“ (Štýs, 1980, 1990, 1998). První samostatný zákon o rekultivacích pro území českých zemí byl připraven v roce 1892, ale říšskou vládou ve Vídni nebyl schválen. Podobně neúspěšné byly i další iniciativy, kdy v letech 1929, 1932, 1933, 1935 a 1938 byly do Poslanecké sněmovny ČSR předkládány návrhy na uzákonění rekultivačních motivované více sociálními než environmentálními aspekty (Štýs, 1997). Již v roce 1908 však byla v Duchcově z podnětu Zemské zemědělské rady ustavena rekultivační expozitura, která v roce 1910 uspořádala první rekultivační konferenci. Bylo na ni mj. konstatováno, že v okresech Duchcov, Most a Chomutov bylo do konce roku 1909 těžbou negativně ovlivněno 6173 ha pozemků, z nichž 2210 ha bylo intenzivně devastovaných (tehdy hlavně poklesy a propadlinami poddolovaných pozemků), z toho bylo již 448 ha opět zrekultivováno (Štýs, 1990). V menším rozsahu se zde rekultivace pak prováděly i s využitím levné síly válečných zajatců během první světové války a později i v poválečném období. Podobný přístup byl i na Ostravsku, kde první pokusy o zazelenění hald a odvalů prováděli od počátku průmyslové těžby spontánně havíři z blízkých kolonií. S postupující intenzitou těžby však docházelo k velkým záborům půdy a velkoobjemové povrchové těžbě, která si vynutila systematické řešení otázky dalšího zahlazování následků hornické činnosti. První doložené záznamy o cíleně realizovaných rekultivacích v Podkrušnohoří jsou již z počátku 20. století,⁵² k většímu rozvoji rekultivačních prací došlo až ve 20. letech 20. století. Například v roce 1928 Správa dolu Jiří v Lomnici založila první lesní školkou pro pěstování sazenic pro rekultivační účely. K systematickým rekultivacím začalo docházet v 50. letech 20. století a Česká republika se zařazovala mezi státy se špičkovou rekultivací.

Prvním regionem, který byl velkoobjemovou těžbou vážně narušen a v současnosti je jedním z nejvíce postižených, je oblast Podkrušnohoří. Základním problémem, který bylo nutné v souvislosti s velkoobjemovou těžbou řešit, byla otázka velkých záborů orné půdy způsobených potřebou prostoru pro

⁵² Z roku 1910 z oblasti Pochlovic a Lítova a z let 1912 a 1913 z Bukovanska na Sokolovsku, kde byl na těžbou narušených plochách dolu Adolf-Žofie vysázen nový les (1 ha javorů).

ukládání skrývky na výsypky, kdy docházelo ke značným záborům půdy i mimo dobývací prostory (pro tzv. vnější výsypky). Otázky spojené s velkými záborů půdy následně vedly k infiltraci problematiky rekultivací do řady zákonů, příkladem je zákon č. 48/1956 Sb., o ochraně půdního fondu, který ukládal mimo jiné těžebním organizacím povinnost vypracovat plány likvidace důlních škod, na vlastní náklady provádět rekultivace všech těžbou dotčených pozemků a odděleně skrývat vrchní kulturní vrstvu půdy (ornice). Rekultivační povinnosti těžebních organizací byly začleněny i do zákona č. 41/1957 Sb., o využití nerostného bohatství, zákona č. 166/1962 Sb., o lesích a lesním hospodářství, nebo zákona č. 53/1966 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. V 70. letech 20. století se začala výrazněji uplatňovat hlediska rekultivační tvorby ekotopu, který vznikl úpravou nové půdy, tvárností terénu a novým vodním režimem. Využívala se k tomu nejen zachráněná ornice, ale i melioračně hodnotné substráty. Direktivně však byla prosazována prioritou zemědělských způsobů rekultivace jako náhrady za velké úbytky zemědělského půdního fondu. Období 80. let 20. století bylo charakterizováno přechodem k cílené tvorbě zemědělských, lesních a vodních ekosystémů a začaly se také v omezeném rozsahu rozvíjet tzv. sociálně efektivní rekultivace. Například na Mostecku je příkladem letiště na Sřimické výsypce, rekreační vodní plocha Vrbenský-Matylka, autodrom na výsypce lomu Vrbenský nebo vinice na výsypce Šmeral VII.

Po roce 1990 probíhaly rekultivace v nových společensko-politických podmínkách, které se odrazily ve změně organizační struktury těžebních organizací, v novém vlastnickém vztahu k půdě, novým přístupem řady dodavatelů k projektování i realizaci rekultivací a do rekultivační praxe se promítl i výrazně zvýšený respekt k environmentálním a ekologickým zásadám. V platné legislativě jsou rekultivace a sanace těžbou narušených území součástí zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství. V rámci novelizací horního zákona po roce 1989 byla organizacím při dobývání výhradních ložisek nerostů uložena nově důležitá povinnost zajistit sanaci a rekultivaci všech pozemků dotčených těžbou. Horní zákon v současném platném znění také ukládá těžebním organizacím povinnost tvorby rezervy finančních prostředků⁵³ na sanaci a rekultivaci. Vlastní tvorbu finanční rezervy schvaluje příslušný obvodní báňský úřad a její čerpání obvodní báňský úřad po dohodě s Ministerstvem životního prostředí ČR. Jedním z důvodů vytváření finanční rezervy je dlouhodobost dobývacího procesu, změna vlastníků, a tím i otázka přebírání závazků. Rezerva je tvořena například v případě hnědého uhlí měrným zatížením každé vytěžené tuny uhlí.

Některé rekultivační práce jsou prováděny již v průběhu těžby, jiné až po jejím úplném ukončení. Z dosavadních zkušeností v České republice i zahraničí vyplývá, že obnovy těžbou narušených ploch lze dosáhnout pomocí dvou základních metod, a to přirozenou revitalizací a biotechnickou rekultivací.

Podstatou metody **přirozené revitalizace** je ponechání poškozených částí krajiny přirozené sukcesi. Ekologická sukcese na stanovištích vede k získání harmonicky vyvážených a ekologicky hodnotných biocenóz. Přirozené procesy vývoje vegetace a celých biocenóz jsou však relativně dlouhodobé.

Biotechnologické rekultivace zahrnují technickou a biologickou část. *Technická část* rekultivací zahrnuje vytvoření ekotopu potřebných kvalitativních parametrů, zejména z hledisek morfologie, půdy a vodního režimu. Jedná se především o terénní úpravy, navážky úrodných a melioračně hodnotných zemín a o hydromeliorační úpravy. Do této skupiny lze řadit i výstavbu komunikací, kterými je rekultivované území opět zpřístupněno. V návaznosti na technické úpravy jsou prováděny **biologické rekultivace**. Podle způsobu biologické rekultivace se vymezují obvykle čtyři základní typy rekultivací, a to zemědělské, lesnické, hydrické a ostatní.

⁵³ Vyčíslení předpokládaných nákladů na sanaci a rekultivaci, včetně návrhu na výši a způsob tvorby finanční rezervy, musí být součástí plánů otvírky, přípravy a dobývání výhradního ložiska i plánů likvidace hlavních důlních děl a lomů, zpracovávaných a předkládaných podle zákona č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě (v platném znění), a podle vyhlášky č. 104/1988 Sb. (v platném znění).

Základní typy biologické rekultivace:

- *Zemědělské rekultivace* – zahrnují agrotechnické práce od přípravy půdy a osetí až po sklizeň a jsou řešeny nejčastěji tvorbou polních kultur (polí, luk, pastvin) nebo jako zakládání speciálních zemědělských kultur (například ovocných sadů a vinic).
- *Lesnické rekultivace* – většinou znamenají založení lesní kultury, které vyžaduje úpravu terénu, avšak většinou jsou realizovány založením kultury bez převrstvení úrodnými zeminami.
- *Hydrické (hydrologické) rekultivace* – zahrnují na poddolovaných pozemcích, výsypkách, ale hlavně ve zbytkových lomech výstavbu vodních nádrží, vodních toků a zatopení zbytkových jam a poklesových sníženin.
- *Ostatní rekultivace* – zahrnují všechny ostatní způsoby, mezi které například patří přeměna na sportovní areály (golfová hřiště) či rekreační plochy.

Z hlediska historického aspektu převažoval na území ČR až do roku 1990 lesnický a zemědělský způsob rekultivací. Hydrické a ostatní rekultivace tvořily jen nepatrnou část. Například v Podkrušnohoří tvořily do roku 1990 lesnické rekultivace téměř 60 % a zemědělské 38 % z celkové plochy rekultivovaných území. V případě lesnických rekultivací do roku 1990 převládala tendence podřizovat druhovou skladbu extrémně výsypkových stanovišť. Výrazně omezujícím faktorem byly extrémně vysoké obsahy průmyslových imisí v ovzduší, které z lesnického sortimentu vylučovaly jehličnany. Teprve následně byla tato strategie řešena přednostní úpravou stanoviště s následnou možností současné výsadby souboru přípravných, melioračních a současně i hospodářsky cenných cílových dřevin (Štýs, 1990). Postupným snižováním průmyslových emisí i imisí se docílilo stavu, kdy přestaly být existenčním limitem pro jehličnany. Pouze omezeně byly do roku 1990 využívány hydrické rekultivace. Do roku 1990 zaujímaly vodní plochy vzniklé v rámci rekultivačního programu rozlohu přibližně 200 ha. Nejznámějšími byly vodní plochy založené ve zbytkových lomech Barbora a Otakar, Gustav I, Leontýna, Marie, Karolina, Benedikt a Vrbenský. Všechny tyto rekultivační akce měly polyfunkční povahu a jsou využívány jednak jako složka krajinného ekosystému, jednak k rekreaci, sportu a rybářským účelům.

S postupným útlumem povrchové těžby po roce 1990 nastala potřeba zahlazovat také zbytkové jámy povrchových lomů. Pro potřeby územního plánování byl vytvořen generel rekultivací, ve kterém byla navržena možnost plnohodnotného začlenění těžbou narušených území do krajiny. Generel rekultivací (vytvořený v roce 1993)⁵⁴ byl zpracován s výhledem do úplného ukončení těžby uhlí na Sokolovsku a navrhuje snížení podílu zemědělských rekultivací ve prospěch lesnických a především vodohospodářských a ostatních rekultivací. Na ostatních rekultivacích mají zájem především okolní obce, které chtějí původní těžbou narušené území využívat pro výrobní a rekreační činnosti. S ohledem na skutečnost, že budou rekultivace na Sokolovsku probíhat nejméně příštích 50 let (ukončení těžby na lomu Družba je plánováno kolem roku 2043), budou se po tu dobu ještě názory na způsob a metody rekultivace dále vyvíjet. V západní části Sokolovské pánve byla těžba ukončena v roce 2000 a provádí se zde sanační a rekultivační práce na bývalých těžebních lokalitách a jejich výsypkách (lokality Medard-Libík, Lítov-Boden, Michal nebo Silvestr).

⁵⁴ Vytvořený generel pro území Sokolovské pánve reagoval na usnesení vlády ČR č. 490/1991 (ze dne 27. listopadu 1991) K programu ozdravení životního prostředí v okrese Sokolov na léta 1992–1995 s výhledem do roku 2000, kdy bylo MHPR ČR ve spolupráci s MŽP ČR a obcemi uloženo zpracovat dlouhodobý generel rekultivací, včetně obnovy vodních ploch a vodohospodářských poměrů oblastí po těžbě uhlí a rud, s cílem dosáhnout maximální diverzitu, ekologickou stabilitu a estetickou hodnotu rekultivované krajiny.

Tab. 6: Typy rekultivací v Podkrušnohoří (stav k 31. 12. 2006)

Typ rekultivací	MU, a. s.		SD, a. s.		SU, a. s.		celkem	
	Plocha (v ha)	Podíl (v %)	Plocha (v ha)	Podíl (v %)	Plocha (v ha)	Podíl (v %)	Plocha (v ha)	Podíl (v %)
Ukončené celkově								
Zemědělské	1 514	25,2	1 415	41,2	1 095	35,6	4024	32,1
Lesní	2 951	49,1	1 566	45,6	1 794	58,4	6311	50,4
Hydrické	136	2,2	134	3,9	78	2,5	348	2,8
Ostatní	1 411	23,5	319	9,3	106	3,4	1836	14,7
Celkem	6 012	100,0	3 434	100,0	3 073	100,0	12519	100,0
Rok 2006								
Rekultivace:	Plocha (v ha)		Plocha (v ha)		Plocha (v ha)		Plocha (v ha)	
Rozpracované	1 793		2 579		2 579		6 951	
Zahájené	0		255		897		1 152	
Ukončené	413		343		184		940	

Zdroj: Výroční zprávy společností Mostecká uhelná, a. s., Severočeské doly, a. s., Sokolovská uhelná, a. s.

V současné době jsou v **Podkrušnohoří** rekultivace zahájené na celkové ploše téměř 7 tis. ha a ročně je zde dokončováno okolo jednoho tisíce hektarů rekultivací (940 ha v roce 2006), na což jsou vynakládány stovky milionů korun ročně z prostředků těžebních společností (762 mil. Kč v roce 2006) a desítky milionů ze státního rozpočtu.

Největším problémem revitalizace krajiny Sokolovské a Mostecké pánve bude závěrečná sanace zbytkových jam současných velkolomů. Zpracované generely rekultivací v obou revírech doporučily řešit jejich zahlazení hydrickou rekultivací, přitom již v předchozích letech bylo v Podkrušnohoří v souvislosti s těžbou vytvořeno mnoho vodních nádrží, z toho devět významných. Vodní nádrže byly postaveny jednak pro ochranu lomových provozů velkolomů před neřízeným přítokem povrchových vod (například vodní nádrže Kyjice, Modlany, Kateřina), jednak v rámci rekultivací zbytkových jam menších lomů (například lom Gustav ve Varvažově, Barbora severozápadně od Teplic, Hamr u Litvínova, Elisabeth, Benedikt a Vrbenský-Matylda u Mostu). Zbytkové jámy v oblasti severočeské hnědouhelné pánve vznikaly převážně po druhé světové válce postupně tak, jak končila těžba malolomů a středních lomů, které byly většinou situovány ve výchozových a mělce uložených partiích uhelných slojí a v separátních malých pánvích. Rizikové mohou být nádrže zejména z důvodu návaznosti těžené sloje na uhelnou sloj těženu v hlubší pozici pánve hlubinným způsobem, což může způsobit průvaly vod do důlních chodeb a stařin.

Zasypání zbytkových jam není možné při opětovném rozebírání výsypek, protože převážná část vnějších výsypek byla již rekultivována a nebyly by finanční prostředky k takovým přesunům hmot. K likvidaci zbytkových jam by bylo zapotřebí přemístit zpět z výsypek několik miliard m³ zemin na poměrně velké vzdálenosti. Některé zbytkové jámy jsou v současnosti dále průmyslově využívány. Příkladem je zbytková jáma lomu Saxonie, která je využívána k ukládání kalů z Úpravny uhlí Komořany, zbytková jáma lomu Vrbenský je vyplněna vnitřní výsypkou a byla v ní realizována rekreační vodní plocha Matylda, zásobovaná vodou z Ohře. Specifické využití má i zbytková jáma Venuše (v místě bývalého lomu Nové pole), využívaná jako plaviště popelových odpadů vzniklých při výrobě ve společnosti Chemopetrol Litvínov, a. s., které je v provozu již od roku 1976.

V závěrečné fázi ukončení těžeb na jednotlivých lokalitách v letech 2020–2040 by mělo být v Podkrušnohoří vytvořeno celkem 8 jezer (tab. č. 7) o plochách v řádech stovek hektarů. Největší objem vody

bude mít jezero v prostoru bývalého lomu ČSA (760 mil. m³), což je objem vyšší, než má v současné době největší přehradní nádrž v ČR vodní nádrž Orlík.

Tab. 7: Vodní plochy vznikající hydrickými rekultivacemi v oblasti Podkrušnohorských pánví

Název lomu varianta	Zahájení	Vodní plocha		Objem vody (mil. m ³)	Hloubka (m)	
		(v ha)	Hladina (m n. m.)		prům.	max.
Chabařovice	2001	252,0	145	35,0	15,6	23,3
Most-Ležáky	2006	322,5	199	72,4	22,4	59,0
Medard-Libík	2010	501,4	401	138,0	27,5	51,0
ČSA						
<i>mělká</i>	2020	701,0	180	235,8	33,7	130,0
<i>hluboká</i>	2020	1 259,0	230	760,0	60,4	150,0
Šverma-Hrabák ¹⁾						
<i>varianta 1</i>		342,0	195	35,6	10,4	37,0
<i>varianta 2</i>	2050	390,1	215	73,6	18,8	40,0
Bílina ²⁾	2037	1 145,0	200	645,0	56,0	170,0
DNT-Březno-Libouš	2038	640,0	277	110,4	17,3	52,0
Jiří-Družba	2038	1 322,3	394	514,9	40,6	93,0
Celkem						
<i>minimální</i>	2001	5 199,2	–	1 788,1	–	170
<i>maximální</i>	2001	5 805,3	–	2 350,3	–	170

Poznámka: 1) jedna zbytková jáma; 2) neprůtočná varianta; zahájení = předpokládané zahájení napouštění
Zdroj: Souhrnné plány rekultivace

Hydrický způsob rekultivace byl zvolen u některých zbytkových jam i v Sokolovské pánvi, například lomy Michal,⁵⁵ Boden, Medard-Libík a s hydrickou rekultivací se uvažuje i při zahlazení poslední zbytkové jámy (Družba-Jiří) po ukončení těžby na Sokolovsku. Na rekultivacích prováděných od roku 2001 do úplného zahlazení hornické činnosti se mají podle současných plánů hydrické rekultivace podílet přibližně třetinou.

Na lomu Medard-Libík na Sokolovsku byla ukončena těžba uhlí v březnu 2000. Území dotčené hornickou činností má rozlohu 1183 ha. Po posouzení několika variant byl plán likvidace zpracován na variantu průtočného jezera s hladinou na kótě 401 m n. m. Vzniklé jezero bude mít plochu 501 ha, objem vody 138 mil. m³ a maximální hloubku 50 m. Napouštění jezera se předpokládá v letech 2010 až 2013. Podobně je plánován vznik vodních ploch i v místech zbytkových jam po lomech Jiří a Družba po roce 2035, kdy by měla být definitivně ukončena těžba uhlí v sokolovské části pánve. Plány počítají se vznikem velké vodní plochy (rozloha 1322 ha) s objemem vody více než 500 mil. m³ a maximální hloubkou až 93 m (průměrná hloubka 40 m).

Vodní plochy, které vzniknou v mostecké části pánve v lokalitách Most-Ležáky, ČSA a Šverma-Vršany, by měly mít celkovou rozlohu 1972 ha, což je plocha odpovídající rozloze bývalého Komořanského jezera v roce 1831. Komořanské jezero,⁵⁶ jehož původní plocha kolísala okolo 5600 ha, bylo lokalizováno

⁵⁵ Rekultivace lomu Michal na Sokolovsku byla první větší hydrickou rekultivací v Podkrušnohoří. Vodní plocha o rozloze 28 ha a maximální hloubce 6 m (objem nádrže 716 tis. m³) vznikla v místě, kde byla těžba ukončena v roce 1988.

⁵⁶ Komořanské jezero vzniklo na konci pleistocénu jako mělké průtočné jezero na toku Bíliny, pravděpodobně postupným odtáváním permafrostu. Z důvodu požadavků těžby (a také nemožnosti využívání okolních podmáčených ploch) se od roku 1831 začalo uměle odvodňovat. Zbytky jezera jsou dochovány na mapách ještě z počátku 20. století.

pod zámekem Jezeří a na jeho březích bylo doloženo osídlení již v období paleolitu. V současné době je v místě bývalého jezera povrchový lom ČSA, jehož dno je nejnižší položeným místem v ČR (30 m n. m.).

Vodohospodářské řešení napouštění jezer vychází z významných zdrojů povrchových vod z povodí Ohře a Bíliny. Obdobná situace v realizaci rekultivací je i na německé straně Krušných hor, kde vznikají desítky jezer jak v oblasti lužického, tak i středoněmeckého revíru. Do popředí zájmu vystupuje proto již v současné době problematika budoucího využití těchto jezer.

Proces rekultivací probíhá ve větším měřítku také v **Ostravské pánvi**, kde byly systematické rekultivace zahájeny podobně jako v Podkrušnohoří v 50. letech 20. století.⁵⁷ Za nejstarší rekultivace v rámci ostravsko-karvinského revíru lze považovat ozeleňovací akce realizované v letech 1957–1961 tzv. jamkovou výsadbou lesních sazenic a keřů na novém odvalu dolu Zárubek. Následovala rekultivace haldy dolu Jan Šverma (10 ha) v roce 1959 a další menší výsadby v rámci asanace a rekultivace několika odvalů. V první fázi bez jakéhokoliv seriózního výzkumu, často také za použití nevhodného sadbového materiálu. Prvním mezníkem v rekultivační činnosti na Ostravsku se stal rok 1957, kdy byla sloučena rekultivační střediska v jedno se sídlem v Dolní Suché, ze kterého byl postupně vytvořen specializovaný rekultivační závod se sídlem v Orlové. Zvyšující těžba uhlí vyvolala potřebu zajišťovat zabezpečování sanace a rekultivace na vyšším a komplexnějším stupni organizace a řízení. Z tohoto důvodu byl od 1. 1. 1962 zřízen samostatný podnik OKD – Rekultivace, n. p., se sídlem v Orlové.⁵⁸

V současné době se zahlazením následků hornické činnosti po metodické stránce a zejména zpracováním „komplexních plánů zahlazení“ zabývá OKD, a. s. IMGE, odštěpný závod v Ostravě. Komplexní plány zahlazení představují podrobnou územní analýzu vlivu poddolování na povrch v dobývacím prostoru, vyhodnocení všech složek krajinné infrastruktury a technický i biologický návrh na jejich zahlazení. Jejich výstupem je ucelený koncepční dokument konfrontovaný s územně plánovací dokumentací (územními plány a urbanistickými studiemi), prvky ÚSES a významnými krajinnými prvky.

V současné době podnik realizuje rekultivace na ploše přibližně 600 ha a od roku 1990 byly proinvestovány řádově miliardy korun na rekultivační projekty. V rámci technické fáze rekultivací byly činnosti zaměřeny zejména na vyrovnávání terénních nerovností vzniklých v důsledku poddolování. Antropogenní sníženiny (poklesové kotliny, pinky) byly vyplňovány hlušinou s cílem dalšího možného využití jako manipulační plochy, plochy pro podnikání, plochy pro průmyslovou výrobu nebo jako výsypky komunikací. V rámci biologické fáze rekultivace je na Ostravsku v současné době preferováno zalesnění a zatravnění, prováděny jsou také hydrické rekultivace, obnovovány parky a celkově revitalizováno území.

Mezi významné projekty patřily sanace a rekultivace na území Darkova, Lipin, Bonkova, Oprechtického lesa, Křemence, Špluchova a Svojsíkova údolí, v povodí Karvinského potoka, v prostoru nádrže Hlubina a kalových nádrží dolu Lazy. Například sanace a rekultivace území Darkov (s plánovaným dokončením v roce 2010) zahrnuje území o rozloze 147 ha, kde postupně vzniká prostor pro příměstskou rekreaci s lesními porosty, vodní plochou („Darkovské moře“), volnými loukami a s přístupovou komunikací. Rekultivace území Lipiny (55 ha) má cílový stav vytvoření golfového hřiště. V případě rekultivací v povodí Karvinského potoka bylo součástí projektu zachování poddolováním ovlivněné stavby kostela sv. Petra z Alcantary i památkově chráněné těžní věže a budovy bývalého dolu Gabriela. Rizikovým faktorem převážně lesnických rekultivací na Ostravsku patří druhová skladba vysazovaných dřevin, která často neodpovídá požadavkům na tvorbu přirozeného prostředí. Vysazovány jsou druhy dřevin dostupné ve školkách, často exotické, bez ohledu na druhovou skladbu a místo původu (provenienci). Tato praxe zřejmě bude znamenat trvalou korozi genofundu místních dřevin.

⁵⁷ Na základě vypracovaného programu Asanace a rekultivace ploch v ostravsko-karvinském revíru (z roku 1954).

⁵⁸ V rámci transformace OKD po roce 1989 se podnik stal podnikem OKD – Rekultivace odštěpným závodem OKD, později akciové společností OKD.

Způsob zahlazování následků hornické činnosti se v rámci ostravsko-karvinského revíru výrazně liší v ostravské a karvinské části. Specifikem ostravské části pánve, kde byla těžební činnost ukončena na území města Ostravy již na počátku 90. let 20. století, bylo zřizování odvalů a nádrží uvnitř zástavby města. Často byly výsypky využívány k zásypům depresí nezpůsobených těžbou s cílem minimalizovat vznik nových tvarů v území. I proto nebylo nutné realizovat velkoplošné rekultivace. Na straně druhé v karvinské části došlo vlivem těžby k vysídlení celých částí obcí a k devastaci rozsáhlých ploch volné okolní krajiny, i proto se rekultivace Karvinska řeší v současné době velkoplošně po jednotlivých lokalitách vzájemně nepropojených (metoda kosterní rekonstrukce území). Jedním z realizovaných projektů rekultivace v ostravsko-karvinském revíru je obnova původně zámeckého parku na území města Orlová. Park i secesní zámek byly narušeny důlními vlivy natolik, že byly v 70. letech 20. století zbourány. Obnova byla zahájena v roce 1994 a výsledkem je park (7 ha) obklopující kulturně-historickou památku novogotického kostela Narození Panny Marie.

Příkladem realizovaných rekultivací po roce 2006 je lokalita Bartečkovy rybníky (plocha 40 ha), která byla v minulosti ovlivňována hornickou činností závodu Jindřich dolu ČSA. Lokalita je situována v relativně husté zástavbě rodinných domů, kde se vlivy poddolování projeví vznikem terénních deformací (zlomy, stříhy, terénní vlivy), které byly příčinou nutné likvidace veškeré zástavby. Výsledkem rekultivace je zázemí budoucímu urbanistickému využití pozemků v okrajové části města Karviná. Podobně problematická je rekultivace v části Lazy města Orlová v lokalitě Lazecká stružka, kde poklesy terénu způsobily vyběření Lazecké stružky a vytvoření bezodtokové kotliny, což vedlo opět k likvidaci bytového fondu, včetně inženýrských sítí a komunikací. Při rekultivaci terénu vznikl nový antropogenní reliéf akumulací více než jednoho mil. m³ hlušiny a vytvořením antropogenních násypů o výšce až 10 m, což je mimo jiné dokumentací toho, jak velkým objemům přesunu materiálu dochází i po ukončení hornické činnosti.

V územích s ukončenou těžbou rud a v oblastech, kde již nepůsobí nástupnické těžební společnosti, nebo v lokalitách, kde závazky za těžbou narušené území převzal stát, zabezpečuje rekultivace a sanace státní podnik **Diamo, s. p.**, Stráž pod Ralskem. Podnik se zabývá zejména likvidací hlubinných dolů po těžbě uranu a ostatních rud a sanací a rekultivací ve vybraných lokalitách ostravsko-karvinského revíru. V souladu se státní politikou postupného zlepšení kvality životního prostředí a zahlazování negativních důsledků průmyslové činnosti z minulosti tzv. starých zátěží je tento program financován státem a tvoří jej konkrétně realizace útlumového programu uranového průmyslu a zahlazování následků průzkumu těžby a úpravy ložisek uranu, dokončení zahlazování následků po těžbě a zpracování rud po zaniklém státním podniku Rudné doly Příbram, likvidační a sanační práce po těžbě uhlí na Rosicko-oslavansku a v oblasti lignitových dolů Hodonín, likvidační a sanační práce po těžbě černého uhlí v utlumené části ostravsko-karvinského revíru, převzaté od OKD, a. s. Ostrava a sanace ekologické zátěže po rafinérské výrobě bývalého státního podniku OSTRAMO v Ostravě. V rámci realizace uvedených projektů spravuje státní podnik DIAMO na území České republiky více než 6 tis. lokalit, včetně starých ekologických zátěží, provozuje téměř 40 čistíren důlních a odpadních vod a postupně sanuje 584 ha odkališť a téměř 50 mil. m³ odvalů. Jednou z nejproblematictějších lokalit je sanace po chemické těžbě uranu na Českolipsku, kde se jedná o komplexní likvidaci těžebně úpravárenských kapacit (založení 690 tis. m³ volných prostor v podzemí hlubinného dolu, rekultivace 187 ha odkališť) a rozsáhlou sanací horninového prostředí po chemické těžbě uranu na ploše 24 km². K dalším významným aktivitám státního podniku patří sanace 290 ha odkališť bývalé chemické úpravní uranu v Mydlovarech na Česko-budějovicku, likvidace a sanace pozůstatků těžby uranu na ložisku Příbram nebo dlouhodobé čištění vytékajících důlních vod na lokalitách Licoměřice v Železných horách, Horní Slavkov ve Slavkovském lese a Drahonín na Českomoravské vrchovině.

Specifickou záležitostí zahlazování následků hornické činnosti je likvidace vrtů a těžebních sond sloužících v minulosti k geologickému průzkumu a těžbě ropy a zemního plynu. V současně platné legislativě jsou podobně jako zbytky těžebních zařízení i kaliště klasifikována jako *tzv. staré ekologické zátěže* ohrožující svým technickým stavem životní prostředí a především zdroje pitných vod. Nejvyšším stupněm ohrožení (podle materiálů MŽP ČR) jsou vrty v údolní nivě řeky Moravy, v oblasti chráněné přirozené akumulace vod „Kvartér řeky Moravy“. V současné době je evidováno téměř 200 starých vrtů, které z důvodů ohrožení okolí vyžadují radikální řešení. Na jejich sanaci se podílejí jednak prostředky z fondu Ministerstva životního prostředí ČR, jednak prostředky společnosti MND, a. s., která je dominantním těžařem ropy a zemního plynu v ČR. Nebezpečí vyplývají i z možné kontaminace hraničních toků řek Dyje a Moravy, a přesahují tak svým významem hranice České republiky.

6 OVLIVNĚNÍ PŘÍRODNÍCH ENDOGENNÍCH GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESŮ

Působení člověka na reliéf se od nejstarších prehistorických a historických období postupně zvyšuje a nabývá na intenzitě. Zatímco v počátečních fázích docházelo pouze k minimálnímu narušení přírodního prostředí, postupně začal člověk ovlivňovat působení přírodních exogenních činitelů, což se výrazně projevovalo například v urychlení či zpomalení erozních procesů. S rozvojem techniky a poznání nabývají aktivity člověka takových rozměrů, že ovlivňují většinu zemského povrchu a svými důsledky pak globálně celou planetu. Přírodní prostředí je antropogenní činností narušeno na jednotlivých kontinentech s rozdílnou intenzitou a lze obecně charakterizovat míru narušení ve vazbě na hustotu osídlení a ekonomickou vyspělost území. S postupným vyčerpáváním přírodních zdrojů na kontinentech se narušení přírodního prostředí posouvá i na oceánské dno. Vedle vzniku nových antropogenních tvarů a ovlivnění exogenních geomorfologických procesů dochází počínaje 20. stoletím i k ovlivňování endogenních geomorfologických procesů.

V současné době se tak vliv lidské společnosti na reliéf Země projevuje třemi základními způsoby, a to:

- přímým nebo nepřímým ovlivňováním přírodních geomorfologických procesů, a to jak jejich urychlováním, tak zpomalováním,
- neplánovaným (nezáměrným) vytvářením povrchových tvarů,
- plánovitým (záměrným) vytvářením nových antropogenních (technogenních) tvarů antropogenními (technogenními) geomorfologickými procesy.

Hlavní způsoby působení lidské společnosti na georeliéf lze podle J. Demka (1987) klasifikovat následovně:

1. **Ovlivnění přírodních endogenních geomorfologických procesů**, které se projevuje například vyvoláváním antropogenních zemětřesení a vznikem následných povrchových tvarů a vyvoláváním antropogenních izostatických pohybů, zejména poklesů povrchu.
2. **Ovlivnění přírodních exogenních geomorfologických procesů**, a to zejména urychlení přírodních exogenních procesů (zvětrávání, svahových procesů, fluvialních erozních a akumulacních procesů, zejména odnosu půdy, kryogenních procesů, zejména termokrasových, eolických procesů, marinních a lakustrinních procesů) a zpomalení přírodních exogenních procesů, zejména svahových procesů, fluvialních, marinních a lakustrinních procesů a eolických procesů.
3. **Vyvolání antropogenních procesů**

Ovlivnění endogenních geomorfologických procesů se projevuje nejčastěji v oblastech, kde dochází k velkému zatížení zemského povrchu (velké kubatury zástavby, přehradní nádrže), v místech intenzivní podpovrchové těžby nerostných surovin nebo v oblastech s velkoobjemovým čerpáním podzemní vody. Endogenní geomorfologické procesy výrazně ovlivňují také aktivity, které vyvolávají velké otřesy (např. vypouštění a napouštění vodních nádrží, jaderné výbuchy či jiné velké exploze). K výraznému ovlivnění endogenních procesů dochází i v oblastech podzemního skladování surovin (např. ropy a zemního plynu) či odpadních látek. V základní typologii lze rozlišit dva základní typy ovlivňování endogenních procesů:

- přerozdělení statických tlaků na povrchu reliéfu,
- přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře.

6.1 Přerozdělení statických tlaků na povrchu reliéfu

K přerozdělení statických tlaků na zemském povrchu, které tak ovlivňuje endogenní geomorfologické procesy, dochází nejčastěji při realizaci velkých staveb, které zatěžují svou hmotností podloží. Mezi takové projekty patří například:

- výstavba velkých vodních nádrží,
- výstavba velkých urbanizovaných celků (městských aglomerací),
- výstavba velkých průmyslových areálů,
- výstavba velkých dopravních ploch (velká letiště, mimoúrovňové křižovatky).

K zatížení povrchu dochází akumulací velkého množství stavebního materiálu i vody. Důsledkem zatížení je prohýbání povrchu, které vede ke vniku antropogenně podmíněných sníženin (synklinál). Při náhlém zatížení může docházet k pohybům podél zlomů a doprovodným jevem jsou antropogenně podmíněné otřesy (zemětřesení). Uměle vyvolaná zemětřesení se označují jako *indukovaná seismicitata*. Je podmíněna lidskou činností, při které dochází k déletrvajícím změnám napjatosti v horninovém masivu. Týká se to zejména hlubinné těžby nerostných surovin, okrajově také povrchové lomové těžby, kdy dochází k odstřelům skalních bloků, a tím k rozvolnění skalního masivu. Indukovaná seismicitata je také jedním z negativních důsledků vysokotlakého vtlačení kapalin do vrtů, např. při likvidaci odpadů nebo při napouštění hlubokých nádrží, kdy voda proniká do skalního masivu, snižuje efektivní napětí a umožňuje dílčí pohyb jednotlivých bloků. Zvýšená aktivita v tektonicky oslabených masivech trvá obvykle po celou dobu napouštění nádrže.

Tab. 8: Rychlost poklesů zemského povrchu podmíněných lidskou činností

Region	Druh lidské aktivity (antropogenní ovlivnění)	Rychlost poklesu (mm/ rok)
delta Pádu s Benátkami (Itálie)	čerpání podzemních vod	5–10
Wilmington (USA)	těžba ropy a plynu	740
Las Vegas (USA)	čerpání podzemních vod	35
Taipei (sever ostrova Tchaj-wan)	čerpání podzemních vod	100
Ekofisk (Severní moře)	těžba ropy a plynu	30–70
jezero Mead (Colorado, USA)	přehradní jezero	20
Toktogul, řeka Narin (Kyrgyzstán)	přehradní jezero	20–30
Kariba, řeka Zambezi (Zambie, Zimbabwe)	přehradní jezero	12,7
Orava (Slovensko)	přehradní jezero	5,0

Zdroj: Kukul (1990), Kukul, Reichmann (2000)

Klasickým příkladem ovlivnění reliéfu zatížením, které způsobuje deformaci podložních vrstev, je stavba *vodní nádrže Hoover* (Boulder Dam) na řece Colorado. Vodní nádrž byla lokalizována v Black Canyonu na území USA na hranici mezi státy Arizona a Nevada. Po dokončení v roce 1935 byla největší hydroelektrárnou na světě a také vodní nádrž s největší betonovou gravitační hrází.⁵⁹ Napouštění vodní nádrže bylo zahájeno v roce 1935 a ukončeno v roce 1939. Vodní nádrž vytváří vodní plochu o celkové délce 200 km, hloubce až 150 m a za hrází je zadržováno 37,5 km³ vody. Tento objem odpovídá celkové hmotnosti 3,75.10¹⁰ tun, což s sebou přináší obrovský tlak na podloží. Pohyby dna vodní nádrže dokládají přesná měření, která byla ještě před napuštěním vody do nádrže prováděna v několika

⁵⁹ V roce 1945 tento rekord překonala vodní nádrž Grand Coulee Dam na řece Columbia v USA.

profilech tělesem přehrady. Opakovaná měření krátce po napuštění přehrady v letech 1940–1941 prokázala prohnutí zemské kůry o 0,78 m. Zatížení také vyvolalo indukovanou seizmicitu, která se v letech 1937–1944 projevila více než 6 tis. otřesy s ohnisky zemětřesení v hloubkách 6 až 8 km.

Jiným příkladem je *vodní nádrž Koyna* v Indii, která byla postavena v oblasti Dekkánské tabule u města Koyna. Stavba vodní nádrže byla zahájena v roce 1961. Vody řeky byly přehrazeny 103 m vysokou hrází, za kterou se vytvořila vodní plocha o celkovém objemu 2,8 km³. Krátce po naplnění přehrady v roce 1967 došlo k zemětřesení o magnitudu 6,3 s epicentrem 3 km jižně od vodní nádrže. Důsledkem otřesů byl vznik trhlin a zlomů o délce 10 až 60 m v šířce od několika centimetrů do 0,4 m. Při zemětřesení zahynulo 177 obyvatel.

Na africkém kontinentě byla doložena indukovaná seizmicita u *vodní nádrže Kariba*, kterou za 128 m vysokou hrází tvoří sníženina vyplněná 161 km³ vody. Seizmická aktivita byla v regionu i před napuštěním přehrady, ale po jejím dokončení se několikanásobně zvýšila. Největší otřesy jsou registrovány při naplnění vodní nádrže na maximální vodní stav a dosahují magnituda až 5,8.

Vznik antropogenně podmíněných zemětřesení ve vazbě na výstavbu a provoz vodních nádrží byl na mnoha lokalitách již popsán, ale stále je velmi složité jednoznačně stanovit příčiny seizmických otřesů. Z doposud známých a analyzovaných případů lze jako nutné předpoklady pro vznik antropogenně podmíněných zemětřesení ve vazbě na výstavbu vodního díla považovat pravděpodobnost vzniku otřesů vyšší než 20 % u vodních nádrží s výškou hráze větší než 140 m. V souboru více než 11 tis. vodních nádrží s hrází vyšší než 10 m byly registrovány antropogenně podmíněné otřesy u 0,3 % vodních nádrží, z přehrad s hrází vyšší než 90 m to bylo již 10 % a u přehradních nádrží s hrází vyšší než 140 m to bylo u 21 % vodních nádrží. Přesto s ohledem na složité vztahy vzniku antropogenně podmíněných zemětřesení a výstavby a provozu vodních nádrží není závislost vždy jednoznačná. Navíc s ohledem na lokalizaci vodních nádrží jsou podmínky jednotlivých nádrží nesrovnatelné. Počátek seizmických jevů v lokalitách velkých vodních nádrží souvisí s napouštěním přehradní nádrže, kdy při zvyšování vodní vrstvy roste počet (četnost) a intenzita zemětřesení. Přírodní poklesy zemského povrchu nejsou obvykle rychlejší než 0,5 mm za rok, zatímco poklesy ovlivněné lidskou činností jsou mnohonásobně rychlejší.

Na území České republiky se velká přehrada v mezinárodní klasifikaci, tj. vodní nádrž s hrází vyšší než 100 m, nenachází. Největšími vodními nádržemi jsou vodní nádrž Dalešice na Jihlavě s hrází vysokou 99,5 m, vodní nádrž Orlík s největším zadržovaným objemem vody a vodní nádrž Lipno s největší vodní plochou. Na základě měření v oblasti Orlické přehrady byly zjištěny poklesy dna vodní nádrže dosahující průměrné hodnoty 0,12 mm/rok (zaměřil Mačák 1980). S ohledem na stavbu jaderné elektrárny Temelín byla 90. letech 20. století provedena podrobná měření, při kterých byla zjištěna epicentra zemětřesení jako reakce zemské kůry na zatížení přehradním jezerem Orlické přehrady.

Podle J. Demka (1984) je vznik antropogenně podmíněných zemětřesení u velkých vodních nádrží způsoben:

- napětím v zemské kůře a přítomností zlomů,
- výskytem rozpukaných hornin s možností infiltrace vody do hloubky,
- výskytem heterogenních hornin na dně nádrže → umožnění pohybu do hloubky pod tlakem,
- litologickým složením podloží, kdy v sedimentech dochází k sesedání bez průvodní seizmiky.

K přerozdělení statických tlaků na zemském povrchu dochází také při velkém zatížení podloží stavbou velkých urbanizovaných celků (městských aglomerací), kdy na malém prostoru dochází k zatížení stavbami, komunikacemi a doprovodnými investicemi. V místech největšího zatížení (např. v místech výstavby mrakodrapů) dochází k prohnutí zemského povrchu, což kompenzuje na obvodu kruhová zóna kompenzačních zdvihů. Při výstavbě velkých aglomerací se jedná o intenzivní antropogenní ovlivnění

na relativně malé ploše, kdy pro výstavbu velkých obytných komplexů jsou hloubeny velké podzemní objekty (např. garáže), je tak odstraňováno množství materiálu, který se přesouvá na lokality, kde vznikají sídelní plošiny postupným vyrovnáváním terénních nerovností. Změna vegetačního krytu, čerpání podzemní vody i samotná výstavba (stavby, komunikace, trasy metra, podzemní kolektory) narušují přirozený hydrologický režim. Negativní je zejména snížení přirozené infiltrace a odčerpávání podzemní vody. Celkově dochází k velkému zatížení zemského povrchu, kdy měřené hodnoty dosahují řádově až desítek milimetrů za rok. K podobnému zatížení dochází i při výstavbě velkých průmyslových areálů či velkých dopravních plošin.

Tab. 9: Rychlost poklesu zemského povrchu v některých světových velkoměstech

Velkoměsto	Příčina poklesu	Období	Celkový pokles (v cm)
Mexico City	nestabilní podklad	1985–1990	850
Londýn	zástavba, čerpání vody	1750–1990	50
Bangkok	nestabilní podklad, čerpání vody	1900–1990	100
Osaka	zástavba, čerpání vody	1928–1990	300
Tokio	zástavba, nestabilní podklad, čerpání vody	1950–1990	450
Long Beach, Kalifornie	čerpání vody	1941–1990	900

Zdroj: Kukul (1990), Kukul, Reichmann (2000)

6.2 Přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře

K přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře dochází zejména při vyčerpávání a načerpávání velkých množství tekutin, při otřesech způsobených výbuchy či propady v místech hlubinných děl. Nejvíce antropogenních zásahů ovlivňujících přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře je v oblastech:

- těžby ropy a zemního plynu,
- čerpání velkých objemů podzemních vod,
- poddolovaných hornickou činností (nejvíce hlubinná těžba uhlí),
- pozemních výbuchů (průmyslová a vojenská činnost).

V posledních letech se pro monitoring poklesů používá nových metod měření. Jednou z nich je i technika syntetické hloubkové radarové interferometrie (InSAR), která je schopna zjišťovat z družic s přesností na milimetry rozdíly výšky na zemském povrchu. Těto vlastnosti se výhodně využívá v geodezii. Předností družicového systému InSAR je možnost zjišťovat poklesy i na vzdálených nebo těžko dostupných místech.

Evropská agentura pro vesmír (ESA) provádí od roku 1994 systematická měření v těsné blízkosti velkých inženýrských staveb. V současné době například měří poklesy půdy v okolí jednoho z největších jámových dolů na světě, na povrchovém dole na měděné rudy Palabora, 360 km severozápadně od Pretorie v JAR. V tomto povrchovém dole se těžilo 38 let a jeho dno je v současné době v hloubce 762 m pod zemským povrchem a na povrchu má průměr přes 2 km. Povrchová těžba byla z ekonomických důvodů ukončena v roce 2002. Pokračuje se v těžbě hlubinnou technikou (komorováním), což však však vyvolává poklesy půdy. Příkladem je utržení 60 mil. tun horniny ze severní stěny lomu, které zasypala dno. S využitím metodiky InSAR, kdy byly pořizovány snímky nepřetržitě po dobu 24 dnů v průběhu roku 2004, bylo zjištěno, že poklesy postihují jen severozápadní sektor, kde velikost poklesů během 24denního cyklu dosahuje 5 a 2 cm.

Jiným z projektů je sledování solných dolů v lázních Reichenhall v Německu či v solných dolech v Kanadě. Při testu prováděném na šachtě Hollinger (Ontario, Kanada) byly naměřeny poklesy 25 až 55 mm v místech, kde klasickými metodami nebyl pokles zjištěn. Šachta Hollinger je již delší dobu mimo provoz.

Narušení zemské kůry, které vede k přerozdělení dynamických tlaků, je četné v lokalitách, kde se **těží ropa a zemní plyn**. Jejich čerpáním může dojít k takovému narušení, které vyvolá silné otřesy. Registrovaná zemětřesení jsou v oblasti ropných polí v Texasu, oblasti Kaspického moře nebo Severního moře.

Vedle těžby ropy a zemního plynu dochází k narušení dynamických tlaků také čerpáním podzemní vody nebo solných roztoků na jedné straně, na straně druhé načerpáváním tekutin a plynů do podzemí.

K velkému narušení zemské kůry dochází v lokalitách **skladování zemního plynu**. Důvodem podzemního skladování plynu je nevyvážená spotřeba, kdy se v letním období vytvářejí přebytky a v zimním období nastává zvýšení spotřeba, na jejíž pokrytí slouží skladované letní zásoby. Počínaje polovinou 19. století, kdy dochází k rozmachu průmyslové výroby, se potřeba skladování svítiplynu stává velmi aktuální. Prvním funkčním plynojemem na světě byl chicagský plynojem s kapacitou 600 tis. m³. Na počátku 20. století se objevily první pokusy s využitím vytěžených ložisek. První podzemní zásobníky plynu využívající vytěžených ložisek byly na světě zprovozněny na americkém kontinentě, kde bylo v roce 1915 pro skladování zemního plynu prvně na světě použito vyčerpaných plynových polí. Bylo to v hrabství Welland v Kanadě. V roce 1916 byl zprovozněn podzemní zásobník plynu u města Buffalo v USA. Největší rozvoj výstavby podzemních zásobníků nastal na americkém kontinentě v 50. letech 20. století. První zásobník plynu na evropském kontinentě byl zprovozněn v roce 1954 v lokalitě Engelsbostel severně od Hannoveru. V roce 1960 byla v Kalifornii dokončena výstavba tehdy největšího podzemního zásobníku s uskladňovací kapacitou 5 miliard zemního plynu. Dalším vhodným využitím podzemních prostor pro skladování zemního plyn bylo vytvoření podzemního zásobníku aquiferního typu.⁶⁰ První pokus byl realizován v roce 1946 v USA, kde byla pro podzemní skladování využita rozpukaná vápencová souvrství v hloubce 170 m na pomezí států Kentucky a Indiana, nepodařilo se z nich však vytěsnit vodu (Plachý, 1995). V roce 1950 bylo ve státě Iowa ve vrstvách pískovců v hloubce 530 až 580 m prvně na světě uskladněno 530 mil. m³ v aquiferové struktuře. Zásobník byl lokalizován v porézních strukturách vodonosné propustné vrstvy, kdy byla voda vytlačena přetlakem plynu. Kavernové podzemní zásobníky využívají uměle vytvořené dutiny, které mohou vzniknout loužením mohutných ložisek soli, výbuchem, hornickým způsobem, kdy se jako volné podzemní prostory využívají staré opuštěné hlubinné doly. Při podzemním skladování zemního plynu se využívá zmrazení okolní horniny, kdy zmrzlá voda v pórech vytváří bariéru pro uhlovodíkové látky.

Příkladem **načerpávání tekutin do podzemí** je vtlačení odpadních vod v oblasti Denveru v USA. V roce 1961 zde byl vyvrtán 3671 m hluboký vrt, do kterého byly postupně pod tlakem čerpány tekuté odpady. Čerpání odpadů doprovázela od samého počátku seizmická aktivita. Za prvních sedm let načerpávání bylo naměřeno více než 600 otřesů s magnitudem i vyšším než 5. Průměrně bylo každý měsíc do vrtu vtlačeno 27 mil. l kapalných odpadů a registrováno více než 50 otřesů, jejichž ohniska ležela v hloubce 4,5 až 5,5 km.

K načerpávání tekutin dochází i z důvodů doplnění zásob podzemních vod. Pokusy se realizovaly například v oblasti Krymu (v okolí města Simferopol), kde po zdvihu hladiny podzemní vody ve vodonosných vrstvách o 5 až 12 m došlo k registrovanému zemětřesení s epicentrem v místě umělé infiltrace.

Specifickou skupinou antropogenní činnosti, která vyvolává přerozdělení dynamických tlaků, jsou **podzemní výbuchy**. Jeden z pokusných polygonů je ve státě Nevada v USA. *Nevadský testovací polygon* je místem, kde probíhaly od roku 1951 až do roku 1992 pokusné atomové výbuchy. Celkem jich bylo provedeno 928 a předpokládá se, že další mohly být v kategorii tajných. Z celkového počtu jaderných

⁶⁰ Podle geologické struktury se podzemní zásobníky člení na: **aquiferní** (akviferové, akviferní) – využívající porézní vodonosné vrstvy, **kavernové** – využívající uměle vytvořené dutiny a **ložiskové** – využívající vyčerpaná přírodní ložiska ropy nebo zemního plynu.

výbuchů byla většina podzemních⁶¹ a 23 bylo silnějších než svržená bomba na Hirošimu. Registrované otřesy (indukovaná seizmicita) dosahují při výbuchu o síle 0,1 až 1,2 megatun TNT magnituda 5 až 6. Při této síle otřesů jsou dokumentovány vertikální pohyby na povrchu o velikosti až 1,2 m, horizontální posuny až o 0,15 m a dochází také k oživení zlomů v délce až 8 km.

Podobné zařízení na testování jaderných výbuchů je i na území Ruska. Jedná se o *střelnici na Nové Zemi* (tzv. Severní novozeemská střelnice), která vznikla v září 1954. První podmořský výbuch proběhl v roce 1955. V roce 1963 začala na Nové Zemi příprava na provedení prvních podzemních jaderných zkoušek a první podzemní jaderný výbuch byl proveden ve štoli v roce 1964. Celkově bylo do současné doby na severní Nové Zemi provedeno 132 jaderných výbuchů, z toho 87 v atmosféře, 1 v podzemí, 2 výbuchy nad vodou, 3 podvodní a 42 podzemních jaderných výbuchů.

Dalším polygonem, kde probíhaly pokusné jaderné výbuchy, je *Semipalatinský výzkumný polygon* (SIP) v Kazachstánu, který vznikl v roce 1949 jako prostor, kde mělo dojít k završení ruského výzkumu jaderné pumy. Celkem bylo na SIP uskutečněno 343 podzemních (v letech 1961–1989) a 118 nadzemních a vzdušných výbuchů (1949–1963). S pokusnými jadernými výbuchy souvisí i pokus na řece Šagan realizovaný v roce 1965, kdy bylo jaderným výbuchem vytvořeno jezero Balapan.

Jaderné střelnice, kde se realizují podzemní výbuchy, jsou i v jiných regionech světa, například v Indii na pouštní střelnici v provincii Rádžasthán.

Do současné doby bylo celkově na zemi provedeno více než 2 tisíce jaderných výbuchů, většinu z nich provedly USA (včetně dvojího použití ve válečném konfliktu) a Rusko (včetně tehdejšího Sovětského svazu). Menší počet výbuchů realizovala Francie, Velká Británie a Čína.

V České republice dochází k přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře v poddolovaných oblastech, zejména v lokalitách s hlubinnou těžbou černého uhlí, v oblastech těžby a uskladňování ropy a zemního plynu a v oblastech velkých jímacích zařízení podzemních vod.

Za poddolovaná území se v české legislativě považují oblasti s doloženou nebo předpokládanou existencí hlubinných důlních děl. Mapují se od roku 1983, kdy byl vytvořen základ „Registru poddolovaných území“. Podle zákona ČNR č. 62/1988 Sb., o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu, je úkolem evidovat území se zvláštními podmínkami geologické stavby. Pro potřeby orgánů územního plánování ČR byly v letech 2002–2006 průběžně zpracovávány a aktualizovány grafické, mapové a datové údaje o jednotlivých poddolovaných územích celé ČR. Poddolovaná území jsou řazena mezi tzv. území se zvláštními podmínkami geologické stavby, které mohou mít vliv na vypracování územně plánovací dokumentace a na životní prostředí. K 31. 12. 2006 bylo v Registru poddolovaných území evidováno na území ČR celkem 5483 objektů⁶² na ploše 1988,9 km². V současné době jsou poddolováním a následnými poklesy terénu nejvíce postiženy části dobývacího prostoru Louky v oblasti Louckých rybníků na Karvinsku, kde se do roku 2008 očekávají poklesy terénu až o 380 cm (případně až 425 cm). Do ukončení hornické činnosti se předpokládá prohloubení obou poklesových kotlin až na 8 m (případně až 12,5 m). Poklesy terénu a intenzivní průmyslová činnost vedly v určitých částech dobývacího prostoru k výrazně nepříznivému ovlivnění přírody a krajiny a narušení ekologické stability území.

Hlubinná těžba se na povrchu projevuje nejen poklesy, ale může také docházet k otřesům. Indukovaná seizmická aktivita, která je následkem dlouhodobé hlubinné těžby černého uhlí, je v oblasti Ostravska příčinou řady silnějších otřesů. Od roku 1989 je registrace otřesů zajišťována sítí seizmických stanic⁶³ situovaných přímo v oblasti dolů a podle statistických zpracování je zaznamenáváno ročně okolo 20 až

⁶¹ V roce 1963 podepsaly USA, tehdejší Sovětský svaz a Velká Británie smlouvu o omezení atomových zkoušek (Partial Test Ban Treaty), která zakazovala jaderné testy v zemské atmosféře, na zemi a pod mořem.

⁶² Zpráva o životním prostředí ČR v roce 2006. CENIA, MŽP ČR, Praha, 223 s.

⁶³ V rámci výstavby regionální seizmické sítě v ostravsko-karvinském revíru byly vytvořeny v roce 1993 dvě sítě seizmických stanic, a to seizmický polygon OKR (OKD) a seizmický polygon Frenštát (AV ČR). Tyto dvě sítě mají za úkol jednak sledovat seizmicitu důlního revíru (důlní otřesy), jednak sledují seizmicitu frenštátské oblasti a styku Českého masívu s Karpatskou soustavou.

50 tisíc jevů s různou energií (Česká geologická služba, 2007). Ty nejsilnější z nich za posledních 10 let (s lokálním magnitudem nad 2,0) jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 10: Největší antropogenně podmíněné otřesy v ČR za období let 1996–2006

Datum	Lokální magnitudo	Oblast
7. 3. 1997	2,7	důl Darkov
15. 4. 1999	2,9	důl ČSA
22. 4. 1999	2,2	důl ČSA-Doubrava
8. 1. 2000	2,5	Ostrava
25. 5. 2000	2,2	Ostrava
24. 8. 2000	2,7	Ostrava

Datum	Lokální magnitudo	Oblast
26. 2. 2001	2,2	Ostrava
13. 6. 2002	3,9	důl Doubrava
7. 10. 2003	2,1	důl Darkov
11. 3. 2004	3,1	důl Lazy
12. 7. 2004	2,7	důl Doubrava
12. 3. 2006	3,0	Ostrava

Zdroj: Česká geologická služba (www.geology.cz)

Nejsilnější otřesy jsou často příčinami důlních neštěstí a jsou lokalizovány řadou národních i mezinárodních seizmologických center (např. USGS, GFÚ AV ČR). Příkladem je otřes na dole Doubrava (13. 6. 2002, 12. 7. 2004) či na dole Darkov (7. 10. 2003). Při seizmickém otřesu na dole Lazy (11. 3. 2004) zahynulo celkem sedm horníků. K závalu o délce 50 m došlo v hloubce 680 m pod zemským povrchem. Jednalo se o největší důlní neštěstí⁶⁴ v České republice od roku 1990.

Podzemní zásobníky v ČR

K ovlivnění zemské kůry dochází také v oblastech těžby ropy a zemního plynu a v lokalitách podzemního skladování zemního plynu.

Pohyby nadloží související s funkcí zásobníku jsou prokazatelná z geodetických měření. Například u zásobníku Hrušky (Břeclavsko) probíhají opakovaná geodetická měření od roku 1978 a dokumentují periodické oscilace odpovídající tlakovým cyklům. Naměřené hodnoty dokládají nárůst náklonu 0,4 až 0,5 mm za rok a náklony celého území s poklesem do centra poklesové sníženiny.

První podzemní zásobník na území tehdejšího Československa byl vybudován v roce 1965. Jednalo se o dodnes činný podzemní zásobník aquiferového typu v *Lobodících*, původně určený pro skladování přebytků svítiplynu. Zásobník je situován v Hornomoravském úvalu jihozápadně od Přerova v těsné blízkosti obce Lobodice. Podzemní zásobník byl vytvořen uměle ve zvodněných vrstvách miocénu karpatské předhlubně.⁶⁵ Vlastní výstavba zásobníku původně určeného pro uskladňování přebytků koksárenského plynu z Ostravské pánve byla zahájena v roce 1962. Provoz zásobníku byl zahájen v roce 1965 a v roce 1968 byl uveden do trvalého provozu.⁶⁶ Vtláčení zemního plynu bylo zahájeno v roce 1991.

Zásobník Tvrdonice (dříve Hrušky) u Břeclavi byl první zásobníkem na území ČR vybudovaným ve vytěžených obzorech ropo-plynového ložiska. Myšlenka na využívání podzemních ložiskových objektů naleziště Hrušky ke skladování letních přebytků plynu a jeho zpětné dodávce do plynárenské sítě v době zvýšené spotřeby vznikla v polovině 60. let 20. století. Ložisko Hrušky je lokalizováno ve Vídeňské pánvi ve východní části moravské čelní předhlubně v blízkosti Břeclavi. Hloubka produktivních ropo-plynových obzorů se pohybuje v rozmezí 1,1 až 2,5 km. Pro uskladňování zemního plynu jsou využívány

⁶⁴ Za největší důlní neštěstí na území České republiky se považuje požár v rudném dole Marie v Příbrami v roce 1892, při kterém zahynulo 319 horníků. Dalším velkým důlním neštěstím byl výbuch plynu na dole Nelson III v podkrušnohorském hnědouhelném revíru v roce 1934 (142 obětí) a v poválečné historii byl nejtragičtějším neštěstím požár na dole Dukla v Havířově, při němž v červenci 1961 zemřelo 108 lidí.

⁶⁵ Zásobník je lokalizován v souvrstvích klastických sedimentů spodního badenu a těsnící horninou jsou bádenské jíly.

⁶⁶ Při uskladňování svítiplynu došlo k některým specifickým problémům. Prvním byla tvorba karbonylů niklu a železa, dalším pak metanizace svítiplynu v ložisku. Vyřešení problému přinesla změna svítiplynu za zemní plyn (vlastní konverze proběhla v letech 1989/1990).

8. sarmatský obzor v hloubce 1,1 km, 12.–14. sarmatský obzor v hloubce 1,25 km a 9. bádenský obzor v hloubce 1,6 km. Obzory naleziště se vzájemně překrývají, což je výhodné z hlediska povrchové technologie. Výstavba podzemního zásobníku byla zahájena v roce 1971 a zkušební provoz začal v roce 1973.

Zásobník Třanovice (dříve Žukov) byl vybudován ve vytěženém ložisku přírodního zemního plynu Žukov v blízkosti Českého Těšína. Těžba plynového ložiska probíhala v letech 1949–1982. Výstavba zásobníku byla zahájena opravou 12 starých a odvrtáním 16 nových vtláčně-těžebních sond. Výstavba centrálního areálu začala v roce 1999. Do provozu byl podzemní zásobník uveden v roce 2000. Podzemní zásobník je situován v oblasti žukovského hřbetu, kde tři pohřbená údolí vytvářejí stratigrafický typ pasti. Horninové prostředí tvoří klastický materiál spodního badenu a nadloží spodnobadenské tégly.

Zásobník Štramberk (Příbor) je lokalizován na rozhraní významných geologických jednotek Českého masivu a Karpat. Výstavbě podzemního zásobníku předcházely rozsáhlé geologické průzkumy v 60. letech 20. století, při kterém byla zjištěna akumulace zemního plynu v oblasti průzkumného pole Příbor-jih. V letech 1961 až 1965 bylo na ložisku odvrtáno několik vrtů za účelem odtěžení plynu a v letech 1965 až 1975 probíhala primární těžba zemního plynu. Výstavba podzemního zásobníku byla zahájena v roce 1982. Plynový obzor určený ke skladování zemního plynu je uložen v hloubce 500 až 690 m pod povrchem. Zásobník plní sezónní funkci a je napojen na tranzitní plynovod.

Zásobník Uhřetice byl vyprojektován v roce 1998 s cílem dosažení skladovací kapacity 100 až 150 mil. m³ v první etapě realizace. Do provozu byl uveden v roce 2001.

Zásobník Dolní Dunajovice se nachází severně od Mikulova na východním úpatí Pavlovských vrchů. Svým objemem je největší v ČR. Byl vytvořen v částečně vytěženém ložisku zemního plynu, které je téměř 8 km dlouhé a 1 km široké. Mocnost plynonosné části se pohybuje do 65 m. Počáteční zásoby ložiska byly stanoveny na 1,6 mld. m³. Již během primární těžby zemního plynu bylo rozhodnuto, že po odtěžení přibližně poloviny zásob bude v lokalitě vybudován podzemní zásobník plynu.

Zásobník Dolní Bojanovice u Hodonína je situován v lokalitě, kde byla ložiska ropy a zemního plynu objevena v roce 1974. Po jejich vytěžení se rozhodlo o konverzi na podzemní zásobník plynu, který byl budován v několika etapách a měl by mít celkovou kapacitu 350 mil. m³. V současné době se plyn v lokalitě skladuje v pěti ložiskových objektech (původních ložiscích ropy a zemního plynu), které se nacházejí v hloubkách 750 až 2070 m. Vtláčení plynu do zásobníku bylo zahájeno v roce 1999. Ložiskovou nádržní horninou podzemního zásobníku jsou bazální klastika eggenburgu a pískovce.

Experimentálním kavernovým podzemním zásobníkem plynu je *zásobník Bohutín a Milín*. Stavbě zásobníku předcházely průzkumné a výzkumné práce zabývající se ukládáním zemního plynu v kavernách ražených v pevných hodinách, které byly zahájeny v roce 1979 společností Plynoprojekt Praha. Práce se soustředily do oblasti příbramského uranového rudného revíru. Byly zde vyraženy dvě pokusné kaverny Bohutín a Milín. K pokusnému tlakování kaverny Bohutín o objemu 100 m³ v hloubce 760 m došlo v roce 1980. Kaverna Milín o objemu 5 tis. m³ v hloubce 511 m byla odzkoušena v roce 1984. Na základě výsledků v těchto pilotních kavernách se v roce 1992 zahájila výstavba podzemního kavernového *zásobníku plynu Háje*, který byl navržen jako špičkový pro krytí spotřeby hlavního města a oblasti Středočeského kraje. Podzemní uskladňovací část je vytvořena soustavou chodeb o celkové délce 45 km, rozložených v jednom horizontu v hloubce 955 až 961 m na ploše přibližně 1,5 km². Celkový objem vyrubaných důlních chodeb dosáhl 621 tis. m³ s průměrným profilem 13,8 m². Podzemí je s povrchovou technologií propojeno 7 vrty, z toho 5 slouží pro vtláčení a těžbu plynu, jeden je určen pro čerpání naakumulované vody z podzemí a jeden je určen pro doplňování a regulaci přetlaku vody. Podzemní zásobník plynu Háje je první tohoto typu na světě.

7 OVLIVNĚNÍ PŘÍRODNÍCH EXOGENNÍCH GEOMORFOLOGICKÝCH PROCESŮ

Mezi přírodní exogenní geomorfologické procesy řadíme procesy, kde je hlavním činitelem činitel vnější (exogenní). Do této skupiny procesů náleží zvětrávání včetně krasování, procesy fluviální, kryogenní (nivační, glaciální, periglaciální), eolické, marinní, svahové a lakustrinní. Ovlivnění přírodních exogenních geomorfologických procesů činností člověka se projevuje na jedné straně jejich urychlením, na straně druhé antropogenní činnost některé procesy zpomaluje.

7.1 Urychlení přírodních exogenních geomorfologických procesů

Urychlení přírodních exogenních geomorfologických procesů se projevuje ve větší rychlosti a intenzitě průběhu geomorfologických procesů v důsledku antropogenních aktivit, které mohou být záměrné i nezáměrné. Podle typu exogenních procesů lze vymezit sedm základních skupin antropogenně ovlivněných procesů.

Jsou to:

- zvětrávání,
- svahové procesy,
- fluviální procesy,
- krasové procesy,
- kryogenní procesy,
- eolické procesy,
- marinní a lakustrinní procesy,
- procesy spojené s působením podzemní vody.

7.1.1 Urychlené zvětrávání

Procesem zvětrávání označujeme geomorfologické procesy, které rozrušují horniny a vytvářejí na nich zvětralinovou kůru. Zvětrávání je reakcí materiálu, který byl v rovnováze v zemské kůře, na podmínky v krajině na styku hornin s atmosférou, kryosférou a biosférou (Demek, 1987). Zvětrávání ve značné míře závisí na podnebí a intenzita zvětrávacích procesů je podmíněna zákonitostmi šířkové pásmovitosti a výškové stupňovitosti. V základní typologii rozlišujeme dva základní druhy zvětrávacích procesů: fyzikální (mechanické) zvětrávání a chemické zvětrávání.

Vliv člověka (antropogenní ovlivnění) na proces zvětrávání patří již k globálním jevům, zejména díky antropogenímu ovlivnění podnebí a hydrosféry. Lidské aktivity ovlivňují složení atmosféry a hydrosféry a důsledkem je změna chemického složení dopadajících srážek, které ovlivňují rychlost zvětrávání na zemském povrchu. Negativním jevem urychlujícím zvětrávací procesy je znečištění povrchových vod i půdy, hnojení, meliorace, závlahy i znečištění podzemních vod odpady.

Urychlení fyzikálního (mechanického) zvětrávání

Fyzikální (mechanické) zvětrávání je rozrušování hornin mechanickými a fyzikálními způsoby, zejména změnami teploty, odlehčením, objemovými změnami nebo mechanickým působením rostlin. Antropogenní urychlení a ovlivnění procesu fyzikálního zvětrávání se projevuje v činnosti člověka, která mechanicky rozrušuje povrch. Typickým příkladem je kultivace zemědělských půd, mechanické rozvolnění hornin a zemin při těžbě či rozvolnění při vojenských akcích (bombardování, odstřelování).

Odhaduje se, že působením lidské činnosti se zvětrávání a tvorba půd urychluje 10× ve srovnání s přírodními procesy. Přírodní rychlost vzniku půd na pevných horninách se pohybuje řádově v milimetrech za 1000 let, na nezpevněných horninách 1 až 2 cm za 1000 let. Podle společnosti British Coal (1991), která se zabývá rekultivačními pracemi na britských uhelných ložiscích, je zde zvětrávání až 100× rychlejší a u neporušených hornin dosahuje 1 až 2 cm za 10 let.

Urychlení chemického zvětrávání

Chemické zvětrávání je typem zvětrávání, kdy dochází k chemickým reakcím, které mění chemické složení zvětrávajících hornin. Hlavní chemické reakce, které se vyskytují při chemickém zvětrávání, jsou hydrolýza, rozpouštění, vzájemná výměna kationtů, oxidace a redukce. Antropogenní ovlivnění chemického zvětrávání se intenzivně projevuje zejména v lokalitách kyselých dešťů, ve městech, kde dochází v zimním období k používání solí, nebo v intenzivně zemědělsky obhospodařovaných oblastech s využitím umělých hnojiv. Chemické zvětrávání se projevuje například na stavebních kamenech, kdy u starších staveb lze počítat rychlost procesu zvětrávání.

Stadia zvětrávání ve znečištěném ovzduší:

- přírodní kámen se pokrývá černou nebo šedou kůrou s vyšším obsahem síranů, tvoří se sádrovec,
- mocnost kůry roste, obohacuje se sírany a křemíkem, železem a dalšími prvky,
- krusta se rozpadá a odprýskává, kámen pod ní se drolí,
- oddělená vrstva odpadne a proces a se opakuje.

Hlavní roli v procesu ovlivnění a rychlosti procesu chemického zvětrávání má: vlhkost v kameni a obsah kyseliny sírové v ovzduší. Na rozpad hornin má vliv zejména střídavé zvlhčování a vysušování, zmrzáni a rozmrzání či biologické procesy. Nové poznatky prokazují, že na zdrojích síranů v kůrách se více podílí atmosférická depozice než vztlínání vody. Na zvětrávání různé horniny reagují různě. Například vápence na pražském židovském hřbitově zvětrávají střední rychlostí 1 cm za sto let, náhrobky z křídových pískovců ještě rychleji.

Urychlení chemického zvětrávání ovlivňuje:

- vznik nových minerálů a chemického ovlivňování horninového prostředí;
- působení důlní a odpadní vody → vody protékající starými haldami, nečištěné odpadní vody průmyslových podniků → možná kontaminace povrchových i podzemních vod;
- kyselá deště a kyselá důlní vody → nižší hodnota pH → vyšší koncentrace vodíkových iontů;
- reakce s karbonátovými horninami → vznik různých tvarů zvětrávání je urychlován i znečištěnou atmosférou – oxidy síry a dusíku – (vápence, dolomity, vápnité pískovce) → vznik kůry zvětrávání, následně dutiny, výklenky, převisy;
- obsahy těžkých kovů v nezpevněných sedimentech (arzen, berylium, volný hliník) → zdroje průmysl, zemědělství, doprava, sídelní aglomerace ukládání odpadů – staré zátěže;
- při hnojení anorganickými hnojivy fosfáty, nitráty, pesticidy dochází k nadměrnému obohacení horninového prostředí, vymývání do povrchových vod → eutrofizace;
- nepříznivý vliv fosfátů → váží na sebe rizikové prvky kadmium, vanad.

Negativním důsledkem zvyšování rozpustných solí v půdách je jejich zasolování. Podle Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) je problémem zasolování v Evropě postiženo téměř 4 mil. ha půdy. Nejvíce je ohrožena italská Kampánie, údolí španělské řeky Ebro a Velká uherská nížina. Zasolování ale také postihuje řadu regionů na Slovensku, v Řecku, Portugalsku, Francii či Rakousku. Škody způsobené zasolováním z kalkulovali ekonomové jen ve třech nejpostiženějších zemích EU na zhruba 150 až

300 mld. euro. V extrémních případech dohází až ke kontaminaci půd, která je důsledkem používání nebezpečných chemických látek v mnoha výrobních procesech. Expertní odhady předpokládají v Evropě 3 až 4 mil. kontaminovaných lokalit, přičemž na 500 tis. jich podle odborníků vyžaduje sanaci.

7.1.2 Urychlení svahových procesů

Svahovými pohyby jsou v geomorfologické terminologii označovány všechny pohyby horninových částic po svahu. Toto široké vymezení zahrnuje jak svahové procesy gravitační, tak svahové procesy za spoluúčasti povrchové i podpovrchové vody. V inženýrské geologii (podobně i v publikaci Summerfield, 1991) jsou svahovými pohyby označovány pouze gravitační svahové pohyby, které se oddělují od pohybů, kde je materiál odnášen exogenními činiteli (voda, led, sníh nebo vítr). Důsledkem gravitačních pohybů je svahová deformace. Mezi základní příčiny svahových pochodů náleží: sklon svahu (kritický je sklon 25° a vyšší), zatížení svahu, zvýšení obsahu vody (v půdě, sutích i horninách), narušení soudržnosti (např. narušování zamrzáním, odtáváním, zvětráváním, změnami vegetačního pokryvu či odstraněním vegetace).

Tab. 11: Rozdělení svahových pohybů podle rychlosti

Typ svahového pohybu	Rychlost pohybu
mimořádně pomalý, plouživý	0,06 mm za rok
velmi pomalý, plouživý	0,6–1,5 m za rok
pomalý	1,5 m za rok až 1,5 m za měsíc
středně rychlý	1,5 m za měsíc až 1,5 m za den
rychlý	1,5 m za den až 0,3 m za minutu
velmi rychlý	0,3 m za minutu až 3 m za sekundu
mimořádně rychlý	větší než 3 m za sekundu

Zdroj: Varnes, D. J. (1978).

V základní typologii svahových procesů (podle Nemčoka, Paška, Rybáře, 1974) rozlišujeme čtyři kategorie svahových pohybů: ploužení, sesouvání, stékání a řícení.

- **Ploužení** neboli pomalé tečení hmoty je dlouhodobý, zpravidla nezrychlující se pohyb horninových hmot, přičemž hranice vůči pevnému podloží je ve většině případů nezřetelná. Velikost posunů hmot je zanedbatelná. Povrchové ploužení je mnohotvárný proces i na nejmírnějších svazích (např. se sklonem 2–3°) ovlivněný účinky gravitace i klimatickými vlivy. Postiženy jsou pokryvné útvary, někdy i zvětrávající povrchové partie pevného podloží. Ploužení se projevuje *periodicky se opakujícím dílčím přemísťováním nepevněných* hornin po svahu, podmíněným sezónními změnami teploty a vlhkostí. V důsledku toho se mění pevnost a objem hornin (promrzání a odtávání, bobtnání při zvyšování vlhkostí a smršťování při vysychání, vliv činnosti ryjících živočichů, narůstání kořenů). Projevem ploužení je slézání svahových hlín, slézání sutí, hákování nebo soliflukce.
- **Sesouvání** je relativně rychlý, krátkodobý klouzavý pohyb horninových hmot na svahu podél jedné nebo více průběžných smykových ploch. Výslednou formou sesuvného pohybu je sesuv.
- **Stékání** je rychlý krátkodobý pohyb horninových hmot ve viskózním stavu. Stékající hmoty jsou ostře odděleny od neporušeného podloží. Výslednou formou pohybu je proud. V určitých případech se již uplatňuje vodní transport horninových částic po svahu.
- **Řícení** je náhlý krátkodobý pohyb horninových hmot na strmých svazích, postižené hmoty rozvolní a ztrácejí krátkodobě kontakt s podložím.

Tab. 12: Základní klasifikace svahových pohybů

Typ svahového pochodu		Charakteristika	
Ploužení	Podpovrchové	rozvolňování	skalního svahu Vznik puklin lemujících tvary svahu a dna erozního údolí (uvolňování napjatosti po odlehčení říční erozi).
		svahu otevíráním tahových trhlin	Typický pro horní části svahu. Po porušení stability svahu, otevírání tahových trhlin a rotace dílčích bloků.
		deformace horských svahů	Typický pro vysoké svahy, provázený roztrháním horských hřbetů (tzv. zdvojené hřbety) a stupňovitými poklesy.
	gravitační vrásnění	vrásnění sedimentárních vrstev	Typický podél okrajů platformních pánví. Výrazné formy gravitačních vrás v hnědouhelných slojích a jílovitých souvrstvích jsou známé z terciérních pánví Českého masivu.
		údolní antiklinály	Vytlačování měkkých hornin ve dně říčních údolí. Pod účinkem váhy nadloží se přeskupují podložní měkčí horniny do oblasti odlehčené, tj. směrem k údolí. Projevy: údolní antiklinály, bulging, naduřování vrstev pod dnem údolí.
	blokové pohyby	po plastickém podloží	Horní část svahu tvoří skalní horniny, dolní část plastické jílovité horniny. Posouvání bloků skalních hornin a jejich zabořování a rotace – cambering. Vznikají typické blokové rozsedliny a bloková pole.
podél předurčené plochy		Posouváním bloků pevných hornin po rovinné ploše, popř. po tenké vložce plastické horniny. Vznikají blokové rozsedliny a bloková pole.	
Povrchové			
Sesouvání	1. podél rotační smykové plochy		Tzv. rotační sesuvy se vytvářejí v homogenních jílovitých horninách a pahorkatinách a nížinných oblastech na březích řek, jezer a moří.
	2. podél rovinné smykové plochy zemin		Smyková plocha předurčena, geologické nebo tektonické rozhraní (nejčastěji to bývá rozhraní mezi podkladem a pokryvnými útvary), planární sesuvy.
	3. skalních hornin		Probíhající konformně se svahem. Jde o vrstevní plochu, břidličnatost nebo tektonickou zlomovou plochu. Planární sesuvy ve skalních horninách.
	4. podél složené smykové plochy		Sesuvy podél složené, zakřivené a rovinné smykové plochy (rotačně planární sesuvy), zejména v horizontálně uložených jílovitých, prachovitých a slinitých sedimentech.
	5. po horizontální nebo mírně ukloněné smykové ploše nebo zóně		Vystupuje při patě svahu a odlišuje se svými fyzikálně mechanickými vlastnostmi od hornin v nadloží. Vznikají laterální sesuvy s charakteristickými formami. V odlučné oblasti se vytváří příkop, střední část sesutého svahu se posouvá jako souvislý blok, v předpolí se vytlačuje val.
Stékání	1. svahových jílovitých a hlinitopísčítých zemin v podobě proudů		Označují se jako zemní, bahnitě proudy, jde-li o rychlost řádově metry za den → sesuv proudového tvaru.
	2. hlinitých a úlomkovitých svahových uloženíh na strmých svazích		Ve vysokých pohořích vznikají působením přívalových vod → mury, seli.
	3. vodou prosycených povrchových partií pokryvných útvarů		Vznikají v období tání sněhu a ledu nebo po nadměrných deštových srážkách. Výsledné formy se v ruské literatuře označují jako „oplyviny“, „splyvy“, v anglické jako „flowage“. Bývá postižena povrchová vrstva svahových hlín.
Řícení	1. sesypávání		Náhlé přemístění drobných drolících se úlomků skalních hornin až zemin kutálením a valením po svahu.
	2. opadávání úlomků		Náhlé přemístění úlomků skalních hornin pohybujících se nejdříve volným pádem, poté valením nebo posouváním po svahu, padání ze strmých skal, při úpatí kuzele, haldy, osypy.
	3. odvalové říčení		Náhlé přemístění skalních stěn v horských oblastech volným pádem. Nejdříve separování bloků nebo části horninového masivu (obvykle podle systému tektonických ploch), následuje jeho uvolnění a volný pád, provázený zvukovými efekty a větrnou smršť (tlakovou vlnou) → skalní proudy.
	4. planární říčení		Náhlé přemístění skalních hmot v horských oblastech, přičemž se kombinuje kluzný pohyb po předurčené ploše s volným pádem (planární říčení) → skalní proudy.

Zdroj: upraveno podle Nemčok, A., Pašek, J., Rybář, J. (1974).

Jako vedlejší kritéria klasifikace svahových procesů se obvykle uvádí klasifikace:

- **podle věku:**
 - recentní (současný)* – svahový pohyb probíhající za současných klimatických a morfologických podmínek;
 - fosilní (starý)* – svahový pohyb probíhající za jiných než současných klimatických a morfologických podmínek, např. v pliocénu nebo v pleistocénu;
- **podle stupně aktivity:**
 - aktivní (živý)* – v současné době je v pohybu;
 - potenciální* (dočasně uklidněný) – pohyb je v současné době uklidněný, ale příčiny jeho vzniku se mohou za vhodných podmínek obnovit;
 - stabilizovaný* (trvale uklidněný) – příčiny vzniku pohybu zanikly, popř. byly lidským zásahem odstraněny;
- **podle geneze:**
 - přirozený* (samovolný) – svahový pohyb vznikl na přirozených svazích bez zásahu člověka;
 - uměle vyvolaný* (antropogenní) – svahový pohyb vznikl na přirozených svazích nebo v zářezích a násypch lidskou činností;
- **podle vývojového stadia:**
 - stadium počáteční;*
 - stadium pokročilé;*
 - stadium závěrečné;*
- **podle opakovatelnosti:**
 - jednorázový* – k pohybu na určitém místě došlo pouze jednou;
 - periodický* – pohyb se na určitém místě čas od času opakuje vlivem periodicity hlavního sesuvného faktoru;
- **podle směru narůstání pohybem postižené oblasti:**
 - progresivní* – postižená oblast se rozšiřuje po svahu ve směru pohybu;
 - regresivní* – postižená oblast se šíří do svahu proti směru pohybu;
- **podle půdorysu – sesuv:**
 - proudového tvaru* – délka deformovaného území mnohonásobně převyšuje šířku;
 - plošného (areálového) tvaru* – délka se rovná přibližně šířce;
 - frontálního (lineárního) tvaru* – šířka mnohonásobně převyšuje délku;
- **podle morfologických forem:**
 - formy zřetelné* – jasné formy neporušené mladšími modelačními procesy ani lidskou činností;
 - zastřené* – formy porušené mladšími modelačními procesy;
 - pohřbené* – formy zakryté mladšími sedimenty (např. sprašovou závějí nebo říční akumulací).

K narušení stability svahů dochází přírodními i antropogenně podmíněnými procesy. V současné době je již více než 80 % svahových deformací považováno za antropogenně podmíněné (např. Demek, 1987, Summerfield, 1991).

Lidská činnost narušuje stabilitu svahů zejména:

- zemními pracemi – zářezy, násypy, stavby, výkopy pro vedení inženýrských sítí,
- těžbou nerostných surovin – vznik nových nestabilních svahů v lomech, sesuvy ovlivněné otřesy (trhací práce při těžbě),
- změnami vodního režimu – výrazné ovlivnění výstavbou vodních nádrží,
- změnou vegetačního krytu – odlesňování (urychlená eroze), zavodňování,
- vibracemi a otřesy na svazích – například vlivem nadměrné dopravní zátěže.

Ochrana proti svahovým procesům (snížení rychlosti svahových pohybů) spočívá v:

- zachycení a odvedení povrchové vody,
- vyčerpání všech studní,
- odvodnění drenážemi pod povrchem,
- terénních úpravách,
- odlehčení v odlučné oblasti
- v technických opatřeních, kterými jsou kotvení, rozrušování smykových ploch, injektování, zajišťování pilotami, stavba opěrné zdi.



Obr. 3a: Sesuv vzniklý po extrémních srážkách v červenci 1997 na Vsetínsku, lokalita Bystřička (foto: K. Kirchner).



Obr. 3b: Sesuv ve Vsetíně, lokalita Za Díly (foto: K. Kirchner).

Klasickým příkladem antropogenně podmíněného svahového pohybu je sesuv v údolním svahu *vodní nádrže Vaiont* v Itálii. Příčinou katastrofického sesuvu byly indukované otřesy, nestabilní podloží i intenzivní srážky. Vodní nádrži Vaiont s klenbovou hrází o výšce 265,5 m byla dokončena v roce 1960 a tehdy byla druhou nejvyšší na světě. Přehrada byla projektována v geologicky velmi nestabilní a pro stavbu vodní nádrže nevhodné lokalitě. Hrází vodní nádrže byla zahrazeno dno údolí tvořené typickou synklinálou v jurských vápencích s vložkami jílovců a slínovců. Maximální hloubka vody v nádrži byla 130 m a přehradní hráz zadržovala 0,17 km³ vody. Již při napouštění vodní nádrže byly registrovány indukované otřesy. Necelé tři roky po dokončení vodní nádrže došlo 9. 10. 1963 ke katastrofickému sesuvu na levém údolním svahu, kdy se 100 mil. m³ sutí, skalních úlomků i zeminy ze svahů hory Monte Toc rychlostí 100 km/h sesunulo do jezera. Při mimořádně rychlém svahovém pohybu se navíc sesouvající se materiál nasýtil vodou vodní nádrže a vznikla obrovská vlna, která zničila sídla pod přehradou. Katastrofický sesuv znamenal 2117 obětí a velké materiální škody.

Příkladem sesuvů, které vznikly při realizaci zemních prací, jsou sesuvy doprovázející výstavbu Panamského průplavu.

Příkladem sesuvů podmíněných těžbou nerostných surovin je *sesuv v lomu u obce Elm* ve Švýcarsku. K sesuvu došlo v lomu na pokrývačské břidlice dne 11. 9. 1881. Lom byl založen tak, že se zařezával až 50 m hluboko do svahu hory Plattenberg. Vrstvy pokrývačských břidlic se příkře skláněly do údolí po vrstevních plochách a postupně se začaly sesouvat. V lomu došlo k sesuvu po vrstevních plochách. Sesuv dosáhl délky 180 m a mocnosti 60 m a vyvolal sérii otřesů, které uvolnily další části skalního masivu. Skalní úlomky se řítily na dno lomu a následně v podobě kamenito-bahenného proudu se pohybovaly na dno údolí. Celkově proud dosahoval délky 1,5 km, šířky 400 až 500 m a mocnosti 5 až

50 m. Rychlost proudu dosahovala až 180 km/h a objem hmoty sesuvu byl vypočítán na 112 tis. m³. Důsledkem bylo 115 obětí a zničení osady Untertal a části obce Elm (Demek, 1984, Kukul, 1983).

Jiným příkladem je sesuv haldy v hornickém městě *Aberfan ve Walesu*, uprostřed historicky významného horního revíru. Sesuv je příkladem nevhodné lokalizace a založení hald, na které byl ukládán odpadní materiál z hlubinné i povrchové těžby. Město Aberfan leží na údolním dně v místě, kde uhelné sloje vystupují přímo na povrch. Haldy hlušiny byly umístěny ve vzdálenosti 100 až 200 m nad městem, v místech, kde podloží tvoří pro vodu nepropustné jíly a v nadloží jsou pískovce částečně překrývající uhelné sloje. V lokalitě se navíc nachází množství drobných pramenů. Haldy začaly nad městem vznikat v roce 1916 (v letech 1916 až 1933 vznikly tři haldy), v roce 1933 byla založena první problematická halda v místě vývěru několika pramenů. K prvnímu sesuvu došlo v roce 1944, kdy sesuv haldy přešel nasycením vodou v bahenní proud. Další haldy byly sypány již na suchých místech. Kritické bylo vršení sedmé haldy, které začalo v roce 1958. Halda byla umístěna mezi dvěma staršími haldami opětovně v místech vývěru pramenů. Na haldy byla ukládána směs úlomků jílovitých břidlic a jílu i jemnozrnné zeminy. K prvnímu sesuvu haldy došlo v roce 1963, kdy vznikl menší bahenní proud. Jeho odlučná oblast byla zasypána hlušinou. V průběhu roku 1966 docházelo k opakovanému sesedání asi 180 m vysoké haldy. Katastrofickému sesuvu předcházelo rychlé sesednutí vrcholu haldy (celkově o 6 m). K mohutnému sesuvu došlo 21. 10. 1966, kdy se sesuv přeměnil v bahenní proud pohybující se rychlostí 15 až 32 km.h⁻¹. Okraj města byl zasypán do výšky 60 m, zničeny byly obytné domy i škola a celkem zahynulo 144 obyvatel. Příčinou vzniku sesuvu a bahenního proudu byly extrémní srážky a zejména zanedbání odvodnění báze haldy, což vedlo k nasycení spodních částí hald vodou.

Sesuvy jsou četné i v povrchových lomech na Urale v Rusku. Příkladem dokumentovaného sesuvu je *sesuv v Baturlinském uhelném lomu* v roce 1946. Při sesuvu o objemu hmoty 1 mil. m³ vznikl sesuv dlouhý 630 m a široký 120 m.

Těžba uhlí byla příčinou *skalního řícení ve městě Frank* v provincii Alberta v Kanadě. Těžba uhlí na lokalitě probíhala od roku 1901 v oblasti horského hřbetu Turtle složeného s pevných paleozoických vápenců nasunutých na poměrně měkká souvrství křídových pískovců a břidlic, ve kterých se nacházely uhelné sloje mocné až 4 m (Demek, 1984). Těžba probíhala štolami mělce pod povrchem, poté co dosáhly hloubky 700 m se začaly sesedat pilíře a následně došlo k borcení slojí. Ke katastrofickému sesuvu došlo 29. 4. 1903, kdy se část horského svahu o objemu 28 mil. m³ sesunula do údolí. Sesuvem byla pokryta plocha o rozloze 2,5 km² a při katastrofě zahynulo 76 obyvatel (Demek, 1984).

Na území České republiky jsou příklady antropogenně podmíněných sesuvů popsány v souvislosti s výstavbou silničních a železničních zářezů a tunelů, které porušují stabilitu svahů. Četné příklady uvádí Z. Kukul (1982), Q. Záruba a V. Mencl (1969), M. Špůrek (1972), J. Demek (1984) nebo R. Brázdil, K. Kirchner a kol. (2007).

Příkladem sesuvu ovlivněného komunikačním zářezem je *sesuv na Letenské stráni*, která je tvořena letenským souvrstvím ordovického stáří tvořeným lavicemi pískovců s vložkami jílovitých břidlic. Vrstvy jsou skloněny po úhlem 30° až 40° k toku Vltavy a jsou překryté sutí, což způsobuje nestabilitu svahu. Takto nestabilní svah byl navíc porušen stavbou silnice nad nárazovým břehem Vltavy. Iniciačním faktorem sesuvu byly intenzivní dešťové srážky, které v roce 1941 vedly ke vzniku antropogenně podmíněného sesuvu.

Klasickým příkladem sesuvem narušené železniční trati je *železniční trať Žabokliky–Březno* na Žatecku, která byla postavena v roce 1873 a opuštěna v roce 1879 z důvodu vysokých nákladů na zabezpečení provozu před sesuvy.

Jedním z větších sesuvů z posledního období je sesuv v oblasti Hřebečovského hřbetu v lokalitě silničního *tunelu Hřebeč*. Sesuvy doprovázely již samotnou stavbu tunelu v roce 1995. Rozsáhlý sesuv v jedné z potenciálních sesuvných lokalit (evidovaných Geofondem) vznikl 1. 4. 2006. Příčinou sesuvu byla

kumulace několika podmiňujících faktorů, jednak nestabilního podloží a rychlého tání sněhu, jednak výrazného antropogenního ovlivnění nejen samotnou stavbou tunelu, ale také historickými opuštěnými důlními díly (opuštěná štola). Horní hrana odlučné stěny sesuvu byla ve výšce 573 m n. m. a rozdíl výšek mezi čelem sesuvu a horní hranou byl okolo 33 m. Mocnost sesutých hmot se pohybovala od 3 do 6 m a v horní části dosahovala až 10 m. Celkový objem sesunuté hmoty dosáhl více než 10 tis. m³. Vzniklý sesuv zavalil východní portál tunelu Hřebeč, včetně části komunikace I/35 mezi Svitavami a Moravskou Třebovou. Při sesuvu byla stržena 4 m vysoká gabionová stěna v horní části svahu a část palisády, která sloužila k zachytávání padajících skalních úlomků. Sesuv byl doprovázen zřícením skalní stěny výchozu na levé straně tunelového portálu. Při rychlém tání sněhové pokrývky se puklinové systémy v opukách a pískovcích rychle nasatily vodou a současně došlo ke zvodnění svahových sedimentů pod skalním výchozem. Vodní tlak na svahové uloženiny v horní části svahu spolu se vztlakem na potenciální smykové ploše ve spodní části svahu vedl k rychlému sesuvnému pohybu a k uvolňování nestabilních bloků ze skalní stěny. Sanace sesuvu spočívala ve vykácení stromů v okolí odlučné horní hrany, u kterých hrozilo nebezpečí pádu, v odstranění nebezpečných bloků hornin a převisů, čelo sesuvu se odvodnilo a zemina se odvezla z povrchu komunikace. Nestabilita svahu v jílech se zabezpečila mohutným drenážním žebrem, ve kterém bylo odděleno kamenivo od jílového podloží netkanou textilií. Díky tomu se zajistilo podchycení vývěřů vody na rozhraní glaukonitických pískovců a opukových výchozů, voda se odvedla do odvodňovacího systému a došlo tak ke zvýšení smykové odolnosti celého svahu. Definitivní zajištění sesuvného území muselo vzít v úvahu hlavně vysokou plasticitu a nízkou smykovou pevnost jílu tvořících svah, přítomnost starých smykových ploch, a jak již bylo zmíněno, velké přítoky vody z puklinového systému výchozu a na kontaktu opuk a málo propustných glaukonitických pískovců. Vybudovala se přítěžovací lavice z vyztužené zeminy v patě nestabilního svahu a jako protierozní opatření se svah pokryl zelenou protierozní sítovinou. Poté byl vytvořen izolační přísyp výchozu měkkých pískovců a přes svislý výchoz bylo nataženo ocelové pletivo, které zamezuje opadávání menších skalních úlomků a bloků. Pro zajištění stability velkých skalních bloků se přes ocelové pletivo zkonstruovala a zakotvila lanová síť.



Obr. 4a: Sesuv u silničního tunelu Hřebeč
(foto: I. Smolová).



Obr. 4b: Sanovaný sesuv u silničního tunelu Hřebeč
(foto: I. Smolová).

Příklady sesuvů vzniklých v souvislosti s výstavbou vodních nádrží jsou popsány na Brněnské přehradě, vodních nádržích Šance, Nechranice či Kružberk.

Příkladem sesuvu ovlivněného těžební činností jsou četné sesuvy lomových stěn (např. lom Jakartovice, lom Čertovy schody, lom Jakubčovice nebo lom Zbraslav).

Za nejrizikovější oblast na území České republiky s možností vzniku antropogenně podmíněných svahových deformací je zlomový svah Krušných hor narušený těžbou hnědého uhlí v Podkrušnohoří. Jednou z kritických lokalit je *okraj velkolomu Čs. armády*, zejména okolí zámku Jezeří. Postupná těžba v povrchovém velkolomu dosáhla úpatí Krušných hor a těžbou byla v průběhu 80. let 20. století narušena v lokalitě pod Jezerkou i část krystalinika, která měla na okraji lomu stabilizační funkci. Z inženýrskogeologického hlediska došlo v délce přibližně 2 km k podříznutí horského svahu, který je charakteristický nepříznivým vývojem geologických struktur, podléhajícím pomalým výzdvihovým trendům krystalinického masivu i zpětným pohybům dílčích bloků. Okrajový svah je navíc narušen systémem poruchových zón tektonického pásma krušnohorského zlomu. Narušení stability svahu se vzápětí odrazilo ve vzniku svahových deformací. K prvnímu velkému sesuvu došlo v roce 1982. Následně byl celý prostor pod Jezerkou osazen geotechnickými a geodetickými zařízeními na monitorování vývoje svahových pohybů.⁶⁷ I přes podrobný monitoring došlo v roce 1984 v lokalitě k mohutnému sesuvu o kubatuře přibližně 4 mil. t, který zničil odlehčovací i svrchní skryvkové řezy velkolomu a zasáhl až ke dnu těžební jámy. Další sesuvy se uvolňovaly postupně v celém narušeném úseku. Sesuvnou aktivitou se postupně odkrývají jednotlivé tektonické poruchové zóny a dílčí zlomové plochy v horském svahu, které zpravidla tvoří odlučné části sesuvů. Aby zamezilo vzniku sesuvů v závěrných svazích uhelného velkolomu, rozhodlo se vedení dolů v 80. letech 20. století v údolích horských potoků vybudovat podzemní těsnící stěny. Potoky, které dříve stékaly do prostoru pánve, byly převedeny štolovými převaděči v krušnohorských svazích do jiného povodí, aby bylo možno odvodnit rozsáhlou Dřínovskou vodní nádrž. Těsnícími bariérami mělo být zabráněno průnikům mělkých podzemních vod. I přes řadu opatření zabezpečujících stabilitu svahu došlo k dalšímu velkému sesuvu v lokalitě v červnu 2005. Při sesuvu došlo k odtržení okraje těžební jámy velkolomu a rozvolnění okolního území podél ochranného pásma arboreta Jezeří strmými trhlinami. Ty porušily zbytek asfaltové silnice ve střední části bývalých Albrechtic, potrhaly dvě otevřené nádrže na vodu nad okrajem těžební jámy, způsobily sesutí části těžebního svahu s lesním remízem a zasáhly i do ochranného pásma arboreta. Kubatura uvolněných hmot byla odhadnuta na 3 mil. m³.

7.1.3 Urychlení fluviálních procesů

Hlavním geomorfologickým činitelem u fluviálních procesů je povrchově tekoucí voda, která je ve většině krajín hlavním odnosovým činitelem. Vývoj krajiny je proto přímo závislý na intenzitě fluviálních pochodů a na vývoji říční sítě. Antropogenní ovlivnění fluviálních procesů se projevuje jednak v ovlivnění odtoku vody (odlesnění, regulace, výstavba vodních nádrží), jednak v ovlivnění vlastností vody. Člověk narušuje fluviální erozi, transport i akumulaci.

Fluviální procesy nejčastěji ovlivňuje:

- výstavba technických zařízení na řekách (jezy, přehrady, úpravy koryt, náhony),
- transformace (změny) vegetačního krytu,
- transformace podmínek povrchového odtoku (úpravy reliéfu, např. výstavby parkovišť, úpravy koryt),
- transformace funkčního využití ploch (orba, pastva, vysoušení, meliorace).

Účinek ovlivnění se projevuje:

- změnami režimu vodního toku a říčních sedimentů,
- změnami koryta vodního toku (půdorysu, vlastností např. drsnosti).

⁶⁷ Zařízení osadila a monitorovala Stavební geologie, Praha, po roce 1993 monitoring převzalo nové specializované středisko monitoringu těžební organizace Mostecká uhelná, a. s. V r. 1984 bylo vybudováno automatizované registrační středisko, kde se soustřeďují a vyhodnocují naměřené údaje.

Zásadní pro ovlivnění fluvialních procesů je narušení vegetačního krytu v pramenných oblastech vodních toků. K odlesnění může dojít následkem požárů, mýcení s cílem rozšíření obdělávatelných ploch, rozšiřováním rekreačních a sportovních ploch v horských střediscích či v důsledku těžby surovin. Vegetace, zejména lesní porosty, plní významnou regulační funkci, kdy zadržují část vody dopadající v podobě srážek a celkově zpomalují odtok vody z povodí. Podle H. H. Bennetta (1955) dosahují hodnoty odnosu v zalesněných oblastech 0,001 mm/rok, na zatravněných plochách 0,006 mm/rok, na pozemcích s porosty kukuřice 13,3 mm/rok. Po vykácení lesa a jeho přeměně na kukuřičné pole dochází ke zvýšení eroze až 11 600×.

Zvyšování eroze půdy s sebou přináší degradaci půd, a tím i snižování jejich úrodnosti. Vedle fluvialní eroze je dalším negativním procesem podílejícím se na celkové degradaci půdy úbytek organické hmoty v půdě, zasolování, chemická kontaminace, pokles biologické rozmanitosti v půdě nebo zastavění rozsáhlých ploch. Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) odhaduje, že v Evropě je fluvialní erozí ohroženo 114 mil. ha půdy a že 42 mil. ha půdy podléhá eolické erozi. Podle dostupných údajů ze 13 členských států EU jsou kalkulovány roční škody způsobené erozí na 700 mil. až 14 mld. euro ročně. Na problému degradace půd se podílí také tzv. urban sprawl (expanze zástavby městského typu). Jenom v zemích EU zaujímají zastavěná území více než čtvrtinu rozlohy, přičemž nadále přetrvává značná poptávka po pozemcích ve městech a v jejich okolí.

Zrychlená eroze se stává vážným světovým problémem. Různé statistiky však uvádějí rozdílná množství materiálu transportovaného vodními toky. Průměrné množství materiálu transportovaného do světového oceánu se v současné době odhaduje v rozmezí 25 až 50 mld. t/rok ve srovnání s 10 mld. t/rok před zavedením intenzivního zemědělství. Odhad ztráty půdy ve světovém měřítku pak podle různých autorů kolísá od 0,088 mm/rok do 0,3 mm/rok.

Tab. 13: Rozsah půd ohrožených erozí podle jednotlivých regionů světa

Region	Rozloha půd ohrožených erozí (v mil. ha)		
	fluvialní (vodní)	větrnou	celkem
Evropa	114	42	156
Asie	444	222	666
Afrika	227	186	413
Severní Amerika	60	35	95
Jižní a střední Amerika	169	47	216
Austrálie a Oceánie	83	16	99
svět celkem	1 097	548	1 645

Zdroj: Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., Sombroek, W. G. (1991).

Zvyšování eroze na horních tocích má na straně druhé důsledek v nadměrné sedimentaci na dolních tocích. Klasickým příkladem je řeka *Chuang-che* v Číně. Na horním a středním toku řeka Chuang-che protéká horskými oblastmi a rozsáhlou sprašovou plošinou (tabulí). V důsledku odlesnění a intenzivního obhospodařování dochází k rozsáhlé plošné i stržové erozi a řekou transportovaný materiál je ukládán v podobě mohutných náplavových kuželů ve Východočínské nížině i v samotné deltě řeky. Šířka delty dosahuje 800 km a řeka se větví na 15 hlavních ramen. Oblast Východočínské nížiny je postihována opakujícími se povodňovými situacemi. Při povodni v roce 1931 zahynulo 3,7 mil. obyvatel. Jako protipovodňová ochrana se podél toku řeky staví ochranné hráze (nejstarší jsou doloženy již z období 650 let př. n. l.). Vzhledem k neustálému zvyšování ochranných hrází a intenzivní akumulaci fluvialních sedimentů řeka stále zvyšuje úroveň dna a v současné době na většině lokalit protéká nad úroveň okol-

ního terénu, v některých místech až 75 m nad okolním terénem. V území mezi ochrannými hrázemi dosahuje šířka řeky až 20 km.

Podobný systém ochranných hrází je i na středním a dolním toku řeky *Mississippi*. S výstavbou ochranných hrází, které se navyšovaly nad přirozené akumulční břehové valy podél vodního toku, se začalo na počátku 18. století. Do současné doby bylo uměle vytvořeno více 3500 km ochranných hrází, které dosahují výšky 6 až 9 m. Výstavbou ochranných valů se výrazně snížila šířka koryta, což se negativně projevuje rychlejším zvýšením hladiny za povodňových situací. I přes protipovodňovou ochranu dochází na toku Mississippi k povodním, které mají katastrofické následky, zejména pokud dojde k porušení ochranných hrází. Jednou z velkých povodní (největší za období posledních 150 let) byla povodeň v červnu roku 1993. Více než dvě třetiny hrází řeka rozvodněná silnými dešti buď prorazila nebo přes ně přetekla. O život přišlo 50 lidí a 70 tis. jich ztratilo domov. Voda zaplavila více než 44 tis. km² území.



Obr. 5a: Ukázka antropogenně podmíněné eroze na haldě
(foto: I. Smolová).



Obr. 5b: Vznik erozních rýh na obdělávaných plochách
(foto: I. Smolová).

Na území České republiky došlo k rozsáhlému odlesnění v souvislosti s rozšiřováním osídlení. Výrazným zásahem byla kolonizace vrchovin v 11. až 12. století, která znamenala urychlenou erozi v horních částech povodí a sedimentaci povodňových hlín v údolních nivách na středních a dolních tocích, dokladem jsou vrstvy povodňových hlín o mocnostech 3 až 5 m. V důsledku poškození lesních porostů dochází k urychlené plošné i stržové vodní erozi. V důsledku morfologie, půdních poměrů a způsobu využití půdy je na území ČR ohroženo různým stupněm silné vodní eroze více než 1,8 mil. ha zemědělské půdy (tj. přibližně 42 %). Mezi nejvíce postižené oblasti náleží Vizovická vrchovina, Podbeskydská pahorkatina, Litenčická pahorkatina, Orlické hory, Krušné hory, Moravskoslezské Beskydy a jižní Morava.

Velikost plochy potenciálně ohrožené erozí lze vyjádřit ve vztahu ke sklonu svahu (podle J. Váška a kol., 1993):

- 43,4 % orné půdy je na svazích se sklonem 3°–7°,
- 9,8 % orné půdy je na svazích o sklonu 7°–12°,
- 0,7 % orné půdy je na svazích se sklonem nad 12°.

Potenciální průměrná roční ztráta půdy ze zemědělských ploch na svazích v ČR dosahuje 13,7 t/ha, tj. 0,9 mm mocnosti půdního profilu nebo 25 mil. tun ročně (Dostál a kol., 2002). Až 70 % erodované

půdy se dostává do vodních toků, kde přispívá k celkovému množství splavenin (podle odhadů Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd ČR).

Na základě studií v povodí Trkmanky na jižní Moravě (např. Vaníček, 1963) jsou uváděny hodnoty odnosu půdy z povodí o průměrné mocnosti 3,3 mm/rok, zatímco přirozená rychlost tvorby půdního krytu dosahuje pouze 0,1 mm/rok.

Tab. 14: Potenciální ohrožení zemědělské půdy vodní erozí na území ČR

Stupeň ohrožení vodní erozí		Plocha zemědělské půdy (v ha)	Podíl (v %)
Kategorie	Ztráta půdy (t/ha/rok)		
Velmi slabé ohrožení	< 1,6	134 041	3
Slabé ohrožení	1,6–3,0	1 094 507	26
Střední ohrožení	3,1–4,5	1 054 905	25
Silné ohrožení	4,6–6,0	728 972	17
Velmi silné ohrožení	6,1–7,5	484 365	11
Extrémní ohrožení	> 7,5	782 601	18
Celkem	–	4 279 391	100

Zdroj: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd ČR (VÚMOP)

Číselným vyjádřením objemu erodovaného a transportovaného materiálu vodními toky jsou měřena množství plavenin, která však dokládají rychlost přírodní i antropogenně podmíněné eroze souhrnně. Podle údajů ČHMÚ⁶⁸ za období let 1985–1995 dosahují průměrné hodnoty objemu transportovaného materiálu na Labi v Hřensku 440,9 tis. t/rok, na Moravě ve Strážnici 270 tis. t/rok a na Odře v Bohumíně 160 tis. t/rok. Odtok plavenin však probíhá nerovnoměrně a největší množství je transportováno za povodňových situací. Celkově je z území ČR průměrně vodními toky odnášeno 870 tis. t plavenin, 90 tis. t splavenin, 1 mil. t materiálu v roztoku a suspenzi ročně. Celkově je tak za našeho území v dlouhodobém průměru odnášeno 2 mil. tun materiálu, což přepočteno na objem (při objemové hmotnosti 1 g.cm⁻³) odpovídá 2 mil. m³. Pokud tuto hodnotu přepočteme na plochu České republiky (78 866 km²), dostáváme hodnotu, která odpovídá úbytku mocnosti vrstvy 0,025 mm v průměru za rok. Obvykle je pro území ČR uváděna rychlost přepočtená za období 1000 let tj. 2,5 cm za 1000 let. Ve srovnání s jinými regiony je hodnota relativně velmi nízká. Například pro Evropu podle Garrels a McKenzie (Kukal, 1990) je uváděna hodnota 6 až 7 cm za 1000 let, na jiných kontinentech až 23,2 cm za 1000 let. Důvodem nižší hodnoty na našem území je jednak to, že měření množství plavenin jsou zatím za krátké období a nejsou v něm započítány katastrofické povodňové události, dalším faktorem je i to, že se erodovaný materiál ukládá ještě na území republiky, významnou roli sehrávají i vodní nádrže a je také pravděpodobné, že více látek odtéká v roztoku. Pozitivním faktorem je ve srovnání s jinými evropskými regiony i vyšší stupeň zalesnění a vhodné způsoby protierozní ochrany.

Nejvyšší koncentrace plavenin byly doposud zaznamenány 8. 7. 2000 na řece Moštěnce ve flyšovém pásmu Západních Karpat, kdy dosáhly hodnoty 57 g/l, při následné odtokové situaci 17. 7. 2000 činil specifický odtok plavenin až 25 t/km²/den (Blažek a kol., 2006). Největší roční objem za období sledování od roku 1985 byl naměřen v roce 1997 na Odře v Bohumíně, kde roční množství plavenin dosáhlo 560 tis. t, z toho 74 % bylo při povodňové situaci v červenci.

⁶⁸ Pravidelný monitoring plavenin ve vybraných stanicích provádí ČHMÚ od roku 1985. V současnosti je v České republice 50 profilů s denním sledováním plavenin. V povodí Moravy je rozmístěno 7 postupových profilů na toku Moravy, 3 závěrové profily jsou na významných přítocích Moravy, na řece Dyji 2 postupové profily a 4 závěrové profily na jejich přítocích. Kvalitativní parametry plavenin a sedimentů jsou sledovány od roku 1999 na 45 pilotních profilech sítě komplexního monitoringu jakosti vod v tocích s rozšířeným sledováním chemického stavu (těžké kovy, metaloidy a specifické organické látky).

Plaveninový režim výrazně ovlivňují vodní nádrže, které vytvářejí umělé sedimentační prostory, neméně významná je také regulace a způsob odtoku vody z nádrží. Režim plavenin je pod nádržemi výrazně pozměněn. Pod vodními díly se projevuje významný pokles koncentrace plavenin, doložený zatím u větších přehrad. Tím, že se vodní tok zbavuje transportovaného materiálu, dochází pod hrází vodní nádrže k uvolnění energie a zvýšení eroze, což se projevuje výraznějším zahloubením koryta. Přitom na základě prováděných měření je rychlost sedimentace v přehradních nádržích až 100× rychlejší než v jezerech přírodních, kde se průměrná rychlost sedimentace pohybuje řádově 0,1 až 0,3 cm za rok. Například rychlost sedimentace v Hooverově přehradě dosahuje 50 cm/rok a v Asuánské přehradě 15 cm/rok. Na našem území například ve vodní nádrži Slapy 4 cm/rok, vodní nádrži Lipno 2 cm/rok a vodní nádrži Nechranice 20 cm/rok.

Výrazné ovlivnění fluvialních procesů způsobuje také regulace koryt vodních toků, která znamená celkové zkrácení délky říční sítě, a tím urychlení odtoku vody z povodí. Úpravy koryt vodních toků znamenají změny spádových poměrů, důsledkem zkrácení je zvýšení eroze a úpravou břehů snížení přirozené infiltrace. Konkrétním příkladem zkrácení délky vodních toků je příklad Labe v úseku Jaroměř–Mělník, kde se v letech 1800 až 1950 zkrátila délka toku ze 400 na 178 km. Jiným příkladem je regulace toku Dyje, Vltavy, Jizery nebo Moravy. H. Kilianová (2001) uvádí v období let 1836 až 1999 celkové zkrácení délky toku Moravy o 67,34 km, s výraznou diferencí na horním, středním a dolním toku Moravy. Největší změny délky toku byly zaznamenány na dolním toku Moravy v Dolnomoravském úvalu, kde v období let 1836–1999 došlo ke zkrácení délky toku celkově o 48 km. Na středním toku v Hornomoravském úvalu došlo ke zkrácení o 13 km a v Mohelnické brázdě o 6 km. Horní část toku Moravy zůstala regulací relativně nedotčena.

7.1.4 Urychlení krasových procesů

Krasové procesy jsou pochody v krasových oblastech. Termínem kras je v geomorfologii označován soubor tvarů reliéfu v krasových (propustných a rozpustných) horninách. Kras je výsledkem interakcí mezi rozpustnými horninami a krasovými procesy (koroze, eroze). Za krasové horniny považujeme uhličitánové (karbonátové) horniny, které jsou rozpustné vodou obsahující oxid uhličitý (CO_2), dále evapority, což jsou usazeniny vzniklé krystalizací ze slaných vod, v nichž se obsah solí koncentruje odpařováním (evaporací) – sůl kamenná, sádrovec a řadí se sem i led. Pro rozsah krasových procesů jsou rozhodující chemická čistota krasových hornin, rozpukání a zvrstvení krasových hornin a také rozsah antropogenního ovlivnění území. Pochod krasování spočívá především v korozi stěn puklin v krasových horninách a probíhá až na bázi krasovějících hornin nezávisle na hlavní erozní bázi, protože voda v krasu obíhá pod hydrostatickým tlakem. Rozšíření puklin a spár umožňuje rychlé pronikání srážkové a tavné vody do hloubky. Jako jednu z dílčích disciplín speleologie uvádí V. Panoš (2001) antropogenní speleologii (anthropospeleology), která se zabývá průzkumem a výzkumem podzemních objektů vytvořených člověkem v rozpustných i nerozpustných horninách. Dělí se na speleologii antropogenní suburbánní (věnuje se prehistorickým i historickým objektům v podzemí měst, hradů a jiných sídel), montánní, která studuje stará, opuštěná důlní díla, a sídelní, která studuje podzemní prostory vytvořené a trvale obydlené člověkem.

K urychlení krasových procesů dochází v oblastech intenzivně narušených antropogenní činností. Mezi nejvýznamnější způsoby ovlivnění krasování lze považovat:

- těžbu karbonátových hornin,
- narušení hydrogeologického prostředí (změny odtoku vody, snížení hladiny podzemních vod, čerpání vody z vápencových lomů),
- zatížení krasových oblastí,
- úniky odpadních a technologických vod.

Urychlení krasových procesů se na povrchu projevuje vznikem nových závrťů nebo rychlejším prohlubováním již existujících. V důsledku zatížení (statického i dynamického) povrchu krasových oblastí dochází v nestabilních oblastech k řícení podzemních dutin, a vznikají tak antropogenně podmíněné řícené závrty nebo jeskyně. K zatížení dochází v oblastech nové obytné zástavby, při výstavbě rekreačních a sportovních areálů či při nevhodné lokalizaci staveb jako doprovodných investic při zpřístupňování podzemních prostor.

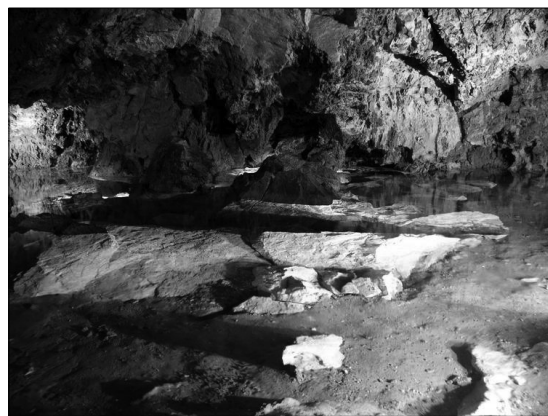
Velmi negativní ovlivnění je v případě úniků odpadních a technologických vod, které obsahují chemické látky výrazně urychlující proces krasovění, a zvyšují tak rychlost rozpouštění krasových hornin.

Samostatnou skupinou je ovlivnění podzemních krasových oblastí. K antropogennímu ovlivnění jeskynních systémů dochází v oblastech, kde jsou části jeskynních systémů zpřístupněny veřejnosti. Mezi antropogenní ovlivnění krasových procesů patří antropogenně podmíněné speleoklimatické změny (např. zvýšení teploty, snížení relativní vlhkosti vzduchu nebo zvýšení koncentrací CO_2) způsobené pohybem návštěvníků ve zpřístupněných částech jeskynního systému. Ke krátkodobým teplotním a vlhkostním změnám dochází i tím, že jsou ve zpřístupněných jeskyních využívány k osvětlení reflektory a jeskyněmi je vedena elektroinstalace. Negativním ovlivněním je znečištění podzemních vod, nejčastěji v oblastech, kde je povrch krasového území intenzivně zemědělsky využíván a jsou používány chemické látky, které se společně se srážkovou vodou ponory dostávají do podzemí a ovlivňují průběh krasového procesu. Narušení hydrologického režimu je i v oblastech, kde dochází v blízkosti jeskyní k těžbě krasových hornin. Dalším negativním ovlivněním je změna proudění vzduchu otevřením nových vchodů do jeskynního systému nebo umělým propojením původně samostatných jeskynních systémů. Příkladem je vyražená spojovací chodba mezi Starou a Novou Bozkovskou jeskyní v Podkrkonoší, ražená chodba v Javoříčských jeskyních nebo umělá štola z Pustého žlebu do Nové Amatérské jeskyně.

V jeskyních také často dochází k regulaci hladiny vody vodních ploch, kdy jsou z důvodu zpřístupnění uměle snižovány hladiny vody v jednotlivých patrech jeskynního systému. Příkladem ovlivnění krasového systému jsou Punkevní jeskyně v Moravském krasu. K výrazným změnám zde došlo v souvislosti se zpřístupněním jeskyní a umožněním plavby na člunech. Chodby pro vodní plavbu byly místy upraveny sestřílením nízkých stropů jeskyní. K překonání až 18 m hlubokých sifonů byla v letech 1928–1929 vyražena odvodňovací štola o celkové délce v 447 m se stavidly, jimiž bylo možno regulovat hladinu Punkvy až o 6 m. Následně došlo v letech 1927–1933 pod vedením profesora K. Absolona k odčerpání vody, a celkově tak byla snížena hladina Punkvy až o 20 m.



Obr. 6a: Punkevní jeskyně
v Moravském krasu
(foto: I. Smolová).



Obr. 6b: Podzemní jezera
v Nové Bozkovské dolomitové jeskyni
s uměle regulovanou hladinou
(foto: I. Smolová).

Jiným příkladem je uměle regulovaná výška hladiny vody v jezírcích na dně Bozkovských jeskyní. Ke změnám odtokových poměrů podpovrchových vodních toků, a tím i ke změnám rychlosti krasových procesů dochází například při vytváření podmínek pro plavbu v jeskynních systémech. Například v jeskyni Domica ve Slovenském krasu byly ve 30. a 50. letech 20. století vybudovány hráze, které měly zadržovat vodu a odstranit problémy s nedostatkem vody pro plavbu. Jiným způsobem ovlivnění jsou ražby odvodňovacích štol, které urychlují odtok vody z jeskynních prostor. Antropogenní činnost v krasových oblastech je často ovlivněna snahou o zatraktivnění jeskyní. Příkladem mohou být snahy o ovlivnění zalednění jeskyní například na území Slovenska. V Bielské jeskyni u Tatranské kotliny se ve 30. letech 20. století realizoval projekt s cílem trvalého zalednění části jeskyně, kterého mělo být dosaženo upravením cirkulace vzduchu mezi povrchem a jeskynním prostorem. Trvalého zalednění se nedosáhlo, ale negativním následkem bylo destruktivní mrazové zvětrávání, které narušilo sintrové náteky a část krápníkové výzdoby jeskyně (např. Bella, 2005, Zelinka, 1997).

7.1.5 Urychlení kryogenních procesů

Kryogenní procesy jsou geomorfologické procesy podmíněné fázovými přechody vody z plynného a kapalného skupenství ve skupenství pevné a existencí vody ve formě ledu. Jsou typické pro část krajinné sféry označované jako kryosféra, tj. část krajinné sféry, jejíž průměrná roční teplota je po více než 2 roky pod bodem mrazu. Jsou to oblasti ve vyšších zeměpisných šířkách a vysokohorských oblastech s negativní tepelnou bilancí. Pro kryosféru je příznačný výskyt vody v pevné fázi, tj. ve formě sněhu a povrchového i podzemního ledu. V územích s trvalou sněhovou pokrývkou modelují reliéf nivační procesy, v zaledněných oblastech horskými i pevninskými ledovci působí glaciální procesy a ve všech nezaledněných oblastech s negativní tepelnou bilancí, zejména před čelem ledovců a v zónách permafrostu, modelují reliéf periglaciální procesy. Kryogenní procesy ovlivňuje nejvýrazněji změna teploty. Zatímco přírodní kryogenní procesy vyvolané změnami klimatu, vegetačního pokryvu i vývojem reliéfu probíhají velmi pomalu, antropogenní narušení kryosféry vyvolává značné urychlení kryogenních procesů. Narušení povrchu kryosféry je bodové, liniové i plošné. Mezi bodové narušení patří například narušení vrty v oblastech těžby ropy a zemního plynu, liniové narušení je v liniích vedení komunikací, ropovodů či plynovodů a plošné narušení je v místech obytné zástavby, průmyslových areálů, zemědělské kultivace či velkých dobývacích prostorů. Při každé činnosti, která způsobuje oteplování svrchní části zemské kůry, dochází k narušení kryosféry. Hlavní příčinou urychlení kryogenních procesů je narušení rovnováhy permafrostu změnou tepelné bilance zemského povrchu. Následkem je deformace sněžného, rostlinného i půdního pokryvu a narušení povrchového odtoku.

Za hlavní způsoby urychlení kryogenních procesů lze považovat:

- změnu a narušení vegetačního pokryvu,
- narušení hornin a půdního pokryvu těžbou surovin,
- narušení rozšiřující se zástavbou (obytné i průmyslové areály),
- narušení liniovými stavbami (komunikací, ropovodů, plynovodů).

K narušení vegetačního krytu dochází nejčastěji odlesněním. V současné době je narušena zejména oblast sibiřské tajgy, kde ke kácení lesů dochází jednak z důvodu získání dřeva, jednak z důvodu těžby nerostných surovin. Odstranění vegetačního pokryvu má za následek zvětšení mocnosti činné vrstvy permafrostu. Důsledkem je degradace permafrostu, tj. urychlení procesu termooeroze a vznik termokrasových tvarů (degradace permafrostu shora nebo z boku), které mohou vést až k termoplanaci reliéfu. Antropogenně podmíněné urychlené tání ledových klínů vede ke vzniku hlubokých sníženin a strží v místech polygonů ledových klínů. Mezi prohlubněmi zůstávají jádra polygonů v podobě vyvýšenin bajdžarachů. Výrazné ovlivnění kryogenních procesů je v oblastech, kde se koncentruje zástavba. Stavby

vyzařují do okolí teplo, které narušuje permafrost i do značné vzdálenosti od zástavby. Při výstavbě objektů je nutné dodržení izolační vrstvy, která zamezí úniku tepla do zemské kůry. Narušení by znamenalo porušení stability staveb. Podobně je tomu v případě liniových staveb.

J. Demek (1984) uvádí tři základní fáze průběhu antropogenně urychlených kryogenních procesů:

- počáteční fáze – probíhá velmi rychle v prvních 2 až 3 letech po narušení terénu, intenzita kryogenních procesů je velká → dochází k velkým změnám reliéfu,
- střední fáze – zpomalení průběhu antropogenně urychlených kryogenních procesů,
- fáze ustálení – zahrnuje ustálení povrchu terénu na nové rovnováze a postupné přiblížení se rychlosti antropogenně vyvolaných procesů rychlosti přírodních procesů (přibližně 10 let po narušení rovnováhy permafrostu).

7.1.6 Urychlení eolických procesů

Eolické procesy jsou geomorfologické procesy, kde je hlavním modelačním činitelem vítr, který je významným exogenním činitelem v případě, že povrch půdy není zpevněn vegetačním krytem, geologické podloží je budováno sypkými, jemnozrnnými materiály a povrch půdy je suchý. Tyto podmínky jsou nejčastěji splněny v aridních a semiaridních oblastech. Urychlení eolických procesů se projevuje vytvořením takových podmínek, které nestaví větru jako modelačnímu činiteli v jeho působení žádná překážka, tj. odstraněním stávajících přírodních překážek (např. vegetačního pokryvu). Antropogenní ovlivnění eolických procesů se projevuje urychlením eolické eroze, transportu i akumulace. Nejčastější příčinou jsou změny vegetačního krytu, kdy odlesňováním vznikají rozsáhlé paseky až zcela odlesněné plochy, kde působení větru není stavěna žádná přirozená překážka. Negativním procesem je také rozorávání menších pozemků a vytváření velkoplošných lánů. Na území České republiky se negativně projevovalo také rušení rybníků, které příznivě ovlivňovaly mikroklima krajiny.

Urychlení eolických procesů se projevuje v první fázi urychlením odnosu (deflace), kdy je nezpevněný materiál transportován a při transportu eroduje (eolická abraze a koraze) skalní výchozy. Obrovské víry větrem transportovaného jemného materiálu se označují jako písečné bouře. Termínem písečná (prašná) bouře se označuje meteorologický jev, ke kterému nejčastěji dochází na rozsáhlých rovinných plochách préríí Severní Ameriky, v Arábii, Mongolsku, severní Africe nebo Číně. Při převládající konvekční oblačnosti může dojít ke vzniku velkých prašných vírů. Základní charakteristikou písečných bouří je, že se jedná o atmosférickou poruchu, kdy se do vzduchu dostává velké množství prachu. Ten vzniká tím, že se klín studeného vzduchu se vtlačuje pod teplou vrstvu → pohybuje se rychle + má turbulenci. Výsledkem jsou závoje dlouhé až 2500 km a široké až 600 km. Nejvíce postihovanou oblastí, kde písečné bouře vznikají, je střední a západní Sahara, pás Sahelu, Arabský poloostrov (regionální označení chamsín, šamál), okolí Bagdádu v Iráku (15 dní/rok), Kuvajtu (18 dní/rok) a severovýchodní Asie. K urychlení a větší intenzitě přispívají zejména:

- změny vegetačního krytu,
- větrný odnos (deflace),
- zemědělské obhospodařování v aridních (suchých) a semiaridních (polosuchých) oblastech,
- nadměrná pastva,
- rozrušení povrchu těžbou (například šterkopísků, sprašových hlín).

Podle údajů Programu OSN pro životní prostředí (United Nations Environment Programme, UNEP) je výskyt písečných bouří v severovýchodní Asii pětkrát častější než před půl stoletím. Desertifikace bezprostředně ohrožuje území, na kterém žije přes 30 % čínské populace. S rozšiřujícím se odlesněním dochází k vytváření ploch, které nejsou chráněny před eolickou erozí. Vytvoření prachových

planin v USA v roce 1930 vyhnalo 2,5 mil. lidí z Oklahomy, Texasu a Kansasu do Kalifornie. Velká písečná bouře byla v posledních letech registrována v Jižní Koreji (12. 4. 2000) se zdrojovou oblastí v Číně. Na větší intenzitě písečných bouří v oblasti Číny má vliv rozšiřování pouště Gobi,⁶⁹ která se přibližuje k Pekingu. V roce 2006 byla na území severovýchodní Asie registrována rekordní série písečných bouří. Při jedné z nich 17. 4. 2006 spadlo v Pekingu více než 330 tis. tun písku.

Na území Afriky je eolickou erozí nejvíce ohroženo povodí jezera Čad, které je jedním z nejvýznamnějších ve střední Africe. Ještě před 5–10 tis. lety byla hladina jezera Čad o 120 m výše, než je v současné době. Za posledních 35 let se jezero zmenšilo o 95 %, což je důsledek lavinového efektu, kdy se plocha rychle zmenšuje intenzivním využíváním vody k zavlažování a likvidací vegetace, která by pomohla recyklovat vodu zpět do atmosféry.

Důsledkem urychlení eolického transportu je zvýšení eroze i následná akumulace větrem transportovaného materiálu. Rychlost eolické sedimentace ve vybraných regionech světa dokládá tab. č. 15, kde je dokumentován výrazný rozdíl v rychlosti procesu ve velkoměstech a průmyslových regionech ve srovnání s rychlostí přírodních procesů.

Tab. 15: Rychlost eolické sedimentace ve vybraných regionech

Region	Rychlost eolické sedimentace (cm/1000 let)
Velkoměsta	
New York	110
Mnichov	90
Londýn	30
Bagdád	2000
Kuvajt	100
Praha	600
Průmyslová oblast	Podkrušnohorské pánve
	1400
Kontinent	Severní Amerika
	6,5
	Evropa
	4,0
Světový oceán	0,01–0,1

Zdroj: Kukul, Z., Reichmann, F. (2000); Pettijohn, F. J., Potter, P. E., Siever, R. (1987); Potter, P. E. (1974).

V České republice jsou doloženy prachové bouře v Bílých Karpatech, Vizovické vrchovině nebo na Znojemsku. Mezi oblasti nejvíce ohrožené eolickou erozí patří jižní Morava. Na základě studie⁷⁰ byla vyhodnocena jako nejrizikovější katastrální území Dubňany, Mutěnice, Mikulov na Moravě, Vranovice nad Svratkou, Hrádek u Znojma, Hrušovany nad Jevišovkou, Litobratřice, Šanov nad Jevišovkou a Velký Karlov. Urychlení eolické eroze je zejména důsledkem intenzivního obdělávání pozemků, které znamenalo odlesnění rozsáhlých ploch a rostoucí intenzita v 70. a 80. letech 20. století byla důsledkem zcelování pozemků a vytváření velkých lánů bez realizace protierozní ochrany. Eolickou erozí jsou ohroženy stovky hektarů orné půdy, např. v k. ú. Dubňany je větrnou erozí ohroženo více než 700 ha orné půdy, v k. ú. Mutěnice 1300 ha a v k. ú. Litobratřice 1200 ha.

⁶⁹ Podle čínské Agentury na ochranu životního prostředí (Environmental Protection Agency) se rozloha pouště Gobi zvětšila v letech 1994 až 1999 o 52 400 km².

⁷⁰ Doležal, P., Podhrázká, J., Novotný, I. (2005): Větrná eroze půdy v Jihomoravském kraji a návrh jejího řešení. Problémová studie. Brno: Agroprojekt PSO, s. r. o., 97 s.

7.1.7 Urychlení marinních a lakustrinních procesů

Marinní procesy jsou exogenní geomorfologické procesy v pobřežním pásmu. Pobřežní linie je proměnlivá kontaktní hranice mezi vodou a souší, přímoří (coast) je definováno jako pevnina ležící podél mořského břehu a pobřeží (shore), jako část pobřeží, která se rozkládá mezi pobřežní linií při odlivu a linií, kam až zasahuje příboj při přílivu. K urychlení marinních a lakustrinních procesů dochází v pobřežních oblastech, které jsou ovlivněny antropogenní činností, zejména průmyslovou činností nebo rozšiřováním ploch pro rekreaci a sport. Pobřežní oblasti, které tvoří pláže a mělčiny, snižují energii vln postupujících k pobřeží a přirozeně chrání pobřeží před narušením marinními a lakustrinními procesy. Jakákoliv změna (narušení) přírodního prostředí pak ovlivní rychlost procesů, nejčastěji pak dochází k urychlení abrazních procesů. Antropogenní ovlivnění v pobřežních oblastech lze rozdělit na přímé a nepřímé.

Přímé ovlivnění:

- výstavba hrází na mořském nebo jezerním pobřeží,
- povrchová těžba v šelfu,
- výstavba nových ostrovů v pobřežní oblasti,
- úprava pláží,
- stavba vlnolamů,
- využití energie vln (přílivové elektrárny).

Nepřímé ovlivnění:

- snížení množství materiálů přinášovaných vodními toky (zadržení v přehradách, regulace, řek, těžba štěrku z pobřeží) → zvýšení abraze,
- podpovrchová těžba na šelfu (např. ropa a zemní plyn).

Příkladem nepřímého ovlivnění marinních procesů jsou výstavby vodních nádrží na vodních tocích ústících do moře, které ovlivňují množství transportovaného materiálu v řekách. Po výstavbě Asuánské přehrady se snížilo množství ukládaných sedimentů v deltě Nilu a následně začalo docházet k její urychlené abrazi. Díky vytvoření dočasné erozní báze na dně vodní nádrže a zmenšení spádu vodního toku se snižuje jeho transportační schopnost a transportovaný materiál ukládá na dně nádrže.

K antropogenně urychlené abrazi dochází také na březích vodních nádrží. K urychlenému procesu abraze dochází v břehových liniích vodních děl, zejména těch, u kterých dochází k velkým výkyvům ve výšce vodní hladiny. V ČR je příkladem Brněnská přehrada, kde byla zahájena stabilizace břehů před účinky abrazních procesů již na konci 80. let 20. století (viz kap. 7.2). Jiným příkladem je soustava vodních nádrží Nové Mlýny, kde díky relativně velké vodní ploše a malé hloubce vzniká vlnění rozrušující břehy vodní nádrže a vede také ke vzniku abrazních srubů.



Obr. 7a: Narušení stability svahu při těžbě na pobřeží ostrova Thassos v Řecku (foto K. Kirchner).



Obr. 7b: Úprava pláží na pobřeží Baltského moře v Polsku (foto: I. Smolová).

7.1.8 Urychlení procesů spojených s působením podzemní vody

K urychlení geomorfologických procesů spojených s působením podzemní vody dochází v lokalitách, kde je antropogenně ovlivněna plocha, která umožňuje přirozenou infiltraci. Klasickým příkladem jsou asfaltové komunikace nebo oblasti obytné či průmyslové zástavby, kde je přirozená infiltrace znemožněna a odtok vody se realizuje prostřednictvím umělých kanálů. V místech soustředěného vtoku dochází k urychlení podpovrchových procesů, zejména sufoze, což se následně může projevit propady části komunikací. Dalším negativním jevem jsou vysoké odběry podzemní vody, které mohou vést až k ovlivnění dynamických tlaků v zemské kůře. K urychlení procesů dochází také v místech, kde je do přirozeně suchých oblastí uměle přiváděna voda. Ztráty při zavlažování tak způsobují urychlení erozních procesů. Klasickým příkladem je oblast Aralského jezera. V období let 1966 až 2003 poklesla hladina Aralského jezera o 22 m a pobřeží ustoupilo v průměru o 80 km. Jezero tvoří v současné době několik vzájemně oddělených depresí vyplněných slanou vodou. Díky zvýšenému obsahu soli (8× vyšší koncentrace než průměrně v oceánu) dochází v jezeře k úhynu vodních živočichů a v okolí jezera dochází k intenzivnímu zasolování a rozšiřování solné pouště.

Jinou lokalitou ovlivněnou odběry vody je oblast Mrtvého moře, jehož hladina klesá od roku 1978 v průměru o 0,7 m/rok, což dokládají studie výzkumných pracovníků Technické univerzity v Darmstadtu (Technische Universität Darmstadt). Podle modelů se plocha Mrtvého moře zejména v důsledku odběrů vody v povodí řeky Jordán snižuje v průměru o 4 km² za rok, tj. o 0,47 km³ za rok, což činí za posledních 30 let 14 km³ (Ghazleh, S. A., a kol., 2009). Zmenšování plochy s sebou přináší výrazné snížení přítoku podzemních vod do jezera. Rychlý pokles hladiny Mrtvého moře je problém, k jehož řešení by mohla přispět realizace některého z navržených projektů. Reálně jsou navrženy různé varianty vybudování umělých kanálů, které by propojovaly Mrtvé moře se Středoziemním mořem a navrženo je i propojení Mrtvého moře a Rudého moře údolím Arava (projekt Red-Dea channel),⁷¹ které navazuje na původní projekt z roku 1977. Voda z Rudého moře by byla v prvním úseku umělého kanálu vyčerpána do výše 220 m a následně systémem tunelů o celkové délce 200 km přiváděna do Mrtvého

⁷¹ Myšlenka výstavby umělých kanálů propojujících Mrtvé moře s některým z blízkých moří sahá již na konec 19. století. Autorem prvního projektu z roku 1855 je W. Allen, následně v roce 1902 předložil T. Herzl projekt propojení Mrtvého moře a Středoziemního moře za účelem využití výškového rozdílu k výrobě elektrické energie pro osídlované území Palestiny.

moře. Ve spádovém úseku by byla lokalizována odsolovací zařízení, ve kterých by byla získávána pitná voda pro zásobování obyvatelstva (mohla by pokrýt až 70 % potřeby obyvatel Izraele).

7.2 Zpomalení přírodních exogenních geomorfologických procesů

Některé přírodní exogenní geomorfologické procesy ohrožují krajinu, která je člověkem využívána natolik, že musí být chráněna. Antropogenní zásahy tak směřují ke zpomalení rychlosti přírodních procesů. Lze je rozdělit do dvou základních skupin. První tvoří opatření v antropogenně ovlivněném reliéfu, která směřují k navrácení přirozeného režimu (např. znovuoobnovení přirozeného režimu vodních toků). Druhou skupinou jsou opatření, kdy je intenzita přírodních procesů neovlivněných činností člověka natolik vysoká, že ohrožuje stabilitu území (např. sesuvná území podmíněná geologickou stavbou).

Mezi četné antropogenní ovlivnění ve smyslu zpomalení přírodních exogenních procesů dochází v případě svahových, fluvialních, eolických a marinních procesů.

Zpomalení svahových procesů

Antropogenní činností se zpomalují svahové procesy realizací technických a biotechnologických opatření, mezi která patří například:

- odvod vody přitékající na ohrožené území,
- odvod vody z ohroženého území (odvodňovací příkopy),
- zaplnění trhlin v terénu,
- drenážování vrty,
- stavba ochranných kotvených zdí, štol a pilotů,
- gabiony,⁷²
- zatížení paty svahu,
- terasování svahů,
- povrchové odvodňování (drenáže),
- zatravňování, zalesňování.

V oblastech, které jsou narušeny svahovými deformacemi, se provádí sanace. Projekt sanace představuje návrh takových opatření, které zvýší dlouhodobou stabilitu území nebo sesuvu. Běžnými prvky sanace jsou:

Odvodnění – je nejdůležitějším prvkem sanace. Odvodněním se zmenšuje tlak vody na smykové ploše, čímž se snižují aktivní síly. Při stabilizaci rozsáhlých sesuvů, kdy jsou v pohybu řádově 10^6 m³ zeminy a horniny, se jedná o jedinou použitelnou metodu. Při stabilizaci menších sesuvů odvodnění doplňují silové prvky.

- **Povrchové odvodnění** se provádí s cílem urychleného odvodu srážkové vody a povrchové vody přitékající z vyšších částí svahu tak, aby se zabránilo její infiltraci do těla sesuvu. Jako okamžité sanační opatření se obvykle budují prosté rýhy po spádnici, které odvádějí vodu. Po částečné stabilizaci a uklidnění pohybu se navrhuje definitivní povrchové odvodnění. V místech, kde nehrozí obnovení pohybu, lze použít klasické povrchové odvodnění žlabovkami obdobně jako např. při

⁷² Gabion je slovo francouzského původu a je převzaté z původně italského výrazu gabia – klec. Jeho původní význam představuje hradební proutěný koš, užívaný ke stavbě opevnění. Vývoj gabionů, tak jak je známe dnes, se udál přibližně před sedmi tisíci lety na březích Nilu, kde rohože tkané z rákosy zabraňovaly šíření půdní eroze. Později byl tento ekologický vynález zdokonalen do podoby hradebního koše tvaru válce, naplněného pískem, který se stal účinným obranným i útočným vojenským prvkem. Tyto koše byly extrémně odolné a byly schopné chránit vojáky před mušketou a dělovou koulí. V jiném případě se koše plnily vlnou a slámou, které se zapálily a valily po svahu do řad protivníka.

podélném odvodnění komunikací. Povrchové odvodnění na vlastním sesuvu musí být odolné proti menším deformacím a zachovat těsnost. Relativně často se používají rýhy vystlané nepropustnou fólií s položenou flexibilní drenáží a vyplněné šterkem. Povrchové odvodnění musí být zaústěno do povrchové vodoteče, otevřených příkopů anebo dostatečně kapacitní stávající kanalizace.

- **Hlubkové odvodnění** se provádí s cílem snížení vztlaku vody na smykové ploše a z důvodu omezení působení vodního a urychlení rozptýlené pórového tlaku. Jako okamžité opatření lze použít čerpání vody ze svislých odvodňovacích prvků – stávajících i nově vybudovaných studní. Z dlouhodobého hlediska jsou náklady na čerpání vysoké a tato metoda se pro dlouhodobou sanaci nepoužívá. Jako definitivní sanace se nejčastěji používají horizontální odvodňovací vrty. Jedná se o technologii, kdy se ve svahu vrtá maloprofilový vrt v mírně dovrchním úklonu (obvykle 2–4°) a vrt se vystrojí perforovanou výpažnicí.
- **Drenážní žebra** – reprezentují další účinnou metodu sanace svahu a sesuvu. Jedná se o rýhu vykopanou po spádnici, která je vyplněna šterkem. Může být chráněna geotextilií a na jejím dně může být drenážní potrubí. Funkce žebra může být buď pouze drenážní (tedy snižuje hladinu podzemní vody, a tedy i vztlak a pórový tlak na smykové ploše) anebo (pokud zasahuje pod smykovou plochu) kombinovaná drenážní se zvýšením odporu na smykové ploše. Hloubka žebra závisí na použité technologii, při běžně používané těžbě bagrem závisí na dosahu bagru (obvyklé hloubky 3–5 m) a na nutnosti použít pažení.
- **Odvodňovací štoly** se u nás používají pouze zcela výjimečně a obvykle v kombinaci s odvodňovacími vrty různých úklonů.

Silové prvky – instalací silových prvků se stavebními objekty se buduje síla vzdorující aktivním silám v sesuvu. Tyto prvky lze použít při sanaci relativně menších sesuvů (řádově do 10^5 m^3) po mělkých smykových plochách (přibližně do hloubky 3–5 m) a obvykle se tento typ sanačního opatření kombinuje s odvodněním.

- **Změna geometrie svahu** – nejjednodušší a nejdéle používanou metodou je přitížení paty sesuvu nebo násypu kontrabanketem (přítěžovací lavicí). Pata sesuvu se přitíží násypem, a tím dojde ke zvýšení stability. S tím je spojeno i případné zmírnění sklonu svahu. Výhodou této metody je jednoduchost provedení a nenáročnost na speciální strojní vybavení. Nevýhodou je velký přesun hmot a značný půdorysný zábor terénu. Zvýšení stability se dokladuje měřením monitorovacího systému a výpočtem stability.
- **Opěrná stěna** – buduje se před čelem sesuvu, kdy obvykle bezprostředně chrání komunikaci nebo stavební objekt. Stěna se dimenzuje na podkladě stabilitního a statického výpočtu. Opěrná stěna může být navržena jako prostá gravitační, nebo založená na pilotách a případně i kotvená. Jako materiál se obvykle používá beton, v současné době se ve velké míře přechází na gabionové konstrukce a konstrukce z vyztužené zeminy, které jsou levnější, ekologicky přijatelnější a estetičtější. Gabionové konstrukce jsou navíc samy o sobě propustné, takže na rozdíl od betonových se zde nemusí budovat podélná a příčná drenáž, pouze se musí důsledně dbát na odvodnění základové spáry.



Obr. 8a: Ukázka výstavby opěrné stěny
(foto: I. Smolová).



Obr. 8b: Sanace sesuvu stavbou opěrné zdi
ve Vsetíně-Jasence
(foto: K. Kirchner).

- **Stěna z velkopřůměrových pilot** – obvykle se buduje jako ochrana významných komunikací nebo objektů. Jedná se o vrty průměru obvykle většího než 600 mm, které jsou armovány a vyplněny betonovou směsí. Piloty jsou dimenzovány tak, aby byly ukotveny dostatečně hluboko pod smykovou plochu, a obvykle jsou spojeny trémcem a kotveny. Takto navržená stěna musí být vždy odvodněna, protože pilotová stěna tvoří hráz přirozenému proudění podzemní vody. Výhodou velkopřůměrových pilot je jejich značná pevnost proti ohybu, lze tedy ve výjimečných případech sanovat i sesuvy se smykovou plochou hlubší než 10 m. Nevýhodou je nutnost nasazení velké a těžké soupravy (obvykle 30–60 tun) s nutností budovat dočasně zpevněné komunikace.
- **Mikropiloty** – jsou stavební prvky, kdy se do maloprofilového vrtu (150–250 mm) vloží ocelová trubka a kořen mikropiloty (spodní část) se zainjektuje cementovým mlékem. Výhodou této metody je, že mikropiloty se budují malou vrtnou soupravou, často použitelnou i ve stísněných prostorách a sklepích, s malými náklady na dopravu a zřízení staveniště. Obdobou mikropilot jsou mikrozápory, kdy se pouze do vrtu místo ocelové trubky vkládá „I“ profil, který se injektuje podobně jako mikropilota nebo se zalije betonem.
- **Kotvy** – jsou stavební objekty umožňující přenášet sílu do horniny. Při stabilizaci sesuvu se obvykle kotví opěrné nebo pilotové stěny. Vlastní kotva se provádí maloprofilovým ukloněným vrtem, do kterého se vloží táhlo (ocelové lano, svazek kabelů, ocelová tyč nebo mikropilota) a kořen (tj. úsek v hornině dlouhý obvykle přibližně 6 m) se zainjektuje. Hlavice kotvy se předepne a pevně spojí s konstrukcí.
- **Injektáž** – je tlakové vhánění cementačních směsí do vrtu a perforací ve vrtu do póru a puklin v hornině. Obvyklou injekční směsí je cementové mléko (směs cementu a vody obvykle v poměru 2 : 1). Injektáž se sama o sobě v minulosti používala jako sanační opatření, kdy se injektovala smykovaná plocha a injektáží se zvyšovala pevnost hornin. Dnes se tato metoda již používá zřídka, protože injekční tlaky v blízkosti smykové plochy zvyšují pórové tlaky a v kombinaci s dosud nezatuhlým cementem krátkodobě způsobuje významné zhoršení stabilitních poměrů. Injektáž se dnes používá v kombinaci s jinými prvky – injektují se kořeny mikropilot a kořeny kotev.



Obr. 9: Ukázka betonové injektáže skalních stěn tvořených turonskými slínovci (opukou) v Novém Městě nad Metují (foto: I. Smolová).

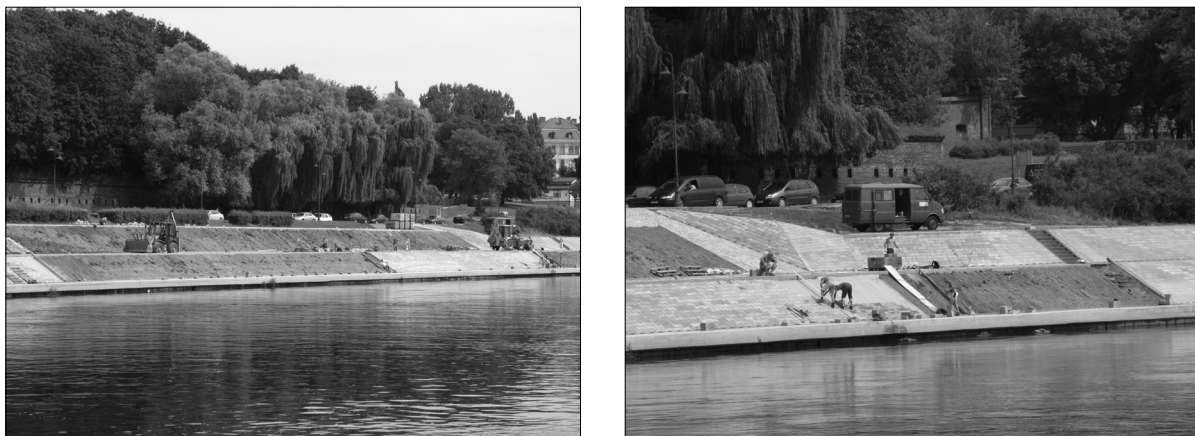
- **Gabiony** – jsou drátokamenné nebo drátošterkové prvky sloužící k přenášení zemních tlaků (např. opěrné zdi), dále také jako opevnění při stabilizaci břehů upravovaných vodních toků. Prvek je vytvořen z kameniva (větší zrnitosti) a je do pravidelného tvaru (kvádr) upraven s pomocí korozí odolné drátěné konstrukce (pozinkovaný drát).

Zpomalení fluviálních procesů

Fluviální procesy lze zpomalit zejména zvyšováním infiltrace (např. realizací vsakovacích pásů), využitím biotechnických prostředků (např. výsadba břehových porostů) nebo s využitím technických prostředků (např. zachycování plavenin a splavenin, výstavba regulačních nádrží). Protierozní ochranu je třeba realizovat jako komplexní systém, v daném území ji řešit variantně a z řešených variant zvolit variantu nejvhodnější z hlediska záboru půdy, finančních nákladů na realizaci a následný provoz protierozních opatření i z hlediska účelového stupně protierozní ochrany.

Obecně lze konstatovat, že efektivní návrh systémů protierozní ochrany musí spočívat v zachycení povrchově odtékající vody na chráněném pozemku, převedení co největší části povrchového odtoku na vsak do půdního profilu a snížení rychlosti odtékající vody. V případě ochrany půdy před vodní (fluviální) erozí je nutné realizovat organizační, agrotechnická, vegetační i technická opatření. Organizační opatření zahrnují návrh vhodného umístění pěstovaných plodin, návrh optimálního tvaru a velikosti pozemku, návrh vegetačních pásů mezi pozemky a návrh záchytných travních pásů.

Agrotechnická a vegetační opatření zahrnují půdoochranné obdělávání a protierozní orbu. Technická opatření zahrnují terénní úpravy (zarovnání nerovností), realizaci odvodňovacích příkopů, průlehů, terasování svahů, výstavbu ochranných hrázek, protierozních nádrží či protierozních cest.



Obr. 10: Ukázka zpevnování břehů Wisly v Toruni v Polsku (foto: I. Smolová).

Zpomalení eolických procesů

Opatření, která pomalují eolické procesy: lze rozdělit na biologické, biotechnické a technické.

Biologická opatření

- Mezi biologická opatření zpomalující eolické procesy patří volba vhodných pěstelských metod, například pěstování jednoletých výškově rozdílných rostlin.
- Výsadba větrolamů – větrolamy vytvářejí překážku vzdušnému proudění a vyvolávají nucený výstup vzduchu při obtékání.

Technická opatření

- Stavby umělých zábran v podobě přenosných plotů.
- Stavby ochranných zdí.

K cílenému zakládání větrolamů se přistoupilo ve světě v první polovině 20. století,⁷³ do té doby plnily ochrannou funkci proti větrné erozi ostrůvky lesa, aleje podél cest nebo nově vysazované stromy v parcích a zahradách. Doklady o historické výsadbě větrolamů jsou na našem území doloženy již z poloviny 18. století v Polabí, Poohří a na jižní Moravě, kde však později zanikly díky nedostatku dřeva. K jejich obnově došlo částečně již po druhé světové válce, kdy k tomu přispělo velké sucho v roce 1947 a probíhající kolektivizace zemědělství po roce 1948, kdy byly rozorány meze a vytvořeny obrovské bloky půdy po vzoru sovětských celin. Příkladem jsou sítě větrolamů na jižní Moravě (Znojensko, Mikulovsko nebo Strážnicko). Až v posledních letech byla zahájena realizace pozemkových úprav, výsadba ochranných porostů a jsou připravována i protierozní opatření (např. výsadba větrolamů, stavby ochranných zídek apod.).

Podle různých kritérií lze vymezit několik **typů větrolamů**. Nejčastěji se liší šířkou, druhovým složením, přítomností keřového patra, počtem druhů dřevin, popř. další účelovou funkcí. Nejčastěji se vyskytují větrolamy v podobě jednořadého pásu pouze z topolů, který je zároveň břehovým porostem podél melioračního kanálu. Zastoupeny jsou však i větrolamy tvořené až 20 m širokým lesním pásem, jehož jádro je tvořeno jehličnany, které jsou po stranách obklopeny pestrou dřevinnou skladbou z listnáčů a porostní okraj doplňují keře. Větrolamy však v krajíně neplní pouze funkci protierozní a ochrannou.

⁷³ Ve Švýcarsku v okolí Ženevského jezera jsou známy větrolamy ze 14. a 15. století, v Rusku první větší organizovaný pokus s výsadbou větrolamů provedl V. J. Lomikovskij v roce 1809 (Podhrázká a kol., 2008).

Kromě břehových porostů v současnosti nalézají uplatnění i jako významné krajinné prvky, podílejí se na vytváření charakteristického krajinného rázu a význam mají i pro myslivost, neboť právě v nich nalézá úkryt, a částečně i obživu, velké množství zvěře.



Obr. 11a: Pobřežní molo na poloostrově Hel v Polsku
(foto: I. Smolová).



Obr. 11b: Větrolamy na jižní Moravě
(foto: I. Smolová).

Zpomalení marinních a lakustrinních procesů

Podobně jako v případě zpomalení fluviálních procesů se využívají v pobřežních oblastech biotechnické a technické prostředky, které zpomalují působení vlnění na pobřeží. Příkladem jsou vlnolamy, což jsou hráze umístěné v určité vzdálenosti od březní čáry, které vytvářejí překážku, na které dochází k lámání vln a ztrátě jejich energie. Na ochranu pobřežních oblastí před abrazí se stavějí také ochranné zdi a mola. Příkladem realizovaného projektu v ČR jsou protierozní opatření na březích Brněnské vodní nádrže. Pro zpevnění břehů byla zvolena biotechnická forma oživená kamenným záhozem.



Obr. 12a: Abrázní sruby na Brněnské přehradě
v lokalitě Sokolské koupaliště – rok 2003
(zdroj: Povodí Moravy, s. p.).



Obr. 12b: Upravené břehy na Brněnské přehradě
v lokalitě Sokolské koupaliště – rok 2006
(zdroj: Povodí Moravy, s. p.).

8 ANTROPOGENNÍ GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY A TVARY

Antropogenními geomorfologickými procesy nazýváme způsoby, kterými lidská společnost působí na georeliéf a vytváří příznačné antropogenní tvary. V současné době probíhá toto působení většinou prostřednictvím techniky, a proto bývají tyto procesy a tvary jimi vznikající označovány rovněž jako **technogenní**. Antropogenní geomorfologické pochody vznikají činností člověka, jsou výsledkem cílevědomého působení společnosti, i když v nich existují určité prvky náhodnosti, jsou ve velké míře řízené člověkem a svým rázem a směrem nemusí odpovídat přírodním podmínkám krajiny. Příkladem může být vznik seizmotektonických tvarů podzemním atomovým výbuchem v naprosto aseizmickém území štítu nebo platformy. Antropogenní tvary reliéfu vznikají výběrově v závislosti na typu lidské činnosti a mezi činiteli, kteří formují tyto procesy, je rozhodující činnost společnosti. Antropogenní procesy probíhají často rychleji než přírodní geomorfologické procesy a s větší intenzitou. V současné kulturní krajině vznikají velmi rozmanité a složité vazby mezi přírodními a antropogenními tvary georeliéfu. **Antropogenní procesy** v kulturní krajině dělíme na antropogenní zvětrávání, degradaci, agradaci a transport (Demek 1984, 1987).

- **Antropogenním zvětráváním** označujeme umělé rozvolnění hornin a zemin a jejich přizpůsobení potřebám lidské společnosti. Lidská společnost v současné době každoročně rozvolňuje obrovská množství hornin a zemin (např. při těžbě, zemědělském obhospodařování či výstavbě dopravní infrastruktury) a vytváří antropogenní zvětralinové kůry. Zvláštním typem antropogenní zvětralinové kůry jsou kulturní půdy.
- **Antropogenní degradace a agradace** se projevuje v souvislosti s hospodářskou činností člověka, např. s výstavbou závodů, sídel nebo letišť, kdy dochází k zarovnání reliéfu, a to jednak antropogenním odnosem, jednak antropogenní agradací (např. vyrovnáváním terénu navážkami).
- **Antropogenní transport** souvisí se skutečností, že v průběhu antropogenní transformace reliéfu člověk dopravuje značná množství materiálů z míst, kde přírodními procesy vznikly, do míst spotřeby. Typické je to pro těžební aktivity, kdy jsou vytěžené suroviny přepravovány často na velmi vzdálená místa, a dochází tak k přerozdělení zatížení povrchu.

Antropogenní procesy a tvary lze podle principu **genetické klasifikace** rozdělit na těžební (montánní), průmyslové (industriální), zemědělské (agrární), sídelní (urbánní), dopravní (komunikační), vodohospodářské, vojenské (militární), pohřební (funerální), oslavné, rekreační a sportovní tvary.

8.1 Těžební (montánní) antropogenní procesy a tvary

Těžební antropogenní procesy jsou vyvolány těžbou nerostných surovin ze zemské kůry. Těžba surovin dosahuje v současné době značných rozměrů, každoročně se ze zemské kůry dobývá více než 6 km³ surovin a hlušiny. Za posledních 500 let bylo ze zemské kůry vydobyto např. 5 · 10¹⁰ tun uhlí a ropy a 2 · 10⁹ tun železné rudy. Při těžebních činnostech vznikají těžební antropogenní tvary, které lze rozdělit na tvary vznikající těžební činností záměrně nebo nezáměrně. Těžební tvary lze také rozlišit na těžební tvary vlastní a průvodní těžební tvary (antropogenně podmíněné tvary).

- **Vlastní těžební tvary** vznikají povrchovou i podpovrchovou těžbou. Vznik tvarů souvisí se značnými objemy těžebních surovin, které jsou těženy, přemísťovány a část odpadního materiálu je ukládána. Vznikají tak tvary jak destrukční, tak akumulací. Největší tvary, jako je například **hlubinný důl**

nebo **kamenolom (povrchový lom)**, zahrnují celý soubor dílčích tvarů. V případě hlubinného dolu například **šachty, štoly** nebo **komory**. Pro těžbu některých surovin (např. ropa, zemní plyn, voda) se využívají **vrty**. Typickými povrchovými těžebními tvary jsou **povrchové doly, kamenolomy, oprámy, hliniště** nebo **pískovny**. Akumulační činností pak vznikají **těžební haldy** nebo **sejpy**. S těžbou nerostných surovin souvisí i tvary nezbytné při úpravě vytěžené suroviny, příkladem jsou **odkaliště**.

- **Průvodní těžební tvary** vznikají nezáměrně v důsledku podpovrchové těžby. Typickým příkladem jsou těžební **poklesové sníženiny**, které vznikají poklesem povrchu v poddolovaném území, tj. v území, pod jehož povrchem se provádí důlní těžba. Jiným příkladem jsou sníženiny vzniklé rychlým prosednutím, propadnutím a zřícením podpovrchových důlních děl, které se označují **pinky**.

HLUBINNÝ DŮL

Anglicky: mine, pit, diggings

Hlubinný důl je souhrnné označení pro soustavu důlních děl provedených pro zpřístupnění a vydobytí užitkového nerostu nebo užitkové horniny ze zemské kůry. Část ložiska určená k vytěžení jedním dolem se nazývá důlní pole. Důl se skládá z důlních děl, tj. prostorů vylámaných v hlubině. Ty jsou podle svého účelu velmi různé svou polohou, rozměry i tvarem. Některá důlní díla jsou nehluboko pod povrchem, ale mohou být i v hloubkách více než 1000 m pod povrchem.

Základem hlubinného dolu je svislá jáma – **šachta**, která vede z povrchu až ke sloji. Primární funkcí šachty je dopravní spojení určené k přepravě osob i materiálu. Od šachty se pak razí **chodby** potřebné pro vytěžení ložiska. Jedná se o chodby převážně vodorovné a bývají v několika slojích nad sebou. Koupou se i svázné chodby, které spojují jednotlivá patra. V případě, že se důlní dílo razí v nesoudržných horninách, je třeba vyražené chodby vyztužit, aby odolávaly tlakům nadložních vrstev. V minulosti se pro vyztužování používala dřevěná výztuž, dnešní výztuže jsou betonové nebo ocelové. Výztuže (stabilní nebo posuvné) se umísťují také v porubech, tj. v místech, kde se surovina přímo dobývá. Vydobytý prostor za postupující výztuží se většinou zakládá, tj. vyplňuje horninovým materiálem, nebo úmyslně zavaluje horninami ze stropu. Aby se důlní dílo nezavalilo, je třeba nechávat tzv. ochranné pilíře, tj. bloky, které podpírají nadložní vrstvy. Nejhlubší doly ve světě jsou v současné době v jižní Africe (hloubka až 3,9 km). Všechna důlní pracoviště musí být větrána z důvodu umožnění přístupu vzduchu a odvodu různých zplodin, k tomu slouží větrací šachty.

V hlubinné dole se obvykle pracuje dvěma základními metodami: starší, která se používá například i dnes četně v USA, je dobývání komorováním. Metoda spočívá v tom, že horníci vyrubají řadu komor napříč sloji a mezi komorami nechávají pilíře, které zabezpečují stabilitu. Nevýhodou této metody je možnost odtěžení pouze části sloje. Druhá metoda se označuje stěnováním a je hojně rozšířená v evropských horních revírech, zejména pro hlubinnou těžbu uhlí. Metoda spočívá v razbě dvou paralelních tunelů vzdálených od sebe přibližně 20 m.

Rozšíření v ČR

Hlubinné doly nalezneme v současných i bývalých hornických oblastech, kde se těžilo hlubinným způsobem (např. Kladensko, Ostravská pánev, Příbramsko, Rosicko-oslavansko). V současné době jsou činné pouze hlubinné doly na Ostravsku, kde se těží černé uhlí, důl Mír v jihomoravském lignitovém revíru, a hlubinný důl Dolní Jiřetín u Mostu (těžba hnědého uhlí) a důl v Rožná v Dolní Rožince (uranová ruda).

Těžba černého uhlí v Ostravské pánvi v současné době probíhá v pěti dolech: důl Československá armáda, důl Lazy, důl ČSM, důl Darkov a důl Paskov. V dobývacím prostoru Trojanovice je zakonzenovaný důl Frenštát.

Důl Československá armáda vznikl 1. července 1995 spojením dvou původně samostatných dolů ČSA a Doubrava. Ve skutečnosti však je jeho historie mnohem starší a sahá až k samým počátkům dolování v oblasti Karviné. Právě odsud zřejmě pocházejí první zprávy o nálezech černého uhlí v 18. století na lokalitě zvané Kamienčok. Roku 1780 zde zahájil kutací práce hrabě J. E. Larisch-Mönnich. Roku 1856 byly zdejší šachty spojeny do jediného podniku, což se považuje za počátek existence dnešního dolu ČSA. Největší absolutní hloubku v závodu ČSA má jáma Doubrava III na lokalitě Doubrava (hloubka 1176 m). Při nadmořské výšce ústí 281 m sahá až do hloubky 895 m pod úroveň mořské hladiny.

Skupinový *důl Lazy* vznikl 1. července 1995 spojením původně samostatných dolů Lazy, Dukla a František. Průměrná hloubka dobývání v dole Lazy se pohybuje na úrovni 852 m pod povrchem. Nejhlubší díla jsou v hloubce 970 m pod povrchem.

Důl ČSM má poměrně krátkou historii, která začíná až po druhé světové válce. V 50. letech 20. století proběhly v okolí obce Stonava průzkumné vrty, které potvrdily existenci kompletního karbonského souvrství. Na základě těchto výsledků bylo rozhodnuto o vzniku dolu se dvěma závody (ČSM-sever a ČSM-jih). Výstavba začala v roce 1959, ale z důvodu komplikovaných hydrogeologických poměrů bylo možné zahájit těžbu až koncem roku 1968. Rozsáhlá investiční výstavba pokračovala i v 90. letech 20. století a po roce 2000. Předpokládá se, že díky tomu potrvá životnost dolu nejméně do roku 2028. Nejhlubší je jáma ČSM-jih, která dosahuje hloubky 1103 m (při nadmořské výšce ústí 277 m je dno jámy 826 m pod úroveň mořské hladiny).

Historie *dolu Darkov* sahá až do poloviny 19. století. V té době byla založena řada nových dolů, které byly později do komplexu Darkov sloučeny. V 50. letech 20. století z nich vznikl komplex Velkodůl 1. máje, který byl 2. května 1991 přejmenován na důl Darkov. Největší absolutní hloubku má na dole Darkov jáma Mír 4 (1011 m), s ústím v nadmořské výšce 235 m (dno se nachází 776 m pod úroveň mořské hladiny).

Důl Paskov vznikl sloučením závodů Paskov a Staříč. Výstavba objektů závodu Paskov začala roku 1960, závodu Staříč 1962. V obou případech šlo o důlní díla s vysokým stupněm ohrožení vodou a plynem. Těžba v závodě Paskov začala roku 1966, na Staříči až roku 1971. Největší absolutní hloubku vykazuje jáma lokality Staříč (1155 m), jejíž ústí se nachází v nadmořské výšce 305 m a sahá 850 m pod úroveň mořské hladiny.

V současné době zakonzervovaný *důl Frenštát* má historii sahající do přelomu 60. a 70. let 20. století, kdy byly v lokalitě prováděny podrobné geologické výzkumy, které prokázaly horizonty karvinského souvrství s ekonomicky těžitelnými zásobami černého uhlí. V roce 1982 začalo hloubení jámy 4 projektovaného závodu Frenštát západ, během prací však došlo k její devastaci. Proto byla zesílena výztuž (konečná hloubka jámy č. 4 je 943 m). V roce 1983 začalo v téže lokalitě hloubení jámy č. 5, která byla dokončena dosažením hloubky 1088 m. Obě jámy byly spojeny na úrovni 590 m. První uhlí bylo z jámy č. 5 vyvezeno v dubnu 1988. V roce 1991 bylo rozhodnuto o přechodu dolu Frenštát na zajišťovací režim.

Nejhlubším dolem na území České republiky je důl Vojtěch v revíru Příbram-Háje, šachta číslo 16, která dosahuje hloubky 1838 m a jako na první lokalitě na světě zde bylo dolováno z hloubky 1 km. Důl Vojtěch v Příbrami-Březových Horách patřil k hlavním a z ekonomického hlediska k nejvýznamnějším dolům březohorského rudního revíru. Jáma se začala hloubit roku 1779 v údolí pod březohorským návrším Koráb, nedaleko místa původní středověké šachtice.

V minulosti se na území České republiky hlubinným způsobem vedle uhlí a polymetalických rud těžil například kaolin, grafit, pískovec, vápenec nebo břidlice. Příkladem hlubinného dolu na těžbu břidlice je *břidlicový důl Vítkov-Lhotka* na Opavsku. Těžba byla zahájena v 60. letech 20. století a navázala na dlouholetou historickou těžbu. Těžilo se v hloubce přibližně 50 m pod povrchem, hlubinnou těžbou bylo docíleno vyšší kvality materiálu.

Opuštěná důlní díla musí být zabezpečena a zajištěna. V české legislativě má úkol zabezpečení starých důlních děl MŽP ČR. Staré důlní dílo je podle horního zákona č. 44/1988 Sb. důlní dílo v podzemí, které je opuštěno a jehož původní provozovatel ani jeho právní nástupce neexistuje nebo není znám. Starým důlním dílem je také opuštěný lom po těžbě vyhrazených nerostů, jehož původní provozovatel ani jeho právní nástupce neexistuje nebo není znám. Vedením registru starých důlních děl je pověřena Česká geologická služba (ČGS) – Geofond ČR. Ministerstvo životního prostředí ČR je povinno zabezpečovat zajišťování nebo likvidaci starých důlních děl a jejich následků, které ohrožují zákonem chráněný obecný zájem. K 1. 1. 2008 bylo součástí registru více než 2 tisíce objektů starých důlních děl, kromě toho je zaevidováno 9 hromadných oznámení informativního charakteru, která upozorňují na existenci více než 2800 dalších objektů.⁷⁴ Mimo to jsou součástí registru vedeného ČGS – Geofondem ČR opuštěná průzkumná důlní díla (106 objektů), což jsou díla provozovaná ze státních prostředků v rámci geologického průzkumu, která nebyla po ukončení prací předána těžbě. Součástí registru jsou i opuštěná důlní díla (101 objektů), tj. díla mimo provoz, která mají svého majitele nebo právního nástupce. Nejvíce starých důlních děl bylo dáno do registru v letech 2003–2004 (615 objektů). Vedle toho Geofond eviduje ohlášení o výskytu starého důlního díla (v současné době téměř 3 tisíce ohlášení), zejména v souvislosti s problémy, které existence nezabezpečeného důlního díla způsobuje. Nejvíce starých důlních děl je evidováno ve třech regionech: severočeská hnědouhelná pánev, kde se převážně řeší zajišťování starých šachet po hlubinné těžbě hnědého uhlí, kladensko-rakovnická pánev, kde se zabezpečují jámy po těžbě černého uhlí, a oblast ostravsko-karvinského revíru, kde je největším problémem zabezpečování báňských děl s výskytem důlních plynů.

Rozšíření ve světě

Hlubinné doly se nacházejí ve většině zemí světa a využívají se zejména pro těžbu energetických surovin (uhlí), rud i některých stavebních surovin. Mezi největší doly na světě patří hlubinné doly na jihu Afriky. Jedná se o hlubinné *doly TauTona* a *Savuka* v regionu Witwatersrand v JAR, ve kterých se z hloubky větší než 3700 m těží zlato. Společnost AngloGold, která v dolech těží, předpokládá zvýšení hloubky dolu až na téměř 4 km (v roce 2009 dosažena hloubka 3910 m).

Za objemově největší podzemní hlubinné dílo se považuje *důl El Teniente* v Chile, jehož součástí je více než 2400 km podzemních děl.



Obr. 13: Povrchový areál dolu TauTona v JAR
(foto: www.anglogold.com).

⁷⁴ Zdroj dat: Česká geologická služba – Geofond (www.geofond.cz).

Mezi nejhlubšími doly jsou nejčastěji doly na těžbu rud. V Evropě v současné době je nejhlubším činným dolem těžícím kovy *důl Pyhäsalmi* ve Finsku, který má hloubku 1444 m. V hlubinném dole probíhá těžba měděné a zinkové rudy (těží společnost Inmet Mining). K objevu ložiska došlo v 50. letech 20. století a těžba byla zahájena v roce 1967. Druhým nejhlubším je *důl Boulby* (1400 m) v Anglii. Za největší podzemní dílo v Evropě se považuje *důl Kirunavaara* ve městě Kiruna ve Švédsku, součástí podzemního díla je i 450 km silnic.

Význam

Doly slouží k dobývání užitkových surovin, nejčastěji uhlí a rudy. Hlubinný důl umožňuje těžbu nerostných surovin i ze značných hloubek. Podpovrchovým způsobem se těží i některé stavební suroviny (například pískovce, vápence).

KOMORA

Anglicky: room

Komora je název pro různé uměle vyhloubené prostory v hlubinném dole, které mají rozlehlejší půdorys, větší objem a u nichž zpravidla nepřevažuje výrazně délka nad šířkou. Tím se liší od štol a šachet, u nichž je rozměr v jednom směru výrazně větší. Komory jsou po dobu dobývání chráněny a odděleny od vyrubaného prostoru podpěrnými pilíři.

Rozšíření v ČR

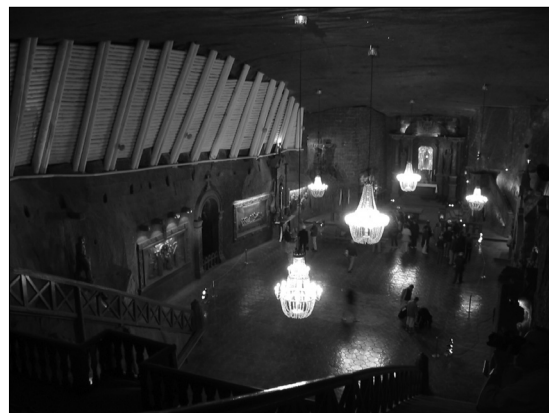
Komory jsou součástí porubu, tedy důlního díla, v němž se dobývá nerost. Lze je nalézt prakticky v každé hornické oblasti (Kladensko, Ostravská pánev, Příbramsko).

Rozšíření ve světě

Komory jsou součástí většiny velkých důlních děl, zastoupeny jsou častěji v hlubinných dolech, kde se těží uhlí, železná ruda nebo polymetalické rudy. Po ukončení těžby mohou být opuštěné prostory dále využity. Příkladem jsou komory v solných dolech Wieliczka využívané jako součást turistické trasy i pro kulturní akce. Některé velké komory jsou využívány pro skladování potravin i odpadů.

Význam

V dolech slouží komory k nejrůznějším účelům. Většinou jsou zde uloženy podpůrné pracovní stroje a zařízení. Po ukončení hornické činnosti mohou být komory využívány například ke skladování.



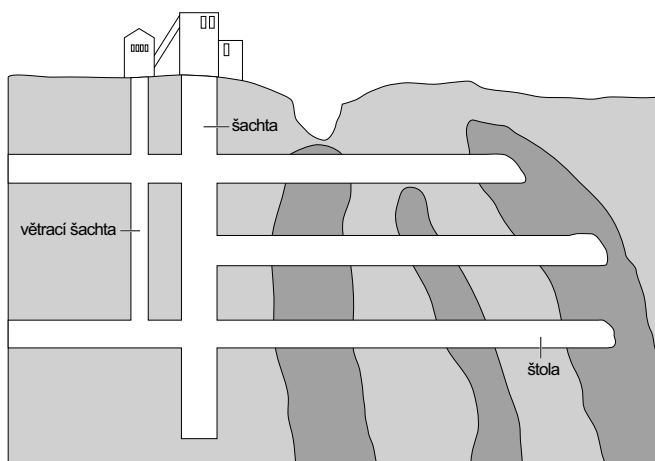
Obr. 14: Komora – solné doly Wieliczka (foto: I. Smolová).

ŠACHTA

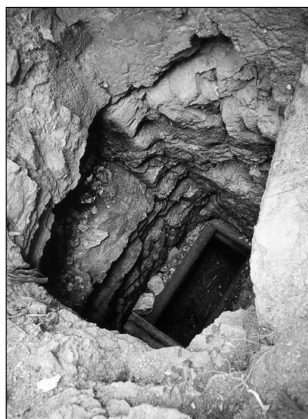
Anglicky: shaft mining

Šachta je strmá, zpravidla svislá, někdy i šikmá chodba prioritně plnící dopravní funkci, slouží k přepravě osob, vytěžené suroviny, hlušiny nebo pomocných zařízení dolu mezi povrchem a hlubinou. Může být také využívána k odvodu vody a plynů z podzemních prostor nebo pro přívod vzduchu, pak se označuje jako **větrací šachta**. Někdy se pro šachtu užívají i synonyma úklonná jáma nebo svislá jáma a nebo i důlní jáma. Šachty zpravidla mírají v průměru řádově metry (obvykle 5 až 8 m) a dosahují hloubek několika kilometrů. Speciálním případem šachty je i studna, která slouží k zásobování vodou, proto je řazena mezi vodohospodářské tvary (kapitola 8.6). Studny dosahují řádově menších rozměrů (výjimečně přesahují 3 m v průměru a hloubky desítky metrů).

V technické terminologii je termín šachta využíván obecně pro označení dutého prostoru v technickém zařízení, v případě těžebních tvarů nejčastěji dolu. Šachta plní funkci prostoru, který umožňuje montáž jiného technického celku, uložení součásti zařízení, uložení zpracovávaného materiálu nebo suroviny, svislý pojezd pracovní části stroje (tzv. výtahová šachta) nebo obecně umožnění průchodu látek či předmětů. Šachty určené pro průchod plynů se označují **ventilační šachty**, šachty umožňující průchod spalin se označují **komíny**. Šachty, které jsou součástí hornického díla, se označují **důlní šachty** nebo **jámy**. Obvykle jsou doprovodnou nezbytnou investicí při vlastní stavbě dolu sloužícího pro těžbu nerostných surovin. Antropogenním tvarem je šachta v případě, že se jedná o prostor vhloubený do litosféry. Odvozeným slovem od slova šachta je i podobný technický termín *šachtice*.



Obr. 15a: Schéma hlubinného dolu – šachty a štoly.



Obr. 15b: Pohled do šachty (foto: I. Smolová).

Rozšíření v ČR

Šachty lze nalézt hojně v hornických oblastech a jsou rozšířeny všude tam, kde jsou hlubinné doly. Příkladem je Ostravská pánev, Kladensko, Příbramsko, Žacléřsko-svatoňovicko či Rosicko-oslavansko.

Rozšíření ve světě

Šachty jsou nezbytnou součástí všech hlubinných děl, proto je jejich rozšíření velmi četné. V zásadě jsou všechny šachty na světě velmi podobné konstrukce.

Význam

Šachty mají význam jako spojnice podzemních prostorů s povrchem. Prioritně plní dopravní funkci, kdy slouží k přepravě osob a materiálu, stejně jako přívodu a odvodu plynů a kapalin. Šachta má nejčastěji význam jako prostor, který umožňuje montáž jiného technického celku, uložení součásti zařízení, uložení zpracovávaného materiálu nebo suroviny.

ŠTOLA

Anglicky: tunnel, run, adit

Štoly jsou horizontální nebo málo ukloněná hornická díla ražená z povrchu nebo směrem od šachet při průzkumu nebo těžení ložisek nerostných surovin. Lze je definovat jako vodorovné nebo téměř vodorovné hlubinné chodby. Příčné překopy jsou horizontální průkopy kolmé na štoly, které se od štoly liší tím, že slouží jen jako spojovací články mezi jednotlivými štolami. Zvláštní označení má tzv. **dědičná štola**, která má za úkol odvodnit určitý ložiskový revír, a proto se zakládá v nejnižší ležícím místě terénu hornického revíru. Dědičná štola je důlním dílem odvádějícím samospádem důlní vody čerpané z ložisek společně s vodami zachycovanými nad touto štolou a na její úrovni, včetně přeпадů ze zatopených důlních děl pod její úrovní.



Obr. 16a: Štola v solných dolech ve Wieliczce u Krakova v Polsku (foto: I. Smolová).



Obr. 16b: Vstup do štoly zlatého dolu ve Złotym Stoku v Polsku, kde je v současné době Podzemní muzeum těžby a hutnictví zlata (foto: I. Smolová).

Rozšíření v ČR

Štoly jsou součástí porubu, tedy důlního díla, v němž se dobývá nerost. Lze je tedy nalézt prakticky v každé hornické oblasti (Kutnohorsko, Zlatohorsko, Příbramsko, Jáchmovsko, Kladensko, Ostravská pánev a další).

Příkladem dědičné štoly je *Příbramská dědičná štola*, která patří na našem území mezi historická důlní díla. Byla ražena v letech 1787 až 1859 a v letech 1878 až 1881 byla její část přeložena. Dědičná štola začíná u jámy Štěpán v Bohutíně a ústí u Litavky poblíž Trhových Dušníků poblíž železničního mostu. Příbramská dědičná štola spojuje téměř všechny doly březohorského a bohutínského revíru na Příbramsku. Celková délka dědičné štoly dosahuje více než 6 km (společně s chodbami, které jsou na ni napojeny, má délku téměř 20 km). Plocha průřezu štoly se pohybuje od 3 do 5 m².

Jiným příkladem je *dědičná štola ve Zbýšově* na levém břehu řeky Oslavy, která byla hlavní odvodňovací štolou celého rosicko-oslavanského černouhelného revíru. Stavba dědičné štoly byla zahájena v roce 1856 a dokončena byla v roce 1884.

Ve Slavkovském lese, kde se těžily polymetalické rudy, byla hlavním odvodňovacím dílem *Pluhova dědičná štola*. O její stavbě bylo rozhodnuto ve třicátých letech 16. století a projektována byla jako velkorysé a nákladné dílo s vyústěním přibližně 1,5 km pod Slavkovem. Vlastní ražba štoly probíhala v letech 1539 až 1587, dosáhla celkové délky 5,8 km a patřila mezi nejdelší česká důlní díla. Na počátku 17. století byla štola ještě prodloužena na celkovou délku 5,9 km. Její hlavní čelba byla v hloubce 117 m. Sloužila jako hlavní odvodňovací osa slavkovského a krásenského revíru. Měla sedm vlastních překopů, 13 světlíků a 4 šachty. Odvodňovací štola sloužila po jistou dobu ještě ve 20. století a v současné době je státem chráněnou technickou památkou.

Významnou technickou památkou je i *královská Prokopská dědičná štola* ve stříbrském rudním revíru. Se stavbou dědičné štoly se začalo v první polovině 16. století a podle historických dokladů měla v polovině 18. století délku 2,5 km. Součástí dědičné štoly bylo od počátku 19. století technické zařízení, které umožňovalo přívod vody z toku Mže do důlního díla a odvod důlní vody zpět do Mže. Ke znovuoobnovení dědičné štoly došlo v novodobé historii těžby v okolí Stříbra v 50. a 60. letech 20. století. V současné době slouží Prokopská štola pouze jako odvodňovací dílo stávajících důlních jam, které jsou v tzv. mokré konzervaci.

Rozšíření ve světě

Štoly jsou podobně jako šachty nezbytnou součástí všech hlubinných děl, proto je jejich rozšíření velmi četné. V zásadě jsou všechny štoly na světě velmi podobné konstrukce.

Význam

Štoly mají význam nejen jako spojení mezi různými šachtami, ale především při dobývání nerostných surovin a průzkumu nadějných lokací ložisek.

VRT

Anglicky: well, deep well, boring

Vrty (podpovrchové průrazy) jsou plošně málo rozsáhlými tvary a lze je charakterizovat jako bodové prvky. Mezi antropogenní tvary jsou řazeny zejména s ohledem na jejich často značný vertikální rozměr (zasahují do značných hloubek zemské kůry). V současné době s rozvojem nových technologií jsou velmi četné, jsou realizovány za mnoha účely a plní různorodé funkce. Vrty bývají nejčastěji prováděny z důvodu geologického průzkumu podloží (**průzkumné vrty**), zpevňování nestabilního podloží v lokalitách výstavby větších nadzemních staveb (např. piloty), jsou využívány k těžbě nerostných surovin

(nejčastěji ropa a zemní plyn) nebo slouží k zabezpečení zdrojů vody (vrtané studny, zdroje pitné vody, minerální vody). Systémy vrtů se hojně využívá pro odběry podzemních vod. Při čerpání volné podzemní vody může docházet ke vzniku tzv. depresních kuželů, které se na povrchu projeví vznikem poklesových sníženin. V oblastech s dostatečným potenciálem geotermální energie jsou vrty využívány k přívodu horké páry, vody nebo jsou součástí zařízení geotermálních elektráren. Pro svůj význam a čím dál větší rozměry jsou nezanedbatelnými antropogenními formami reliéfu. Mezi nejčtenější patří vrty využívané k průzkumu a těžbě nerostných surovin, proto jsou vrty řazeny mezi těžební antropogenní tvary, i když mohou být i průmyslovým či vodohospodářským tvarem.

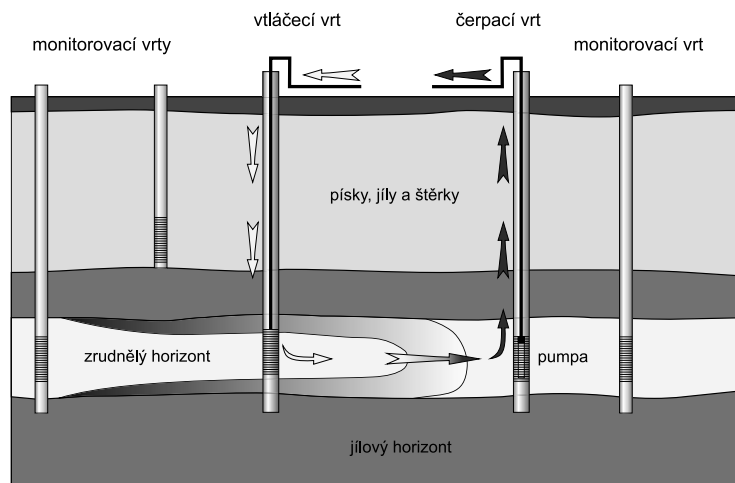
Zpravidla je v terénu není běžně vidět, ale zemský povrch narušují výrazně, protože jich je na Zemi dnes už velké množství a často zasahují do několikakilometrových hloubek. Na povrchu je lze rozpoznat hlavně díky vrtným soupravám, které tyto průrazy vykonávají.

Vrty jako těžební antropogenní tvary lze podle jejich účelu rozdělit na těžební a vtláčecí. Průzkumné vrty jsou řazeny mezi ostatní antropogenní tvary (kap. 8.11).

- **Těžební vrty** – používají se pro vlastní těžbu nerostných surovin. Typickou surovinou těženou pomocí vrtů je ropa nebo uran (v případě těžby chemickým loužením). V případě ropy se těžba provádí pomocí ropných vrtů neboli studní a rozlišujeme 3 základní typy vrtů: vlastní těžební vrty, které slouží k vlastní těžbě ropy, injektážní vrty a pomocné vrty. Injektážní vrty jsou využívány ke vhánění stlačeného plynu nebo vody do oblasti ložiska, což vede ke zvýšení tlaku na zbytek ropných zásob. Injektážní vrty využívají celou řadu technologií – např. vhánějí do horkého horninového masivu chladnou vodu, a tím způsobují rozpraskání hornin, které umožňuje další průnik injektáže do masivu. Pomocné vrty slouží například k získání vody nebo pro monitorování stavu ložiska. Vlastní těžba ropy probíhá třemi základními způsoby: primární, sekundární a terciární.⁷⁵ Primárního způsobu těžby se využívá, pokud je v ropném ložisku přítomen také zemní plyn, který zajišťuje dostatečný tlak a ropa vytéká samovolně na povrch. Sekundární způsob se využívá tehdy, pokud klesne tlak v nalezišti a ropa nevytéká samovolně. Provádí se pomocí čerpacích pump nebo udržováním zpětného tlaku vodní injektáží, zpětným pumpováním zemního plynu, vzduchu nebo CO₂. Cílem terciárního způsobu těžby je snížení viskozity zbývající ropy pomocí injektáží vodní páry získávané často kogenerací (společná výroba elektřiny a tepla), přičemž se spalováním zemního plynu vyrábí elektřina a odpadní teplo se využívá na výrobu vodní páry. Nejčastější tvar čerpadla je „koňská hlava“, která zvedá a spouští prut do vrtu a ven a tímto způsobem čerpá zemní plyn a ropu na povrch.
- **Vtláčecí vrt** – je typ vrtu, který se používá při těžbě některých nerostných surovin (např. uranových rud) či při transportu plynů a tekutin do podzemí. Příkladem jsou vtláčecí vrty, kterými je do vytěžených podzemních prostor vtačován oxid uhličitý.⁷⁶

⁷⁵ Sumárně se pomocí primárního a sekundárního způsobu dá vytěžit okolo 25–35 % celkového množství ropy v nalezišti. Terciární metody dovolují vytěžit dalších 5–15 % ropy v nalezišti.

⁷⁶ Technologie vtačování oxidu uhličitého do uhelných slojí je známá již padesát let, kdy se použila v USA při první světové ropné krizi. Vtačování CO₂ do ložisek ropy a zemního plynu bylo dosaženo vyššího využití ložisek tím, že se podařilo v jejich struktuře přemísťovat tato fosilní paliva. První zařízení pro průmyslové uskladňování CO₂ bylo uvedeno do provozu v Norsku (v době, kdy společnost STATIL vybudovala v Severním moři zařízení Sleipner, které využívalo k vtačování podzemní vodonosné vrstvy). Investice se vyplatila již po dvou letech v úsporách při placení sankcí za vypouštění CO₂ do atmosféry. Podobné zařízení na vtačování CO₂ je například vybudováno v Polsku u města Czechowice-Dziedzice na dole Silesia, kde v jeho důlním poli vyvrtali do nebilanční sloje v hloubce 1200 m tři vrty, a to dva těžební a jeden vtláčecí. Celý projekt je organizován v rámci páté etapy evropského programu MECOPAL, který soustřeďuje vědecké ústavy, univerzity a hospodářské instituce z Austrálie, Francie, Německa, Nizozemí, Polska a USA. První zkoušky započaly koncem roku 2003 a ukončení bylo plánováno na počátek roku 2005. Metoda je zajímavá také tím, že souběžně s vtačováním CO₂ se ze slojí vytlačuje metan, který se pak na povrchu využívá k energetickým účelům.



Obr. 17: Systém vtláčecích vrtů pro těžbu uranové rudy chemickým loužením.

Rozšíření v ČR

Těžební vrty se v ČR v současné době využívají nejčastěji pro těžbu ropy a zemního plynu. První vrty pro těžbu ropy byly na území ČR realizovány již v roce 1899 a dosáhly do hloubky 649 m, přesto se těžba nemohla uskutečnit. Až v roce 1908 vrt hluboký 529 m poblíž Slavkova ukázal na ložisko plynu. Mezi nejhlubší vrty patří vrt u obce *Jablůnka* na Vsetínsku o hloubce 6506 m.

Nejvíce vrtů pro těžbu ropy je v ČR na jižní Moravě na Hodonínsku, kde byla ropa pomocí průzkumných vrtů objevena v roce 1920. Na moravsko-slovenském pomezí bylo realizováno do současnosti více než 10 tisíc průzkumných vrtů s cílem vyhledávání ložisek ropy a zemního plynu. Mezi nejhlubší těžební vrty patří *vrt u Jarošova* (5587 m) na Slovensku a *vrt v katastrálním území obce Hrušky* (3885 m).

Vedle vrtů pro těžbu ropy a zemního plynu se v minulosti vrty využívaly i pro těžbu uranové rudy (metodou chemického loužení pomocí vtláčecích vrtů). Systém vtláčecích vrtů se využíval ve *Stráži pod Ralskem* a blízkém okolí. Těžbě předcházela realizace průzkumných vrtů a podrobné geologické mapování (aeromagnetický průzkum) křídového pokryvu Českého masivu v 60. letech 20. století v oblasti Ralské pahorkatiny.⁷⁷ Na ložisku bylo celkově odvrtno 2210 průzkumných a 7684 těžebních vrtů. Hloubka dobývání se pohybovala zhruba kolem 220 m pod povrchem. Podstatou metody chemické těžby bylo vtláčení loužícího roztoku (převážně 2 až 5% roztoku kyseliny sírové) prostřednictvím vrtů až do rudonosných horizontů nacházející se ve spodní cenomanské vrstvě křídových pískovců. Roztoky, které vyluhují uran, byly čerpacími vrty vyvedeny na povrch, kde byl výluh zpracováván na tzv. chemický koncentrát uranu. Do použitých roztoků byly po separaci uranu doplňovány potřebné chemikálie pro další loužení a ty opětovně vtláčený do podzemí.

Příkladem v současné době realizovaného hlubokého vrtu je *geotermální vrt v Litoměřicích*. Zkušební vrt dosáhne 2,5 km a následně by měly být vyhloubeny tři vrty o hloubce 5 km. Jedním se bude vhnět do země voda a dalšími dvěma se bude vracet v podobě horké páry.

⁷⁷ Při mapování byla jihovýchodně od Hamru na Jezeře, v okolí vyvýšeniny Děvín, zjištěna výrazná magnetická anomálie a na její ověření byl v roce 1962 odvrtný kontrolní vrt. Analyzované gama-karotážní měření zaznamenalo v pískovcovém souvrství v hloubce 201 m a 203 m dvě významné uranové rudní polohy. Při následném intenzivním podrobném geologickém průzkumu bylo v širším okolí Hamru na Jezeře objeveno nové perspektivní ložisko uranu. Dalším geologickým průzkumem byla následně v oblasti Strážského bloku nalezena tři velká ložiska uranových rud Hamr, Osečná-Kotel a Stráž, čtyři střední ložiska Holičky, Břevniště, Mimoň a Hvězdov a menší ložisko Křížany. Uranové zrudnění bylo zjištěno v prachovito-písčících sedimentech bazální části křídového souvrství (cenomanu).

Systém ve vrtů se na území ČR hojně využívá pro odběry podzemních vod. Příkladem jsou *jímací zařízení v Březové nad Svitavou*, kde jsou jako zdroje podzemní vody využívány čtyři aquifery, ze kterých je systémem vrtů jímána voda (hloubka vrtů se pohybuje od 12 do 130 m). Dalším významným jímacím zařízením je *lokalita Káraný* v soutokové oblasti Labe a Jizery, kde se s jímáním vody začalo již na počátku 20. století. Voda je čerpána z 685 studní s kapacitou 900 až 1100 l/s, jejichž zdrojem je infiltrace z Jizery a z artézských studní o hloubce 60 až 80 m s vydatností 50 až 80 l/s.



Obr. 18a: Těžební ropný vrt v Dambořicích (Hodonínsko) ve Ždánickém lese (foto: I. Smolová).



Obr. 18b: Realizace vrtu v Bruzovicích na Frýdecko-Místecku (foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Nejstarší vrty pro těžbu ropy pochází podle některých zdrojů již z období 13. století. K historicky nejstarším oblastem s těžbou ropy, doloženou písemnými prameny, patří těžba asfaltu a ropy z kopaných studní v okolí Mrtvého moře (9. stol. př. n. l.) a těžba v oblasti Kaspického moře (okolí Baku). Původně se vytěžená ropa shromažďovala v ručně vykopaných jámách, které dosahovaly hloubky až 35 m. Pravděpodobně nejstarší vrty na poloostrově Apšeron v Ázerbajdžánu byly zprovozněny v polovině 19. století. Přibližně ve stejnou dobu začaly být pro těžbu ropy využívány vrty v Pensylvánii. První podmořské vrty byly vrtány na konci 19. století v oblasti pobřeží Kalifornie. Roku 1821 ve Fredonii ve státě New York v USA vyvrtal Wiliam Hart první vrt s úmyslem získat zemní plyn. Vrt byl hluboký pouze 3 m. V Evropě byly první vrty pro těžbu ropy zprovozněny v druhé polovině 19. století v Lüneburské stepi (Lüneburger Heide).

Nejhlubší vrt na světě je v současné době *vrt SG3* na poloostrově Kola (viz první kapitola), který dosahuje celkové hloubky 12 262 m. Mezi nejhlubší vrty na Zemi patří také hluboký *vrt KTB* (Kontinentales Tief Bohrprogramm), situovaný na západním okraji Českého masivu v sousedním Německu. V současné době je na světě realizován mezinárodní projekt „Mezinárodní program hlubokého vrtání na kontinentech“ (International Continental Scientific Drilling Program – ICDP).



Obr. 19a: Systém geotermálních vrtů na Islandu
(foto: G. Ívarsson).



Obr. 19b: Systém vrtů
(foto: G. Ívarsson).

Význam

Vrty se využívají pro potřeby geologického průzkumu podloží, zpevnování nestabilního podloží v lokalitách výstavby větších nadzemních staveb, jsou využívány k těžbě nerostných surovin nebo slouží k zabezpečení zdrojů vody. V oblastech s dostatečným potenciálem geotermální energie jsou vrty využívány k přívodu horké páry, vody nebo jsou součástí zařízení geotermálních elektráren.

POVRCHOVÝ DŮL

Anglicky: open-pit mining, open pit, strip mine, strip pit

Termínem povrchové doly označujeme rozsáhlé sníženiny, včetně průmyslových budov a zařízení, které vznikají při těžbě užitkových nerostů, jako jsou uhlí, rudy, zlato nebo diamanty, povrchovým způsobem. Povrchové doly zaujímají nezdědky značnou plochu a dosahují hloubek i několika set metrů. Jedná se o složité antropogenní tvary, které lze dále členit na dílčí plochy, kterými jsou těžební fronta a pracovní plošina. **Těžební fronta** je svislá stěna nebo několik stupňovitě uspořádaných horizontálních vrstev tvaru ústupů tzv. řezů, které jsou místem rovnoběžného ústupu svahu při vlastním procesu těžby suroviny. **Pracovní plošina** je plocha u paty těžební fronty či řezu. Základní morfometrické vlastnosti svahu těžební fronty jsou dány fyzikálně-mechanickými vlastnostmi hornin a zemin a plánovanou výškou těžební fronty. Délka řezu může dosahovat desítky metrů až kilometrů. Speciálním typem povrchových dolů jsou **oprámy**.

Rozšíření v ČR

Největší povrchové doly jsou v ČR v podkrušnohorských pánvích, kde se těží povrchově hnědé uhlí, pro tyto tvary se používá označení oprám.

Rozšíření ve světě

Povrchové doly nalezneme téměř ve všech regionech světa, zejména pak tam, kde se nevyplatí nebo z jiného důvodu není možná těžba hlubinným způsobem. Mezi největší povrchové doly na světě patří *měděný důl Chuquicamata* v Chile (215 km severovýchodně od města Antofagasta), který byl desítky let dolem s největší roční produkcí mědi na světě. V posledních letech byl předstížen produkcí povrchového dolu Escondida. Celková produkce mědi v dole Chuquicamata dosáhla 29 mil. t (do roku 2007). V době počátků těžby se měděná ruda těžila přímo z povrchu a původní indiánští obyvatelé atakamské pouště

ji sbírali ručně. Během španělské kolonizace se těžba mědi udržela pouze jako okrajové odvětví, což se začalo měnit se začátkem 19. století a nástupem industrializace. Začátkem 20. století se o chilská naleziště začaly zajímat nadnárodní těžbařské korporace. Jimi zavedené technologie umožňovaly získávat měď i z poměrně chudé rudy, což znamenalo větší objemy těžené horniny, a tím i vznik větších povrchových dolů. Rozsáhlý průzkum ložisek v okolí Chuquicamaty zahájila roku 1910 americká Chile Exploration Company. Současný otevřený povrchový měděný důl vznikl spojením dolu Chuquicamata s dolem Radomiro Tomić v srpnu 2002. V současné době probíhá těžba v povrchové těžební jámě o délce 4,3 km, šířce 3 km a hloubce více než 850 m. Ložiska jsou lokalizována v poušti Atacama v nadmořské výšce 2800 až 3000 m. Vedle mědi se v povrchovém dolu těží také molybden. Každý den se vytěží přibližně 350 tis. t hlušiny a 160 tis. t rudy.

Produkcí mědi je v současné době největším povrchovým dolem na světě *důl Escondida*, který tvoří dvě povrchové těžební jámy v poušti Atacama v severní části Chile. Počátek těžby v lokalitě souvisí s provedeným geologickým průzkumem, který probíhal v 70. letech 20. století v širokém pásmu And a jehož výsledky rozhodly o lokalizaci dolu v severní části Chile. Hlavní zrudnění v lokalitě Escondida bylo objeveno v roce 1981 a s hloubením povrchového jámového dolu se začalo v roce 1988 odstraněním 180 mil. t skrývky.

Mezi velké povrchové doly určené pro těžbu měděné rudy patří také *důl Bingham* ve státě Utah (USA) poblíž města Salt Lake City. Povrchová jáma dosahuje délky 3,2 km, šířky 2,5 km a hloubky více než 800 m. Vytěžená měděná ruda se zpracovává v hutích na březích Velkého solného jezera.

Hluboké povrchové doly jsou určeny také pro těžbu diamantů. Příkladem je *důl Big Hole* v Kimberley v JAR, který začal být hlouben v roce 1866 převážně ručně. Původně byl na místě těžební jámy pahorek Kolesberg Kopje, který byl odtěžen, a v současné době zaujímá povrchový důl plochu 17 ha, je 463 m široký a dosahuje hloubky 215 m. Původně byla jáma hluboká až 240 m, ale po opuštění dolu byla část zasypaná. Pod povrchovým dolem se nachází systém hlubinného dolu, kde se diamanty těžily až do hloubky 1097 m. Obvod těžební jámy, jejíž dno je zaplavené vodou, dosahuje 1,6 km. Těžba v Big Hole byla ukončena v srpnu 1914 a v roce 2006 se stala součástí muzea v přírodě, které seznamuje s historií těžby diamantů v regionu.



Obr. 20: Povrchový důl Escondida v Chile (www.panoramio.com).

Velkým povrchovým jámovým dolem je také *Diavik Diamond* v Severozápadním teritoriu v Kanadě, kde se těží diamanty. Ložisko bylo objeveno v roce 1992 a samotný důl byl otevřen v roce 2003. Důl je lokalizován na ostrově o rozloze 20 km², přibližně 200 km jižně od severního polárního kruhu.

Za největší povrchový zlatý důl na světě je považován *důl Grasberg* v provincii Papua v Indonésii. Vedle zlata se v dole povrchově těží také měděná ruda. Ložiska zlata byla na lokalitě objevena již ve 30. letech 20. století. Důl leží v rizikové oblasti kolizní zóny indoaustralské a tichooceánské (pacifické) desky. V lokalitě lomu byla původně hora s vrcholem v nadmořské výšce 4100 m. Odtěžením se vrchol snížil

o více než kilometr na současnou úroveň okraje dolu v nadmořské výšce 3 tis. m. Ve vysoké nadmořské výšce (4500 m n. m.) se těží také v povrchovém *dolu Ertsberg* rovněž v Indonésii. Těžba byla v lokalitě zahájena v roce 1973 a probíhá specifickým způsobem, kdy je koncentrát smíchán s vodou a vytvořená suspenze se čerpá potrubím do přístavu v Amamapare, kde je ruda vysušena a transportována k dalšímu zpracování. Vedle mědi obsahuje ruda také zlato a stříbro.

Mezi největší povrchové zlaté doly na světě patří také *Super Pit* v lokalitě Kargoorlie severovýchodně od Perthu v Západní Austrálii, který je součástí území označovaného jako Golden Mile (Zlatá míle). S těžbou zlata se v oblasti začalo v roce 1893 a do současné doby vznikl systém vhloubených jámových dolů o celkové délce 2,5 km, šířce 1,5 km a hloubce 360 m. Plánováno je pokračování těžby povrchově až do hloubky větší než 500 m.

Největším činným diamantovým povrchovým dolem je *Trubka Udačnaja* poblíž města Mirnyj (Rusko, republika Sacha, Jakutsko), 20 km za severním polárním kruhem. Ložisko bylo objeveno v roce 1955 a těžba byla zahájena v roce 1982. Těžební jáma dosahuje délky 1600 m, šířky 1200 m a hloubky 530 m.



Obr. 21a: Povrchový důl Diavik Diamond v Kanadě za severním polárním kruhem (www.panoramio.com).



Obr. 21b: Povrchový důl Kargoorlie Super Pit v Západní Austrálii (foto: Kargoorlie Consolidated Gold Mines).

Význam

Povrchové doly slouží k těžbě užitkových nerostů jako uhlí, rud, diamantů apod. Velmi často však mají negativní význam, neboť do značné míry narušují přírodní prostředí a znečišťují okolní krajinu. Povrchové doly patří k nejvýraznějším zásahům do krajiny zejména proto, že zauímají značné rozlohy a pro potřeby těžby musí být nejprve odstraněn půdní pokryv a až následně je těžena nerostná surovina. Těžbu doprovází značné objemy přesunu hmot, což klade vysoké nároky na dopravu. Výhodou povrchových dolů je menší náročnost na technické zabezpečení a ve srovnání s hlubinnou těžbou povrchová nevyžaduje náročné doprovodné investice. Těžba však vážně narušuje litosféru, pedosféru, biosféru a hydrosféru, u velkých lomů jsou dokumentovány případy ovlivnění místních klimatických podmínek. Po ukončení těžby musí být těžbou narušená krajina rekultivována a sanována.

OPRÁM

Oprám je jedním z typů povrchového dolu, který je určený pro povrchovou těžbu uhelných slojí vycházejících na povrch nebo uložených pod málo mocnou vrstvou nadloží. Jedná se o typické konkávní formy reliéfu pánevního charakteru, někdy s etážovitými stěnami, často obřích rozměrů. Dosahují v pů-

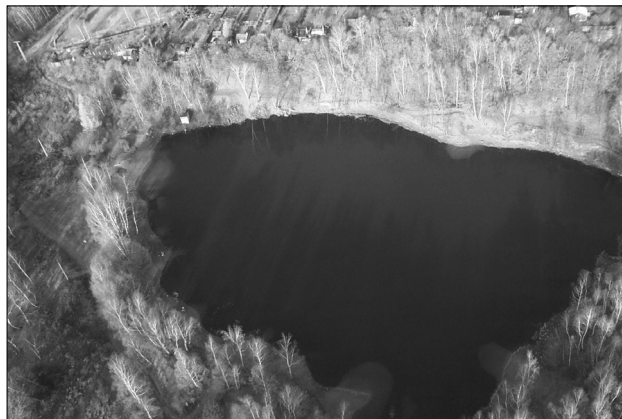
dorysu délky řádově i kilometrů a hloubka může být i více než stovky metrů, což je řadí mezi největší antropogenní formy reliéfu vůbec. Dno oprámu bývá často zvodnělé.

Rozšíření v ČR

Oprámy nalezneme především v současných i bývalých hnědouhelných pánvích (Sokolovská pánev, Mostecká pánev). Povrchově se hnědé uhlí⁷⁸ těží na území ČR v Podkrušnohoří. V Sokolovské pánvi probíhá od roku 2001 těžba již jen ve východní části pánve. Sloje se těží povrchově ve třech povrchových dolech (*Alberov-Jiří, Nové Sedlo-Družba, Královské Poříčí-Marie*). Vytěžené uhlí se používá především v energetice (tříděná paliva, spalování v elektrárnách a výroba energoplynu a briket), ale i při výrobě některých karbochemických produktů. V chomutovské části Severočeské pánve je hnědé uhlí těženo jedním povrchovým dolem (*Tušimice-Libouš*). V mostecké části se hloubka povrchového dobývání postupně zvyšuje, v současnosti již místy dosahuje i 150 m. Těžbu v této části pánve zajišťují 4 povrchové doly: *Bílina, Ervěnice, Holešice, Vršany*. V teplické části Severočeské pánve těžba skončila v roce 1997 uzavřením povrchového dolu Chabařovice.



Obr. 22a: Oprám lomu Jiří v Sokolovské pánvi (foto: J. Jirásek).



Obr. 22b: Oprám v Uhelné (foto: I. Smolová).

Příkladem opuštěného zatopeného oprámu je *Varvažovský oprám* na úpatí Krušných hor u obce Telnice nebo *oprám v Uhelné* v Žulovské pahorkatině poblíž města Javorník.

Rozšíření ve světě

Oprámy se nacházejí v oblastech, kde probíhá povrchovým způsobem těžba uhlí. Příkladem jsou rozsáhlé oprámy na území Saska.



Obr. 23: Povrchový důl Garzweiler v Severním Porýní-Westfálsku (foto: R. Spekking).

⁷⁸ Pro těžbu hnědé uhlí a lignitu je v současné době na území ČR stanoveno celkem 33 dobývacích prostorů o celkové rozloze 297 km² (z toho 278,4 km² pro těžbu hnědé uhlí a 1,6 km² pro těžbu lignitu). Největším dobývacím prostorem stanoveným pro těžbu hnědé uhlí je DP Tušimice (42,3 km²) na Chomutovsku, který byl stanoven v roce 1977, dalších osm DP má plochu větší než 12 km². Po roce 1990 byly stanoveny pouze DP Habartov na Sokolovsku, Duchcov I a Zabuřany na Teplicku.

Význam

Oprámy slouží k dobývání uhlí. Po vytěžení uhlí bývají využívány např. jako odkaliště, po ukončení rekultivačního procesu mohou být využívány k rekreačním účelům. Příkladem může být lyžařský areál ve městě Bottrop na západě Německa v severním Vestfálsku, kde v místech opuštěných uhelných oprámů vznikl lyžařský areál (Alpincenter) s nejdelším krytým lyžařským svahem v Evropě (délka 640 m a šířka 30 m).

KAMENOLOM

Anglicky: quarry

Kamenolomy jsou destrukční těžební antropogenní tvary, které slouží k těžbě stavebního kamene, užitkové suroviny pro stavební, průmyslové a jiné účely. Jsou vždy formami konkávními, protože vznikly antropogenním snížením terénu vybráním povrchového materiálu. Jde o jeden z nejstarších antropogenních tvarů reliéfu, rozšířený již od starověku. Kamenolomy dělíme podle druhu dobývané suroviny a také podle založení lomu v terénu. Podle založení kamenolomu v terénu se rozlišují lomy stěnové a jámové. Rozměry kamenolomů jsou velmi různé, kdy výška stěny či hloubka jámy může být od několika do stovek metrů. Plošná rozloha dosahuje i několika km². Tvary podobnými kamenolomům jsou **hliniště, pískovny a štěrkovny**.

Stěnové kamenolomy se zakládají ve svazích. Surovina se v nich těží v šikmé pracovní stěně, která má být ukloněna k základně. Při velké výšce této svazité stěny se tato stěna rozděluje na několik stupňů (pater), a vzniká tak **kamenolom etážový**, což je zvláštní typ kamenolomu stěnového.

Jámové kamenolomy se zakládají v plochém terénu, kde nelze provést antropogenní otvorku přírodního terénu ze strany stěnovým kamenolomem. Tvarově jsou kamenolomy typickou konkávní formou s okrajem vyvinutým na všech stranách a hlubokou pánevní kotlinou uvnitř. Provozní nevýhodou vyplývající z jejich morfologie je nutnost náročnější dopravy těžného kamene ze dna kamenolomů a nevýhodou je také akumulace vody na dně, která se musí pravidelně odčerpávat.

Rozšíření v ČR

Kamenolomy jsou čtým antropogenním tvarem. Mnoho malých a opuštěných kamenolomů je již zasypaných, zatopených nebo zarostlých vegetací (Českomoravská vrchovina, Krkonoše, Jeseníky, Český kras, Moravskoslezské Beskydy). Největší povrchové kamenolomy lomy vznikají při těžbě stavebního kamene a vápenců. Mezi největší v ČR patří několikaetážové kamenolomy Jakubčovice (kulmské horniny), Čertovy schody (vápence), Zbraslav, Bernartice-Borovsko, Luleč, Litice u Plzně-Dubová hora, Mokrý (vápence) nebo Hrabůvka u Hranic.

Největším kamenolomem v ČR je v současné době objemem těžby *lom Jakubčovice*, který byl založen roku 1876 u stejnojmenné obce v Oderských vrších (Nízký Jeseník). Od samého počátku těžby lom sloužil především k zajištění stavebního materiálu pro výstavbu dopravních komunikací. Lom je situován v levém údolním svahu Odry, v úseku, kde šířka koryta dosahuje 10–15 m a vyznačuje se značnou rozkolísaností vodních stavů a průtoků. Jakubčovické ložisko je sedimentárního původu a je tvořeno souvrstvím drob, polymiktních pískovců, aleurolitických a jílovito-grafitických břidlic. Geomorfologicky je území zbytkem starého zarovnaného povrchu (etchplén, též u nás používaný termín holorovina) s hluboce zaklesnutými údolními. Postupující těžbou narůstala výška lomových stěn a odhalovala nevhodné uložení slojí. V roce 1911 se z tohoto důvodu jeví práce v této lokalitě natolik nebezpečné, že bylo přistoupeno k ukončení dobývání. To se během dvou let přesunulo o 500 m dále na kopec Chrastavec (532 m n. m.), kde byly už v předstihu vybudovány nové drtírny, třídírny a další vybavení. Již v 60. letech 20. století se lom produkcí 1 mil. t drceného kameniva stal strategickým podnikem celého Českoslo-

venského kamenoprůmyslu. V současné době se společnost ročním objemem těžby téměř 1 mil. tun (988 tis. t v roce 2008) podílí téměř 6 % na celkové produkci stavebního kamene v ČR.



Obr. 24a: Stěnový etážový kamenolom Vitošov u Zábřehu na Moravě (foto: I. Smolová).



Obr. 24b: Etážový vápencový kamenolom Mokrá v Moravském krasu (foto: K. Kirchner).

Rozšíření ve světě

Kamenolomy patří k velmi četným těžebním antropogenním tvarům a jsou rozšířeny ve všech regionech světa. Příkladem mohou být na Slovensku velké dobývací prostory vápencových surovin, například Horné Srnie, Ladce nebo Sološnica. Dolomit se těží například v lomu Baranova u Žiliny. Velké lomy na těžbu magnezitu jsou v okolí Jelšavy. Velké čedičové lomy jsou v neovulkanických pohořích (např. Cerová vrchovina, Vihorlat nebo okolí Banskej Štiavnice). V Polsku jsou velké lomy na těžbu vápenců (např. lom Morawica poblíž města Kielce), granitů nebo pískovců.

Význam

Lomy poskytují základní nerostné suroviny pro mnoho hospodářských odvětví. Stěny lomů na řadě lokalit odkrývají vnitřní strukturu a geologické poměry území a poskytují tak cenné poznatky o geologické stavbě území. V případě těžby karbonátových hornin byly při těžbě často objeveny vchody do dosud neznámých jeskynních systémů. Po ukončení těžební činnosti mohou být kamenolomy dále využívány. V lokalitách opuštěných lomů mohou vznikat sportovní areály nebo střediska cestovního ruchu a rekreace. V Portugalsku byl ve městě Braga v lokalitě rozsáhlého lomu (těžba granitu) postaven při příležitosti mistrovství Evropy ve fotbale v roce 2004 fotbalový stadion (dokončený v roce 2003). V centrálním Švédsku (7 km jižně od města Rättvik) bylo v místě opuštěného vápencového lomu (jámový vápencový kamenolom je 60 m hluboký, 400 m dlouhý a 175 m široký) postaveno divadlo (www.dalhall.se). Jednou z možností využití opuštěných kamenolomů je jejich začlenění do krajiny formou krajinářského parku, botanické zahrady či arboreta. Jedním z již realizovaných projektů v České republice je využití vápencového lomu ve Štramberku, kde botanická zahrada a arboretum začaly vznikat v roce 1996 v bývalém vápencovém lomu. Antropogenní tvary tak mohou přispívat ke zvýšení krajinné diverzity, na vznik nových ekosystémů a význam opuštěných lomů v krajině upozorňují v naší literatuře například práce V. Cílka (Cílek, 1997; 2005), L. Tichého (Tichý ed., 2005) nebo I. Smolové (Smolová, 2006a, b).



Obr. 25: Příklad využití opuštěného vápencového kamenolomu ve Štramberku – botanická zahrada a arboretum (foto: I. Smolová).

HLINIŠTĚ

Anglicky: clay pit

Hlinišťe je specifickým příkladem povrchového lomu (těžební jámy). Jedná se o konkávní těžební tvar, který vzniká těžbou zemin, jílu a hlín. Nejčastěji se těží sprašové hlíny, které se využívají v cihlářském průmyslu. Hlinišťe s ohledem na mocnost těžných pokryvných útvarů nemá velkou hloubku (řádově metry až desítky metrů), ale zaujímá poměrně rozsáhlé plochy. Samostatnou kategorií povrchových lomů, která je také řazena mezi hlinišťe, jsou kaolinové lomy (těžba tropické zvětraliny). Ve stěnách hlinišť četně vznikají efemerní fluvialní tvary (např. zemní kulisy a zemní pyramidy).

Rozšíření v ČR

Pro těžbu cihlářských surovin je v současné době schváleno 106 DP o celkové rozloze 24,6 km². Největší dobývací prostory mají plochu větší než 0,5 km², většinou jsou pro těžbu určeny menší dobývací prostory. Regionálně je nejvíce dobývacích prostorů na Plzeňsku, Českobudějovicku, Znojemsku a Hodonínsku. Mezi nejvýznamnější těžené lokality patří Šlapanice, Hevlín, Hodonín, Novosedly na Moravě, Hranice, Jezernice, Stod, Kostelec nad Orlicí, Dolní Jirčany, Dolní Bukovsko, Bohunice nad Vltavou, Hostomice nad Bílinou a Libochovice. Nejvýznamnějšími těžebními ložisky kaolinu jsou na Karlovarsku Božičany, Jimlíkov a Mírová, na Plzeňsku Kaznějov, Lomnička a Horní Bříza a na Znojemsku Únanov a okolí.

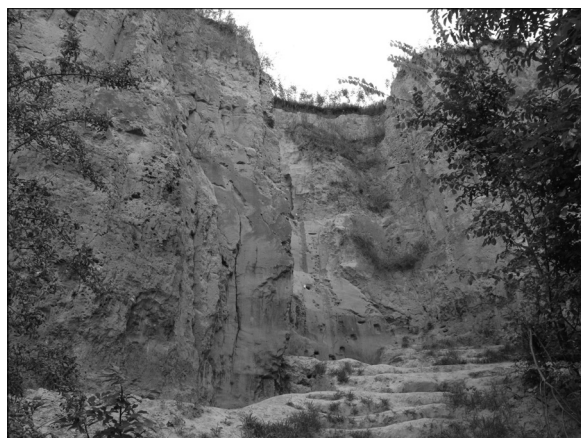
Rozšíření ve světě

Hlinišťe patří k velmi četným a rozšířeným ve všech regionech světa. Zajímavý projekt využití opuštěného rozsáhlého hlinišťe je v současné době realizován ve Velké Británii v lokalitě Cornwallu. Jedná se o projekt Eden (autorem projektu je architekt Nicholas Grimshaw), v rámci něhož je v původně povrchovém kaolinovém lomu vytvářen komplex simulující podmínky ekosystému tropického a středozemního klimatu. První část areálu byla pro veřejnost otevřena v roce 2001, v roce 2005 bylo otevřeno vzdělávací centrum a v budoucnosti se plánuje výstavba třetího ekosystému, který bude simulovat aridní klima.

Význam

Hlinišťe jsou využívána pro těžbu zemin, spraší, sprašových hlín a jílu. Po ukončení hornické činnosti se mohou stát cennými biotopy. Mezi nejvýznamnější v ČR patří *NPP Červený kopec*, kde byl těžbou

odkryt světoznámý spodnopleistocénní a střednopleistocénní profil ve spraši. Další významnou lokalitou je *hliniště NPP Kalendář věků* v Dolních Věstonicích, kde bylo těžbou odkryto 10 až 16 m mocné souvrství eolických a svahových sedimentů. Chráněna je i lokalita *Staré hliniště* v Krnově (PP Staré hliniště vyhlášená v roce 1989). Jedná se o terasovitě zahloubenou těžební jámu opuštěného hliniště (v průměru 4 m hluboká). Hliniště bylo zahloubeno v pokryvu sprašových hlín, který dosahuje proměnné mocnosti několika metrů. Hlouběji, ve dně hliniště, byly odkryty fluviální (terasové) a glaci-fluviální písčité a zahliněné šterky s písčítými a jílovitými vložkami. Předkvartérní podloží tvoří flyšové kulmské horniny moravického souvrství. V současné době se na dně nachází občasně vodní plochy a lokalita je cenným biotopem chráněných a ohrožených druhů obojživelníků a plazů. V řadě případů se opuštěných hlinišť využívá ke skládkování (ukládání odpadů). Příkladem může být hliniště *Vážany u Kroměříže*.



Obr. 26a: Opuštěné hliniště,
NPP Kalendář věků v Dolních Věstonicích
na severním úpatí Pavlovských vrchů
(foto: I. Smolová).



Obr. 26b: Opuštěné hliniště,
NPP Červený kopec v Brně
(foto: I. Smolová).

PÍSKOVNA

Anglicky: sand pit, gravel pit

Pískovny jsou antropogenní těžební tvary určené pro těžbu a úpravu písku. Mají tvar sníženin často zaplavených vodou. Podobně jako povrchové lomy mohou být jak jámové, tak stěnové. Pískovny jsou sníženiny oválného půdorysu, které nejčastěji vznikají těžbou v údolních nivách a nejnižších terasových stupních či pokryvech vátých písků. Těžba v nivě dosahuje úrovně hladiny podzemní vody (infiltrující z koryta vodního toku) a vede ke vzniku nových vodních ploch. Vznikem zatopené sníženiny se členitost reliéfu nemění. Již v průběhu těžby, ale i po jejím ukončení dochází v těžebním prostoru k antropogenně podmíněným pochodům. Abrázní činností jsou podemílány břehy a postupně dochází k sesuvům v pobřežní zóně. Stěnové (etážové) pískovny vznikají při rozsáhlé těžbě na vyšších říčních terasách. Pokud báze těžby nedosáhne hladiny podzemní vody, jedná se o tzv. suchou těžbu. Stěnové pískovny vedou ke vzniku velmi nestabilních svahů. Nestabilita je způsobena jednak materiálem (šterkopísky), jednak vznikem příkrých svahů. Svahy pískoven zbavené vegetačního pokryvu velmi rychle podléhají destruktivnímu působení exogenních činitelů. Vznikají často efemerní tvary (např. erozní rýhy, strže a zemní kulisy).

Rozšíření v ČR

Těžba štěrkopísků v České republice představuje jednu z nejvýznamnějších těžebních aktivit. Štěrkopísky jsou jednou ze základních stavebních surovin. Jejich potenciál je na našem území velký a na území každého z okresů ČR jsou lokality s jejich výskytem evidovaným jako nevýhradní ložiska štěrkopísků a v 41 okresech jsou pro výhradní ložiska stanoveny dobývací prostory (celkem 159 DP, které zaujmají plochu 106,0 km²). Vedle toho je 16 dobývacích prostorů (rozloha 11,3 km²) stanoveno pro těžbu sklářských a slévárenských písků. Největší dobývací prostory mají plochu větší než 1 km² (30 dobývacích prostorů) a jsou lokalizovány na středním a dolním toku Moravy, v povodí Orlice, v soutokové oblasti Labe a Ohře (Litoměřicko) a Poodří. Největší plochy zaujmají celkově dobývací prostory v okresech Mělník, Brno-venkov, Jindřichův Hradec, Rychnov nad Kněžnou, Hradec Králové, Česká Lípa, Litoměřice a Uherské Hradiště. Mezi největší pískovny patří pískovna Ostrožská Nová Ves (plocha dobývacího prostoru 5,17 km²), Žďár nad Orlicí (3,94 km²), Bělč nad Orlicí (3,34 km²), Okřešice na Českolipsku (3,01 km²), Lípa nad Orlicí (2,95 km²), Vracov-Bzenec (2,66 km²), Žabčice na Břeclavsku (2,41 km²) a Tušň na Jindřichohradecku (2,40 km²).

Největším těženým ložiskem sklářských a slévárenských písků v ČR je *pískovna Střeleč*, ve které se těží slabě zpevněné křemenné pískovce o průměrné ložiskové mocnosti 50 až 80 m. Nejvýše leží tzv. žlutá poloha (zdroj pro výrobu slévárenských písků), níže je uložena hlavní, tzv. bílá poloha, tvořená velmi čistými pískovci o mocnosti 35 až 50 m. Kvalitní surovina má světové parametry a je strategická pro sklářský a slévárenský průmysl. I proto těžba pokračuje i nadále, přestože je dobývací prostor lokalizován ve významné akumulaci oblasti podzemních vod, jejichž hladina je již od roku 1977 uměle snižována a do současnosti se snížila již o více než 16 m (z 270 m n. m. na 254 m n. m.). Trvalé snižování hladiny podzemní vody se projevuje v nedostatku vody v sousedních obcích.



Obr. 27a: Pískovna Žďár nad Orlicí v soutokové oblasti Tiché a Divoké Orlice, suchá těžba štěrkopísků (foto: I. Smolová).



Obr. 27b: Pískovna v Dolní Lutyni na Karvinsku – mokrá způsob těžby (foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Těžba štěrkopísků je rozšířená ve všech regionech světa. Velké pískovny jsou v Kanadě, USA, Německu, Polsku nebo Číně.

Význam

Pískovny mají jako lokality těžby písků ekonomický a ekologický význam. Po ukončení těžby se mohou stát významnými biotopy, jsou zdrojem pitné vody a jsou vyhlášeny jako zvláště chráněné lokality. Řada opuštěných pískoven je využívána pro sportovní a rekreační účely.

POKLESOVÁ SNÍŽENINA

Anglicky: subsidence area, subsidence depression

Poklesová sníženina je těžební antropogenní tvar, který vzniká na povrchu území, které je ovlivněno hlubinnou těžbou (poddolováním). Poklesové sníženiny mají tvar plochých sníženin, často bezodtokových, zatopených vodou nebo zabahněných. Vznikají v důsledku toho, že při vyrubání ložiska vzniká v nadložních horninách napětí, které se po prolomení nebo pružné deformaci nadložní vrstvy a zavalení vyrubaného prostoru vyrovná. Prostor vzniklý nad závalem se dále zavaluje a tento pohyb postupně přechází až na povrch terénu. K viditelnému poklesání povrchu dochází až po určité době, závislé na báňsko-technických podmínkách, a to v rozsahu jednoho až několika let. Jedním z typů poklesových sníženin jsou pinky.

Rozšíření v ČR

Poklesové sníženiny se na našem území vyskytují jako pozůstatek středověké těžby polymetalických rud. Jejich rozšíření je vázané na poddolované území (např. Zlatohorský rudný revír, okolí Stříbra, Příbramsko).

Rozšíření ve světě

Poklesové sníženiny i pinky jsou rozšířeným tvarem v poddolovaných oblastech.

Význam

Poklesové sníženiny vznikají v důsledku těžební činnosti, ale nezáměrně. Jejich význam proto spočívá sekundárně, kdy se mohou stát významnou botanickou lokalitou, která zvyšuje biodiverzitu území. Negativním důsledkem vzniku poklesových sníženin je narušení komunikací, statiky budov či celých částí sídel.

PINKA

Anglicky: anthropogenic sinkhole, pinka

Pinky jsou terénní sníženiny vzniklé rychlým prosednutím, propadnutím nebo zřícením důlních děl. Jedná se o typ poklesové sníženiny, od které se odlišuje menšími rozměry. Púdorys pinek bývá kruhový, eliptický nebo nepravidelný. Kruhové pinky vznikají často nad křižovatkami důlních chodeb, eliptické pak vznikají spojením dvou kruhových pinek. Plošný rozsah pinky není velký. Kruhové pinky mají zpravidla průměr mezi 6 a 12 m, ale jsou známé i s průměrem až několika desítek metrů. Hloubka pinek bývá zpravidla 3 až 5 m. Někdy bývají vyplněny vodou, ale na rozdíl od poklesových sníženin zpravidla nemívají trvalou celoroční vodní hladinu. Pinky můžeme dělit na sesedlé, provalené, pinkové tahy a pinkové pole.

Jako **sesedlé pinky** označujeme ty, které vznikly sesedáním terénu nad vyrubanými prostory a mají profil hlubokých pánví, kráterů nebo až trychtýřů. Stěny mají skloněné, ale ne strmé. Na dně pinek můžeme nalézt povrchový materiál. V něm můžeme nalézt zbytky původní vegetace. Oba typy pinky, pánvovité i trychtýřovité, mají zaoblené okraje a jsou velmi podobné krasovým závrtům.

Provalené pinky vznikají jednorázově náhlým propadnutím. Mají strmé stěny a na rozdíl od sesedlých pinek nenajdeme na dně původní vegetaci.

Pinkové tahy představují početnější seskupení pinek, jejichž uspořádání leží v liniích.

Pinkové pole, označována i jako pinkoviště, jsou seskupení pinek v terénu, která nejsou nijak lineárně rozložena.

Na základě výzkumu realizovaného v Severočeské hnědouhelné pánvi, který se zabýval vazbou vzniku pinek a hloubky těžené sloje, bylo zjištěno, že 73 % pinek se nachází v místech, kde je výška nadloží

do 20 m, 100 % pinek je v oblastech do výšky nadloží do 60 m. Vliv geologických podmínek prokázal, že všechny pinky se nacházejí ve vzdálenosti do 200 m od zlomů, 50 % z nich pak ve vzdálenosti do 50 m. Vznik a životnost pinek je silně ovlivněna způsobem dolování. V místech s dolováním na plnou mocnost se vyskytuje 85 % těchto propadlin.

Rozšíření v ČR

Pinky se na našem území vyskytují poměrně hojně jako pozůstatek středověké těžby různých rudných materiálů. Jejich rozšíření je vázané na poddolovaná území, která mají vyrubané prostory mělce pod povrchem. Zřídka se vyskytují samostatně, častěji tvoří početnější kumulace. Velmi dobře jsou pinky vyvinuty například na *Příčném vrchu* (975 m n. m.) ve Zlatohorské vrchovině. V nadmořské výšce 907 až 940 m se jich nachází pět o nepravidelném půdorysu, největší dosahuje hloubky 25 m.

V Krušných horách jsou některé pinky chráněny jako přírodní památky. Jsou v místech středověké těžby polymetalických, hlavně cínových rud. Příkladem je lokalita Vlčí jáma a Ledová pinka. *Ledová pinka*, která vznikla propadem bývalého dolu Jiří, má označení podle toho, že se v úzké hluboké dobývce (až 15 m) tvoří jeskynní led. *Vlčí pinka* vznikla propadem dolu Wolfgang. Dosahuje délky až 200 m, šířky 45 m a je 25 m hluboká. Dalším příkladem je *Krevelová pinka* v lokalitě Rammesberg v Horní Blatné na Krušnohorskú nebo *pinka u Jelení* také na Krušnohorskú. Četné pinky a poklesové sníženiny jsou také na Šumavě, například v *okolí Kašperských hor*. Na Karlovarsku (v okolí Sokolova) se nachází *Lomnické pinky*. Jedná se rozsáhlé poddolované území na ploše přibližně 5 km², kde se nacházejí stovky propadlin jako pozůstatky těžby uhlí z 19. století. Mnohé z těchto pinek jsou dnes zaplněny dešťovou vodou a tvoří tak řadu jezírek.

Rozšíření ve světě

Poklesové sníženiny i pinky jsou rozšířeným tvarem. Příkladem v Evropě jsou pinky v Německu v pohoří Altenberg, ve Švédsku v okolí města Falun nebo v Polsku okolí města Wapno.

Význam

Pinky neslouží žádnému účelu. Tento tvar vzniká jako přímý důsledek činnosti člověka, avšak nikoliv záměrně, a proto nemá žádný daný účel. Sekundárně se může stát zajímavou biologickou lokalitou. Poklesy vedou až k úplné destrukci původního reliéfu krajiny, povrchové vodní sítě a režimu podzemních vod. Dochází k trvalému zaplavení nejnižších partií pokleslých lokalit a vzniku bezodtokových území. S poklesávajícím terénem klesají železniční tratě, vozovky, mosty, inženýrské sítě a ohroženy jsou budovy i celé obce.



Obr. 28a: Zaplavené pinky na Karlovarsku (foto: J. Majnek).



Obr. 28b: Poklesová sníženina (foto:).

SEJP

Anglicky: placer, spoil heap

Sejpy jsou antropogenní formy reliéfu vzniklé při rýžování, tj. mechanickém způsobu dobývání z náplavů, nejčastěji při těžbě zlata a jiných ryzích kovů nebo drahokamů, případně vltavinů nebo pyritů. Jedná se o malé akumulární haldy štěrku a písku, které jsou doprovodným tvarem při metodě těžby rýžováním.⁷⁹ Jedná se o pahorky zpravidla 1–2 m vysoké, výjimečně vyšší než 10 m, často i na jedné lokalitě s velmi různými výškami. Pokud se vyskytují na rozsáhlejších plochách, tak se označují jako **sejpvá pole** nebo sejpoviště.

Rozšíření v ČR

Sejpy se zpravidla vyskytují podél vodních toků na území bývalých rýžovišť. Typické jsou v oblastech, kde se v minulosti rýžovalo zlato. Příkladem je *povodí Otavy*, kde bylo zmapováno více než 50 lokalit výskytu sejpů. Zachovalé jsou například na Hamerské potoce v okolí Horské Kvildy. Sejpy v povodí Otavy a Volyňky jsou pozůstatkem lidské činnosti z mladší doby bronzové (9. stol. př. n. l.).⁸⁰ Výrazného rozkvetu dosáhlo rýžování zlata v podhůří Šumavy za Keltů (okolo 2. stol. př. n. l.) a v rýžování se pokračovalo ještě ve 12. století, kdy mělo například rýžoviště v okolí Modlešovic rozlohu okolo 12 ha. Úpadek rýžování zlata nastal po 16. století.

Druhou oblastí s typickými sejpovými pahorky je *Zlatohorský rudní revír*, kde se sejpy vyskytují v povodí Zlatého potoka. Další lokality se sejpovými pahorky jsou na Jihlavsku, v Železných horách, v Krušných horách (např. okolí Rýžovny). Většina sejpů byla na území České republiky zahlazena a přeměněna na obhospodařované pozemky.

Rozšíření ve světě

V závislosti na charakteru těžby se sejpy nacházejí podél vodních toků nebo ve volné krajině a obsahují buď říční sedimenty nebo jiné horniny. Typická sejpvá pole se nacházejí na Aljašce (oblast Klondike), v Kalifornii (oblast Sacramento) nebo ve východní části Sibíře (např. povodí Kolymy).

Význam

Sejpy jsou dokladem historické těžby formou rýžování, byly využívány jako odkladiště odpadního materiálu. Po ukončení těžby se mohou stát významnými botanickými a zoologickými lokalitami. Jako pozůstatky lidské činnosti v pravěku a středověku jsou sejpy v pozornosti archeologů. Historický a archeologický průzkum pomáhá díky nálezům různých předmětů objasnit způsob života a práce tehdejších obyvatel.

⁷⁹ Jednotlivé rýžovací techniky jsou podrobně popsány z lokalit na severní Moravě v práci J. Nováka (1988).

⁸⁰ Mnohé sejpy byly také archeologicky zkoumány (např. archeologem B. Dubským ve 40. letech 20. století), archeologický výzkum zde pokračoval i v 70. letech 20. století, kdy se zde také prováděla zkušební těžba a mimo zlata byly zjištěny i jiné vzácné minerály a kovy.



Obr. 29a: Sejpy v povodí Otavy
(foto: I. Smolová).



Obr. 29b: Sejповé pahorky v Kanadě
(foto: Yukon Geological Survey).

TĚŽEBNÍ HALDA

Anglicky: mining dump, dump, mining pile, spoil tip

Těžební (hornická) halda je konvexní antropogenní forma reliéfu, která vzniká při hornické činnosti akumulací odpadního materiálu. Těžební haldy vznikají nejčastěji jako skládky hlušiny vytěžené při dobývání užitkového nerostu nebo při jeho úpravě či při průmyslových pracích před zahájením těžby suroviny. Haldy vznikají jako vedlejší produkt zejména proto, že pro těžaře je nevýhodné (ekonomicky nákladné) vracet hlušinu do vytěženého prostoru. V základní typologii rozlišujeme **odvaly**, které vznikají z materiálu hlubinného, a **výsypky**, které jsou vytvořené z materiálů z povrchových dolů.

Místo, na kterém je halda situována, označujeme pojmem odvaliště. Bývá zpravidla v bezprostřední blízkosti zdroje jejího materiálu. Podle toho, zda je halda umístěna v plochem terénu, na svahu nebo v konkávní části terénu, rozlišujeme haldy rovinné (umístěné na rovině nebo plošině), svahové (umístěné na svahu) a vyrovnávací (umístěné ve sníženině a pohřbívající tuto sníženinu).

Haldy lze členit podle složení materiálu, který je tvoří. Například ostravské uhelné haldy obsahují horniny nejrůznějšího stáří od karbonských až po kvartérní (hořlavé lupky, pískovce, břidlice, slepence a arkóny i sádrovcový dolomit). Obecně většinu hald tvoří hlušina, tj. horninová nebo nerostná příměs, která se jakožto nežádoucí složka samovolně těží s užitkovým nerostem nebo horninou, s nimiž je tak srostlá, že se musí těžit s nimi. Další součástí hald jsou ty složky vytěžených nerostných surovin, které byly odděleny od těženého nerostu či horniny při úpravnictví, a dále hlušina vytěžená při ražení průzkumných a těžebních hornických děl. Některé haldy jsou z materiálů nehořlavých, mnohé haldy, zvláště haldy uhelné, obsahují materiál hořlavý. Ten z různých příčin začíná hořet a proměňuje haldu třeba i na desetiletí v prohořívající vyvýšeninu. Vzhledem k hořlavosti haldového materiálu rozlišujeme obvykle 4 druhy hald: nehořlavé, hořlavé, hořící a prohořelé.

Podle tvaru rozlišujeme haldy kuželovité, hřebenovité, kupovité, tabulovité a terasovité.

- **Kuželovité haldy** jsou v terénu morfologicky velmi výrazné, protože se navázejí zpravidla v plochých terénech a do velkých výšek i v typickém tvaru, někdy s téměř geometrickou přesností.
- **Kupovité haldy** se liší od hald kuželovitých tím, že nemají tak ostrý vrchol, základnu mají plošně rozsáhlejší a svahy jsou mírnější. Některé kuželovité haldy se časem mění v kupovité.
- **Hřebenovité haldy** mají půdorys výrazně protáhlý, tvar podobný přírodnímu hřebeni.

- **Hřbetové haldy** mají vyvinutý úzký a protáhlý hřbet, který je morfologicky shodný s tvarem hřbetu, tj. protáhlé vyvýšeniny, jejíž délka přesahuje šířku. Hřbet má různé sklony svahů a plochou zaoblenou vrcholovou část. Erozní činností vodních toků může být rozčleněn a z hlavního hřbetu pak mohou vybíhat dílčí rozsochy. Hřbetové haldy vznikají nejčastěji jako důsledek zvláštní konstrukce lanové dráhy při dopravě hlušiny na výsypku.
- **Tabulové haldy** mají ve své koruně rozsáhlejší plošinu, takže se podobají přírodním stolovým horám. Výšky hald tohoto typu nejsou zpravidla velké, a proto bývají v terénu méně výrazné.
- **Terasová halda** se tvarově blíží tabulovým haldám, výškou je však nižší. Typické terasové haldy se vyskytují například v okolí vodních toků, kdy byly výsypky realizovány i s cílem snížení rizika záplav, zasypávaly se snížené části údolních niv či níže položené pobřežní oblasti či poklesové sníženiny. Terasová halda má terasované svahy, kdy terasové stupně plní i protierozní funkci. Terasovitou haldou se může stát halda kteréhokoliv typu předcházejícího, na jejíchž svazích byly vytvořeny terasy.
- **Svahové haldy** jsou příkladem hald, kdy je svah haldy vyvinut jen částečně, protože k nasypávání haldy docházelo postupně po svahu. Tyto výsypky jsou do jisté míry pokračováním v úrovni původního terénu a některé se ani nevyvinuly v samostatnou výraznou vyvýšeninu a zcela se přizpůsobily přírodnímu svahu. Jiné jsou morfologicky výrazné a mají antropogenní svah přivrácený k vrcholu příkřejší než svah protilehlý.
- **Ploché haldy** jsou morfologicky nevýznamné. Jsou rozprostřeny v terénu jen do malých výšek, ale na rozsáhlejších plochách. Nevýrazné jsou i zarovnávací haldy, které mívají sice i velké výšky, ale jsou umístěny v konkávních formách reliéfu a nazývají se zasypávky.

Kromě toho se posuzují haldy podle funkce, kubatury, plošné rozlohy, výšky, petrografického složení, zbarvení, stáří, haldové vegetace, podle vzdálenosti od pramenného závodu či od nejbližšího sídla a konečně i podle toho, jak se halda včleňuje do přirozeného rámce krajiny.

Haldové pokryvy mají svou vývojovou řadu, kterou označujeme jako haldový cyklus. Exogenní činitelé narušují navršené haldy mnohem více než tvary přírodní. Haldy podléhají zvýšené erozi a denudaci, na jejich úpatí se kupí haldové moře a suťové kužely, na svazích vznikají ronové rýhy a strže, materiál hald rychle zvětrává, což dokládají četné studie (např. Lang, Řehoř, Žižka, 2006, Řehoř, Ondráček, Lang, 2007).



Obr. 30a: Halda vzniklá při těžbě břidlic v oblasti Nížkého Jeseníku (foto: I. Smolová).



Obr. 30b: Halda vzniklá při těžbě černého uhlí (foto: I. Smolová).

Rozšíření v ČR

Hornické haldy jsou typickým tvarem v oblastech těžby uhlí, rud, břidlic či stavebního kamene (např. šterkopísků). Nejvíce hald co do počtu i velikosti je v současné době v Ostravské pánvi a na Kladensku, kde haldy vznikly v souvislosti s těžbou černého uhlí. Typické haldy jsou i v dalších uhelných revírech, jako je Žacléřsko-svatoňovicko, Rosicko-oslavansko, Plzeňsko či Rakovnicko, kde se těžilo černé uhlí, dále v podkrušnohorských pánvích (těžba hnědého uhlí) a na Hodonínsku (těžba lignitu).

Haldy začaly na *Kladensku* vznikat již od druhé poloviny 19. století. Nejstarší haldy (z období let 1850–1920) vznikaly jako akumulace odpadního materiálu při selektivní ruční těžbě a obsahovaly málo uhelné substance. Většinou byly menších rozměrů, dobře slehlé a neprohořelé. Dnes se prakticky nevyskytují, neboť byly buď rozvezeny, zastavěny, nebo se staly základem nových hald. Druhou skupinu tvoří haldy z let 1921–1950, které již obsahují hůře protříděný materiál. Většinou jsou již prohořelé, dobře sesedlé a neobsahují průmyslové kontaminanty. Největším problémem jsou haldy vzniklé po roce 1950, kdy velkoobjemová těžba vedla často k vyvážení neprotříděného uhelného materiálu, což mělo za následek časté prohořívání. Z celkového počtu více než 150 hald, které od počátku těžby až do ukončení těžební činnosti v roce 2002 na Kladensku vznikly, velká většina z nich již neexistuje, neboť materiál hald byl využíván ve stavebnictví, k zarovnávání terénních nerovností a některé haldy zanikly pod zástavbou. Například *halda Průhon* (v centrální části Kladna) byla upravena pro potřeby výstavby objektů, *halda Ludmila* byla využita pro srovnání okolních nerovností terénu a na příjezdové cesty, *halda Bresson* byla zlikvidována při výstavbě rodinných domků. V současnosti se na území Kladenska nachází 66 hald, které zaujímají plochu od 500 m² do 542 tis. m² (objem v rozmezí 1 tis. m³ až 17 mil. m³). Nejvyšší halda na Kladensku je *halda Tuchlovice*, která dosahuje maximální relativní výšky 74 m. Největší plochu i objem má *halda Poldi Buštěhrad*.

V Ostravské pánvi Ostravsko-karvinské doly, a. s., evidují v současné době přibližně 300 těžebních hald, z toho 5 hald je stále využíváno a doly na ně vyvázejí hlušinu. Příkladem je *halda Ema*, která vznikla z hlušiny při hlubinné těžbě černého uhlí. Vrchol haldy dosahuje nadmořské výšky 315 m a je nejvyšším bodem na území Ostravy. Halda vznikla navážením hlušiny z ostravského dolu Trojice a zaujímá v současné době rozlohu 82 ha a dosahuje objem přes 4 mil. m³. V 60. letech 20. století došlo k samovznícení nitra haldy a halda prohořívá dodnes. Podle měření dosahuje teplota uvnitř haldy až 1500 °C, což vede mimo jiné ke vzniku vzácných nerostů (např. porcelanity a jaspisy).

Příkladem haldy v žacléřsko-svatoňovickém revíru je *halda dolu Kateřina* v Radvanicích, na kterou bylo po dobu zhruba 150 let těžby uloženo celkem téměř 2,5 mil. m³ hlušiny (píscito-jílovité a uhelnaté horniny slojového pásma). Halda je ukázkou rizikovosti ukládání tohoto typu materiálu, kdy od 70. let 20. století byl na haldě pozorován proces zahoření. Odval obsahoval podle měřičských výpočtů v roce 1996 v průměru 19 % uhlí s lokálními výkyvy až do 40 %. Zahoření odvalu bylo dlouhodobé a intenzivní (teploty uvnitř odvalu byly měřeny v téměř 80 vrtech, byly dlouhodobě stabilní a dosahovaly teplot až 1000 °C). Odval vedle uhelné hmoty obsahoval i radioaktivní sloučeniny, které byly na odval ukládány v období průzkumné těžby uranové rudy z dolu Kateřina.

Haldy a odvaly vznikají také při těžbě rud. Například při těžbě uranové rudy vzniklo doposud na území České republiky celkem 38 velkých hlušinových hald (Jáchymovsko, Tachovsko, Příbramsko, Stráž po Ralskem, Dolní Rožínka ad.) o celkovém objemu více než 43 mil. m³ na ploše téměř 2,5 km².



Obr. 31a: Letecký pohled na sanovanou a rekultivovanou haldu v Radvančích v Podkrkonoší (foto: Energie-stavební a báňská, a. s.).



Obr. 31b: (foto:).

Rozšíření ve světě

Haldy jsou typickým antropogenním tvarem ve všech oblastech, kde probíhá těžba hlubinným způsobem a při těžbě vzniká odpadní materiál. Haldy jsou i oblastech povrchové těžby stavebních surovin. Například v případě velkých štěrkopískoven je na ně dočasně ukládán vytěžený materiál.

Význam

Těžební haldy slouží především jako skládky hlušiny vytěžené při dobývání nebo úpravě užitkového nerostu. Materiál z hald lze případně dále zpracovávat a uplatnit například ve stavebnictví. Haldy představují nový krajinný prvek, jehož využití může být po ukončení těžební činnosti různorodé.

ODKALIŠTĚ

Anglicky: decantating plant

Odkaliště je prostor přírodně či uměle ohraničený, který slouží k trvalému nebo přechodnému uskladnění hydraulicky dopravovaného kalu. Podle vzniku lze klasifikovat odkaliště těžební, průmyslová a zemědělská. V případě zařazení odkališť mezi těžební tvary se jedná o odkaliště, která vznikají při ukládání odpadu při těžbě nejčastěji polymetalických rud a uranu. S ohledem na skutečnost, že jsou příkladem tvarů, které vznikají při zpracování těžené suroviny, mohou být řazeny také mezi antropogenní tvary průmyslové (kapitola 8.2) a jejich řazení mezi těžební tak není jednoznačné. Sedimentační pánve, do nichž se odpadní materiál vzniklý při těžbě ukládá, mohou být přirozeného původu, častěji však odkaliště vznikají umělým přehrazením sníženiny nebo jsou vytvořeny zcela nové antropogenní sníženiny. Velmi často se využívá tvarů, které v dané lokalitě vznikly antropogenní činností, mohou to být například oprámy, staré jámové lomy nebo těžební poklesové sníženiny, také však typicky ploché terény, z nichž bylo vytvořeno pánevní dno stavbou zemních hrází. Velká odkaliště dosahují i hloubek přesahujících 100 m. Mohou mít stupňovitý charakter nebo mohou vytvářet systém navzájem propojených sníženin.

Odkaliště lze členit podle různých kritérií. Podle tvaru mohou být rovinná (vhloubená nebo vyvýšená nad okolní reliéf), údolní a svahová. Dalším klasifikačním kritériem může být charakter skladovaného materiálu, typ hráze či systému hospodaření s vodou (průtočná, cirkulační).

Hlavními objekty odkališť (kalových nádrží) jsou:

- kalovod – pro přívod směsi vody a pevného materiálu,
- hrázové těleso – zpravidla je tvořeno hlavní hrází a dílčími hrázemi, které mohou být v jednotlivých částech navyšovány,
- vlastní těleso odkaliště – sníženiny vyplněné odpadním materiálem v kapalném stavu,
- kolektor a kolektorové potrubí – k odvedení vody,
- dočišťovací nádrž – slouží k čištění odpadních vod.

Rozšíření v ČR

Odkaliště⁸¹ je možné nalézt v místech, kde v minulosti probíhala těžba rud. V současné době jsou v provozu odkaliště v oblasti Rožné, kde probíhá těžba uranové rudy. Většina odkališť byla rekultivována, příkladem jsou odkaliště v lokalitě *Horní Benešov* (3 odkaliště), *Cínovec* (dvě o celkové ploše 12,4 ha), *Měděnec* (18,4 ha) nebo *Kutná Hora* (15,6 ha). Mezi plošně největší, která vznikla těžbou polymetalických rud, patří *odkaliště v Chvaleticích* (3 plochy o rozloze 160 ha). Rozsáhlý komplex odkališť je ve *Zlatých Horách*, kde zaujímá plochu 64 ha. Odkaliště sloužila pro ukládání floatačních písků a jako dočišťovací a akumulací nádrž k recyklaci vody pro úpravnu.

V současné době je mnoho odkališť asanováno a rekultivováno. Příkladem mohou být *odkaliště v Mydlovarech*, kde bylo uloženo 36 milionů tun radioaktivních kalů. V současné době probíhají na odkalištích rekultivační práce a podle původního plánu by měla být odkaliště začleněna do krajiny do konce roku 2040. O záměru tato odkaliště rekultivovat bylo rozhodnuto již v roce 1989. K sanacím a rekultivacím odkališť dochází také v Ostravské pánvi. V současné době již nová velká odkaliště v uhelných revírech na našem území nevznikají. Důvodem je zejména skutečnost, že většina z nich prošla rozsáhlým útlumem a následným ukončením činnosti a v místech těžby se díky novým technologiím snížila produkce uhelných kalů na minimum.

Velké sanované odkaliště je i ve *Stráži pod Ralskem*, kde bylo založeno v prostoru původní botaniky a zoologicky významné lokality Sedlišťský rybník o celkové ploše 187 ha. Uložen zde byl balastní rmut z úpravy uranové rudy, produkty z chemického čištění kyselých důlních vod a kontaminované materiály z hornické činnosti (celkem 10,2 mil. m³).

Rozšíření ve světě

Velká odkaliště se nacházejí u velkých těžebních prostorů uranových a polymetalických rud, kde je v místě těžby z vytěžené rudniny ruda separována. Příkladem jsou velká odkaliště v Kanadě, např. v lokalitě McArthur River, nebo Austrálii (lokality Ranger, Olympic Dam a Beverley).

Význam

Odkaliště jsou určena k uložení odpadního nebo nepotřebného jemného materiálu. Dochází zde k organizované sedimentaci pevných látek ve vodní nádrži. Tato antropogenní sedimentace je zpravidla nesrovnatelně rychlejší než sedimentace přírodní. Proto se v odkalištích nachází většinou mnohem mocnější vrstva sedimentů, než by tomu bylo v případě přírodní sedimentace např. v jezeře. Odkaliště ovlivňují geologické a hydrologické poměry, mění tvar, konfiguraci, členění a složení zemského povrchu. Přispívají ke změně jakosti srážkových, podzemních drenážních i odpadních vod, ale i ke směru průtoku a vydatnosti uvedených vodních zdrojů. Prakticky je považujeme za velké skládky nevyužitého materiálu.

⁸¹ V české právní legislativě podléhají kalové nádrže zákonu č. 254/2001 Sb., o vodách. Odkaliště a kalová pole s kapacitou vyšší než 100 tis. m³ a s výškou hráze nad 10 metrů od základové spáry podléhají také zákonu č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí.



Obr. 32: Rekultivované odkaliště Rudných dolů Jeseník v Bruntálu (foto: www.g-consult.cz).

8.2 Průmyslové antropogenní procesy a tvary

Průmyslové antropogenní tvary georeliéfu vznikají při průmyslové výrobě. Průmyslové tvary lze rozdělit na povrchové a podpovrchové. Povrchové tvary vznikají jednak při samotné výstavbě průmyslových závodů, kdy dochází k zarovnávání terénu buď odtěžením materiálu, nebo naopak vyrovnáním a zvýšením navázkou. Vznikají tak **průmyslové (industriální) plošiny**. Významné jsou i tvary vznikající při provozu závodů, nejčastěji akumulací odpadního materiálu (např. **průmyslové haldy**). Některé průmyslové odpady jsou naplavovány do **odkališť**, četná jsou například u tepelných elektráren nebo hutních podniků. Speciální kategorií průmyslových tvarů jsou **těžební plošiny**, které bývají umístěny v mořích a oceánech a slouží k těžbě ropy a zemního plynu. Mezi průmyslové tvary jsou těžební plošiny zařazeny zejména s ohledem na nutné zásahy do přírodního prostředí. Skupinu podpovrchových (podzemních) tvarů reprezentují tvary, které slouží ke skladování průmyslových produktů (**průmyslový suterén**) i samotné průmyslové výrobě. Pro skladování se využívají sklepy (např. pivovarů a vinných závodů), **podzemní průmyslová úložiště** (např. radioaktivního odpadu), **podzemní tankery** (např. ropy) nebo **podzemní zásobníky plynu**. Pro samotnou průmyslovou výrobu se využívají průmyslové tvary, které zahrnují například haly podzemních elektráren či **podzemní továrny**.

PRŮMYSLOVÁ (INDUSTRIÁLNÍ) PLOŠINA

Anglicky: industrial field, grading, industrial plain

Industriální plošiny vznikají především při stavbě průmyslových závodů. Průmyslové závody jsou často plošně velice rozsáhlé a v přírodním terénu se jen těžko hledají adekvátně velké rovinné plochy. Poloha závodu se volí také podle členitosti terénu tak, aby bylo nutno terén upravovat co nejméně. Nicméně ne vždy lze podnik umístit v takovéto lokaci. Z tohoto důvodu dochází při stavebních pracích k planaci terénu odtěžením materiálu (antropogenní degradací) nebo zvýšením navázkou (antropogenní akumulace). Jako další terénní úpravy při výstavbě průmyslových areálů jsou časté realizace přeložek sítí (technické infrastruktury), demolice objektů, odstranění zeleně, sejmutí ornice nebo stavba protihlukových valů.

Rozšíření v ČR

Terénní úpravy jsou spojené s výstavbou téměř každého průmyslového areálu. Největší upravené plochy vznikají v případě velkých průmyslových areálů nebo nových průmyslových zón. Mezi největší průmyslové areály, jejichž výstavba byla spojena s rozsáhlejšími terénními úpravami, patří na našem území areály hutnických a chemických závodů. Příkladem je areál podniku *Třinecké železářny* v Třinci, který patří k průmyslovým podnikům s nejdelší tradicí hutní výroby v České republice. Třinecké železářny byly založeny v roce 1839 a již ve 20. letech 20. století patřily k nejmodernějším hutním závo-

dům s uzavřeným hutním výrobním cyklem ve střední Evropě. V roce 1929 představoval jejich podíl na československé výrobě surové oceli 23 % a válcovaného materiálu 31 %. V současné době má plocha průmyslového areálu rozlohu 350 ha. Další velké průmyslové plošiny jsou například v areálech podniků *Škoda Auto a. s.* v Mladé Boleslavi, *Autopal s. r. o.* v Novém Jičíně, *Chemopetrol, a. s.*, v Litvínově, *Barum Continental, s. r. o.*, v Otrokovicích, *DEZA, a. s.*, ve Valašském Meziříčí nebo *Bosch Diesel s. r. o.* v Jihlavě. Mezi významné (plocha 124 ha) patří také výrobní závod automobilky konsorcia Toyota Peugeot Citroën Automobile (TPCA) v Kolíně (v průmyslové zóně Kolín-Ovčáry), který patří k největším ve střední Evropě (zahájil provoz v roce 2005). Velké průmyslové plošiny jsou v místech elektráren. Největším uhelným elektrárenským komplexem v České republice jsou *elektrárny Prunéřov*, mezi další velké patří například *elektrárna Dětmarovice*, *elektrárna Opatovice* nebo jaderné elektrárny *Dukovany* a *Temelín*.

K velkým terénním úpravám dochází v posledních letech v oblasti průmyslové činnosti při výstavbě nových průmyslových zón. Příkladem strategických průmyslových zón v ČR jsou zóny Triangle, Nošovice, Škoda v Plzni nebo Plzeň-Borská pole.

Zóna Triangle je svou rozlohou (360 ha) největší strategickou průmyslovou zónou v České republice. Jedná se o bývalé vojenské letiště v Žatci, kde došlo k demolici starých a nevyužívaných objektů a likvidaci ekologických zátěží.

V současné době největším realizovaným projektem je *zóna Nošovice* (260 ha), jejíž lokalizace byla vázána na zájem strategického investora z automobilového průmyslu firmy Hyundai. Velikosti antropogenní transformace dokládají hodnoty objemu transportovaných hmot. Průměrná mocnost orníční vrstvy v průmyslové zóně dosahovala 0,3 m (celkový objem 780 tis. m³). V průběhu realizace průmyslové zóny bylo sejmuto přibližně 80 % celkové plochy ornice, tj. přibližně 624 tis. m³. Část ornice byla využita na ozelenění nevyužívaných ploch (přibližně 220 tis. m³) a na ozelenění ochranného valu (30 tis. m³). Zbývající část o celkovém objemu 374 tis. m³ byla uložena. Dále byla na přibližně třetině plochy sejmuta i podorníční vrstva o průměrné mocnosti 2,5 m, což znamenalo přemístění přibližně 2,2 mil. m³ zeminy. K vyrovnání terénních nerovností byly využity i výkopové zeminy o celkovém v objemu 1 mil. m³, z toho bylo mimo areál odvezeno 392 tis. m³ zemin a v rámci areálu přemístěno 232 tis. m³ zemin.

Dalším příkladem průmyslové zóny je *zóna Škoda v Plzni* (180 ha), která vznikla regenerací starého areálu bývalého strojírenského podniku Škoda v Plzni.



Obr. 33a: Průmyslová plošina v průmyslové zóně Borská Pole v Plzni (foto: I. Smolová).



Obr. 33b: Průmyslová plošina jaderné elektrárny Dukovany (letecký snímek) (foto: Geodis Brno, spol. s r. o.).

Rozšíření ve světě

Prakticky každý průmyslový závod leží v antropogenně vyrovnaném terénu. Jedná se tedy o celosvětově velmi rozšířený tvar a je možné ho spatřit téměř kdekoli, kde se nacházejí závody průmyslové

výroby. Největší terénní úpravy jsou spojené s výstavbou velkých průmyslových zón. Industriální plošiny jsou typické pro velké průmyslové areály. Mezi největší patří hutní závody (metalurgické komplexy).

Význam

Industriální plošiny mají význam pro zjednodušení a zefektivnění stavebních prací jakožto i při výkonu práce samotné.

PRŮMYSLOVÁ (INDUSTRIÁLNÍ) HALDA

Anglicky: industrial pile, slag dump

Průmyslové (industriální) haldy jsou nejvýraznějším průmyslovým antropogenním tvarem reliéfu. Tento typ hald je tvořen odpadovým materiálem vznikajícím při provozu průmyslových závodů. Průmyslové haldy se podle průmyslového odvětví (typu průmyslové výroby) člení na hutnické, energetické či chemické průmyslové haldy. Podle složení lze klasifikovat průmyslové haldy na struskové, škvárové, popílkové, chemické a rafinační. Od těžebních (montánních) hald (jejich charakteristika je uvedena v kapitole 8.1) se průmyslové haldy výrazně liší tím, že jejich materiál je antropogenně metamorfován (prošel průmyslovým cyklem), od uhelných hald se odlišují nehořlavostí, nicméně morfologicky se projevují stejně jako haldy těžební. Podle tvaru tedy rozlišujeme zejména haldy kuželovité, hřebenovité, kupovité, tabulovité a terasovité.

Na hutnické haldy se vyváží jednak tzv. horký odval, což je žhavá struska⁸² od vysokých pecí, jednak tzv. studený odval, což je odpad z ocelářských pecí, škvára nebo popílek z kotelen. Energetické haldy jsou tvořeny popelovinovým materiálem z elektráren. Odpad z elektráren se vyváží do vhloubených částí terénu buď suchou cestou a vytváří tak haldy vyrovnávací, nebo se přepravuje vodním proudem a vytváří tak naplavené roviny odkališť. Chemické haldy vytváří jen malá část podniků chemického průmyslu, ale jsou s nimi velké problémy při rekultivacích.

Rozšíření v ČR

Zpravidla se industriální haldy nacházejí v těsné blízkosti podniků, v nichž je materiál tvořící haldu produkován. Občas je tento materiál i přepravován, avšak jen na kratší vzdálenosti. Typickým regionem, kde se industriální haldy vyskytují, je Ostravská pánev a Kladensko. Na Ostravsku je příkladem industriální haldy *Třinecká halda* v lokalitě Třinec-Staré město na levém břehu řeky Olše. Halda je tvořena struskou a sutinami. Vznikla současně s rozvojem Třineckých železáren v roce 1839. Na konci 80. let 20. století se začalo z haldy odtěžovat ročně přibližně 500 tis. tun strusek a sutin.

Na Kladensku je příkladem průmyslové haldy *Buštěhradská halda*, která je objemově i plochou jednou z největších v ČR. Nachází se na katastrálních územích Buštěhrad, Kladno a Stehelčevy. Odpadní materiál byl na haldu ukládán od roku 1951, jednalo se především o materiál hutnického a energetického charakteru z nedaleké ocelárny Poldi Kladno a také stavební a komunální odpady. V 70. letech 20. století byly na haldu ukládány i odpady chemického původu (kyselina sírová, kyanid draselný). V současné době je podíl jednotlivých složek přibližně ve struktuře: 30 % popel a škvára z energetických zdrojů, 20 % ocelářská struska, 14 % vysokopecní struska, 8 % vysokopecní kaly a 28 % jiné materiály. Ukládání průmyslového odpadu na haldu skončilo v roce 1988 a o rok později byla zahájena rekultivace části haldy. Jiným příkladem je *halda Poldi*, která je druhou největší na Kladensku. Leží přímo v centru Kladna a obsahuje vysokopecní strusku, strusku energetickou a popílkou, pravděpodobně i komunální

⁸² Struska je vedlejším produktem mnoha termických a spalovacích procesů, například tavení rud kovů. Nejčastěji se jedná o směs oxidů kovů, může také obsahovat kovové sulfidy a kovové atomy v elementární formě. Mezi nejrozšířenější patří strusky metalurgické, které vznikají při tavení a rafinaci kovů, dále strusky vznikající při spalování pevných paliv či odpadů.

a stavební odpady. Počínaje rokem 1998 se část strusky odtěžuje a recykluje, výsledným produktem drcení a třídění je kvalitní struskové kamenivo.



Obř. 34: Průmyslová halda ve Žiaru nad Hronom (Slovenská republika)
(foto: www.mediast.sk).

Rozšíření ve světě

Industriální haldy jsou typickými tvary v místech, kde se zpracovávají polymetalické rudy nebo probíhá průmyslová činnost, při které je produkováno velké množství odpadů. Industriální haldy se nacházejí také v blízkosti tepelných elektráren, kde je na nich akumulován odpadní popílek. V Evropě jsou příkladem *haldy v lokalitě Loos-en-Gohelle* v bývalé hornické oblasti Nord-Pas-de-Calais ve Francii. Jedná se o pět velkých hald o relativní výšce až 180 m. Jiným příkladem je *halda v Žiaru nad Hronom*, která vznikla v souvislosti s výrobou hliníku. Halda je jednou z největších na Slovensku. Je na ní soustředěno více než devět milionů tun odpadu, který zde zůstal jako pozůstatek staré technologie výroby hliníku. Skládky dosahuje délky 3 km a výšky okolo 45 m. Uvnitř obrovského kalového pole je silně alkalická voda, která ohrožuje průsakem okolí.

Význam

Průmyslové haldy slouží především jako skládky odpadového materiálu vzniklého při provozu průmyslových podniků. Materiál z těchto hald lze případně dále zpracovávat a uplatnit v dalších oborech lidské činnosti, např. jako izolace ve stavebnictví.

PRŮMYSLOVÉ ODKALIŠTĚ

Anglicky: industrial decantating plant, setting pit

Odkaliště definujeme jako prostor přírodně či uměle ohraničený, který slouží k trvalému nebo přechodnému uskladnění hydraulicky dopravovaného kalu. Někdy jsou odkaliště označována jako antropogenní terénní zrcadla nebo naplavené roviny odkališť. Příkladem odpadního materiálu, který je ukládán na odkalištích, je elektrárenský popílek, který se do odkališť může transportovat pomocí hydraulických zařízení. Sedimentační pánve, do nichž se ukládá, mohou být přirozeného původu, častěji vznikají umělým přehrazením sníženiny nebo jsou vytvořeny zcela nové antropogenní sníženiny. Velmi často se využívá tvarů, které v dané lokalitě vznikly antropogenní činností, mohou to být například oprámy, staré jámové lomy nebo těžební poklesové sníženiny, také však typicky ploché terény, z nichž

bylo vytvořeno pánevní dno stavbou zemních hrází. Velká odkaliště dosahují i hloubek přesahujících 100 m. Mohou mít stupňovitý charakter, nebo mohou vytvářet systém navzájem propojených sníženin. V průmyslových odkalištích je skladován materiál různého původu, nejčastěji se jedná o odpadní materiál z floatačních a gravitačních úpravěn rud nebo uhlí, z chemické úpravy rud, z hydraulické dopravy popelovin z elektráren, tepláren a plynáren, z úpravy vod nebo také ze slévárenských provozů, keramických i stavebních závodů.

Odkaliště lze členit podle různých kritérií. Podle tvaru mohou být rovinná (vhloubená nebo vyvýšená nad okolní reliéf), údolní a svahová. Podle vzniku lze klasifikovat odkaliště jako těžební (sklárky uhlénoho kalu nebo radioaktivní hlušina po těžbě uranu), průmyslové (nejčastěji jako součást elektrárny) a zemědělské. Další rozdělení odkališť lze provést dle charakteru skladovaného materiálu, typu hráze či systému hospodaření s vodou (průtočná, cirkulační).

Rozšíření v ČR

Odkaliště⁸³ je možné nalézt v místech s větší koncentrací průmyslové výroby, při které dochází k vzniku jemného odpadového materiálu, popřípadě v okolí tepelných elektráren nebo v blízkosti těžebních děl.

Příkladem odkališť je *odkaliště Cvrčovice-Vrapice* na Kladensku, které zaujímá plochu 18 ha (objem 1,5 mil m³), *odkaliště VCHZ Synthetia Semtín* o rozloze 24 ha (plocha V) a objemu 2,4 mil. m³. Četná jsou odkaliště tepláren a elektráren, např. *odkaliště Hodějovice* teplárny České Budějovice, které má v současné době plochu 18 ha a objem 1,8 mil. m³. Mezi největší patří *odkaliště elektrárny Tušimice* (odkaliště Hořetice) o celkové ploše 160 ha, maximální výšce 60 m a objemu 36 mil. m³, *odkaliště Vysočany* o rozloze 140 ha, maximální výšce 40 m a celkovém objemu 40 mil. m³ či *odkaliště T5* (120 ha) o maximální výšce 45 m a objemu 32 mil m³. Velká odkaliště jsou ve *Chvaleticích* na Pardubicku, kde celkově zaujímají tři velká odkaliště plochu 160 ha, mají výšku ochranných hrází až 25 m a je v nich uloženo více než 25 mil. m³ kalů.

Ukázkou náročnosti následných sanačních opatření jsou *laguny Ostramo* na území Ostravy, které vznikly ukládáním odpadu z rafinérské výroby zahájené zde na konci 19. století. Odkaliště tvoří komplex tří lagun oddělených hrázemi se zemními valy o výšce 5 m nad okolním terénem a jedna laguna založená pravděpodobně na počátku 20. století v jámě zemníku bývalé cihelny. Od roku 1965 byl na lokalitě ukládán také odpad z regenerace upotřeбенých mazacích olejů a od konce 70. let 20. století bylo zvažováno ukončení provozu z důvodu havarijních úniků látek z lagun a negativního vlivu na životní prostředí. Provoz byl zastaven až v roce 1996 a od té doby probíhají sanační a rekultivační práce na lokalitě.

Rozšíření ve světě

Velká odkaliště se nacházejí u velkých metalurgických a energetických komplexů.

Význam

Odkaliště jsou určena k uložení odpadního nebo nepotřebného jemného materiálu. Dochází zde k organizované sedimentaci pevných látek ve vodní nádrži. Tato antropogenní sedimentace je zpravidla nesrovnatelně rychlejší než sedimentace přírodní. Proto se v odkalištích nachází většinou mnohem mocnější vrstva sedimentů, než by tomu bylo v případě přírodní sedimentace např. v jezeře. Odkaliště ovlivňují geologické a hydrologické poměry, mění tvar, konfiguraci, členění a složení zemského povrchu.

⁸³ V české právní legislativě podléhají kalové nádrže zákonu č. 254/2001 Sb., o vodách. Odkaliště a kalová pole s kapacitou vyšší než 100 tis. m³ a s výškou hráze nad 10 metrů od základové spáry podléhají také zákonu č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí.

Přispívají ke změně jakosti srážkových, podzemních drenážních i odpadních vod, ale i ke směru průtoku a vydatnosti uvedených vodních zdrojů. Prakticky je považujeme za velké skládky nevyužitého materiálu.

PRŮMYSLOVÝ (INDUSTRIÁLNÍ) SUTERÉN

Anglicky: industrial underground

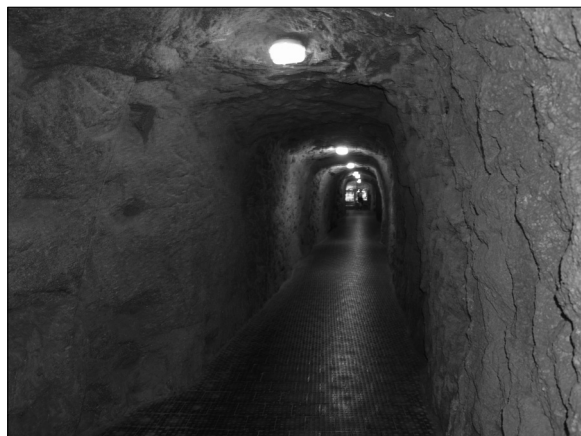
Suterén industriálního rázu tvoří podzemní prostory, které byly vytvořeny jako sklady, sklepy nebo i tovární a provozní haly. Jedná se na rozdíl od podzemních továren (průmyslových podniků) o umístění pouze části výrobního procesu pod úroveň zemského povrchu. Průmyslový suterén vznikl jak v historických dobách, tak vzniká i v dnešní době, zejména z důvodů technologických a prostorových. Zvláště rozsáhlé bývají podzemní pivovarské či vinařské sklepy. Relativně velké podzemní prostory mají také hydroelektrárny nebo některé strojírenské a elektrotechnické podniky.

Rozšíření v ČR

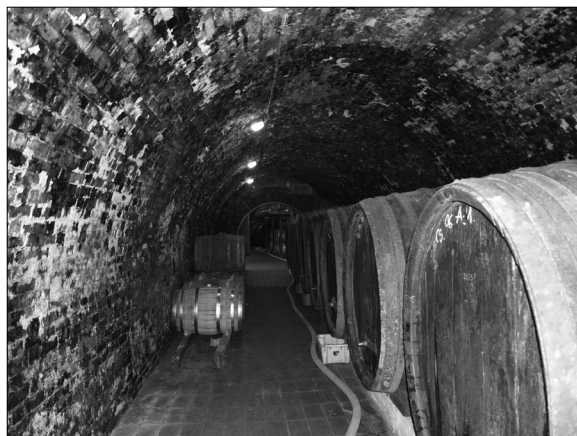
Jako příklad těchto četných a rozsáhlých prostor na našem území lze uvést podzemní prostory potravinářských podniků (vinařských závodů, pivovarů nebo mlékárenských závodů), které využívají podzemní tvary zejména díky příznivým mikroklimatickým podmínkám, které zvyšují kvalitu produktů. Rozsáhlé podzemní prostory jsou i u některých energetických podniků, například hydroelektráren.

Příkladem sklepů jsou *Žernosecké sklepy*. Sklepy byly vytesány v opukových skalách průlomového údolí Labe (Porta bohemica) v polovině 13. století v době, kdy Žernoseky náležely cisteriánskému klášteru v Altzellu u Míšně. Významným sklepním prostorem je *Modrý sklep* v Novém Šaldorfu u Znojma, který byl vykopán 15 m pod zemským povrchem již v 16. století. *Habánské sklepy* ve Velkých Bílovicích byly postaveny v 17. století náboženskou sektou habánů – novokřtěnců, kteří na Moravu přišli ze Švýcarska, kde se věnovali zemědělství, včetně pěstování vinné révy a výroby vína. *Templářské sklepy* v Čejkovicích byly vybudovány templáři, kteří přišli na Moravu v roce 1232 z Francie. *Křížový sklep* ve Valticích vznikl v roce 1640. Jeho hlavní linii dlouhou 120 m křížuje 100 m dlouhé rameno. Sklep má kapacitu 1,3 mil. litrů.

Rozsáhlé podzemní prostory jsou například u *přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně* v Hrubém Jeseníku. Elektrárna má na našem území největší spád (510,7 m), největší reverzní vodní turbínu v Evropě (325 MW), která je umístěna v podzemní kaverně, a největší instalovaný výkon v ČR (2 × 325 MW). Výstavba elektrárny byla zahájena v květnu 1978. Na počátku 80. let 20. století byla převedena do útlumového programu. V roce 1985 došlo k modernizaci projektu a po roce 1989 bylo rozhodnuto stavbu dokončit. Elektrárna je řešena jako podzemní dílo. Obě soustrojí jsou umístěna v podzemí, v kaverně o rozměrech 87,5 × 25,5 × 50 m. Souběžně s kavernou turbín se v podzemí nachází komora transformátorů, která má rozměry 115 × 16 × 21,7 m. V této komoře jsou dva blokové trojfázové transformátory, rozvodny 22 kV a další zařízení. Horní nádrž je s podzemní elektrárnou spojena dvěma přivaděči, každým pro jedno soustrojí. Přivaděče mají délku 1547 m a 1499 m. Elektrárna je spojena s dolní nádrží dvěma odpadními tunely o průměru 5,2 m. Tunely jsou dlouhé 354 a 390 m. Dolní nádrž se nachází na říčce Divoká Desná. Nádrž má celkový objem 3,4 mil. m³, výšku hráze 56 m, kolísání hladiny 22,2 m. Horní nádrž se nachází v nadmořské výšce 1350 m a má celkový objem 2,72 mil. m³. Rozsáhlé podzemí má také *hydroelektrárna Lipno*, kde byla v hloubce 160 m pod zemským povrchem do žulového masivu vylámána kaverna a další místnosti, kde jsou uloženy dvě Francisovy turbíny.



Obr. 35a: Průmyslový suterén pivovaru Chodov
(foto: K. Kirchner).



Obr. 35b: Průmyslový suterén vinařských sklepů
v Maďarsku, v oblasti pohoří Villány
(foto: K. Kirchner).

Rozšíření ve světě

Rozsáhlé podzemní prostory využívané k průmyslové výrobě jsou například u potravinářských podniků, které je využívají pro skladování produktů (např. vinařských závodů, pivovarů, mlékárenských produktů apod.). Rozsáhlé podzemní objekty jsou u hydroenergetických komplexů nebo některých průmyslových areálů. Mezi průmyslový suterén lze zařadit i *výzkumné středisko CERN* na švýcarsko-francouzské hranici, které bylo založeno v roce 1954 poblíž Ženevy. Jedná se o středisko Evropské organizace pro jaderný výzkum a je jedním z největších a nejrespektovanějších center pro vědecký výzkum ve světě.

Význam

Suterén industriálního rázu plní funkci především skladovací, výrobní, výzkumnou a ochrannou. V suterénech mohou být umístěny i některé speciální provozy, pro které je z technologických důvodů vhodné umístění pod zemským povrchem.

PODZEMNÍ PRŮMYSLOVÝ AREÁL (TOVÁRNA)

Anglicky: underground industrial complex, underground factory

Podzemní průmyslový areál (továrna) je speciální případ průmyslového suterénu, kdy je pod zemským povrchem umístěno celé výrobní zařízení. Průmyslové podzemní podniky vznikaly jak v historických dobách, tak i v současné době. Hlavním důvodem je zabezpečení speciálních technologických podmínek nebo utajení výroby. K lokalizaci jsou obvykle využívány prostory, které vznikly přírodními pochody nebo měly v minulosti jiné využití, například byly využívány jako těžební štoly a přístupové šachty. Pro potřeby průmyslové výroby jsou rozšiřovány a podzemní průmyslové areály jsou objemově největšími zásahy do litosféry při průmyslové antropogenní činnosti. V některých případech jsou umístěny v několika patrech pod zemským povrchem a mají rozlohu i desítky km².

Rozšíření v ČR

Podzemní továrny vznikaly na našem území zejména v obdobích válečných událostí, nejvíce před a během 2. světové války (sloužily pro válečnou výrobu). Mezi nejvýznamnější podzemní průmyslové

areály patří podzemní továrny Richard, Rabštejn a Býčí skála. *Podzemní továrna Richard* je dnes opuštěný průmyslový areál, který tvoří soustavu tří hlubinných vápencových lomů v okolí Litoměřic, které jsou lokalizovány pod neovulkanickými sukami Radobýl a Bídnice v Českém středohoří. Podzemní lomy byly za druhé světové války přestavěny na utajenou podzemní továrnu určenou pro zbrojní výrobu. Jedná se o prostorově rozsáhlý komplex podzemních prostor o celkové délce okolo 30 km.

Podzemní továrna Rabštejn je průmyslový podpovrchový tvar, který vznikl vhloubením průmyslových prostor do pískovcových skal v okolí České Kamenice a Janské. Podzemní objekty byly za druhé světové války používány k válečné letecké výrobě.

Za druhé světové války bylo německou armádou v *Moravském krasu* postupně přeměněno na podzemní továrny pět jeskyní, důvodem byla neustálá letecká ofenziva spojenců, která donutila Němce k urychlenému přestěhování výroby do podzemních bezpečných prostor. V severní části Moravského krasu to byly jeskyně Kůlna a Michalka, ve střední části jeskyně Drátenická, Výпустek a Býčí skála, kde byly vyráběny součásti letadel. *Podzemní továrna ve Výпустku* byla zcela dokončena a výroba v ní plně probíhala, v *podzemní továrně v jeskyni Býčí skála* se vyrábět nikdy nezačalo. Předšň jeskyně však byla poničena, především odstřelem a zarovnáním skalních výběžků a stěn a zadní část Předšně byla pokryta betonovou podlahou, včetně míst, kde dr. Wankel prováděl své výkopy. Němci také nechali vystřílet a vykopat druhý (spodní) vchod, kterým chtěli zabránit, aby voda při povodni nevnikla do jejich továrny. Tento odvodňovací příkop měl odvádět vodu do blízkého Křtinského potoka. Nakonec byly v Býčí skále uloženy pouze kotle, ve kterých se regenerovaly použité oleje z válečné výroby.

Podzemní továrna byla budována i v lokalitě *Stránská skála v Brně*. V letech 1943 až 1945 zde bylo vyrobáno celkem 813 m hlavního polygonu o celkovém objemu asi 16 tis. m³, které tvoří spodní patro v souhrnné délce všech chodeb skoro 700 m. Průměrná šířka chodeb je 5 m a v jedné z nejdelších štol je položena i betonová podlaha. V nedokončené podzemní továrně měla fungovat výroba leteckých motorů a strojů a technického zařízení všeho druhu.

Rozšíření ve světě

Příkladem je podzemní *komplex Dora* u saského města Nordhausen, který se začal budovat v roce 1936, kdy v rámci příprav na válku vypracovala ropná společnost Wirtschaftliche Forschungs GmbH plány na podzemní skladiště pod horou Kohnstein u Nordhausenu. Skalní masiv tvořil anhydrit (síran vápenatý), který je suchý, a přesto dostatečně pevný pro dlouhé nepodepřené chodby. Vykopaný kámen sloužil jako surovina k výrobě cementu, síry a kyseliny sírové. V době dokončení skladiště v roce 1942 zde vedly směrem do nitra skály dva téměř rovnoběžné tunely vzdálené od sebe asi 165 m. Každý byl přibližně dlouhý 1,6 km, široký 10,6 m a vysoký 7,6 m. Ve vzdálenostech asi 36,5 m je spojovalo celkem 43 příčných chodeb uspořádaných jako stupně žebříku. Každá byla široká 9 m a vysoká 6,7 m. Celková délka tunelů byla 11,2 km a vytvořila plochu 11,79 ha. Gigantická podzemní průmyslová zóna se nacházela na celkové ploše 600 tis. m² (upraveno podle www.montanya.org).

Význam

Podzemní továrny jsou využívány zejména díky možnosti utajení provozu, proto je jejich velký význam zejména ve válečných obdobích nebo v případě nutnosti utajení výrobního procesu.



Obr. 36a: Podzemní továrna Richard
(foto: SÚRAO – Správa úložiště radioaktivních odpadů).



Obr. 36b: Podzemní prostory
v. n. Dlouhé Stráně v Hrubém Jeseníku
(foto: I. Smolová).

TĚŽEBNÍ PLOŠINA

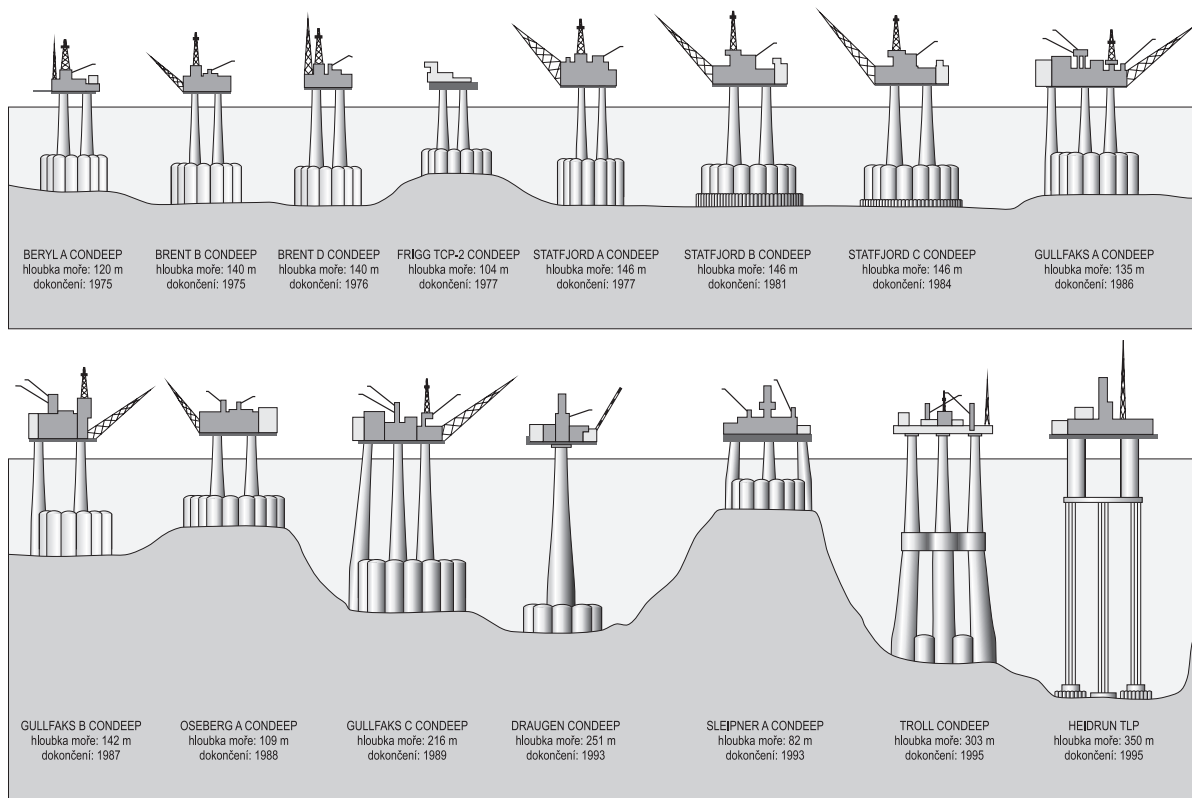
Anglicky: oil platform, oil rig

Pro těžbu podmořských ložisek nerostných surovin je nutné nejprve vybudovat těžební plošinu, která obsluhuje i několik vrtů a jejíž součástí bývá často i úpravárenský závod. Tyto plošiny jsou obrovské stavby, které jsou řazeny mezi antropogenní tvary zejména s ohledem na velké zásahy do zemské kůry, které jsou s výstavbou spojeny. V závislosti na přírodních podmínkách a velikosti ložiska může být těžební plošina spojena (ukotvena) s oceánským dnem systémem pilotů, může být tvořena umělým ostrovem nebo může být plovoucí. Největší antropogenní procesy doprovázejí vznik prvních dvou typů.

Těžební sondy na pevnině (případně i ložiska) jsou propojeny systémem sběrných produktovodů, kterými je vytěžená surovina dopravována do úpravárenských závodů.

Rozšíření ve světě

Ropné plošiny jsou nejčastěji lokalizovány v šelfových mořích v blízkosti pobřeží a jsou určeny pro těžbu ropy a zemního plynu. Například v Severním moři se ropa i zemní plyn těží z hloubek až 180 m. Těžba na těžební plošině je technicky velice náročná. Mezi největší ropné plošiny na světě patří *ropná plošina Statfjord*, která byla postavena v letech 1978–1981. Je lokalizována v Severním moři 185 km severovýchodně od Shetlandských ostrovů. Základna sestává ze 24 železobetonových buněk a nad nimi jsou čtyři duté betonové věže. Ty vyčnívají nad hladinu, dvě z nich jsou určeny k vrtům, jedna slouží k provozu čerpadel a rozvodu potrubí a v jedné jsou umístěna čerpadla a zařízení ke kontrole zátěžové vody. Na nich je namontována ocelová konstrukce se zařízením pro vrty. Zde je také sedmiposchodový hotel pro 200 dělníků, kanceláře, rafinerie a letiště pro vrtulníky. Na stavbu věží bylo použito přes 837 tis. tun železobetonu, ocelová konstrukce nad hladinou má hmotnost 41 tis. tun. Ode dna až k vrcholu má celá stavba výšku 271 m. Jiným příkladem je *plošina Troll*, ze které je dodáván plyn také do České republiky. Plošina je vysoká 470 m (z toho je 340 m pod mořskou hladinou) a má hmotnost přesahující 1,2 mil. tun. Z plošiny je vytěžený plyn dopravován podmořským plynovodem na pobřeží Norska, kde je dále upravován. Mezi největší patří také těžební *plošina Petronius* v Mexickém zálivu, 210 km jihovýchodně od města New Orleans. Mezi velké plošiny v severní části Atlantského oceánu patří *plošina Hibernia* v Kanadě.



Obr. 37: Typy ropných plošin, pořadí zohledňuje časový aspekt realizace jednotlivých typů staveb.

Význam

Ropné plošiny mají velký ekonomický význam. Jsou na nich umístěna těžební zařízení, která umožňují těžit ropu a zemní plyn z šelfových oblastí daleko od pobřeží. Jedná se o ekonomicky velmi nákladná díla, která mohou být financována pouze největšími těžebními společnostmi. Rizikem provozu těžebních plošin jsou četné havárie, nejčastěji požáry, které způsobují znečištění mořské vody i pobřežních oblastí. Příkladem je havárie na *plošině P-36* v roce 2001. Záchrané operace se tehdy nezdařily a ropná plošina se potopila do hloubky 1350 m asi 125 km od pobřeží brazilského města Rio de Janeiro.



Obr. 38a: Ropná plošina Deepsea Delta v Severním moři (foto: E. Christensen).



Obr. 38b: Podzemní ropné tankery: centrální tankoviště v Nelahozevsi – výstavba (foto: MERO ČR, a. s.).

PODZEMNÍ ROPNÉ TANKERY (TANKOVIŠTĚ)

Anglicky: underground oil tankers

Podzemní ropné tankery jsou speciálním příkladem podzemního průmyslového skladovacího objektu, který plní funkci skladování ropy. Nádrže⁸⁴ se člení podle různých kritérií, nejčastěji podle umístění na nádrže nadzemní, částečně zakryté, podzemní a plovoucí. Mezi antropogenní tvary jsou řazeny podzemní a částečně zakryté ropné tankery. Podzemní tankery jsou lokalizovány v místech těžby, dočasného skladování nebo v místech spotřeby. V místě těžby ropy je potřeba průběžně těžbou ropu nashromáždit, odvodnit, zbavit plynných podílů a připravit pro přepravu dálkovou (ropovody), lodní nebo vlakovou dopravou. Skladovací nádrže jsou nezbytné i během vlastního procesu přepravy. Jedná se především o přístavní terminály, kde dochází k dočasnému uskladnění před nakládkou ropy na tanker nebo při jeho vyčerpávání. Z přístavních terminálů je ropa potrubními systémy čerpána do vnitrozemí, kde jsou umístěna tankoviště. K uskladnění ropy se používá více typů nádrží, jejichž konstrukce je ovlivněna rokem výstavby a s ní souvisejícími dostupnými technologiemi, legislativou, provozními potřebami, klimatickými podmínkami, investiční a údržbovou politikou provozovatele.

Rozšíření v ČR

Největším podzemním ropným tankerem na území ČR je *centrální tankoviště v Nelahozevsi*, které je křižovatkou, kde se stýkají trasy ropovodu Družba a ropovodu IKL. Je vybaveno mohutnými skladovacími nádržemi,⁸⁵ ze kterých proudí ropa do rafinerie v Kralupech nad Vltavou a do poslední část ropovodu Družba až do rafinerie u Litvínova. Skladovací kapacity tvoří 4 nádrže o jednotlivém objemu 50 tis. m³, 6 nádrží o objemu 100 tis. m³ a ve výstavbě jsou 2 nádrže (každá nádrž o objemu 125 tis. m³). Tyto ocelové tanky jsou nadzemními stavbami s ocelovou ochrannou jímku, které mají část umístěnou v podzemí. Celý areál tankoviště má plochu 59 ha.

Rozšíření ve světě

Největší podzemní zásobníky jsou na severu Německa, ve Francii, Skandinávii a USA. První ocelové nádrže byly nýtované. Nejstarší tankery měly podobu ocelových nádrží na zemském povrchu. Dodnes jsou některé z nich i po více než 60 letech v provozu především v Severní Americe. Pod zemský povrch začaly být umísťovány zejména z vojensko-strategických důvodů v 70. a 80. letech 20. století (snaha o ukrytí skladovacích nádrží během studené války).

Význam

Účelem podzemních ropných tankerů je dočasné uskladnění, míchání a příprava optimální směsi ropy pro zpracování v rafineriích, dále je na tankovištích dlouhodobě uskladněna ropa jako strategická surovina pro případ krizových situací. Rafinerie taktéž disponují skladovacími kapacitami ropy potřebnými k zajištění minimálních zásob.

⁸⁴ Kromě nádrží může být ropa uskladněna v podzemních kavernách či poréznych horninách. V tomto případě se jedná výhradně o dlouhodobé strategické zásoby, kdy je ropa načerpána do podzemí na desítky let. K uskladnění v podzemí musí být vhodné geologické podmínky, proto se jedná spíše o doplněk ke klasickým nádržím.

⁸⁵ Stavba centrálního tankoviště na počátku 90. let 20. století byla také podmínkou vstupu ČR do Evropské unie, požadována byla zásoba ropy a ropných produktů na 90 dnů.

PODZEMNÍ ZÁSOBNÍK PLYNU

Anglicky: underground gas reservoir

Podzemní zásobník plynu je podzemní prostor, který slouží k uskladňování velkého množství plynu pod zemí ve vhodných geologických objektech, které jsou buď přírodní, nebo uměle vytvořené. Podle geologické struktury se podzemní zásobníky člení na:

- aquiferní – využívající porézní vodonosné vrstvy,
- kavernové – využívající uměle vytvořené dutiny,
- ložiskové – využívající vyčerpaná přírodní ložiska ropy nebo zemního plynu.

Podle způsobu využití členíme zásobníky na sezónní a špičkové. Sezónní zásobníky se plní v průběhu léta a v zimě se z nich čerpá plyn a rozvádí do sítě. Špičkové zásobníky slouží ke krytí spotřeby zemního plynu v krátkých obdobích, kdy je nutné do sítě dodat velké množství plynu v krátkém časovém období.

Podzemní zásobníky nejčastěji využívají již vyčerpaná ropná nebo plynová pole, dutiny v solných vrstvách, volné prostory ve vodonosných vrstvách nebo volné prostory v odtěžených skalních masivech či uhelných slojích. V USA se prováděly také pokusy s využitím podzemních jaderných výbuchů k vytvoření podzemních dutin, ve kterých by bylo možné plyn skladovat.

Podzemní zásobníky plynu jsou většinou umístovány v minimální hloubce 300 m (mělčí zásobníky jsou výjimkou), maximálně do 2 tis. m. Objekt zásobníku (bývalé podzemní ložisko plynu nebo geologicky vhodný prostor) je plošně rozsáhlý, jednotlivé provozy jsou až v kilometrových vzdálenostech. V centrálním areálu podzemního zásobníku jsou umístěny kompresory, filtry, obchodní měření plynu a potrubní dvůr, ve kterém se nastavuje cesta plynu pro režimy těžby a vtlačení.

Speciálním případem podzemního zásobníku plynu je zásobník aquiferový, který představuje uměle vytvořené ložisko zemního plynu, v němž se vytěsní voda obsažená v pórech hluboko ležícího aquiferu plynem. Skladovací prostor tak tvoří plynovou bublinu. Plyn je vtlačěn do skladovacího obzoru přes provozní sondy, které zajišťují propojení mezi oblastí skladování a povrchem.

Jiným způsobem uskladnění zemního plynu jsou zásobníky kryogenické,⁸⁶ které slouží k uskladnění zkapalněného zemního plynu, které jsou však většinou v tankerech (nadzemní kryogenické nádrže) na zemském povrchu, což nepřináší velké zásahy a vznik nových tvarů.

Rozšíření v ČR

Nejstarší podzemní zásobník plynu aquiferového typu byl na našem území zprovozněn v roce 1965 v *Lobodících* na Přerovsku (viz kapitola 6.2). Další podzemní zásobníky byly realizovány v Ostravské pánvi a blízkém okolí (zásobník *Tranovice /Žukovl, Štramberk*) a na jižní Moravě (*zásobník Tvdonice /Hrušky/, Dambořice /Uhřetice/, Dolní Dunajovice*). V oblasti vytěžených rudních ložisek na Příbramsku je k uskladnění zemního plynu využíván zásobník *Háje (Příbram)* a funkci experimentálního výzkumného podzemního zásobníku plnil zásobník *Bohutín* a *Milín*.

V současné době je na území České republiky největším provozovatelem podzemních zásobníků na zemní plyn společnost RWE Gas Storage, která plánuje do roku 2013 rozšířit skladovací kapacity o téměř 40 % (vzhledem ke stavu v roce 2007). Bude tak možné uskladnit o 895 mil. m³ plynu, tedy zhruba desetinu tuzemské spotřeby, více než nyní.

⁸⁶ Poprvé na světě byl ve větším měřítku uskladněn zkapalněný metan v nadzemních kryogenických nádržích v roce 1941. První podzemní zásobník zkapalněného zemního plynu na světě byl zprovozněn v roce 1958 ve Velké Británii v lokalitě Canvey Island. Stěny a dno zásobníku tvořil permafrost (trvale zmrzlá půda).

Rozšíření ve světě

První podzemní zásobníky plynu byly zprovozněny na americkém kontinentě, kde bylo v roce 1915 pro skladování zemního plynu prvně na světě použito vyčerpaných plynových polí. Největší rozvoj výstavby podzemních zásobníků nastal na americkém kontinentě v 50. letech 20. století. První zásobník plynu na evropském kontinentě byl zprovozněn v roce 1954 v lokalitě Engelsbostel severně od Hannoveru. V současné době se uvádí na světě více než 600 podzemních zásobníků plynu a jejich celková kapacita dosahuje více než 350 mld. m³, z toho nejvyšší podíl mají zásobníky v USA (téměř 400 zásobníků o celkové instalované kapacitě vyšší než 100 mld. m³). Počtem zásobníků je na druhém místě Kanada (49 zásobníků, 15 mld. m³) a na třetím Německo (42 zásobníků, 19 mld. m³). Více než 10 podzemních zásobníků mají na svém území ještě Rusko, Francie, Ukrajina a Itálie (zdroj: Encyklopedie plynárenství, 2006).

Význam

Na rozdíl od jiných energetických zdrojů je zemní plyn distribuován sítí plynovodů a nemůže být spotřebiteli skladován. Protože právě tranzitní plynovody, přepravující vytěžený plyn k spotřebitelům, disponují relativně omezenou maximální propustností, mají tranzitní dodávky stabilní charakter a nejsou schopny pokrýt zvýšenou poptávku po plynu v distribuční plynárenské síti. Význam podzemních zásobníků tak spočívá zejména v možnosti operativní regulace dodávek plynu do míst spotřeby, čímž zabezpečují stabilitu a spolehlivost celého plynárenského systému. Pro svou velkou kapacitu mohou zajistit jednak krytí odběrových špiček, ale také sezónní přizpůsobení, kdy během roku jsou zajištěny více méně konstantní dodávky plynu a jsou umožněny podstatně vyšší spotřeby v zimě než v létě. Podzemní zásobníky plynu také umožňují zajištění bezpečnosti dodávek plynu pro případ možného přerušení v zásobování.

PRŮMYSLOVÉ HLUBINNÉ ULOŽIŠTĚ

Anglicky: industry deep-seated repository

Hlubinné úložiště je specifický antropogenní tvar reliéfu, který slouží k ukládání nebezpečného odpadu pod zemským povrchem. Nejčastěji se využívá ke skladování radioaktivního odpadu. Pro ukládání odpadu se využívají již vyhloubené podzemní prostory, které jsou pro skladování dále upraveny tak, aby jeho funkce byla zabezpečena (bezpečně zajištěna) v časovém horizontu tisíců let. Jednou z dalších možností bylo umístění odpadů do extrémně hlubokých vrtů. Vývoj technologie hlubinného ukládání jaderného odpadu do podzemí je předmětem výzkumu řady vědeckých i technických disciplín (např. inženýrská geologie, geotechnika nebo podzemní stavitelství). Samostatnou kategorií jsou hlubinná úložiště radioaktivního odpadu, který se obvykle před uložením do hlubinného úložiště ukládá na několik desítek let do meziskladu. Tam se jeho radioaktivita snižuje a klesá množství produkovaného tepla. Podmínkami pro výstavbu hlubinného úložiště jsou zejména vysoce stabilní a homogenní geologické prostředí v hloubce okolo tisíc metrů pod povrchem terénu. Ochranná funkce úložiště se vytváří vzájemně provázaným systémem inženýrských a přírodních bariér.

Každé hlubinné úložiště je obrovským komplexem podzemních staveb, které lze podle jejich funkce rozdělit na:

- přístupové tunely a šachty,
- podzemní obslužný areál,
- vlastní prostor úložiště.

Přístup do podzemí může být zajištěn různými způsoby. Vertikální šachtou o hloubce několika stovek metrů, tunelovou šroubovicí nebo ukloněným tunelem o délce několika tisíc metrů. Tyto podzemní komunikace slouží k transportu kontejnerů s radioaktivním odpadem, k zpětné dopravě vyrubané horniny i pro přísun inženýrských materiálů či pohyb personálu. Vlastní úložiště je pak zpravidla navrhováno jako systém rovnoběžných tunelů v jednom nebo v několika úložných horizontech. Tyto tunely mohou sloužit přímo k ukládání kontejnerů s odpadem nebo jsou z nich dále raženy širokoprofilové úložné vrty či kaverny různého tvaru a velikosti. Kontejnery mohou být umístěny ve vodorovné či svislé poloze, v řadách v jednom dlouhém vrtu nebo jednotlivě v kratších vrtech.

Rozšíření v ČR

Jako úložiště radioaktivních odpadů je na území ČR v současné době využívána původně podzemní *továrna Richard u Litoměřic*, která se nachází v komplexu bývalého vápencového dolu Richard II (v lokalitě vrchu Bídnice). Je jenom malou částí bývalého důlního komplexu Richard I, II a III, který má více než 40 km chodeb a překopů. Úložiště bylo vybudováno v subhorizontální desce jílovitého vápence teplického souvrství o mocnosti přibližně 5 m. Ukládací prostory jsou 70 až 80 m pod povrchem země. Podloží tvoří nepropustné jílovité slínovce jizerského souvrství a úložiště se nachází nad hladinou podzemních vod. V celém úložišti je vybudován drenážní systém s průběžnými retenčními jímkami a s centrální retenční jímkou. Celkový objem zajištěných využívaných prostor je více než 17 tis. m³, kapacita pro ukládání odpadu je asi poloviční, zbytek prostoru tvoří chodby nezbytné pro obsluhu a manipulaci s odpady. K úložišti patří i systém hlubinného a povrchového monitorování okolí. Od roku 1964 se v úložišti ukládají tzv. institucionální odpady. Dalším příkladem hlubinného úložiště je *úložiště Bratrství* v Jáchymově, které je určeno výhradně k umísťování odpadů s přírodními radionuklidy. Toto úložiště je vybudováno v části opuštěných podzemních prostor bývalého uranového dolu Bratrství.⁸⁷ Úložiště bylo zkolaudováno a uvedeno do provozu v roce 1974. Pro ukládání byla upravená těžní štola a pět přílehlých komor s tím, že těžní štola o délce více než 385 m je obslužnou komunikací. *Úložiště Dukovany* bylo vybudováno pro zneškodnění nízké a středně aktivních radioaktivních odpadů, které vznikají v jaderné energetice. Je to největší a nejmodernější úložiště radioaktivních odpadů v České republice a svou konstrukcí i bezpečností odpovídá standardům platným v západoevropských zemích. Úložiště leží v areálu jaderné elektrárny Dukovany na katastrálním území obce Rouchovany v okrese Třebíč. V trvalém provozu je od roku 1995. Celkový objem úložných prostor dosahuje 55 tis. m³. Úložiště je tvořeno 112 kontejnery (železobetonovými jímkami) uspořádanými do dvou dvouřadů po 56 jímkách.

Rozšíření ve světě

Příkladem hlubinného úložiště je pilotní *úložiště WIPP* (Waste Isolation Pilot Plant) v pouštní oblasti Chihuahuan v jihovýchodní části Nového Mexika 42 km jihovýchodně od města Carlsbad. Úložiště je určeno pro ukládání radioaktivních odpadů z vojenského programu USA.⁸⁸ Odpady se ukládají 655 m pod povrchem a celková kapacita úložiště dosahuje 176 tis. m³.

Význam

Hlubinná úložiště slouží k ukládání nebezpečných odpadů a jejich význam je tedy velký zejména s ohledem na zajištění bezpečnosti.

⁸⁷ Úložiště je jenom nepatrnou částí důlního pole Bratrství, které má rozlohu 9,8 km² s více než 80 km štol a překopů.

⁸⁸ V roce 1957 zahrnula Národní akademie věd mezi možnosti ukládání radioaktivních odpadů hlubinná úložiště v solných formacích. V šedesátých letech 20. století začali vědci hledat vhodnou lokalitu. V sedmdesátých letech 20. století pak testovali pouštní oblast Chihuahuan v jihovýchodní části Nového Mexika. V roce 1979 schválil americký kongres projekt zajišťující výzkum a vývoj úložiště demonstrujícího bezpečné ukládání radioaktivních odpadů z vojenského programu.

8.3 Zemědělské (agrární) antropogenní procesy a tvary

Zemědělské (agrární) antropogenní tvary georeliéfu tvoří velmi různorodá skupina tvarů vzniklých při zemědělské činnosti. První významný antropogenní zásah znamenalo klučení lesa a přeměna získané půdy v pole, louky a pastviny, která s sebou přinášela urychlení procesů zvětvování a eroze.

Celkově agrární antropogenní procesy přispívají ke zahlazování přírodních tvarů hlavně orbou a úpravami terénu, např. zavážením strží, úvozů nebo mrtvých ramen, vznikají tak **agrární plošiny**. Agrární antropogenní procesy mohou vést i ke vzniku **agrárních teras**, které jsou velmi rozšířené v tropických zemědělských oblastech, zejména v oblastech pěstování rýže. V oblastech kamenitých půd se vyskytují **agrární haldy**, které vznikají nahromaděním kamení (úlomků skalních hornin, štěrku apod.) vysbíraného z polí. Agrární haldy mají různé, místy značné rozměry. Z kamení vysbíraného z polí vznikají také **agrární valy**, což jsou protáhlé tvary lemující okraje polí. Pro pěstování některých druhů plodin (např. rýže) se vytvářejí **agrární sníženiny** v podobě ploché sníženiny lemované valy a vodními koryty.

AGRÁRNÍ HALDA

Anglicky: agricultural pile, stone pile

Agrární haldy jsou konvexní kupovité formy reliéfu, které vznikly složením z kamenů vysbíraných v polích a navršených až do několikametrových výšek. Geneticky se jedná o stejný tvar reliéfu, jako jsou **agrární valy**, ale liší se morfologicky. Agrární haldy mají zpravidla 10 až 20 m v průměru, výšku až 5 m a obvod dlouhý až 100 m. Objem agrární haldy může činit až 1000 m³.

Rozšíření v ČR

Agrární haldy se dříve vyskytovaly v hojném počtu, a to především na okrajích některých polí s významným množstvím kamenů. Dnes se jedná spíše o tvar výjimečný a většinou již značně rozsedlý. V dnešní době se již nevytváří, ale některé staré agrární haldy, které se dnes nacházejí například v lese, jsou známkami bývalého obhospodařování krajiny. Mezi největší agrární haldy v ČR patří haldy při úpatí Kralického Sněžníku na území obce Malá Morava (katastrální území Sklené, Vojtíškov, Vysoká či Vlaské). Velmi četné jsou na rozvodním hřbetu mezi tokem Malé Moravy a Moravy, kde se půdorys hald pohybuje mezi 5 a 25 m šířky a jejich výška do 5 m.

Rozšíření ve světě

Typické agrární haldy jsou v zemědělsky obhospodařovaných horských a vysokohorských oblastech. V různém rozsahu jsou zastoupeny v Himálajích, Andách nebo Alpách.

Význam

Agrární haldy vznikly jako odkladiště kamenů vysbíraných z pole, s ohledem na umístění nejčastěji na samotném okraji daného pole sloužily tyto valy v některých lokalitách jako ukazatele hranic mezi jednotlivými pozemky. Agrární haldy mohou sloužit jako zdroj kamene pro další využití. V některých případech mohou být zajímavými biocentry. Výzkum vegetace na haldách prováděla v ČR např. K. Gábová (Gábová, 1997).



Obr. 39a: Agrární halda v Jeseníkách nad obcí Branná (foto: I. Smolová).



Obr. 39b: Agrární halda v masivu Kralického Sněžníku (foto: I. Smolová).

AGRÁRNÍ PLOŠINA

Anglicky: agricultural platform

Agrární (zemědělské) plošiny jsou nejčastěji se vyskytující agrární antropogenní formou reliéfu. Zpravidla jsou jen málo skloněné a neustále se obděláváním vyrovnávají a vyhlazují. Kromě samovolného zarovnávání jejich terénu obděláváním půdy dochází někdy k zarovnání jejich terénních nerovností (výmoly, strže apod.) i navážkou. Typickým příkladem takového zavážení je likvidace některých militárních antropogenních forem reliéfu. Plošný rozsah agrárních plošin se nezdá pohybuje v řádech km².

Rozšíření v ČR

Agrární plošiny vznikaly čteně při scelování pozemků, kdy byly rozorány meze a terénní nerovnosti byly vyrovnány navezením či odvezením části zeminy. Morfologicky nejsou příliš výrazné, ale lze se s nimi setkat na Havlíčkovobrodsku, Humpolecku v Podkrkonoší nebo Nížkém Jeseníku.

Rozšíření ve světě

Agrární plošiny jsou celosvětově velmi rozšířeným jevem. Nacházejí se zejména v úrodných oblastech podél řek, ale vyskytují se všude, kde se na velkých plochách pěstují zemědělské plodiny.

Význam

Agrární plošiny mají velmi velký význam, protože právě na nich jsou umístěna pole, na kterých se pěstují zemědělské plodiny. Mají tedy své nezastupitelné místo v rostlinné výrobě.

AGRÁRNÍ SNÍŽENINA

Anglicky: agricultural depression

Pro pěstování některých druhů plodin se vytvářejí zemědělské sníženiny. Jsou to ploché sníženiny lemované zemními valy a vodními koryty. Někde se využívají pro stavbu sníženin plastické hmoty (např. igelitové plachty), kterými se deprese vystýlají, aby se ve sníženině zadrželo dostatečné množství vody. Na tyto plachty se pak klade ornice.

Rozšíření ve světě

Agrární sníženiny nejsou světově rozšířeným tvarem reliéfu. Vyskytuje se zejména v Asii na místech, kde se pěstuje rýže.

Význam

Agrární sníženiny slouží pro pěstování vodomilných rostlin, případně rostlin, které potřebují ke svému růstu větší než normální přísun vody.

AGRÁRNÍ TERASA

Anglicky: agricultural terrace

Agrární terasy jsou svahové stupně tvořené téměř vodorovnou plošinou, zpravidla úzkou a dlouhou, a příkřejším svahem terasy. Morfologicky jsou v krajině výrazným tvarem. Terasování přetváří prudší svahy na mírněji skloněné až vodorovné plošiny oddělené zemními nebo pevnými stupni orientovanými ve směru vrstevnic. Zcela vodorovné terasy se stavějí pro pole uměle zavlažovaná pole (např. rýžové pole). Obecně platí, že čím prudší je terasový svah, tím užší jsou terasy na něm.

Agrární terasy lze podle způsobu vzniku členit na stavěné (např. pro vinohrady, sady) a vznikající samovolně (tzv. gravitační), které patří k přechodnému tvaru.⁸⁹ Podle velikosti lze rozlišit makroterasy a mikroterasy. Jiným kritériem je materiál tvořící stupeň terasy, kterým může být zemní nebo kamenná zídka. Existuje řada variant a přechodných forem, například kombinace agrární terasy, valu a meze.

Rozšíření v ČR

Agrární terasy jsou čteně rozšířeny v pohorských a horských oblastech. Typickým regionem jsou Jeseníky nebo Kralický Sněžník. S využitím agrárních teras se na našem území hojně pěstuje vinná réva nebo ovocné stromy. Příkladem jsou terasy na jižní Moravě v okolí Hustopečí, Pohořelic, Velkých Pavlovic, Čejkovic nebo Znojma.



Obr. 40a: Agrární terasy v lokalitě Pouzdřany (foto: K. Kirchner).



Obr. 40b: Agrární terasy na údolním svahu Labe v okolí Žernosek (foto: I. Smolová).

⁸⁹ Ke vzniku teras, které klasifikujeme jako samovolně vznikající (tzv. gravitační terasy), dochází nejčastěji v důsledku dlouhodobého obhospodařování svažitého pozemku orbou. Princip vzniku terasového pole spočívá v tom, že se zemina hromadí na spodním okraji parcely, což má za následek vznik a růst terasového stupně. Tento typ agrárních teras tak vzniká působením přírodních činitelů, ale antropogenně ovlivněným (urychleným), zejména orbou. Vznikem agrárních teras byl přemodelován původní přírodní povrch, změněn průběh pedogeneze a půdní profil a snížena vodní eroze.

Rozšíření ve světě

Agrární terasy se vyskytují především v oblastech s úrodnými půdami položenými na velmi ukloněných svazích. Typický je jejich výskyt v tropických zemědělských oblastech, zejména v oblastech pěstování rýže (např. v jihovýchodní Asii). Typické terasy kopírující kontury orby, které jsou využívány pro pěstování rýže, jsou rozšířeny například na ostrově Bali. Jiným příkladem jsou rýžové terasy Banaue (Banaue Rice Terraces) v provincii Benguet na ostrově Luzon ve Filipínách. S pěstováním vinné révy, oliv či ovoce souvisí i množství dnes již často opuštěných teras na dalmatském pobřeží nebo ostrovech v Jaderském a Egejském moři. Zděné terasy jsou typické například v Peru.

Význam

Agrární terasy jsou velmi účinným protierozním prostředkem v zemědělství. Zpomalují a plošně rozptylují odtok srážkové vody, brání splachu a vymílání půdy. V některých oblastech s velkou sklonitostí terénu tyto terasy přímo umožňují zemědělství, které by tam bez nich na silně svažitém území nebylo možné.



Obr. 41a: Agrární terasy v provincii Yunnan v Číně
(foto: www.wikipedia.org).



Obr. 41b: Agrární terasy ve Vietnamu
(foto: www.wikipedia.org).

AGRÁRNÍ VAL

Anglicky: agricultural rampart, agricultural wall

Agrární valy jsou konvexní protáhlé formy reliéfu, které vznikly složením z kamenů vysbíraných v polích a navršených až do několikametrových výšek v délkách i několika set metrů. Vznikají zpravidla spojením **agrárních hald**. Tyto valy také mívají tvar i velikost příčného profilu stejný jako okolní agrární haldy. Agrární valy bývají téměř vždy situovány důsledně ve směru spádnic.

Rozšíření v ČR

Agrární valy se dříve vyskytovaly v hojném počtu, a to především na okrajích některých polí s významným množstvím kamenů. Dnes se jedná spíše o tvar výjimečný a většinou již značně rozpadlý. Hojně jsou např. v oblasti Nížkého Jeseníku, na Zlatohorsku, Českém středohoří, ve Žďárských vrších jsou označovány jako kamenice. V dnešní době se již nevytvářejí, ale některé staré agrární valy nacházející se dnes například v lese jsou významným dokladem historického obhospodařování krajiny. Často plnily i lokalizační funkci, kdy ohraničovaly pozemky náležející jednotlivým majitelům, měly tak i hraniční funkci. Příkladem jsou horní lánové vsi v Rychlebských horách, Jeseníkách nebo Hanušovické vrchovině.



Obr. 42a: Agrární valy v okolí Zlatých Hor
(foto: I. Smolová).



Obr. 42b: Agrární valy v Bílých Karpatech
(foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Typické agrární valy jsou zastoupeny v zemědělsky obhospodařovaných horských a vysokohorských oblastech. V různém rozsahu jsou zastoupeny v Himálajích, Andách nebo Alpách. Zachovány jsou například na bavorské straně Šumavy či saské části Krušných hor.

Význam

Agrární valy nemají žádný velký význam pro člověka. Vznikly jako odkládiště kamenů vysbíraných z pole. Jelikož byly tyto kameny odkládány nejčastěji na samotném okraji daného pole, sloužily tyto valy někdy jako hraniční předěl mezi jednotlivými poli. V současnosti se stávají společně s doprovodnou zelení významnými lokálními biokoridory.

8.4 Sídlní (urbánní) antropogenní procesy a tvary

Sídlní (urbánní) antropogenní reliéf je souborné označení pro antropogenní tvary reliéfu, které vznikly přetvořením přírodních nebo vytvořením nových tvarů v souvislosti s výstavbou a fungováním sídel. Antropogenní reliéf sídlního rázu je svým velkým geografickým rozšířením jednou z nezákladnějších složek antropogenního reliéfu, avšak morfologicky výrazných tvarů vytváří na zemském povrchu jen málo.

Sídlní antropogenní tvary georeliéfu vznikají při výstavbě lidských sídel. Zejména při výstavbě měst je přemístěna značná množství hornin a zemin a podstatně změněn georeliéf, a to jak antropogenní degradací, tak i antropogenní agradací (navážky). Antropogenní degradací vznikají na svazích **sídlní terasy**. Antropogenní agradací, kdy jsou vyrovnávány terénní nerovnosti, vznikají **sídlní roviny**, např. v údolních nivách, ve vyšších nadmořských výškách nebo na vyvýšených místech se označují **sídlní (urbánní) plošiny**. Antropogenní akumulací vznikají **kulturní a ruinové pahorky**. Samostatnou kategorií jsou odpadkové pahorky, což jsou řízené **skládky** pevných komunálních odpadů, které jsou vršeny do formy pahorku. Většinou jsou však pevnými komunálními odpady zarovnávány sníženiny přirozeného i antropogenního původu (strže, úpady, kamenolomy či hlinišť), takže vznikají plošiny. Geomorfologicky významnými tvary jsou také **únikové pahorky**, které jsou typické zejména v zaplavaných oblastech. Některá obydlí jsou lokalizována v místech skalních masivů, kdy jsou jednotlivé obytné části vytesány do skal, pak je označujeme jako **skalní obydlí** nebo **skalní hrady**. Pod obytnou zástavbou vznikají různé formy vhloubených tvarů, které lze souhrnně označit za **sídlní podzemí (suterén)**.

SÍDELNÍ (URBÁNNÍ) TERASA

Anglicky: urban terrace

Sídelní terasa je antropogenní tvar, který vzniká antropogenní degradací na svazích. Pro potřeby rozšiřování sídel jsou ve městech, jejichž území tvoří členitý reliéf, umísťovány obytné budovy postupným zařezáváním do svahu, čímž vznikají typické terasy. Terasu tvoří plošina terasy obvykle s lokalizovanou obytnou stavbou a stupeň terasy, který může být využíván jako užitná zahrada. Sídelní terasy plní i významnou protierozní funkci a snižují rizika svahových deformací.

Rozšíření v ČR

Typické sídelní terasy jsou například v Praze v lokalitě Barrandov (Barrandovské terasy), ve Zlíně (Jižní svahy) nebo Brně (Kamenný vrch).

Rozšíření ve světě

Sídelní terasy jsou rozšířeny v různém rozsahu ve větších městech a velkoměstech lokalizovaných v členitém terénu. Výrazné sídelní terasy jsou například v San Franciscu, Frankfurtu nad Mohanem, Rio de Janeiru, Innsbrucku, Salzburgu, Vídni, Bratislavě nebo Prešově.

Význam

Výstavba sídelních teras umožňuje rozšiřování zástavby i v území, které není z důvodu členitosti terénu nejvhodnější pro zástavbu. Sídelní terasy také umožňují vyšší hustotu zástavby v atraktivních lokalitách. Z hlediska ovlivnění přírodních geomorfologických procesů plní sídelní terasy i významnou protierozní funkci a snižují rizika svahových deformací.



Obr. 43a: Sídelní terasa v lokalitě Horní Mísečky v Krkonoších (foto: I. Smolová).



Obr. 43b: Sídelní terasy v Banské Bystrici na Slovensku (foto: I. Smolová).

SÍDELNÍ (URBÁNNÍ) ROVINA

Anglicky: urban plane, urban plain

Sídelní rovina vzniká antropogenním vyrovnáním terénních nerovností za účelem výstavby sídel. Z tohoto důvodu dochází při stavebních pracích k zarovnání terénu buď odtěžením materiálu, nebo naopak vyrovnáním a zvýšením navázkou, v pobřežních oblastech mohou vznikat i umělé ostrovy. Pro vyrovnávání se často používá odpadní materiál (antropogenní sedimenty). Typickým příkladem sídel-

ních rovin jsou například sídlištní plochy nebo plochy, které vznikají při satelitní výstavbě v suburbánní zóně. K rozsáhlým agradacím a terénním úpravám dochází také při výstavbě v údolních nivách, kdy je důvodem vzniku sídelní roviny jednak vyrovnání terénu, jednak zvýšení úrovně nad inundační území a zamezení infiltrace vody z koryt vodních toků. Jako **sídelní plošiny** se označují rovinné plochy, které vznikly stejnými procesy jako sídelní roviny, ale nacházejí se na vyvýšených místech nebo ve vyšší nadmořské výšce.

Rozšíření v ČR

Prakticky každé město, a nebo alespoň jeho část, leží na antropogenně vyrovnaném terénu. Příkladem sídelní roviny je například v Olomouci část Lazce. Historický střed města Olomouce je z velké části zakryt vrstvou navážek různého stáří (od raného středověku až po současnost). Jejich mocnost se pohybuje běžně kolem 2–5 m, místy dosahuje až 10 m. Kulturní vrstvy zde jsou předmětem intenzivního archeologického výzkumu, který přináší stále nové poznatky o historii osídlení města.



Obr. 44a: Sídelní rovina Olomouc-Lazce (foto: I. Smolová).



Obr. 44b: Sídelní rovina – náměstí v Českých Budějovicích (foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Potřeba rovinných ploch při výstavbě obytné zástavby je důvodem vysoké četnosti výskytu sídelních rovin ve všech regionech světa.

Význam

Sídelní roviny a plošiny mají význam zejména pro zjednodušení výstavby sídelních jednotek, včetně dopravního napojení a průmyslového využití.

KULTURNÍ PAHOREK

Anglicky: cultural mound

Kulturní pahorek je souhrnné označení pro antropogenní vyvýšeninu tvořenou vrstvou materiálů (sedimentů), které narůstají pod městem. Niveau měst se trvale zvyšuje, a to tím více, čím je město starší, větší a technicky vybavenější. Úroveň města se zvyšuje až o několik metrů tím, že člověk staví nová sídla na zbytcích starších staveb, záměrně zvyšuje nadmořskou úroveň města na ochranu před záplavami a také vyrovnává nerovnosti terénu kvůli lepší dopravě. Antropogenní vrstva, která narůstá pod městem, zvyšuje každoročně povrch měst přibližně o 0,3 mm. Každé velké historické město proto

stojí na kulturním pahorku, např. v centru Londýna je výška kulturního pahorku až 8 m, na Starém Městě v Praze 7 až 12 m. Dalším faktorem, který relativně zvyšuje úroveň města, je fakt, že v městských plochách je téměř vyloučena přírodní denudace díky vybetonování či vydláždění povrchu, zatímco v okolí města zůstává přírodní denudace, což relativně výšku ještě zvětšuje.

Rozšíření v ČR

Kulturní pahorky jsou rozšířeny v různém rozsahu ve všech větších historických městech. Nejrozšířenější jsou v Praze, kde jsou dokladem úrovně sklepů v historickém jádru města (např. Staroměstské náměstí, Malá Strana, ulice Celetná, Hybernská nebo Spálená). V menším rozsahu se kulturní pahorky vyskytují v Brně, Jihlavě nebo Kutné Hoře.

Rozšíření ve světě

Kulturní pahorky jsou typické pro historická města, která se vyvíjela dlouhou dobu a každá další zástavba znamenala postupné mírné navýšování terénu. Proto každé velké historické město stojí na kulturním pahorku, zvláště pak ta města, která rostou už tisíciletí nebo v členitém terénu jako např. Řím, Atény nebo Baghdád.

Význam

Kulturní pahorek nemá svůj význam jako takový, ale ovlivňuje vzhled města, nově zakládané stavby a do jisté míry slouží jako připomínka dob minulých (má archeologický potenciál).

RUINOVÝ PAHOREK

Anglicky: garbage mound

Ruinový pahorek je sídelní antropogenní tvar, který vznikl navýšením stavebního materiálu nad původní úroveň reliéfu. Typické jsou tyto formy reliéfu pro města, která mají tisíciletou historii a stará zástavba byla nahrazena novou. Z důvodu vysokých ekonomických nákladů na odvoz ruinového materiálu je často využíván přímo na místě k vyrovnání nerovností a k navýšení místa nad původní úroveň terénu. Ruinové pahorky také často vznikají v blízkosti měst postižených válkou či přírodní katastrofou. Skládají se z materiálů rozbitých domů, z ruin sídel nebo sídelních jednotek. Jestliže jsou navšeny v původně plochých terénech, pak v krajině výrazně vynikají i nad přírodními vyvýšenými místy. Mohou dosahovat výšek až několik desítek metrů.

Rozšíření ve světě

Ruinové pahorky vznikly zejména ve střední Asii a na Blízkém východě z rozrušených starověkých měst, zbudovaných z nepálených cihel. Četné ruinové (suťové) pahorky vznikly v Evropě ze sutin vyvezených z rozbitých měst po druhé světové válce. Např. množství sutin vyvezených po roce 1945 z rozbitých domů v Berlíně se odhaduje na $3,1 \cdot 10^8 \text{ m}^3$. Ruinové pahorky se nachází také v blízkosti měst Lipsko, Varšava nebo Mnichov.

Význam

Po rekultivaci a osazení vegetací se ruinové pahorky stávají zpravidla místy určenými k aktivní nebo i pasivní rekreaci. Mohou se stát sportovním areálem nebo jen vyhlídkovým místem či mohou být začleněny do stávající zástavby.



Obr. 45a: Ruinový pahorek
(foto: I. Smolová).



Obr. 45b: Únikový pahorek
(foto: I. Smolová).

ÚNIKOVÝ PAHOREK

Anglicky: escape mound, terp, warf

Únikový pahorek je specifickým sídelním tvarem, jedná se o charakteristickou, v terénu morfologicky výraznou konvexní akumulaci formu antropogenního reliéfu. Účelem výstavby únikových pahorků je dočasná ochrana v oblasti výskytu přírodního rizikového jevu. Nejčastějším místem výstavby jsou přirozeně zaplavované lokality, kde je únikový pahorek vystavěn z autochtonního materiálu a jeho vrcholová část leží v nadmořské výšce nad maximální možnou úrovní hladiny vody při povodňovém stavu. Účelem je tak dosažení zvýšené nadmořské polohy sídel v nízko položených oblastech. Únikové pahorky bývají řádově desítky metrů vysoké, v některých zemích jsou velmi početné a značně rozlehlé. Zvláštním typem únikových pahorků jsou **umělé sídelní ostrovy** postavené v moři či pevninských vodách.

Rozšíření ve světě

Typické únikové pahorky jsou vyvinuty v pobřežních oblastech, kde hrozí zaplavení při mořském dmutí. Rozšířeny jsou například v Bangladéši či ostrovech Indonésie. V Evropě jsou typické pro Nizozemsko, Fríské ostrovy a sever Německa.

SKLÁDKA

Anglicky: refuse dump, waste dump, land fill

Skládka je příkladem akumulativního antropogenního tvaru, který vzhledem často připomíná pahorek, proto se též někdy nazývá odpadkový pahorek. Vzniká řízeným navršováním pevných komunálních odpadů. Mezi sídelní tvary jsou řazeny ty skládky, kam je ukládán komunální odpad vznikající v souvislosti s provozem obytných celků a sídel. Velmi často jsou odpadním materiálem zarovnávány sníženiny přirozeného i antropogenního původu (strže, lomy či pískovny), pak vznikají skládkové (odpadkové) roviny a plošiny. Plošná rozloha skládek závisí na vhodnosti terénu a množství odpadů, které jsou na ni vyváženy. Standardně se však pohybuje v řádech hektarů. Jejich výška pak může dosahovat až několik desítek metrů.

Rozšíření v ČR

Skládky jsou četným antropogenním tvarem, jsou rozšířeny jak registrované (evidované) skládky, tak tzv. černé, kde je nekontrolovaně (ilegálně) ukládán odpadní materiál. Mezi velké skládky v ČR patří například skládka v pražských Ďáblicích a Dolních Chabrech nebo skládka Chabařovice (41 ha).

Například na území Olomouckého kraje jsou největšími skládkami skládka Medlov (skládka od roku 1994 s kapacitou 150 tis. m³), skládka Domašov (kapacita 50 tis. m³), skládka Nasobůrky, skládka Bohuňovice (50 tis. m³), skládka Senice na Hané (50 tis. m³), skládka Mrsklesy (v současné době provozovaná 1. etapa představuje 180 tis. m³ skládkové kapacity, druhá etapa, zcela volná, pak 300 tis. m³). Skládka Hněvotín sloužila k ukládání slévárenského písku. Významnou starou zátěží jsou slévárenské písky Moravských železáren v Olomouci a Sigmy Lutín, umístěné v areálech závodu.

Rozšíření ve světě

Skládky komunálního odpadu se vyskytují hojně hlavně ve vyspělejších státech a také často v blízkosti větších měst, kde je nutné odvézt odpad pryč z města, neboť jeho ponechání na místě delší dobu by značně zvýšilo zdravotní rizika.

Význam

Skládky komunálního odpadu mají svůj význam jako odkladiště odpadu, tj. starých, nepotřebných nebo opracovaných věcí, které se již nedají dále využívat.



Obr. 46a: Areál připravený pro ukládání odpadu v Olšanech na Šumpersku (foto: I. Smolová).



Obr. 46b: Letecký pohled na areál skládky v k. ú. obce Mrsklesy východně od Olomouce (foto: Geodis Brno, spol. s r. o.).

SKALNÍ HRAD

Anglicky: castle rock

Skalní hrad je sídelní antropogenní tvar, kterým označujeme skalní masivy s uměle vytesanými prostory využívanými k bydlení.⁹⁰ Skalní hrad využívá vhodného přírodního skalního masivu pro lokalizaci obydlí.

⁹⁰ T. Durdík (2006) definuje skalní hrad jako hrad zbudovaný na výrazném skalním, nejčastěji pískovcovém, útvaru, který je využit jako opevnění a k zahloubení obytných či hospodářských místností doplněných dřevěnou nebo zděnou zástavbou. Z. Fišera (2004) uvádí, že nejhodnější je rozdělení na skalní hrady a hrady se skalním blokem či bloky.

Rozšíření v ČR

Nejstarší dochované skalní hrady na našem území jsou královské hrady z gotického období, z nichž se dodnes dochovaly pouze zříceniny (např. hrady Strmen, Adršpach, Střekov či Kamýk). K nejmladším skalním hradům patří hrady Vranov nad Jizerou (Skály) a Stohánek, vzniklé až v 15. století (Fišera, 2004). Příkladem pozůstatku skalního hradu jsou *Drábské světničky* v západní části Českého ráje v oblasti Příhrázských stěn. Lokalita skalního hradu se nachází na okrajových skalních věžích, odloučených od pískovcové plošiny. Hrad tvořilo sedm mohutných pískovcových bloků, oddělených hlubokými roklemi. Část místností byla vytesána přímo do skal, další byly v dřevěných roubených stavbách na jejich vrcholech. Do současné doby se dochovalo okolo 30 skalních komor (světniček), systém skalních ochozů a množství záseků a kapes pro ukotvení dřevěných konstrukcí. V blízkosti Drábských světniček se nachází skalní *hrad Valečov*, který vznikl v polovině 14. století a některé jeho skalní světničky byly využívány ještě počátkem 20. století. *Skalní hrad Sloup* na Českolipsku stojí na 40 m vysoké pískovcové skalní věži. Podle archeologických výzkumů bylo na dnešním místě hradu sídliště pozdní doby bronzové (Hromas a kol., 2002). Hrad vznikl na konci 13. století a po zrušení poustevnického řádu ivanitů v roce 1785 se hradní stavby staly součástí místního zámku.

Rozšíření ve světě

Poměrně četné jsou v Evropě skalní hrady v sousedním Německu, dále také ve Francii, Skotsku či Irsku. Ve Francii je příkladem hrad *Fleckenstein* v pohoří Vogézy, v Německu pak hrady *Jungfernsprung*, *Tanstein* nebo *Neudahn*.

Rozsáhlým komplexem skalního města je *Petra* v Jordánsku. Původně se jednalo pravděpodobně o pohřebiště a samotné skalní město bylo založeno mezi 3. stol. př. n. l. a 1. stol. n. l. Všechny stavby jsou vytesány do pískovce, který obsahuje příměsi železných rud, hlavně hematitu a magnetitu. Město Petra obývalo v době největšího rozmachu až 50 tis. obyvatel, kteří měli mj. vyvinutý systém vodovodů, tunelů a podzemních nádrží, ve kterých si uchovávali srážkovou vodu.



Obr. 47a: Skalní hrad Sloup
(foto: I. Smolová).



Obr. 47b: Skalní město v Gruzii
(foto: K. Kirchner).

Význam

Skalní hrady jsou dokladem historického osídlení, které využívá morfologicky výrazných skalních ostrohů či jiných skalních masivů pro výstavbu hradů.

SÍDELNÍ PODZEMÍ (SUTERÉN)

Anglicky: urban underground, resident underground

Za sídelní podzemí (suterén) se označují podpovrchové antropogenní tvary, které jsou využívány jako obydlí. Patří mezi ně například zemnice, sklepy či nízkoenergetické domy zapuštěné pod úroveň zemského povrchu. Speciálním typem sídelního podzemí jsou **zemnice**. Termínem zemnice se označují obydlí zahloubená pod úroveň zemského povrchu, kdy je nad jeho úrovní pouze střecha. Jedná se o historicky významný typ obydlí z období nejstaršího osídlení na našem území. Tento typ obydlí byl stavěn zejména z důvodu tepelné (energetické) úspory.

S rozvojem urbanizace se velká města začínala potýkat s nedostatkem ploch, který se začal řešit umístováním obytných a užitkových ploch do podzemních prostor. Výstavba infrastruktury pod úrovní zemského povrchu jednak minimalizuje zábory ploch na povrchu a znamená také energetickou úsporu, kdy vlivem stabilních klimatických podmínek klesá náročnost na vytápění či chlazení.

Rozšíření v ČR

Sídelní podzemí je na našem území hojně rozšířené. Zahrnuje jak zemnice doložené archeologickými vykopávkami, tak historické sklepy i současně budované suterény obytných staveb. Podzemní objekty, které jsou součástí sídel, jsou stejně jako ve světě i u nás velmi četná. Mezi nejrozsáhlejší patří podzemí Prahy, Jihlavy, Znojma, Plzně nebo Brna. *Pražské sídelní podzemí* tvoří unikátní pozůstatky románských obytných domů na Starém Městě, které se dochovaly v dnešních sklepech. Románské sklepy, jejichž zbytky se dochovaly, byly postaveny v období let 1150 až 1240 jako částečně zahloubené polosuterény tehdejších obytných domů. Ve 12. století vznikaly jako hlavní budovy větších románských dvorců, ke kterým mnohdy patřily i románské kostely. Stavby z první poloviny 13. století byly soustředěny převážně v okolí Staroměstského náměstí a většinou měly dvě nebo tři podlaží. Při pozdějších navážkách ulic, aby nebyly často zaplavovány Vltavou, byly mnohé přízemky kamenných domů pohřbeny pod navážkami a dnes tvoří sklepy, na řadě míst i mimo půdorys novějších domů. Příkladem pražského podhradního paláce s rozsáhlými podzemními postory je palác pánů z Kunštátu, rozsáhlé románské sklepy jsou pod novou radnicí, na Husově ulici nebo pod Staroměstskou radnicí, kde sklepy tvoří románský sál a složitý systém prostor. Součástí podzemního systému jsou i zděné gotické studny.

Mezi velmi rozsáhlé patří například *jihlavské podzemí*, které je labyrintem středověkých i novověkých sklepů a chodeb. Bylo postaveno ve 4 patrech⁹¹ pod zemským povrchem, odhadovaná celková plocha dosahuje 50 tis. m² a celková délka více než 25 km. Podobně významné je i *znojemské podzemí*, které je řazeno mezi unikátní památky i v evropském měřítku. Leží nejen pod celou středověkou částí města o ploše 35 až 40 ha, ale některé z jeho chodeb vybíhají i za město. Typickým příkladem historického městského podzemí z období gotického města je *slavonické podzemí*. Podzemní suterén ve městě byl budován v několika etapách. Nejdříve byly vyhloubeny sklepy pod budovami pro uskladnění potravin či pro drobnou řemeslnou výrobu. Následně byly jednotlivé sklepy propojovány chodbami, které odváděly z podzemních prostor vodu. Jenom pod historickým Dolním náměstím dosahuje celková délka podzemních chodeb téměř 1,4 km v hloubce 4 až 7 m pod zemským povrchem. Rozsáhlý systém má také *táborské podzemí*, které tvoří systém vzájemně propojených středověkých sklepů pod historickým centrem města. Podle některých pramenů (např. Hromas a kol., 2002) se uvádí jeho celková délka až 14 km. *Plzeňské podzemí* má známou délku více než 18 km a je tvořeno i dvou- až třípatrovými sklepy. Zachovalý podzemní systém tvoří *litoměřické historické sklepy*, které sloužily jednak k ukládání potravin a řemeslnického materiálu, jednak za válek jako úkryty městského obyvatelstva. Středověká sklepení

⁹¹ Prostory prvního patra prohloubených sklepů leží v hloubce 2 až 4 metrů pod povrchem, druhé patro je v hloubce 5 až 7 metrů. Pod významnějšími měšťanskými domy a paláci je v hloubce 10 až 14 metrů třetí patro a někde i čtvrté. Nejspodnější patra bývají trvale zaplavena vodou. Nejhlubší ověřené prostory leží v hloubce 22 metrů pod povrchem.

tvoří 3 až 4 patra sklepení propojená chodbami. Původní délka je odhadována na více než 24 km. Poměrně rozsáhlé historické podzemí má i *Brno*, podzemní prostory jsou již více jak 20 let objevovány a sanovány, doposud nejsou veřejnosti přístupné. Rozsáhlé sklepní labyrinty se nacházejí pod Zelným trhem (dno nejnižše položeného sklepa v hloubce až 13 m), Dominikánským náměstím, ulicí Pekařskou, v okolí kostela Sv. Jakuba.

Známa jsou také hradní podzemí například *Pražského hradu*, *hradní sklepy v Domažlicích*, *Horšovském Týně*, sklepení *hradu Pecka* na Jičínsku, *hradu Lipnice* na Havlíčkovobrodsku či *hradu Helfštyjn* na Přerovsku.

Rozšíření ve světě

Sídelní podzemí je hojně rozšířeným tvarem ve všech regionech světa. Mezi nejstarší sídelní podzemní objekty patří rozšiřované a pro bydlení upravované jeskynní komplexy. Příkladem jsou podzemní města v Kapadocii ve východním Turecku, které jsou datovány již ve 4. století n. l. I v současné době jsou v Evropě oblasti, kde lidé využívají jeskynní prostory pro bydlení. J. Barták (Barták ed., 2007) uvádí, že pro účely bydlení využívá upravené jeskyně dodnes na území Španělska přibližně 80 tis. lidí, ve Francii okolo 10 tisíc.

Plošně rozsáhlá podzemí jsou budována zejména ve velkých městech, kde je nedostatek prostoru pro další výstavbu. Moderní je budování **podzemních nákupních center**. Nejdélejší tradici výstavby tohoto typu sídelního podzemí má Japonsko, kde první podzemní nákupní centra vznikla v blízkosti železniční stanice a metra ve městě Ósaka již v roce 1975. V Japonsku se uvádí přes 20 velkých podzemních obchodních komplexů, v posledních 20 letech se však jejich výstavba omezila s ohledem na bezpečnostní rizika. Mezi největší japonská podzemní nákupní centra patří Crysta Nagahori (82 tis. m² prodejní plochy) a Diamor Osaka (43 tis. m² prodejní plochy) v Ósace, Yaesu Chikagai v Tokiu (72 tis. m² prodejní plochy) nebo Central Park Chikagai (56 tis. m² prodejní plochy) v Nagoji.

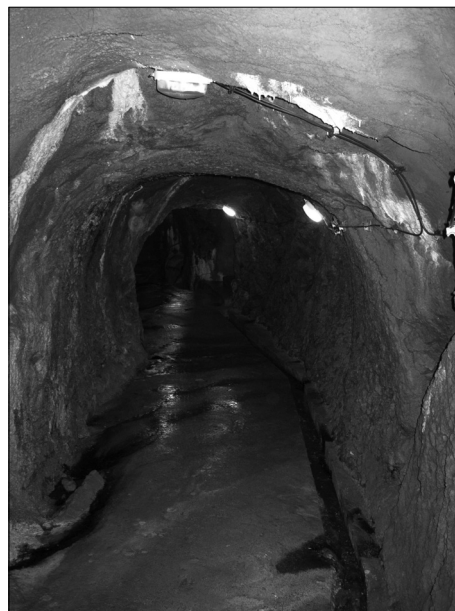
Největšími podzemními nákupními centry jsou komplexy v Kanadě. Příkladem je Montreal City (RÉSO, La Ville Souterraine), tvořené komplexem vzájemně propojených nákupních center (3,6 km² prodejních ploch), hotelů, úřadů, muzeí i škol na ploše 12 km². Celkem je tvořeno sítí více než 30 km tunelů, do kterých existuje 120 přístupových šachet. Další velké podzemní nákupní centrum je v Torontu ve státě Ontario (372 tis. m² prodejní plochy v podzemí), které je tvořeno 27 km dlouhou sítí tunelů.

Prvním velkým podzemním nákupním centrem v Evropě bylo centrum Avenue v Barceloně, postupně otvírané v letech 1940–1990, které je však dnes opuštěné. Velké funkční podzemní nákupní centrum je tržnice Les Halles v Paříži (plocha 100 tis. m²) se čtyřmi podzemními podlažními.

V posledních letech se budují rozsáhlá podzemí v centrech měst využívaná jako knihovny (zejména depozitáře), muzea či sportovní objekty. Příkladem je knihovna Nathana Marshe Puseyho v Cambridgi nebo Národní archiv Švédska poblíž Stockholmu. S ohledem na zajištění bezpečnosti se investuje do výstavby podzemních areálů vládních budov (např. podzemí vládního Kremle v Moskvě).



Obr. 48a: Sídlní podzemí Brna
(foto: K. Kirchner).



Obr. 48b: Sídlní podzemí Jihlavy
(foto: I. Smolová).

PODZEMNÍ ÚKRYT

Anglicky: undercroft, subterranean shelter, emergency shelter

Podzemní úkryty jsou specifickým antropogenním tvarem reliéfu, který vzniká pod zemským povrchem za účelem ochrany obyvatelstva. Často se podzemní úkryty označují jako kryty civilní ochrany obyvatelstva, aby byly odlišeny zejména od vojenských úkrytů. Jedná se o podzemní prostory, které využívají již v minulosti vytvořených dutin (přírodních i umělých), nebo jsou vytvářeny zcela nově. Mají sloužit pro civilní obyvatelstvo v případě vojenských událostí, například jako protijaderné úkryty, protiletadlové úkryty či úkryty v případě použití biologických zbraní.

Rozšíření v ČR

Podzemní úkryty byly budovány v historických dobách, zejména v období před vypuknutím válečných událostí. Moderní úkryty byly budovány v období studené války a často byly využívány stávající vojenské objekty, například bunkry systému vojenského opevnění. Jedním z příkladů protiatomového krytu na území Moravy je podzemní kryt civilní obrany *Stránská skála*, který vybudovala československá armáda na počátku 60. let 20. století a měl sloužit jako velitelské stanoviště v případě války. Masivní klenuté železobetonové těleso protiatomového krytu s klenutými prostory bylo vestavěno do původní nacistické štoly, z níž zabralo asi 85 m.

Rozšíření ve světě

Podzemní úkryty jsou v různém technickém vybavení rozšířeny ve vyspělých zemích světa a v oblastech, které jsou často ve vojenském konfliktu (např. Izrael, Gruzie, Afghánistán nebo Irák). Moderní podzemní úkryty pro případ jaderného útoku jsou například ve všech velkých městech USA (New York, Los Angeles, Chicago nebo Washington).

Význam

Podzemní úkryty jsou významné objekty zabezpečující ochranu obyvatelstva v případě vojenských událostí či vážných havarijních situací.

8.5 Dopravní (komunikační) antropogenní procesy a tvary

Dopravní neboli komunikační tvary georeliéfu jsou tvary, které člověk vytváří při výstavbě povrchové a podpovrchové komunikační sítě. Dopravní tvary patří mezi jedny z nejvýznamnějších antropogenních tvarů reliéfu. Společnost již od starověku buduje komunikace spojující jednotlivá města a oblasti. Dříve byly na komunikace kladeny minimální nároky. Lidé vytvářeli jen zpevněné, místy i nezpevněné cesty, které sloužily k přepravě na blízké vzdálenosti. Významné budování stezek a cest nastalo ve středověku, kdy byly větší požadavky na dopravu zboží mezi jednotlivými oblastmi. Tento vývoj pokračuje s postupnou změnou stavebního materiálu a stavebních technologií dodnes. V dnešní době, kdy dochází ke stále většímu rozvoji automobilové a železniční dopravy, je nutné stále vytvářet kvalitnější a prostorově rozšířenější komunikace. Ze strany společnosti je požadován nejvyšší standard cestování, což podmiňuje neustálou rekonstrukci dosavadních silničních i železničních koridorů. Stále probíhá realizace stavebních projektů k přestavbě hlavních železničních tratí, vytváření dálniční sítě a obchvatů velkých měst. Samotná přestavba dopravních komunikací podmiňuje vznik dalších antropogenních tvarů, což zásadně mění krajinný ráz.

Největší změny reliéfu nastávají při stavbě železnic a silnic. Jedná se o **dopravní (komunikační) průkopy**, **dopravní (komunikační) násypy** (navršený podklad vyvýšených komunikací, např. silniční nebo železniční násep), **dopravní (komunikační) haldy**, které vznikají ukládáním materiálu vytěženého při vzniku dopravních průkopů a nejsou použity pro násypy, a **dopravní (komunikační) zářezy**. Při používání nezpevněných komunikací vznikají **úvozy**.

Součástí dopravních antropogenních tvarů jsou i podzemní stavby, např. **silniční** nebo **železniční tunely**, **tunely metra** nebo podpovrchové dráhy ve městech. Při stavbě tunelů dochází někdy k poklesu povrchu a vzniku dopravních poklesových sníženin. Při zarovnávaním terénu antropogenní degradací nebo akumulací vznikají **dopravní plošiny**, jejichž speciálním případem jsou **letištní plošiny** s přistávacími a odbavovacími drahami a dalšími konstrukčními prvky letišť. Rozsáhlé terénní úpravy jsou spojené s výstavbou **kosmodromů** pro lety družic do vesmíru. Komunikačními tvary jsou i **plavební vodní kanály**.

DOPRAVNÍ PLOŠINA

Anglicky: transport platform

Dopravní plošiny vznikají při stavbě dopravních zařízení. Typickým příkladem dopravních plošin jsou například **letištní plochy** nebo **kosmodromy**. Tyto rovinné tvary reliéfu jsou často plošně velice rozsáhlé a v přírodním terénu se jen těžko hledají adekvátně velké rovinné plochy. Poloha dopravních plošin se volí také podle členitosti terénu tak, aby bylo nutno terén upravovat co nejméně. Nicméně ne vždy lze dopravní plošiny umístit v takovéto lokaci. Z tohoto důvodu dochází při stavebních pracích k zarovnání terénu buď odtěžením materiálu, nebo naopak vyrovnáním a zvýšením navážkou. Speciálním příkladem dopravních plošin jsou některá **parkoviště**.

Rozšíření v ČR

Dopravní plošiny jsou v ČR rozšířeny v místech křížení dálnic, rychlostních komunikací či v místech obchvatů měst. Samostatnou skupinou jsou pak letištní plochy a parkoviště. Plošně největší jsou v místech velkých nákupních center, zábavních parků, letišť či velkých nádraží.

Rozšíření ve světě

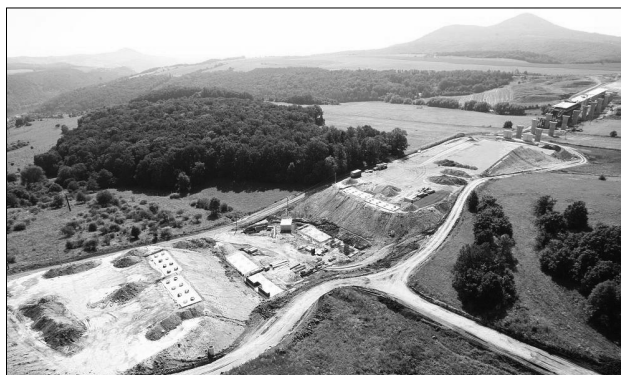
Podobně jako v ČR jsou dopravní plošiny rozšířeny v místech křížení dálnic a rychlostních komunikací. Mezi plošně největší dopravní plošiny patří letištní plochy a plochy určené pro dopravu, nejčastěji pro překládku zboží v přístavech.

Význam

Dopravní plošiny slouží zejména jako odstavné plochy a plochy vyžadující pro dopravu úpravu terénu, což je nejčastěji v případě letištních ploch. Významné jsou dopravní plošiny v místech křížení pozemních komunikací.



Obr. 49a: Dopravní plošina v místě dálničního křížení, obchvat města Olomouce (foto: M. Souralová).



Obr. 49b: Dopravní plošina – stavba dálnice D8 (foto: Ředitelství silnic a dálnic).

PARKOVIŠTĚ

Anglicky: parking-site

Jedná se o plochy uměle vyrovnané antropogenní degradací, agradací nebo nejčastěji spojením obou těchto postupů. Téměř vždy mají umělé pokrytí povrchu (beton, asfalt atd.). Jejich plocha se pohybuje od několika m² až po několik hektarů.

Rozšíření v ČR

Parkoviště jsou běžně rozšířena u sportovních a rekreačních středisek, plošně největší jsou pak ve velkých městech u nákupních center. V případě husté zástavby v centru města mají charakter podzemních prostor (parkovací domy), často v několika patrech nad sebou.

Rozšíření ve světě

Podobně jako v ČR jsou parkoviště běžně rozšířena u sportovních a rekreačních středisek, plošně největší jsou pak na okrajích velkých měst.

Význam

Parkoviště plní funkci zázemí pro sportovní a rekreační areály. Jsou místem, kde se koncentrují dopravní prostředky. V případě vyasfaltovaných ploch výrazně zasahují do možnosti oběhu vody, zejména jejího vsakování v případě intenzivních srážek.



Obr. 50a: Parkoviště jako součást dopravní infrastruktury, obchvat města Olomouce (foto: F. Švrček).



Obr. 50b: Parkoviště u nákupního centra Hypernova (dnes Hypermarket Albert v Náchodě) (foto: I. Smolová).

LETIŠTNÍ PLOŠINA

Anglicky: airfield, aerodrome, airport platform

Letištní plošina je speciálním příkladem **dopravní plošiny** (plochy), která slouží pro vzlety, přistání (vzletová a přistávací dráha) a pozemní pohyby letadel. Obvykle k ní patří i další technické a logistické zázemí, jako jsou stavby řídicích věží, terminálů, hangárů či skladů.

Největší terénní úpravy souvisejí se stavbou vzletové a přistávací dráhy (tzv. runway), které slouží ke vzletům a přistáním letadel. Rozměry vzletových drah se liší. Na malých letištích se používají zpravidla nezpevněné dráhy o rozměrech 250 × 8 m. Mezinárodní letiště používají nejčastěji zpevněné (vybetonované, asfaltované) dráhy o šířce okolo 50 m a délce přibližně 2 až 5 km. Za nejdelší vzletovou dráhu na světě se považuje dráha na čínském letišti Shigatze, která má délku 5 km.

Nejstarší letiště byla budována během první světové války pro vojenské potřeby. Po válce byly k některým dostavěny další budovy pro podporu civilní přepravy osob. První letiště určené výhradně pro civilní účely bylo otevřeno roku 1922 v tehdy německém Königsbergu. Letiště jako příklad dopravní plochy představuje výrazný zásah do krajiny a jeho výstavbu doprovází výrazné změny reliéfu. Dochází k antropogenní degradaci a agradaci s cílem vyrovnání terénních nerovností. U velkých ploch letišť se výrazně projevuje i ovlivnění přírodních geomorfologických pochodů. Vybetonováním povrchu se zamezuje infiltraci vody, která je z letištní plochy uměle odváděna.

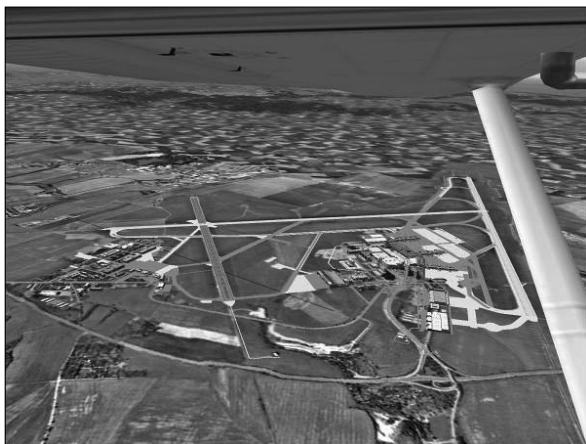
V případě nedostatku vhodných ploch jsou v přímořských oblastech letištní plošiny budovány zčásti na umělých navážkách či umělých výběžcích do moře (**umělé mysy a valy**).

Rozšíření v ČR

Na území ČR jsou 4 mezinárodní letiště. Největším letištem je *letiště Praha-Ruzyně*, které má jednak největší celkovou plochu i nejdelší vzletovou dráhu o rozměrech 3715 m délky a 45 m šířky. Letiště bylo postaveno podle projektu architekta A. Beneše na pláni Dlouhá míle v letech 1933 až 1937. Provoz letiště byl zahájen v roce 1937 a původní plocha o rozloze 80 ha musela být již v prvních letech pro-

vozu rozšířena na více než 300 ha. Terénními úpravami byly vytvořeny zpevněné vzletové a přistávací dráhy a dopravní plošiny v místech křižovatek drah. S rozšiřováním provozu docházelo k modernizaci letiště a rozšiřování vzletových drah. Letiště se rozšiřovalo o další terminály až na plochu téměř 800 ha. V průběhu 60. let 20. století byl vytvořen nový systém tří vzletových a přistávacích drah (nejdelší o délce 3200 m). V současné době tvoří letištní plochu systém tří vzletových a přistávacích drah, z nichž jedna (o délce 2120 m) je trvale pro vzlety i přistání uzavřena a slouží jako pojezdová dráha a parkovací plocha pro velká letadla. Druhá dráha je označována jako hlavní, má celkovou délku 3715 m, třetí dráha má délku 3250 m. V plánu je výstavba čtvrté dráhy s předpokládaným zprovozněním v roce 2010. Dráha by měla mít rozměry 3550 × 60 m.

Druhým nejvýznamnějším je *letiště Brno-Tuřany*. Historie výstavby letiště na území Brna začala v roce 1923, kdy se o zřízení státního letiště začalo zajímat ministerstvo veřejných prací. Jako nejvýhodnější byl nakonec vybrán katastr Černovic, kde první letadlo přistálo v roce 1926. Jednalo se o zatravněnou letištní plochu s minimálními terénními úpravami. Letiště bylo v provozu do roku 1938 a po skončení druhé světové války se začalo znovu diskutovat o nové, vhodnější lokalitě pro stavbu moderního letiště. Vybrána byla lokalita v Tuřanech, kde se s výstavbou začalo po roce 1950. V roce 1978 byla prodloužena vzletová dráha na 2650 m a od roku 1982 do roku 1989 letiště splnilo funkci vojenského letiště s omezeným civilním provozem v době konání mezinárodních veletrhů. Statut mezinárodního civilního letiště má od roku 1989. V současné době má modernizované letiště dvě vzletové a přistávací dráhy, jednu betonovou (2650 × 60 m) a druhou zatravněnou (1000 × 30 m).



Obr. 51a: Letištní plošina Praha-Ruzyně
(foto: www.kolmanl.info).



Obr. 51b: Letištní plošina letiště Brno-Tuřany
(foto: letiště Brno, a. s.).

Rozšíření ve světě

Letiště patří k rozšířeným antropogenním tvarům reliéfu a jsou rozšířena téměř ve všech zemích světa. Největší letiště jsou klasifikována nejčastěji podle počtu osob, které jsou na letištích odbaveny, či podle počtu vzletů a přistání. Ukazatel plochy letiště není z hlediska mezinárodního srovnání pro všechna letiště sumárně k dispozici. Platí však úměra, že největší letiště podle ekonomických kritérií jsou i ta, která zaujímají největší plochy.

Největším dopravním letištem světa podle počtu cestujících i podle počtu příletů a odletů je *letiště Hartsfield-Jackson v Atlantě* (stát Georgia, USA). V roce 2005 využilo letiště přes 88 milionů pasažérů a na letišti přistálo či z něj odletělo téměř jeden milion letadel. Tato čísla se v budoucnu jistě ještě značně zvýší, neboť v květnu 2006 byla uvedena do provozu pátá runway, která má zvýšit kapacitu letiště až o 40 %. Letiště v Atlantě slouží zejména pro vnitrostátní lety. Letiště s původním názvem letiště Candler

Field zahájilo provoz v roce 1926 a k prvnímu výraznějšímu rozšíření letištní plochy došlo během druhé světové války (již tehdy kapacita více než milion cestujících). K dalšímu rozšíření došlo na začátku 60. let 20. století (stalo se největším terminálem v USA), v letech 1977–1980 (kapacita zvýšena na 55 mil. cestujících), v roce 1984 byla postavena čtvrtá runway a v roce 2006 byla dokončena výstavba páté runwaye. Letiště je vzdáleno 16 km jižně od centra Atlanty, má dva terminály (severní a jižní) a dále dalších šest nástupních hal. Doprava mezi terminály a halami je zajištěna podzemní dopravou.

V Evropě je největším letištem *letiště ve Frankfurtu nad Mohanem* (Frankfurt International Airport), které je největším německým letištem. Letiště bylo otevřeno v roce 1936, kdy sloužilo také pro přistávání obřích vzducholodí Zeppelin. Během druhé světové války se po berlínském letišti Tegel stalo druhým největším německým letištem. Po druhé světové válce sloužilo letiště západním mocnostem při berlínské blokádě. Až do roku 2005 zde existovala základna amerických vzdušných sil. V roce 1972 byl otevřen nový moderní terminál a spolu s ním i podzemní vlakové nádraží. V roce 1984 byla zvýšena kapacita letiště poté, co byla dokončena třetí runway. V roce 1994 byl dostavěn druhý terminál i podzemní železniční dráha, která oba terminály spojuje. Existují i plány na další rozšíření letiště o třetí terminál a čtvrtou runway, které však narážejí na environmentální problémy.

Na africkém kontinentě je největším letištem *letiště v Johanesburgu*. Druhým největším letištem v Africe je *letiště v Káhiře* (Cairo International Airport), které vzniklo za druhé světové války, kdy zde americké ozbrojené síly postavily svojí základnu. Po válce ji američtí vojáci opustili a letiště začalo sloužit civilní dopravě. V souvislosti s růstem počtu přepravených pasažérů začala v roce 1957 stavba nového terminálu (dokončen v roce 1963) a letiště se stalo hlavním egyptským leteckým centrem s kapacitou pět milionů cestujících ročně. V sedmdesátých letech byl terminál ještě rozšířen, ovšem v osmdesátých letech již jeho kapacita nestačila a byl postaven druhý terminál. Současně vznikla i nová runway a kapacita letiště se zvýšila o 3,5 milionu pasažérů.

Význam

Letištní plochy patří mezi nejvýznamnější dopravní plochy s ohledem na význam v přepravě osob. Terénní úpravy v řadě případů však znamenají environmentální rizika.

DOPRAVNÍ (KOMUNIKAČNÍ) NÁSEP

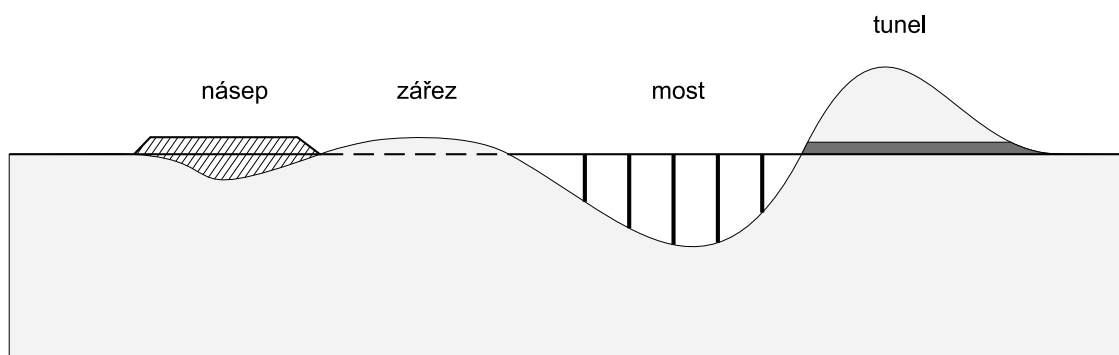
Anglicky: man-made ground of communication, roal embankment, railway fill, traffic embankment, traffic bank

Komunikační násep je zemní těleso nad úrovní původního terénu, vzniká nasypáním zeminy nebo kamene k vyvýšení dopravní trasy. Podle převládajícího využití (způsobu dopravy) se komunikační násypy člení na silniční a železniční.

Komunikační násep je nejčastěji budován v místech, kde je komunikace vedena v místech konkávních terénních nerovností či v místech nestabilního podloží (např. v údolních nivách). Komunikační násypy patří mezi konvexní antropogenní tvary a jsou složeny z nejrůznějších materiálů, z propustných hornin i soudržných zemin. Komunikační násypy lze podle použitého materiálu na jejich stavbu dělit na násypy kamenné a násypy zemní. V případě zemních násypů je základní složkou násypu zemní těleso, obvykle doplněné konstrukční vrstvou ze šterkopísku. Pro zvýšení stability může být do násypu nebo mezi zemní těleso a konstrukční vrstvu přidána geotextilie nebo jiný geosyntetický materiál. Konstrukční vrstva může být zpevněna cementovou nebo vápennou stabilizací. Vlastní stavba násypu probíhá nasypáním materiálu a jeho následných zhutněním (např. vibrací, válcováním). Obvykle se zpevňuje i podloží komunikačního násypu (např. vápnem, chemicky či vrstvou minerálbetonu). V některých případech se užívá i betonových desek. Před nasypáním násypu se odstraňuje původní porost a celá horní vrstva

terénu. Doprovodným tvarem, který souvisí s nutností odvodnění tělesa náspu, je tzv. propustek, což je nejčastěji roura, případně malý mostek.

Základní tvar náspu je blízky komolému jehlanu s větší podstavou dole. Horní část náspu tvoří korunu, boční část svahy. Náspy na vodorovném podloží mají lichoběžníkový příčný profil a oba svahy o téměř nebo zcela stejném sklonu. Rozměry násypů jsou různé a jsou podmíněny jednak velikostí, jednak počtem dopravních prostředků vyskytujících se v jednom okamžiku v daném místě. Výška může být až v řádech desítek metrů, výjimečně až sto metrů, stejně tak i šířka. V případě železničních násypů se šířka horní základny náspu (koruny) u tratí s normálním rozchodem (1435 mm) pohybuje okolo 6 m, u vícekolejových úseků bývá logicky větší.



Obr. 52: Schéma způsobu překonání terénních překážek dopravními tvary.

Rozšíření v ČR

Komunikační náspy patří k typickým antropogenním tvarům a jsou rozšířeny jak u silnic, tak železnic. V posledních letech v souvislosti s pokračováním výstavby dálniční sítě a stavbou železničních koridorů se staví objemově velká tělesa násypů. Největším komunikačním náspem v ČR je v současné době *násep na železniční trati Kyjice–Třebušice* na tzv. Ervěnickém koridoru v severozápadních Čechách. S výstavbou komunikačního náspu se v lokalitě začalo v roce 1983 a celkově tvoří těleso zemního náspu důlní výsypka o objemu 1 mil. m³ a celkové výšce až 150 m. Po koruně zemního náspu vede železnice i silnice a zatrubněná řeka Bílina.



Obr. 53a: Dopravní násyp v Polabí u Chlumce nad Cidlinou (foto: I. Smolová).



Obr. 53b: Dopravní násyp na Královéhradecku (foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Komunikační násep je světově velmi rozšířený antropogenní tvar reliéfu, rozdíly v jednotlivých regionech vyplývají zejména z fyzikogeografických podmínek, ve kterých jsou komunikace budovány, a z ekonomické vyspělosti dané země, neboť se jedná o finančně nákladné stavby. Četnější jsou komunikační násypy na silnicích a železničních tratích v horských oblastech. Projektanti se většinou snaží vést komunikaci v co nejvíce rovinném terénu, aby náklady na stavbu nebyly tak vysoké. Ve většině případů se ale stavbaři nevyhnou stavění komunikačních tvarů v podobě tunelů, násypů či zářezů.

Z hlediska objemu těles komunikačních násypů jsou největší v místech několikaproudých dálnic a rychlostních komunikací. Celkově jsou četnější komunikační násypy železniční, neboť pro železnice je více než pro silnice důležitý rovný, pozvolný průběh tratě. Náhlé stoupání je přípustné pouze u tzv. ozubnicových drah. Železniční násypy se nacházejí se prakticky pod každou železniční tratí jako součást železničního tělesa.

Význam

Komunikační násep slouží k dosažení plynulého vedení komunikace překonávající konkávní formy reliéfu ke zvýšení nadmořské výšky nad úroveň vysokých vod (často v údolních nivách) nebo k dosažení plynulého sklonu trasy.

DOPRAVNÍ (KOMUNIKAČNÍ) ODKOP

Anglicky: man-made slope cut

Komunikační odkopy vznikají při stavbě tras komunikací vedoucích na svahu přibližně ve směru vrstevnice. Při jejich stavbě dochází k odkluzu pouze na jedné straně dopravní trasy, zatímco na druhé straně se tvoří násep. Vybraný zemní nebo skalní svah odkopu má charakteristiky obdobné svahům zemního nebo skalního průkopu. U komunikačního odkopu je z přírodního podloží odstraněna vegetace i ornice či humus a na strmějších svazích jsou v násповém podloží realizovány stupně. Nejnížší stupeň se naplňuje kamením, aby jím mohla protékat voda. Dopravní odkopy narušují stabilitu svahu, a proto musí být narušený svah dostatečně zabezpečen, aby nedocházelo k sesuvům.

Rozšíření v ČR

Dopravní odkop je velmi častý u komunikací, které jsou vedeny v horském terénu, častější je u železničních tratí. Příkladem je železniční trať Šumperk–Jeseník v úseku v okolí Branné, Ramzové a Lipové-lázně. Jiným příkladem jsou dopravní odkopy na železniční trati Tanvald–Harrachov, Litvínov–Moldava nebo trati Vsetín–Velké Karlovice. V případě silničních komunikací jsou typické dopravní odkopy například na úseku Moravská Třebová–Svitavy, Šternberk–Moravský Beroun nebo Šumperk–Rýmařov.

Rozšíření ve světě

Komunikační odkopy se vyskytují především v horských a podhorských oblastech, kde dopravní cesta prochází lokalitami ve vyšší nadmořské výšce. Jedná se o celosvětově rozšířený jev. Příkladem může být nová železniční trať v západní části Číny. V Evropě jsou časté například u vysokohorských alpských komunikací. Jednou z nich je *železniční trať Semmering* v Rakousku, která patří mezi historicky významné stavby. Byla dokončena v roce 1884 a byla strategická pro tehdejší rakousko-uherskou monarchii.⁹² Součástí železniční trati je na úseku 42 km 16 mostů s výškou až 46 m, 2 galerie a 15 tunelů.

⁹² Strategický úsek (mezi sídly Gloggnitz a Mürzzuschlagen) u Grazu umožnil dopravní spojení mezi Vídní a přístavem Terst.

Význam

Komunikační odkopy slouží k dosažení plynulého vedení komunikací v členitém terénu, ke snížení sklonu dopravní trasy nebo ke zkrácení dopravní cesty.



Obr. 54a: Dopravní odkop vznikající při stavbě dálnice D47 (foto: I. Smolová).



Obr. 54b: Dopravní průkop (foto: I. Smolová).

DOPRAVNÍ (KOMUNIKAČNÍ) PRŮKOP

Anglicky: cut of communication, road cutting, railway cutting

Dopravní neboli komunikační průkop je konkávní antropogenní forma reliéfu vytvořená pod úrovní přírodního terénu ve skalním nebo zemním podloží dopravní trasy. Dopravní průkop vzniká oboustranným prokopáním svažitého terénu za účelem dosažení plynulého průběhu komunikace a snížení terénních nerovností vedené dopravní trasy. Tvar má ve srovnání s dopravním náspem v podstatě obrácený, jeho profilem je lichoběžník s kratší základnou dole. Jeho rozměry mohou být různé a jsou závislé na dopravním prostředku, pro který je tento průkop stavěn. Mezi tyto tvary můžeme počítat i některé **vodní kanály (průplavy)**. Nejčastěji se tato forma staví ve členitém terénu, kde slouží k dosažení plynulého vedení dopravní trasy a ke snížení nežádoucího sklonu komunikace. Dopravní průkopy jsou nejčastěji lokalizovány v místech, kde by komunikace musela překonávat terénní nerovnost a stabilita podloží umožňuje průkop terénní vyvýšeninou. Speciální formou dopravního průkopu jsou **úvozy**.

Rozšíření v ČR

Největší komunikační průkopy z hlediska objemu jsou v ČR u dálnic a rychlostních komunikací. Dálniční zářezy jsou budovány hlavně kvůli plynulému průchodu dálnice terémem. Příkladem je *Lenšedelský zářez* v trase dálnice D1. Je až 38 m hluboký a 500 m dlouhý. Jeho existence výrazně narušila krajinu a v současnosti se vedou debaty o vybudování tunelových rour a jejich dodatečném zasypání do původní úrovně zalesněného hřbetu.

Rozšíření ve světě

Komunikační průkopy se vyskytují především v těžko prostupných terénech. Zejména pak ve vyspělých státech světa.

Význam

Význam dopravních průkopů spočívá ve zjednodušení dopravy, kdy se jejich výstavbou napřímí komunikace, a tím se zkrátí celková délka komunikace. Na straně druhé znamenají komunikační průkopy výrazné zásahy do krajiny. V místech původně konvexních tvarů reliéfu vznikají tvary konkávní, které jsou místy akumulace stékajících vod, proto musí být dostatečně vybaveny drenážním systémem pro odvod vody.

Úvoz

Anglicky: farm track

Úvoz je speciálním typem dopravního průkopu, který vzniká častým provozem kolových vozidel. Jedná se o protáhlé zářezy vznikající dopravními procesy na nezpevněných cestách. Jsou vyvinuty nejen v zeminách, ale i ve skalních horninách (např. v České tabuli na Kokořínsku či v Českém ráji) a nezdědky jsou dále prohlubovány přírodními geomorfologickými procesy. Velmi často jsou úvozy prohlubovány fluvialní erozí. Ještě častější je vznik úvozu ve strži. Četné je i to, že jako dopravní cesta byla využita strž typu balka, která se postupným využíváním přeměnila na úvoz. Se změnou velikosti dopravních prostředků určených pro zemědělské obhospodařování byly některé úvozy opuštěny (nejsou využívány) a dochází v nich k přirozené sukcesi. V některých případech jsou zasypávány odpadním materiálem.

Rozšíření v ČR

Úvozy lze nalézt zejména v hůře dostupných horských a podhorských oblastech, kde působí často jako stálé cesty již stovky let.

Rozšíření ve světě

Úvozy jsou velmi rozšířeným tvarem v horských a podhorských oblastech, velmi často vznikají v místech, kde je v lesních porostech používána těžká technika.

Význam

Úvozy plní svou dopravní funkci. Tvoří spojení s místy, kde nejsou zpevněné cesty a kam by bylo jinak jen velmi obtížné se dostat.



Obr. 55a: Úvoz v Novém Městě nad Metují
(foto: I. Smolová).



Obr. 55b: Úvoz v Hřebečovském hřbetu
(foto: I. Smolová).

DOPRAVNÍ (KOMUNIKAČNÍ) TUNEL

Anglicky: tunnel

Dopravní tunel je podpovrchový antropogenní tvar, který může být určen pro chodce, cyklisty, motorová vozidla či pro železniční dopravu. Speciálním případem jsou podpovrchové kanály sloužící pro plavbu či transport materiálu vodní cestou a přenos informací (telekomunikační tunely). Podpovrchové tunely sloužící pro dopravu vody (akvadukty) či jiné vodní účely nebo jako kanalizace jsou zařazeny mezi vodohospodářské antropogenní tvary. Mezi nově projektované tunely patří tunely, které slouží migraci volně žijících živočichů.

Dopravní tunel lze vést pod zemským povrchem, nejčastěji pod vyvýšeninou či pod vodní hladinou (mořem, vodním tokem). Četné jsou dopravní tunely v husté zástavbě měst. První významnější dopravní tunely se začaly stavět v 17. století. Hlavním účelem bylo urychlení dopravy. Mezi nejstarší stavby tohoto typu patří tunel u obce Beziers ve Francii (dlouhý 158 m, dokončený v roce 1670). Dynamický rozvoj výstavby tunelů nastal v souvislosti s rozvojem železnice, zejména pak po zdokonalení technologií ražby tunelů (v roce 1818 byl vynalezen Marcem Brunelem razicí štít). První dlouhé tunely vznikaly v souvislosti s výstavbou podzemní dráhy (metra), časté bylo i to, že vznikaly metodou, při které byl vyhlouben velký výkop a ten se následně překryl zeminou. Moderní způsob hloubení tunelů využívá hydraulicky poháněnou frézovací hlavu s řeznými zuby z karbidu wolframu.

Podle typu dopravy lze dopravní tunely členit na silniční a železniční.

Silniční tunel

Silniční tunel je určen pro silniční dopravu. Stavby silničních tunelů jsou nejčastěji realizovány v členitém terénu, kde by bylo problematické překonávání terénních nerovností, v místech husté zástavby nebo pod vodní hladinou (moře, vodní tok). Objemově největší jsou tunely na rychlostních komunikacích a dálnicích. Celý tubus silničního tunelu může být členěn na dílčí části. Mezi nejdelší silniční tunely patří tunely v horských oblastech (Alpy, Skandinávie, Kordillery), které překonávají terénní nerovnosti. Nárůst počtu a celkové délky tunelů je jedním z logických důsledků výstavby moderních silničních komunikací a modernizace zařízení umožňujících ražby dlouhých podzemních děl. Mezi země s největším počtem silničních tunelů patří Norsko, kde je jednak nejdelší silniční tunel na světě a prvenství má i v celkovém počtu tunelů. V roce 2006 bylo na území Norska evidováno více než 124 silničních tunelů delších než 2 km.

Silniční tunel byl vždy stavbou s výraznou technologickou náročností, dlouhá léta soustředěnou především do oblasti hloubení a vlastní výstavby. Teprve tragické požáry v tunelech Mont Blanc a Tauern v roce 1999 a následně Gothard v roce 2001 změnilы celosvětově názor na funkce a rozsah technologického vybavení tunelů a jejich provozní bezpečnost. Přísné požadavky na technologii, provozní informace a z nich odvozené přístrojové a komunikační vybavení tunelů se objevilo nejdříve v národních technických normách.⁹³

Rozšíření v ČR

Silniční tunely jsou v ČR méně četné ve srovnání s železničními tunely. Příkladem silničních tunelů jsou tunely v Praze (např. Strahovský, Letenský, Vyšehradský, Komořanský, Zlíchovský nebo tunel Mrázovka), v Brně (Pisárecký tunel), tunel Valík, tunel Hřebečovským hřbetem nebo nový Klimkovický tunel.

Nejdelším dokončeným tunelem v ČR je silniční *tunel Panenská* (2168 m) v Krušných horách, který je v provozu od roku 2006. Jedná se o dálniční tunel na dálnici D8, která vede z Prahy přes Lovosice

⁹³ Příkladem jsou technické normy RABT v Německu nebo ASTRA ve Švýcarsku. Souběžně však probíhala celoevropská iniciativa za zvýšení bezpečnosti provozu tunelů, která vyvrcholila vydáním evropské direktivy 2004/54/EC, kterou členské státy EU postupně aplikují.

a Ústí nad Labem na státní hranici s Německem. Tunel je ražen v prostředí tektonicky porušeného rulového krystalinika prostoupeného žilnými tělesy žulových porfyřů.

Tab. 16: Nejdelší silniční tunely v ČR

Název	Délka tunelu ¹⁾ (v m)	Lokalita	Rok dokončení	Vyrubaný prostor (v tis. m ³)
tunelový komplex Blanka	5500	centrum Prahy	2011*	944
tunel Panenská	2168	Krušné hory, dálnice D8	2006	373
Strahovský tunel	2042	Praha, Městský okruh	1997	419
tunel Komořany	1937	Praha, Městský okruh ²⁾	2010*	432
tunel Lochkov	1662	Praha, Městský okruh ³⁾	2009*	259
tunel Mrázovka	1300	Praha, Městský okruh	2004	367
tunel Dobrovského	1261	Brno, Městský okruh	2011*	266
tunel Klimkovice	1089	okraj Nížkého Jeseníku, D47	2008	217

Poznámka:

1) Délka tunelu (tunelového tubusu), v případě více tunelových tubusů délka nejdelšího.

2) Tunel Komořany se skládá ze dvou tunelových tubusů a vede obce Točná do Komořan (městská část Praha 12).

3) Tunel Lochkov v jihozápadní části Prahy, trasa přechází údolí Vltavy a Berounky.

* V současné době ve výstavbě.

Zdroj: Barták a kol. (2007).



Obr. 56a: Dálniční komunikační tunel u Klimkovic
(foto: R. Szczyrba).



Obr. 56b: Tunel Branisko na Slovensku
(foto: I. Smolová).

Druhým nejdelším je *Strahovský tunel* v Praze, který byl zprovozněn v roce 1997. Stavba Strahovského tunelu byla zahájena v roce 1979 ražbou průzkumné štoly a vlastní stavba byla zahájena v roce 1985. Strahovský tunel je dlouhý 2042 m, z toho ražená část má délku 1,5 km. Tunel prochází pod Strahovským stadionem ze Smíchova pod Břevnovem a vyústuje na okraji Střešovic. Vlastní silniční tunel tvoří tři tubusy, z toho prozatím dva zcela dokončené, každý s minimální šířkou 8 m. Třetí (východní) tubus je prorážen v celé délce jako hrubá stavba a prozatím se s jeho dokončením a zprovozněním nepočítá. Ke zprovoznění dvou tubusů Strahovského tunelu došlo v roce 1997.

Mezi další významné tunely na území Prahy patří *Letenský tunel* (0,4 km), který byl dokončen v roce 1953 v Praze 7 pod Letnou. Jedná se o jeden obousměrný tubus, který je esovitě prohnutý dvěma proti-

oblouky (dolní má poloměr 100 m a horní 169 m). Na relativně malou délku tunelu dosahuje komunikace v tunelu relativně velký výškový rozdíl (33 m na vzdálenost 423 m, tj. podélný sklon tunelu 7,8 %).

Jedním z nově dokončených tunelů je silniční *tunel Mrázovka* v Praze na Smíchově. Jeho celková délka dosahuje 1300 m a zprovozněn byl v roce 2004. Tunel prochází územím se složitou geologickou stavbou, kdy skalní podloží v trase ražených tunelů tvoří horniny severovýchodní části ordovické barrandienské synklinály. Ve směru od severního portálu prochází tunel letenskými břidlicemi vrchu Mrázovka. V úseku mezi vrchem Mrázovka a Pavím vrchem prochází trasa libeňskými souvrstvími, zastoupenými jílovoprachovými břidlicemi, a protíná blok řevnických křemenců. Masiv Pavího vrchu je tvořen letenskými břidlicemi flyšového vývoje. Celé skalní prostředí se vyznačuje rozdílným stupněm navětrání, hojně se měnícími směry a úklony ploch vrstevnatostí a častým výskytem tektonicky porušených pásem. Pokryvné útvary tvoří štěrkopísky, svahové hlíny a navážky. Celková výška nadloží tunelu se pohybuje v rozmezí 5 až 80 m (Paví vrch). Naprostá většina trasy tunelu prochází pod hladinou podzemní vody. S ohledem na konfiguraci terénu a podélný profil trasy Městského okruhu byla pro stavbu tunelu Mrázovka navržena kombinace ražených a hloubených tunelových úseků. Tunel Mrázovka je situován v oblasti s četnou povrchovou zástavbou. Ražbou tunelu je ovlivněno přes 70 budov rozličných typů a nepříznivý dopad na stabilitu povrchové zástavby má především pokles terénu způsobený ražbou tunelu.

Mimo Prahu je příkladem tunelu v městské zástavbě *Pisárecký tunel* v Brně, který spojuje okrajové části města Pisárky a Nový Lískovec s dálnicí D1. Tunel je tvořen dvěma tubusy, z nichž každý má dva jízdní pruhy. Tunel byl postaven v letech 1997–1998 a má celkovou délku 512 m.

Příkladem dálničního tunelu je *tunel Valík* na dálnici D5 na dálničním obchvatu Plzeň. Jedná se o ražený tunel pod vrchem Valík (435 m n. m.), který byl zprovozněn v roce 2006. Tunel je tvořen dvěma tunelovými tubusy, které mají šířku 11,5 a 8,2 m. Severní tunelový tubus je dlouhý 390 m a jižní 380 m, což tunel řadí mezi krátké tunely. Stavba probíhala ve složitých geologických podmínkách v silně zvětralých a tektonicky rozpukaných proterozoických břidlicích. Výška nadloží tunelu nepřesahuje 30 m a podélný sklon tunelu je 4 %.

Na dálnici D8 je významným tunelem stavěným v letech 2005–2006 *tunel Libouchec*, který je příkladem úbočního tunelu nad stejnojmennou obcí. Tunel tvoří dvě jednosměrné tunelové roury, každá se dvěma jízdními pruhy. Západní tunelová roura má délku 480 m, východní tunelová roura pak 388 m. Tunely jsou navzájem propojeny dvěma průchozími bezpečnostními propojkami. Na jihu navazuje tunel na mostní estakádu Knínice a na severu je trasa vedena k tunelu Panenská. Tunel byl vyražen v tektonicky porušených horninách rulového krystalinika a plocha výrubu v převážné části tunelu dosahovala 75 m² (ostění je monolitické o světlé ploše 57,0 m²).

Prvním raženým tunelem dálničního typu v ČR je silniční *tunel Hřebeč* na Svitavsku. Je třípruhový (šířka 3 × 3,65 m s přídatným pruhem pro pomalá vozidla) a dosahuje celkové délky 357 m, z toho 298 m ražených. Ražený profil má plochu 151 až 160 m² a výška nadloží dosahuje 5,5 až 17,0 m. Silniční tunel se razil novou rakouskou tunelovací metodou. Součástí stavby tunelu také představují doprovodné objekty – větrání, osvětlení, odvodnění, sdělovací vedení, provozní soubor a centrální řídicí systém.

Z nových staveb je příkladem *tunel Klimkovice*, který je součástí dálnice D 47 Lipník nad Bečvou–Ostrava–Bohumín. Tunel je situován před vjezdem do města Ostravy pod terénní vyvýšeninou mezi obcemi Klimkovice a Hýlov, nedaleko areálu klimkovických lázní. Ražba tunelu probíhala ve skalním podloží neproduktivního karbonu. Typickým horninovým prostředím zastíženým při ražbě byla kombinace pelitických jílovců a prachovců s drobami a drobovými pískovci ve formě flyšových souvrství. Tunel je veden ve dvou samostatných jednosměrných dvoupruhových tunelových rourách. Ražené části obou tunelových rour mají délku 857,4 m (tunel A) a 867,9 m (tunel B). Celková délka tunelu, který byl dokončen na jaře 2008 (realizace stavby v letech 2004–2008), dosahuje 1089 m u západního tubusu a 1077 m u východního.

V roce 2005 byla zahájena stavba *tunelového komplexu Blanka*, která je největší podzemní stavbou budovanou v současné době v ČR. Tato rozsáhlá stavba je realizována v rámci výstavby severozápadní části Městského okruhu v Praze, jejíž celková délka dosahuje 6382 m, a doplní tak již provozovanou část okruhu o celkové délce přibližně 17 km s tunely Zlíčovským, Mrázovkou a Strahovským. Již počátkem 90. let 20. století, kdy probíhaly studijní práce na trasování a následně výběr varianty vedení této části okruhu, bylo jasné, že převážnou část stavby bude třeba vést v tunelech, aby výstavba a především pak provoz na vzniklé kapacitní komunikaci minimálně ovlivňovaly okolí. Vznikl tak projekt tunelového komplexu Blanka (5,5 km), zahrnující mezi křižovatkou Malovanka a křižovatkou Trója u nového Trojského mostu přes Vltavu tři tunelové úseky: tunelový úsek Brusnice (1,4 km), tunelový úsek Dejvice (1,0 km) a tunelový úsek Královská obora (3,1 km). Výstavba celého komplexu začala v dubnu roku 2005, zprovoznění se předpokládá v roce 2011.

Příkladem městského tunelu v Brně je *Královopolský tunel* (tunel Dobrovského), lokalizovaný mezi městskou částí Žabovřesky a Královo pole. Výstavba tunelu začala přípravnými pracemi v roce 2006 a dokončení je plánováno v roce 2011. Tunelové roury mají mít délku 1053 m a 1261 m a teoretickou plochu výrubu 125 m².

Rozšíření ve světě

Výstavba silničních tunelů vyžaduje velké finanční nároky a dostatečnou technologickou vyspělost. Je tak možná většinou díky finančním prostředkům velkých nadnárodních investorů. Dlouhé podzemní tunely se začaly stavět již v 60. letech 20. století v Alpách, v 80. letech 20. století také v Japonsku a severských evropských zemích. K dynamickému rozvoji projektování výstavby dlouhých silničních i železničních tunelů došlo v 90. letech 20. století a jsou realizovány i v současné době.

Nejdělsím silničním tunelem na světě je v současné době *norský tunel Lærdall* (24,5 km) mezi Aurlandem a Lærdallem, o jehož výstavbě bylo rozhodnuto v roce 1992, kdy norský parlament určil, že cesta mezi Bergenem a Oslo povede přes Aurland do Lærdall a přes Filefjell. Silniční tunel Lærdall je klíčovým místem na nové dálnici E16, která spojuje dvě největší norská města bez lodních trajektů a bez obtížného přejezdu hor, který je problematický zvláště v zimě. Důvodem výstavby bylo vedle zkrácení cesty nahrazení komplikovaného překonání fjordu trajektem. Stavba tunelu byla zahájena v roce 1995 a dokončena v roce 2000.

Tab. 17: Nejdělsí silniční tunely na světě

	Silniční tunel	Stát	Délka (v m)	Rok dokončení
1.	Lærdall	Norsko	24 510	2000
2.	Čung-nan-šan (Zhongnanshan)	Čína	18 020	2007
3.	St. Gotthard	Švýcarsko	16 918	1980
4.	Arlberg	Rakousko	13 972	1978
5.	Pinglin	Taiwan	12 900	2003
6.	Fréjus	Francie – Itálie	12 895	1980
7.	Mont Blanc	Francie – Itálie	11 600	1965
8.	Gudvangen	Norsko	11 428	1991
9.	Folgefonn	Norsko	11 130	2001
10.	Kan-etsu	Japonsko	11 010	1990
11.	Kan-etsu	Japonsko	10 926	1986
12.	Hida	Japonsko	10 750	2010
13.	Gran Sasso – východ	Itálie	10 176	1984
14.	Gran Sasso – západ	Itálie	10 121	1995
15.	Rueil – Jouy en Josas	Francie	10 000	2006

Zdroj: *The World's longest Tunnel Page* (www.lotsberg.net); www.stranky.tunelu.cz.

Druhým nejdelším tunelem na světě je *tunel Čung-nan-šan* (Zhongnanshan) v Číně, ve středočínské provincii Šen-si pod pohořím Čchin-ling-šan. Stavba tunelu byla zahájena v roce 2002 a dokončena v roce 2007. Tunel má celkovou délku 18 km a tvoří ho dva tubusy (o výšce 6 m a šířce 11 m). Dálniční tunel je součástí národní dálnice spojující Pao-tchou ve Vnitřním Mongolsku v severní Číně a město Beihai v autonomní oblasti Guangxi Zhuang na jihu Číny. Maximální výše nadloží tunelu je 1640 m a odvětráván je třemi větracími šachtami.

Mezi nové tunely na území sousedního Slovenska patří *tunel Branisko*, který byl projektován jako dálniční tunel. Nachází se mezi obcemi Beharovce a Fričovce na východním Slovensku a protíná horský masiv Branisko. Stavba tunelu byla zahájena v roce 1996 a částečně dokončena v roce 1999 zprovozněním jednoho dálničního tubusu. Délka tunelu dosahuje 4975 m a výrazně se tak zkrátila trasa mezi Levočou a Prešovem, která překonávala horské pásmo v průsmyku Branisko v nadmořské výšce 751 m.

Dalším novým tunelem na Slovensku je *tunel Sitina* (tunel Sitiny či tunel Františka) na dálnici D2 na katastrálním území Bratislavy. Těleso tunelu tvoří dva samostatné tubusy, každý pro dva pruhy a jeden směr. Část tunelu je ražená (západní dlouhá 1189 m, východní pak 1159 m), část hloubená (západní 206 m, východní 216 m) a celkově dosahuje tunel délky 1440 m. Projektové práce na stavbě tunelu byly zahájeny v roce 1996 a samotná ražba tunelu probíhala v letech 2003–2005. Stavba tunelu byla zprovozněna v roce 2007. Kratším, již dokončeným slovenským tunelem je *tunel Horelica* (605 m) poblíž města Čadca v úseku dálnice D3 mezi Čadcou a obcí Oščadnica, jehož stavba probíhala v letech 1998–2002. Tunel byl ražen ve složitých geologických podmínkách flyšového karpatského pásma. Samotný portál v katastrálním území města Čadca je lokalizovaný v místě sesuvu, proto musel být ukotven zemními lanovými kotvami. Při stavbě tunelu došlo mimo jiné k zavalu v délce 280 m, při kterém vznikl otvor až na povrch v místě, kde nadloží dosahovalo mocnosti 15 m. V současné době jsou v rámci rozšiřování dálniční sítě na Slovensku ve výstavbě i další tunely, patří mezi ně např. *tunel Dargov* (3,25 km) v okrese Trebišov, *tunel Povážský Chlmec* (2,0 km) v okrese Žilina, *tunel Korbelka* (5,7 km) v okrese Ružomberok nebo *tunel Polana* (975 m) v okrese Čadca.

ŽELEZNIČNÍ TUNEL

Železniční tunel je určen pro železniční dopravu a platí pro něj stejné charakteristiky jako v případě silničních tunelů. První železniční tunel na světě (tehdy ještě pro koněspřežku)⁹⁴ byl zprovozněn v roce 1826 mezi městy Roanne a Andrezieux ve Francii.

Rozšíření v ČR

Železniční tunely a jejich výstavba má v České republice dlouholetou tradici, ty nejstarší patří k nejstarším v Evropě a jsou cennými technickými památkami. V současné době je jich v železniční síti ČR provozováno a spravováno 154, z toho je 36 dvoukolejných tunelů a v dalších 31 dvoukolejných je provozována doprava pouze jednokolejně.

Mezi nejstarší tunely na našem území patřil tunel Choceňský, Třebovický a Tatenický. Všechny pocházejí z roku 1845 a byly součástí železniční trati mezi Olomoucí a Prahou. *Tunel Choceňský* (úsek Brandýs nad Orlicí–Choceň) se nacházel ve východní části železniční stanice Choceň a měl celkovou délku 256 m. V 50. letech 20. století byl při rekonstrukci železniční tratě snesen a nahrazen zářezem. *Tunel Třebovický* byl součástí úseku železniční tratě Třebovice v Čechách–Rudoltice v Čechách a měl celkovou délku 513 m. Společně s Choceňským tunelem se jednalo o historicky první tunel na našem území, do roku 1866 byl také nejdelším železničním tunelem. Tunel byl zároveň jedním z nejstarších

⁹⁴ Zkušební provoz na severním úseku nejstarší kontinentální veřejné dráhy, českobudějovicko-linecké koněspřežky z Certlova (dnes Rybník) do Českých Budějovic, byl zahájen 7. září 1827. Celá trať byla zprovozněna v roce 1832.

železničních tunelů ve střední Evropě. Primát měl i díky tomu, že byl budován ražbou, zatímco druhý nejstarší Tatenický tunel (dnes již nefunkční tunel u Krasíkova) byl sypaný. Projekt tunelu byl vypracován v roce 1842 při trasování Olomoucko-pražské dráhy v místě stavebně nejtěžšího úseku na celé trati, neboť bylo nutné překonat rozvodí nad Třebovicí vrcholovým tunelem. Původní návrh projektu byl na 567 m dlouhý tunel, když se předpokládala ražba skálou v obtížných geologických podmínkách. Již při stavbě tunelu docházelo k závalům a častým průsakům vody. I přes problémy byl tunel ve zkrácené délce v roce 1845 dokončen, ale v provozu byl pouze do roku 1865, kdy byl opuštěn, a provoz byl obnoven po vyřešení problémů s průsakem vody v letech 1931–1932. V roce 2005 byl při modernizaci železniční tratě zasypan a ve stejném roce byla část původního tunelu protnuta novým dvoukolejným tunelem, který je součástí páteřního koridoru tratě mezi Olomoucí a Českou Třebovou.

Tunel Tatenický byl součástí železniční tratě v údolí Moravské Sázavy v úseku mezi Krasíkovem a Zábřehem na Moravě. Jeho délka činila 145,8 m a nacházel se mezi původní zastávkou Tatenice, umístěnou přímo v obci, a stanicí Krasíkov. Podobně jako tunel Třebovicí byl zrušen v roce 2004 a na přeložce trati koridoru byl vybudován nový železniční tunel.

V souvislosti s modernizací železničních koridorů byla v posledních letech realizována i stavba nových železničních tunelů, mezi největší díla patří tunely v úseku optimalizované železniční trati mezi Zábřehem na Moravě a Krasíkovem. Na spojovací železniční větví mezi I. a II. koridorem byl zprovozněn tunel Hněvkov I, tunel Malá Huba a tunel Hněvkov II. *Tunel Malá Huba* byl zprovozněn v roce 2005, má celkovou délku 324 m, z toho ražená část má délku 300 m. *Tunel Hněvkov I* je 180 m dlouhý, z toho ražená část představuje 132 m, hloubená na vjezdovém portálu dosahuje délky 36 m a na výjezdovém portálu 12 m.

Tunel Hněvkovský II se nachází v úseku nové koridorové tratě mezi zastávkami Hoštejn a Lupěné a byl zprovozněn v roce 2006. Dvoukolejný tunel je dlouhý 463 m, z toho ražená část měří 433 m, hloubená část na vjezdovém portálu 5 m a na výjezdovém 25 m.

Nejdelším železničním tunelem v ČR je v současné době jednokolejný *tunel Březenský* mezi stanicí Březno u Chomutova a zastávkou Droužkovice. Se svou délkou 1758 m je o 11 m delší než tunel pod Špičákem. Výstavba tunelu je jedním z důsledků těžby uhlí v Podkrušnohoří, kdy těžba hnědého uhlí v povrchovém dolu Liboš vyvolala potřebu přeložit úsek trati Praha–Chomutov v traťovém úseku Březno u Chomutova–Chomutov. Přeložka tratě je dlouhá 7,1 km a zahrnuje jednokolejný březenský tunel délky 1758 m (jeho ražená část má délku 1478 m). Investor vybral pro ražbu a zhotovení primárního ostění metodu obvodového vrubu s předklenbou. Tato metoda by měla vyhovovat existujícím geotechnickým podmínkám – nestabilní horniny, nízké pevnosti jílovitých hornin a relativně nízké nadloží. Ražba probíhala v jemnozrnných středně až vysoce plastických jílech a uhelných jílech s přechody až do jílovců a světlý tunelový průřez dosahuje plochy 43,7 m². Navíc bylo prognózováno zastížení pozůstatků nedokumentované důlní činnosti, což se potvrdilo v daleko větším rozsahu, než se předpokládalo. U březenského portálu, odkud probíhá ražba, byla zastížena i uhelná sloj zapadající ve směru ražby pod dno tunelu. Celou stavbu březenského tunelu přitom provázely obrovské problémy se zajištěním stability území.

Druhým nejdelším tunelem je *Špičácký tunel* na Šumavě pod vrchem Špičák, který je součástí železniční tratě Plzeň–Železná Ruda mezi zastávkou Hojsova Stráž-Brčálník a stanicí Špičák. Byl projektován pro dvě koleje, položena byla však jen jedna. Celková délka tunelu dosahuje 1747,2 m. Účelem stavby tunelu bylo zkvalitnění dopravy mezi českými zeměmi a Bavorskem, zejména za účelem dopravy uhlí ze severočeských dolů. Tunel pod Špičáckým sedlem byl postaven v letech 1874–1877 jako jeden z prvních železničních tunelů v tehdejší Rakousku-Uhersku.

Nejdelší dvoukolejný tunel v ČR je *Vinohradský tunel I* (1145,5 m) v Praze, který spojuje pražské hlavní nádraží s výhybnou Praha-Vyšehrad, a tím i železniční stanicí Praha-Smíchov. V současné době se již dokončují nové delší dvoukolejné tunely, a to *Vítkovský tunel I* o délce 1316 m a *Vítkovský tunel II*

s délkou 1364 m, které jsou součástí velkého projektu „Nové spojení“, které je dopravní linií stavbou umístěnou v intravilánu hlavního města Prahy. Stavba „Nové spojení“ bude po svém dokončení spojovat železniční stanice Praha hl. n., Masarykovo nádraží, nádraží Libeň, nádraží Vysočany a nádraží Holešovice. Dva vítkovské tunely jsou dvoukolejné a jsou situovány pod hřbetem vrchu Vítkov. Z celkové délky vítkovských tunelů (2680 m) je 280 m v otevřeném výkopu. Ražba se prováděla s vodorovným členěním s plochou průřezu alternující dle zastižených technologických tříd od 95 do 110 m². Ražení tunelů probíhalo v horninách středního ordoviku, který je charakterizován rozpukanými tmavošedými prachovitými břidlicemi a místně zastiženými lavicovitě vrstevnatými křemenci a křemitými pískovci.

Mezi železničními tunely v ČR je výjimečnou stavbou *Polubenský tunel* poblíž Harrachova v Libereckém kraji na železniční trati Tanvald–Harrachov mezi železničními stanicemi Kořenov a Kořenov-zastávka. Od roku 1902, kdy byl uveden do provozu, je s délkou 940 m uváděn jako tunel s nejvyšším sklonem, který zde dosahuje až 53 m na 1 km, tj. 53‰.

Rozšíření ve světě

Železniční tunely jsou rozšířeny podobně jako silniční zejména ve vyspělých zemích, jejichž technologie a finanční prostředky výstavbu tunelů umožňují. Typickými regiony s četnými železničními tunely jsou Alpy a americké Kordillery a Andy. V posledních deseti letech se dynamicky rozvíjí velké stavby, při nichž jsou realizovány nejdelší tunely na světě. Samostatnou skupinou jsou pak podmořské tunely, s jejichž výstavbou má dlouholeté zkušenosti Japonsko. V roce 2007 byly zprovozněny dva z desítky nejdelších železničních tunelů na světě, v červnu 2007 Lötschbergský ve Švýcarsku (34,577 km) a v prosinci 2007 tunel Guadarrama (28,377 km) ve stejnojmenném pohoří ve středu Španělska.

Tab. 18: Nejdelší železniční tunely na světě (mimo podmořských)

	Železniční tunel	Délka (v km)	Stát	Rok dokončení
1.	Gotthardtský (Gotthard Base Tunnel)	57,0	Švýcarsko	2014
2.	Brennerský (základní tunel)	55,0	Rakousko – Itálie	2010
3.	Seikan	53,9	Japonsko	1988
4.	Mont d'Ambin	52,0	Francie – Itálie	2016
5.	Eurotunel	50,4	Francie – Velká Británie	1994
6.	Lötschbergský (základní tunel)	34,6	Švýcarsko	2007
7.	Sierra de Guadarrama	28,4	Španělsko	2001

Zdroj: *The World's longest Tunnel Page* (www.lotsberg.net); *www stránky tunelů*.

V současné době nejdelším zprovozněným železničním tunelem je *tunel Seikan* projektovaný v délce 53,85 km, z toho 23,3 km pod mořským dnem. Tunel propojuje ostrovy Honšú a Hokkaidó v oblasti Cugarského průlivu. O výstavbě podmořského tunelu rozhodla japonská vláda po sérii několika námořních katastrof v průlivu v 50. letech 20. století. Se stavbou se začalo v roce 1971, část tunelu byla ražena v hloubce 84 m pod mořským dnem, což způsobuje četné problémy. V tunelu došlo k celkem čtyřem záplavám, z toho nejhorší byla v roce 1976. Tunel byl zprovozněn v roce 1988.

Mezi nejdelší dokončené železniční tunely na světě patří dvoukolejný *tunel Lötschberg*, jehož stavba začala v létě 1999 odstřelem přístupové štoly u švýcarské obce Mitholz. Tunel dosahuje celkové délky 34,6 km a jeho trasa je vedena ve směru od severního portálu u obce Frutingen, odkud stoupá osa tunelu na vrcholový bod 815 m n. m. a pak sestupuje sklonem 1,3‰, k jižnímu portálu u obce Raron. Čtyři pětiny celkové délky tunelu bylo nutno vzhledem k řadě rizikových zón razit odstřelem a jen zbývající část od jihu byla vyražena pomocí tunelovacích fréz. Tunel byl vyražen v hloubce více než tisíc metrů, jeho stavba byla dokončena v roce 2006 a ve stejném roce byl zahájen zkušební provoz, od roku 2007 slouží tunel plně železniční dopravě.

Nejdelšími železničními tunely budou po svém dokončení dva alpské tunely, které jsou projektovány v celkové délce větší než 50 km, jedná se o Gotthardský tunel ve Švýcarsku a Brennerský tunel na hranici Rakousko–Itálie. Úpatní *tunel Gotthard*⁹⁵ ve Švýcarsku má mít po dokončení v roce 2014 celkovou délku 57 km. Tunel spojí město Bodio v jižním švýcarském kantonu Ticino a město Ersfeld ve středním kantonu Uri. Stavba byla zahájena v roce 1993 prvními testovacími zkouškami stability geologického podloží v místě synklinály Priora. Počátkem roku 1996 byly postaveny nezbytné štoly a šachty. Tunel Gotthard tvoří dva jednokolejné tunely, které jsou od sebe vzdáleny okolo 40 m a jsou mezi sebou propojovány ve vzdálenosti 325 m. Dvě dvojité kolejové spojky umožňují přejíždění z tunelu do tunelu, například při provádění údržby nebo při nehodě. Složitost výstavby tunelu dokládá mimo jiné i lokalizace tunelu v geologicky nestabilním území s ročními vertikálními pohyby v řádech milimetrů. Při vlastní stavbě je průměrně raženo 25 m za den, což objemově odpovídá zaplnění 150 nákladních vlaků vytěženou horninou, z nichž je každý dlouhý 120 m. Teplota, při které ražba pod zemským povrchem probíhá, dosahuje 40 °C. Vytěžená hornina se buď různým způsobem upravuje na přísadu do betonu, na výrobu cihel, jako šterk, nebo se užívá jako podkladní materiál při různých dopravních stavbách či na opravu hrází a na ochranné násypy nové železniční tratě. Přebytky hmoty končí na skládkách lomů.

V roce 2007 byla podepsána mezivládní dohoda o výstavbě nejdelšího železničního tunelu na světě mezi Rakouskem a Itálií. Železniční *tunel Brenner*, jehož stavba měla být zahájena v roce 2009, by měl dosahovat délky 63 km a dokončen by měl být v roce 2022. Železniční tunel by měl propojit Innsbruck s italským Brixenem a měl by ulehčit dálnici vedoucí Brennerským průsmykem.

Nejdelším železničním tunelem na Slovensku je *Harmanecký tunel* (tunel Čremošianský 14) na železniční trati Banská Bystrica–Dolná Štubňa. Celková délka tunelu dosahuje 4698 m a překonává nejvyšší bod horského sedla mezi Velkou Fatrou a Kremnickými vrchy. Tunel byl stavěn ve 30. letech 20. století a dokončen v roce 1940.

Samostatnou skupinou jsou **podmořské tunely**, které jsou technologicky i finančně nejnáročnějšími dopravními stavbami. V současné době je několik velkých podmořských tunelů ve výstavbě (viz tab. č. 19) a také probíhají jednání o výstavbě dalších tunelů. Například počátkem roku 2008 byla zahájena studie o možnosti podmořského železničního tunelu, který by propojil finské Helsinky a estonský Tallin.

Tab. 19: Nejdelší železniční podmořské tunely

	Železniční podmořský tunel	Stát	Délka (v km)	Rok dokončení
1.	Seikan (Tsugaru kaikyo)	Japonsko	53,8	1988
2.	Eurotunel	V. Británie – Francie	50,4	1994
3.	Shin Kanmon	Japonsko	18,7	1975
4.	Storebælt	Dánsko	8,0	1997
5.	Severn	V. Británie	7,0	1886
6.	San Francisco Trans-Bay	USA	5,6	1974
7.	Drogden ¹⁾	Dánsko	4,0	2000
8.	Kanmon	Japonsko	3,6	1944
9.	Grand Trunk Railway	Kanada – USA	1,9	1930

Poznámka: 1) Pokračování Öresundského mostu.

Zdroj: The World's longest Tunnel Page (www.lotsberg.net); www.stranky.tunelu.

⁹⁵ Stejně označení (Gotthardský tunel) má také tunel mezi Göschenen (1106 m n. m.) a Airolo (1142 m n. m.) o délce 14,9 km. Tento projekt byl zahájen v roce 1869 a první vlak projel tunelem v roce 1882. Na příjezdech k tunelu u Wassenu a Levantina byly poprvé projektovány a postaveny unikátní spirálové tunely se stoupáním 26 %. Přibližně ve stejném období se realizovala v Alpách také významná stavba *Simplonského tunelu* realizovaná ve dvou etapách a zatěžovaná průvaly vody o teplotě až 62 °C. První tunel délky 19,8 km byl ražen v letech 1898–1905.

V současné době nejdelším zprovozněným železničním podmořským tunelem je *tunel Seikan*, druhý nejdelším je *Eurotunel (Channel Tunnel)*. Eurotunel je podmořský tunel pod Lamanšským průlivem, který propojuje kontinentální Evropu s britskými ostrovy. Tunel je veden mezi přístavními městy Folkestone (Anglie) a Calais (Francie). Přitom plány na propojení Anglie s Francií podmořským tunelem jsou již několik set let staré. Realizovaný projekt byl zahájen v 80. letech 20. století založením společnosti Eurotunnel. Raženy byly dva provozní tunely a mezi nimi jeden servisní. Tunel byl zprovozněn pro železniční dopravu v roce 1994. Tunel je dlouhý 50 km, z toho 38 km je pod mořským dnem s průměrnou hloubkou 45 m pod mořským dnem.



Obr. 57a: Stěny bývalého železničního tunelu v Chocní, které byly vytesány v r. 1845 do tur. slínovců, tunel byl zrušen v letech 1947–1950 (foto: I. Smolová).



Obr. 57b: Portál železničního tunelu v Pováží (foto: I. Smolová).

TĚLESO DÁLNIČE

Anglicky: motorway

Těleso dálnice je příkladem dopravního tvaru, který je speciálním typem rychlostní komunikace, která splňuje některé parametry. Základním je oddělenost provozu v protisměrných pruzích, což znamená existenci středního dělicího pásu. Součástí dálnic jsou mimoúrovňové křižovatky, nájezdy s dostatečně dlouhým připojovacím pruhem a poloměry zatáček, které umožňují stanovenou maximální rychlost. Stavba dálničního tělesa vyžaduje rozsáhlé terénní úpravy, které spočívají v agradaci i degradaci.

Rozšíření v ČR

Počátek výstavby dálnic na území ČR je datován do období ještě před druhou světovou válkou, skutečná realizace staveb dálničních těles pak začala v 60. letech 20. století.

V současné době tvoří dálniční síť v ČR celkem 750 km dálnic (k 1. 1. 2010), z toho 335 km dálnice D1, 152 km dálnice D5, 86 km dálnice D11, 78 km dálnice D8, 64 km dálnice D2 a 35 km dálnice D3.

Nejstarší a nejdelší dálnicí je *dálnice D1*, jejíž stavba byla schválena již 4. listopadu 1938. Tehdy se počítalo s dálničním propojením Prahy a Podkarpatské Rusi. Se stavbou první české dálnice (nepočítáme-li stavbu „německé“ dálnice na Moravě, jež začala asi o měsíc dříve než stavba D1) se započalo v roce 1939, ale práce byly přerušeny 2. světovou válkou. I když byla výstavba po válce v omezeném rozsahu obnovena, došlo v roce 1950 k jejímu definitivnímu zastavení. V roce 1963 byla schválena páteřní síť českých dálnic a počítalo se i se stavbou D1. Proti původním plánům z roku 1939 se trasa i parametry

drobně změnily, proto můžeme ještě dnes nalézt opuštěné a nepoužívané mosty ze 30. a 40. let 20. století (např. v okolí vodní nádrže Švihov). Výstavba dálnice D1, jak ji známe dnes, začala v roce 1967 a v roce 1971 byl otevřen vůbec první dálniční úsek u nás, a to mezi Prahou a Mirošovicemi. V dubnu 1969 se potom začalo stavět i od Brna. Souvislý dálniční tah mezi Brnem a Prahou byl dokončen v roce 1980, kdy byl zprovozněn poslední úsek dálnice u Humpolce. V letech 1988 a 1992 byly do provozu uvedeny dva úseky od Holubic u Brna až k Vyškovu. Nová pokračující stavba dálnice D1 od Vyškova přes Kroměříž byla zahájena v roce 2001 a uvedení do provozu probíhá postupně od roku 2005.

Nejnámější nedokončenou silnicí v ČR je dálnice R43 (někdy označovaná jako tzv. *Hitlerova dálnice*), jejíž trasu lze dobře sledovat severně od Brna v geomorfologickém celku Boskovické brázdy. Přípravné práce byly zahájeny v roce 1938 a stavba začala v roce 1939. Koncem roku 1940 se počítalo se zprovozněním 65 km, které protínaly protektorát. Válečné neúspěchy a hospodářské potíže však Němce donutily koncem dubna 1942 stavbu přerušit. K jejímu obnovení už vzhledem k výsledku druhé světové války v Evropě nedošlo. Nejvýraznějším pozůstatkem nedokončeného dálničního díla je betonový pilíř, který ční ze svahu v bezprostřední blízkosti hráze Brněnské přehrady. Další čtené pozůstatky komunikace R43 se dochovaly v okolí Boskovic v souvislé linii přes Jevíčko až k Městečku Trnávka.



Obr. 58a: Dálnice D47
(foto: I. Smolová).



Obr. 58b: Výstavba dálnice D1 na Slovensku
v úseku Liptovský Mikuláš–Prešov
(foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Dálniční síť je součástí dopravní sítě každého vyspělého státu. Z hlediska délky dálniční sítě patří k nejdelším dálnice v USA, na evropském kontinentě pak v Německu, Francii a Itálii. K rychlému rozvoji dálniční sítě dochází v současné době v sousedním Polsku a Slovensku.

Význam

Dálnice umožňuje rychlé dopravní spojení a je technicky provedena tak, že umožňuje provoz i za vysokých rychlostí. Dálnice spojují významná ekonomická centra v zemi, proto mají strategický význam pro rozvoj regionů. Nově jsou stavěny dálnice, které propojují hospodářská centra s významnými rekreačními lokalitami, například v Evropě s vybranými městy středomořského pobřeží.

EKODUKT

Anglicky: ecoduct

Ekodukty jsou přesypané mosty určené pro bezkolizní přechod živočichů nad tělesem dálnice, které slouží jako uměle vybudované biokoridory. V případě, že těleso dálnice překonává terénní nerovnosti, může být ekodukt vhlouben do terénní vyvýšeniny. Ekodukty patří mezi ekologické stavby, které zmírňují negativní důsledky stavby dálničních těles v krajině.

Rozšíření v ČR

Ekodukty jsou stavěny u nově budovaných dálnic a s jejich výstavbou se začalo na našem území až po roce 1995. První ekologickou stavbou tohoto typu je 100 m dlouhý *ekodukt Dolní Újezd*, který byl zprovozněn v roce 1999. Je lokalizován na rychlostní komunikaci R35 v lokalitě Skoky–Dolní Újezd, kde komunikace protíná výrazný terénní hřbet v úpatní části Oderských vrchů. Protože navržená komunikace přetínala v tomto úseku regionální biokoridor, bylo nutno navrhnout řešení, které umožnilo průchodnost koridoru spojujícího regionální biocentrum Zámecký kopec na jihozápadě s regionálním biocentrem Polom na severovýchodě. Součástí ekoduktu je 300 m dlouhý komunikační zářez a 100 m dlouhý hloubený tunel. Nad tunelem je celá plocha zalesněna původními dřevinami (dub, habr, buk, lípa); svahy nad portály jsou osety travní směsí a osázeny keřovými porosty doplněnými soliterními stromy tak, že zůstává zachována kontinuita jižních svahů s charakteristickou vegetací. Tunel je opatřen pevným neprůhledným oplocením, které umožní zvěři navedení na přechodovou pasáž a zabráni jejímu kontaktu s komunikací.

Příkladem dalšího ekoduktu je *ekodukt Žehuň* na dálnici D11, který byl zprovozněn v roce 2005 a má délku 50 m. Dalším příkladem je *ekodukt Voleč* také na dálnici D11 o celkové délce 70 m, který byl zprovozněn v roce 2006. Na rychlostní komunikaci R6 je jako součást stavby průtahu městem Karlovy Vary *ekodukt Jenišov* dlouhý 31 m. V současné době dokončovaný je ekodukt Hrabůvka dlouhý 48 m. Jedná se o zahloubený přesypaný mostní objekt u obce Hrabůvka na dálnici D1, který bude umožňovat přechod živočichů přes dálnici, silnici III. třídy a Drahotušský potok. Ve výstavbě je také *ekodukt Suchdol nad Odrou* (65 m dlouhý) vedený přes dálnici D47, *ekodukt Komořany* (délka 70 m), což je krátký tunel bezprostředně navazující na most přes Vltavu. V roce 2010 byla dokončena stavba *ekoduktu Cholupická bažantnice*, který tvoří soustava tří biomostů s připojením místních polních cest a vodoteče v blízkosti Cholupické bažantnice.

Rozšíření ve světě

S výstavbou ekoduktů se začalo ve větší míře až v 90. letech 20. století. Jsou realizovány u nově budovaných dálničních těles prioritně v oblastech, kde dálnice prochází přímo nebo v těsné blízkosti zvláště chráněného území (územím přírodního nebo národního parku). Četné jsou například v Nizozemí, Německu nebo Kanadě.

Význam

Stavba tělesa dálnice znamená přerušení přirozených migračních tras pro volně žijící živočichy, výstavbou ekoduktů se zmírňují negativní důsledky antropogenních zásahů.



Obr. 59a: Ekodukt Dolní Újezd
na dálnici Olomouc–Lipník nad Bečvou
(foto: I. Smolová).



Obr. 59b: Ekodukt na Transkanadské dálnici
ve státě Alberta na území NP Banff
(foto:).

PODZEMNÍ GARÁŽ

Anglicky: underground garage

Podzemní garáže jsou podpovrchové dopravní antropogenní tvary, které vznikají vyhloubením prostoru (velké jámy či dutiny) pod zemským povrchem za účelem výstavby parkovacích míst. Lze je z hlediska velikosti rozdělit na malé, střední a velké. Mezi malé podzemní garáže se počítají garáže, které jsou součástí individuální bytové výstavby (rodinných domů) a jsou určeny pro jedno až tři auta. Za střední podzemní garáže se považují podzemní prostory určené řádově pro desítky aut. Velké podzemní garáže jsou objemově velké stavby, které jsou často patrovitě uspořádány a mají řádově stovky parkovacích míst. Velké podzemní garáže (tzv. parkovací domy) jsou lokalizovány zejména ve velkých městech, kde je nedostatek volných ploch na povrchu. Součástí podzemních garáží jsou větrací a přístupové šachty, příjezdová komunikace s vjezdním a výjezdním portálem. Z technického hlediska je nutné zabezpečení stability podzemní stavby, což je nejčastěji pomocí vrtaných pilotů, nutná je také dostatečná izolace, která zabraňuje průsakům podzemní vody.

Rozšíření v ČR

Velké podzemní garáže jsou v současné době ve všech velkých městech v ČR (s počtem obyvatel nad 100 tis.). Nejčastěji jsou v blízkosti centra města, kde řeší problémy s dopravou v hustě zastavěném území. Podzemní parkoviště střední velikosti jsou i u některých velkých hotelových komplexů.

Rozšíření ve světě

Podzemní garáže jsou rozšířené ve všech velkoměstech ekonomicky vyspělých zemí, kde to umožňují přírodní podmínky.

Význam

S rostoucí automobilovou dopravou jsou kladeny vysoké požadavky nejen na stavbu nových komunikací, ale také na výstavbu parkovacích ploch. Ve velkých městech není z prostorových důvodů možné budovat parkovací plochy na povrchu, proto jsou budovány velké podzemní objekty, které mají minimální požadavky na zábor plochy.

TUBUS METRA (METRO)

Anglicky: metro, underground railway

Metro⁹⁶ je příkladem podpovrchového dopravního antropogenního tvaru. Metro je speciálním případem dopravního tunelu, který byl postaven za účelem přepravy velkého počtu osob, a jeho realizace vyžaduje velké finanční prostředky. Charakteristickým rysem je to, že většina dopravní trasy, případně i celá, je vedena pod zemským povrchem dopravními tunely. Důvodem realizace staveb metra je nezávislost na ostatních typech dopravy a většinou nemožnost zabezpečit pro rostoucí počet obyvatel města jiný způsob dopravy. Doprava se realizuje v samotném tubusu metra, jehož průměr se pohybuje v rádech jednotek, maximálně desítek metrů. Jedna z nejmenších výšek je u metra v Glasgow, kde dosahuje pouze 3,3 m. Celkové malé výška všech tubusů metra například ve srovnání s požadavky na povrchové tratě je dosažena zejména díky způsobu odběru elektrické energie pro provoz, kdy je elektrický proud odebírán z boční napájecí kolejnice (rozdíl oproti tramvajové či trolejbusové dopravě, kdy musí být elektrické vedení umístěno v bezpečné výšce nad vozy).

Součástí tubusu metra jsou rozšířené podzemní prostory sloužící jako stanice podzemní dráhy. Podle způsobu výstavby, tvaru a propojení s povrchem se rozlišují některé základní typy stanic podzemní dráhy, například stanice metra uzavřeného typu, kde boční lodě nejsou přístupné cestujícím. Podle způsobu technického řešení se rozlišují tubusy metra povrchové, hloubené nebo ražené.

Rozšíření v ČR

Na území ČR je v provozu metro pouze v hlavním městě a patří z hlediska dopravy mezi speciální železniční dráhy (podle zákona o drahách). O výstavbě podzemní dráhy v Praze se začalo uvažovat již na počátku 20. století.⁹⁷ V roce 1941 byly ukončeny práce na souhrnném projektu tří tras podzemní dráhy a byla také vypracována stavební dokumentace. S výstavbou podpovrchové tramvaje, kterou mělo nahradit později metro, se začalo v roce 1966 a výstavba první stanice metra (Hlavní nádraží) byla zahájena v roce 1967. Přípravné práce pro ražení prvního tunelu metra u Pankráckého náměstí začaly v roce 1968.⁹⁸ Již v roce 1969 byla zahájena ražba prvního tunelu metra mezi ulicemi Štětkova a náměstím Hrdinů (dnešní stanice Pražského povstání a Vyšehrad). Zkušební provoz metra v depu Kačerov začal v květnu 1971 a provoz pražského metra zahájilo otevření linky C v květnu 1974 v úseku z Kačerova na stanici Sokolovskou (Florenc).

Postupně vznikala síť tří tras A (délka 11 km), B (délka 25,6 km), a C (délka 22,7 km) s přestupními stanicemi v centru města. Celková provozní délka pražského metra je v současné době 59,3 km (k 31. 12. 2008) a je v něm umístěno 57 stanic, z toho 3 přestupní. Pouze šest stanic je povrchových (stanice Vyšehrad, Depo Hostivař, Zličín, Luka, Rajska zahrada a Černý most), ostatní jsou hloubené nebo ražené. Hloubka hloubených stanic se pohybuje od 4 do 21 m, u ražených od 20 do 52 m. Nejhlubší stanicí je stanice Náměstí míru na trase A, umístěná 52 m pod zemským povrchem. Délka všech vybudovaných tunelů a štol dosahuje okolo 150 km.

Ukázkou složitosti technického řešení stavby metra v Praze jsou úseky, které jsou vedeny pod údolním dnem Vltavy (traťové tubusy pod Vltavou). Celková koncepce překonání Vltavy (trasa C metra mezi Holešovicemi a Trojou) prošla složitým a mnohaletým vývojem. V jakékoli variantě řešení však byla omezujícím faktorem blízkost dočasné koncové stanice metra Nádraží Holešovice k Vltavě, a tedy strmost stoupání trasy v případě alternativy mostního spojení obou břehů, resp. příkré klesání do tune-

⁹⁶ Termín metro pochází z francouzského termínu *chemin de fer métropolitain* (železnice hlavního města) ve zkrácené podobě *Metropolitan Railway* (metropolitní železnice). Z tohoto označení přes francouzštinu a ruštinu proniklo i do češtiny. V některých jazycích se označuje jako podzemní dráha (např. německy U-Bahn).

⁹⁷ Již v roce 1926 byla vypracována souhrnná studie Ing. B. Belady a Ing. V. Lista „Podzemní rychlá dráha pro Prahu“.

⁹⁸ Podpora výstavby metra ze strany vlády byla vyslovena vládním usnesením č. 288 ze dne 9. srpna 1967 o výstavbě metra bez mezietaopy podpovrchové tramvaje.

lového podchodu ve směru na Troju. V roce 1998 rozhodli zastupitelé hl. m. Prahy o realizaci tzv. krátké varianty, která neobsluhuje sídliště Bohnice a směřuje z trojského břehu přímo do Kobylis a podchází dno Vltavy tunelem. V této výsledné variantě napojení dočasné koncové stanice metra byly navrženy dva nezávislé jednokolejné tunely, mělce uložené pod řečištěm. Na tubusy pak navazují železobetonové komůrky tunelů v obou směrech, jejichž výstavba probíhá v otevřených jamách zajištěných kotvenými, resp. rozpíranými podzemními stěnami. Stavba tunelu je z geologického hlediska lokalizována pod dnem vltavského údolí v místě širokého meandru. Předkvarterní skalní podklad je tvořen ordovickými sedimentárními horninami ve facii vrstev letenských, libeňských a vinických. Jedná se o převážně jílovité břidlice, které jsou při povrchu ve stavu eluvia, níže pak zvětralé až navětralé. I ve větších hloubkách byly ověřeny horniny tektonicky porušené. Terasa Vltavy je tvořena písky, písky se štěrkem až hrubým písčitým štěrkem. V bazální poloze jsou horniny se značným obsahem kamenité frakce s balvanův křemenců, bulžníků a granitů. V břehových partiích jsou v nadloží při povrchu původní údolní nivy uloženy nejmladší povodňové sedimenty, reprezentované jemně písčitými hlínami, hlinitými písky až slídnatými jemnozrnnými písky. Souvislá bohatá kvartérní zvrženina je vázána na terasové silně propustné sedimenty a přímo souvisí se stavem vody ve Vltavě. Provedení tunelového díla pod Vltavou spočívá v postupném vysunutí obou nezávislých komůrkových profilů jednokolejných tunelů ze suchého doku na trojském břehu do výkopu ve dně řeky a jejich zaústění do břehové jímky na holešovické straně. Tubusy v řečišti budou na bocích zasypány vytěženými štěrkopísky a nad stropy bude do úrovně původního dna proveden ochranný těžký kamenný zához. Suchý dok je umístěn na trojském břehu v trase tunelů metra ve směru do Kobylis a svým cílem částečně zasahuje do řečiště.

Rozšíření ve světě

Počátky výstavby podzemní dráhy typu metro spadají do druhé poloviny 19. století a historicky první stavba metra byla dokončena v Londýně v roce 1863. Jednalo se o podzemní dopravní tunel o délce 7 km, který mezi sebou propojoval vlaková nádraží Bishops Road (dnes nádraží Paddington) a Farringdon Street. Za historicky významný úsek podzemní dráhy je považována železniční trať v Řecku spojující hlavní město Atény a přístav Pireus, která byla zprovozněna v roce 1869 a od roku 1895 měla část vedenou podzemním tunelem (v úseku mezi zastávkami Thissio a Omonia), což někteří historici pokládají za nejstarší úsek metra v kontinentální Evropě. Mezi první stavby podzemní dráhy dále patřily podzemní dráhy v Budapešti, Aténách, Istanbulu, Paříži a Berlíně. V Budapešti bylo metro dlouhé 5 km otevřeno v roce 1896. Metro v Istanbulu (Tünel) je považováno za jedno z nejkratších na světě, neboť má délku pouze 573 m. Ve skutečnosti se jedná o lanovou dráhu vedenou podzemím.

Na americkém kontinentě byly první podzemní dráhy postaveny v Bostonu a New Yorku. Většinou se jednalo o krátké podzemní tratě, jejichž stavba byla prováděna hloubením.

Na počátku 20. století bylo postaveno metro ve španělském Madridu nebo argentinském Buenos Aires. Ve 30. letech 20. století bylo dokončeno metro v Moskvě (provoz byl zahájen v roce 1935), v roce 1954 bylo otevřeno metro v japonském Tokiu. Na konci 20. století došlo k dynamickému rozvoji stavby metra na území Číny, zejména v souvislosti s rychlým rozvojem měst a celkovým ekonomickým růstem země.

Podle délky tratí v jednotlivých městech patří mezi nejdelší metro v Londýně, kde celková délka podzemní dráhy dosahuje 408 km. Druhý nejdelší systém metra v Evropě je v Madridu. Metro v Madridu patří zároveň mezi nejstarší na světě. Jeho výstavba byla zahájena v roce 1917 a první trasa o délce necelé 4 km byla zprovozněna v roce 1919. V 80. letech 20. století překročila celková délka metra 100 km a pokračovalo se ve výstavbě nových tras, zejména v souvislosti s ekonomickým růstem španělské metropole. Období 90. let 20. století znamenalo dynamický rozvoj metra a město Madrid se stalo městem s nejrychleji se rozšiřující sítí podzemních komunikací na světě. V letech 2003 až 2007 bylo postaveno 81 nových stanic a téměř 90 km podzemní tratí. Celkově se zvýšila délka madridského metra na 322 km (s 319 podzemními stanicemi).

Nejdelší metro na americkém kontinentě je *metro v New Yorku*, které má celkovou délku sítě tratí 383 km (s 469 stanicemi podzemní dráhy).

Význam

Metro je významným podzemním dopravním antropogenním tvarem, jehož stavba je finančně velmi nákladná, ale umožňuje v hustě zastavěném území vyřešit způsob dopravy efektivním způsobem.



Obr. 60a: Metro v Praze
(foto: I. Smolová).



Obr. 60b: Metro v Paříži
(foto: I. Smolová).

KOSMODROM

Anglicky: spaceport, cosmodrome

Kosmodrom je příkladem dopravní plochy, která slouží pro lety kosmických raket do vesmíru. Lokalizace kosmodromu musí být v dostatečné vzdálenosti od obydlených míst a v blízkosti zcela neobydleného území, nejlépe oceánu, z důvodu ochrany před pádem částí raket.

Kosmodrom je z hlediska antropogenní transformace reliéfu podobně jako letištní plocha antropogenní degradací a agradací zarovnané území. Jedná se o téměř rovinnou plochu. Součástí kosmodromu jsou startovací rampy, technické zázemí, rozjezdové dráhy, přistávací dráhy pro raketoplány, parkoviště a další objekty. Z hlediska základní stavby jsou kosmodromy rozděleny na vlastní základnu a střelecký sektor. Součástí základny jsou odpalovací rampy, montážní haly i řídicí letová střediska. Součástí základny kosmodromu může být letiště či plocha pro přistání helikoptér.

Rozšíření ve světě

Většina kosmodromů je umístěna v blízkosti rovníku z důvodu maximálního využití zemské rotace pro počáteční rychlost rakety. Kosmodromy, které jsou umístěny ve větších vzdálenostech od rovníku, se používají pro tzv. blízkopólní dráhy.

Příkladem kosmodromu je *Kennedyho vesmírné středisko* na mysu Canaveral ostrova Merritt na Floridě v USA. Rozloha střediska je 567 km² (délka 55 km a průměrná šířka 10 km). Specifikem vesmírného střediska je i to, že velkou část území kosmodromu zaujímá významná přírodní rezervace. Přistávací dráha pro raketoplány, která je součástí Kennedyho vesmírného střediska, je 120 m široká a více než 5 km dlouhá.

Hlavním ruským kosmodromem je *kosmodrom Bajkonur*, který je lokalizován na území Kazachstánu. Byl zřízen v roce 1960 a první start balistické rakety proběhl v roce 1957. Vlastní kosmodrom zaujímá plochu 6717 km² a jeho součástí je 19 odpalovacích ramp, 2 letiště, tepelná elektrárna, téměř 1300 km silnic a 500 km železničních tratí. Přímo na území Ruska se nachází *kosmodrom Pleseck*, který byl po-

staven necelých 200 km jižně o města Archangelsk na ploše 1762 km². Střelecký sektor kosmodromu je orientován na sever k Barentsovu moři. Historie kosmodromu sahá do 50. let 20. století, kdy byl založen jako tajný objekt Ankara pro start balistických raket. Na kosmodrom byl z raketové základny přestaven v letech 1963–1966. Dalším příkladem kosmodromu je francouzský *kosmodrom Kourou* (Centre Spatial Guyanais), který se začal stavět v roce 1964 na území Francouzské Guayany na pobřeží Atlantského oceánu. Lokalita byla vybrána s ohledem na skutečnost, že Francie musela opustit kosmodrom na území Alžírsko a v Evropě s ohledem na hustou zástavbu nebyla pro jeho stavbu vhodná lokalita. Na území Japonska byl v letech 1966–1968 postaven *kosmodrom Tanegašima*. Je lokalizován na jihovýchodní pobřeží ostrova Tanegašima jižně od ostrova Kjúšú. Kosmodrom o rozloze 9,7 km² zahrnuje tři startovní komplexy a další zařízení pro start raket.

Příkladem opuštěného kosmodromu je *kosmodrom Hammaguir*, který byl stavěn od roku 1951 jako dálková vojenská střelnice Francie v Alžírsku. Po získání nezávislosti Alžírsko byl na základě mezivládních dohod provoz kosmodromu ukončen (v roce 1967).

Význam

Kosmodromy jsou primárně využívány pro vzlety kosmických raket do vesmíru. Jejich součástí jsou často i výzkumná pracoviště kosmického výzkumu. S ohledem na terénní úpravy a rozsáhlé vybetonované plochy stavba kosmodromu ovlivňuje i přírodní geomorfologické pochody.

MOSTNÍ KONSTRUKCE

Anglicky: bridge construction

Most je druh dopravní stavby překonávající překážku, nejčastěji vodní tok, záliv, průliv nebo údolí. S výstavbou mostní konstrukce jsou spojeny rozsáhlé terénní úpravy, jejichž rozsah závisí na lokalizaci a zvoleném technickém řešení. Prvními mosty byly v dávných dobách lávky zavěšené nad řekami, u kterých nedocházelo k větším terénním úpravám. S rozvojem vozové dopravy však bylo nutné stavět mosty širší. V římské říši znali oblouk, díky němuž bylo možné stavět mosty jednodušeji. Do doby gotiky se stavěly převážně mosty románské, nesoucí prvky římského stavitelství. Nástup gotického slohu a rozvoj společnosti konstrukci mostu změnil. Mosty se stavěly větší, z hrubších kamenů (z této doby pocházejí nejstarší mosty v ČR). Počínaje 16. stoletím se uplatňují širší stavby s lehčími pilíři. Zásadní změna a dynamický rozvoj výstavby mostů nastal v době průmyslové revoluce v souvislosti se stavbou železničních tratí. V první fázi se stavěly mosty dřevěné a viadukty z kamene a cihel. Postupně byla stále více využívána litina a ocel. Počínaje 19. stoletím se začalo využívat závěsných lan a betonových pilířů a nosníků. Mostní konstrukce lze členit na železniční, silniční, dálniční a akvadukty.

Rozšíření v ČR

Na území ČR jsou mostní konstrukce rozšířeným tvarem, zejména s ohledem na členitost území. Nejdelším mostem (stav k 31. 12. 2008) je dálniční *most přes Obři u Doksan* (délka 1183 m), který byl dokončen v roce 1998. Mostní konstrukci tvoří dva samostatné souběžné mosty. Vlastní most je na podzemních stěnách. Druhým nejdelším mostem v ČR, který byl až do roku 1910 nejdelším mostem v Evropě, je *Negrelliho (Karlínský) viadukt* přes Vltavu v Praze. Negrelliho viadukt je historicky prvním⁹⁹ pražským železničním mostem přes Vltavu a spojuje Masarykovo nádraží s městskou částí Bubny přes ostrov Štvanici. Třetím nejdelším je *most v Trmicích*. Jedná se o dálniční estakádu, která přemostuje osm železničních tratí a vleček se třinácti koleje a pod mostní konstrukcí prochází i další

⁹⁹ Negrelliho viadukt byl postaven v letech 1846–1849 jako součást projektu Severní státní dráhy Olomouc–Praha–Drážďany.

obslužné komunikace a trakční vedení. Mostní konstrukce je situována v lokalitě tvořené výsypkami z uhelných dolů, což znamená zvýšené technické nároky na zabezpečení nestabilního nadloží. Pilíře mostu jsou založeny na hlubokých pilotách o délce až 33 m. Podobnou konstrukci má i *mostní estakáda v Knínicích* dlouhá 1071 m.

Ve výstavbě je mostní konstrukce *Lahovická estakáda* (délka 2291 m) přemostující údolí Vltavy a Berounky na jižním okraji Prahy (Pražský okruh), která bude po dokončení (předpokládá se v roce 2010) nejdelším mostem v ČR.



Obr. 61: Výstavba Lahovické estakády přemostující údolí Vltavy a Berounky na jižním okraji Prahy, po dokončení v roce 2010 bude nejdelší mostní konstrukcí v ČR (foto: Ředitelství silnic a dálnic).

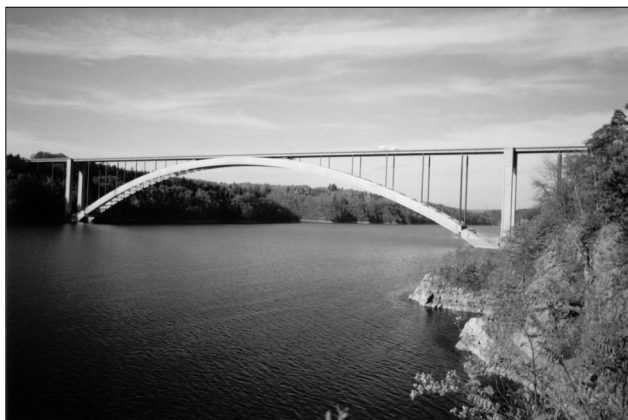
Tab. 20: Nejdelší mosty v ČR (s délkou větší než 1 km)

	Název mostu	Délka (v m)	Lokalizace	Využití	Rok dokončení
1.	most u Doksan	1183	přes tok Ohře u Doksan	silniční na dálnici D8	1998
2.	Negrelliho viadukt	1110	přes Vltavu v Praze	železniční most	1850
3.	most v Trmicích	1085	obec Trmice, j. od Ústí nad Labem	silniční na dálnici D8, přemostění žel. tratí v Trmicích	2006
4.	most Knínice	1071	Krušné hory, sz. od Ústí nad Labem	přemostění údolí na dálnici D8	2006
5.	most u Uherského Hradiště	1011	přes tok Moravy	přemostění části údolního dna Moravy	2000
6.	most přes Litovický potok	1004	z. okraj Prahy, Pražský okruh	silnice R1, přemostění údolí	2001

Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic (www.rsd.cz).

Podle rozpětí hlavního pole je největším mostem v ČR *Žďákovský most* přes Vltavu v jižních Čechách. Stavba mostu byla zahájena současně se stavbou hráze vodní nádrže Orlick v roce 1957. Most je dlouhý 543 m a hlavní oblouk o rozpětí 379,6 m podpírá konstrukci, po které vede 50 m nad vodní hladinou silnice (100 m nad dnem koryta Vltavy).

Nejstarším dochovaným mostem na území ČR je *Kamenný most v Písku*, který přemostuje tok Otavy. Most byl postaven ve 13. století za vlády Přemysla Otakara II (Kuthan, 1994) a první písemné doložení mostu je z roku 1348. Při výstavbě byla řeka uměle převedena do umělého koryta. Most je dlouhý 110 m a stojí na 6 pilířích. Druhým nejstarším dochovaným mostem je *Karlův most* přes Vltavu v Praze.



Obr. 62a: Žďákovský most
(foto: T. Rotter).



Obr. 62b: Kamenný most v Písku
(foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Mostní konstrukce jsou rozšířeny ve všech regionech světa. Nejdelší mosty jsou uvedeny v následující tabulce. Výstavba mostů se v posledních letech díky pokroku moderních technologií rychle rozvíjí, proto je řada nových projektů ve fázi realizace (výstavby). Nejdelším mostem na světě je *most přes jezero Pontchartrain* na jihu USA, severně od ústí Mississippi. Původně byl v místě dnešního mostu 35 km dlouhý dřevěný most, postavený již v roce 1883. Dřevěný železniční most chátral a byl postupně nahrazován hrází, až z něj zbylo jen 13 km. Po druhé světové válce (v roce 1956) jej nahradil současný most dlouhý 38,4 km, který tvoří 2170 stejných polí o rozpětí 17 m. S rostoucím zatížením mostu byl souběžně s ním v roce 1969 vybudován ještě jeden. Druhým nejdelším je v roce 2008 dokončený *most přes zátoku Chang-čou (Hangzhou)* na východě Číny (jižně od Šanghaje). Jedná se o visutý most, který je nejdelším transoceánským mostem světa. Během výstavby mostu se musela zhotovit 10 km dlouhá zeď, která stavbu chránila před vlnami. Velký problém pro výstavbu představovalo geologické podloží a mořská voda, kdy na mořském dně dochází k erupcím plynu a lokalita leží v seizmicky aktivní oblasti (most byl navržen tak, aby dokázal odolat zemětřesení s intenzitou 7 stupňů Richterovy stupnice). Nepříznivá pro stavbu je i rizikovitost tropických cyklon v regionu, vysoká salinita a velká amplituda mořského dmутí.

Tab. 21: Nejdelší mosty na světě (stav k 31. 12. 2008)

	Název mostu	Délka (v km)	Lokalizace	Využití	Rok dokončení
1.	most přes jezero Pontchartrain	38,4	USA, jezero Pontchartrain	silniční doprava	1969
2.	most přes zátoku Chang-čou	35,7	Čína, Východočínské moře	silniční doprava	2008
3.	most Runyang	35,6	Čína, Jang-c-ťiang	silniční doprava	2005
4.	most Donghai	32,5	Čína, Východočínské moře	silniční doprava	2005
5.	most přes zátoku Chesapeake	24,1	USA, zátoka Chesapeake	silniční doprava	1964
6.	most přes přeliv Bonnet Carré	17,7	USA, přeliv Bonnet Carré	silniční doprava	1960

Zdroj: www.strukturae.de

Nejdelšími visutými mosty na světě jsou *most Akaši-Kaikjó* (úžina Akaši, v blízkosti přístavu Kóbe, spojuje ostrovy Honšú a Šikoku) dokončený v roce 1998 a dlouhý 3,9 km, který má rozpětí hlavního pole (vzdálenost mezi dvěma polygony) 1991 m. Most je projektován tak, aby odolal rizikovým pří-

rodním jevům, větru o rychlosti 285 km/h a zemětřesení o intenzitě 8,5 stupňů Richterovy stupnice. Druhým nejdelším je *most Xihoumen* v Číně o rozpětí 1650 m a dokončený v roce 2009. Třetím je *most přes Velký Belt* v Dánsku (spojuje ostrovy Sjaelland a Fyn) dokončený také v roce 1998 s rozpětím 1624 m. Čtvrtým v pořadí je *most Runyang* v Číně (rozpětí 1490 m), který přemostuje řeku Jang-c'-ťiang a byl dokončen v roce 2005.

Mostní konstrukcí s nejvyššími pilíři je *viadukt Millau* ve Francii dlouhý 2460 m, který přemostuje od severu k jihu údolí řeky Tarn. Pilíře mostní konstrukce byly zakládány ve vápencovém podloží s krasovými kavernami s jílovitou výplní a s tektonickými poruchami. Zemní práce dosáhly objemu 350 tis. m³, kdy se jednalo zejména o hloubení základů pilířů (až do hloubky 17 m).

Význam

Mostní konstrukce umožňují překonávat terénní nerovnosti, vodní toky, vodní plochy nebo zálivy s využitím přemostění.

DOPRAVNÍ (KOMUNIKAČNÍ) VÝKOP

Anglicky: excavation

Komunikační výkop je lineární dopravní vhloubený tvar reliéfu se strmými až svislými svahy. Dosahuje hloubky řádově jednotky metrů (nejčastěji 1–4 m) a šířka se pohybuje v desítkách cm. Komunikační výkopy se realizují s cílem uložení doprovodné infrastruktury komunikací (potrubí, kabeláže apod.). Velmi často jsou následně zasypany, proto je lze řadit mezi tvary efemerní. Mělké a trvalé výkopy lemující komunikace za účelem odvodu vody se označují příkopy, které lze řadit i mezi vodohospodářské tvary.

Rozšíření v ČR

Na území ČR patří s ohledem na hustou komunikační síť mezi velmi čtené tvary. Lemují většinu komunikací (silnic i železnic).

Rozšíření ve světě

Komunikační výkopy patří mezi velmi čtené tvary, jsou rozšířeny ve všech zemích světa.

Význam

Komunikační výkopy mají význam jako doprovodné tvary komunikací, ve kterých je vedena technická infrastruktura. Velký význam mají příkopy, kterými je odváděna voda z komunikací.

PLYNOVOD

Anglicky: gas pipeline

Plynovod je příkladem tzv. produktovodu a také souhrnným označením pro systém potrubí určený pro přepravu plynu na větší vzdálenosti. Plynovody se vedou po povrchu, pod povrchem i pod hladinou moře. Mezi antropogenní tvary se plynovody řadí tehdy, pokud je s jejich výstavbou spojena rozsáhlejší terénní úprava, což je nejčastěji v případech vedení plynovodu pod zemským povrchem. Obvykle je plynovod tvořen potrubím o vnitřním průměru až 122 cm, ve kterém dosahuje průtok zemního plynu rychlosti až 80 km/h. Po přivedení zemního plynu do místa spotřeby se plyn čistí a poté uskladňuje v podzemních zásobnících a ve speciálních nádržích.

Rozšíření v ČR

Na území ČR byly nejstarší plynovody, které zabezpečovaly rozvod plynu z městských plynáren, budovány v druhé polovině 19. století. Městské plynárny, zásobující izolovanou soustavu plynovodu, fungovaly plných sto let. Rozvoj technologií tlakového zplynování uhlí dal základ vzniku plošné soustavy dálkových plynovodů, zásobovaných několika velkými výrobními zdroji. Systémový zlom představovalo rozhodnutí z roku 1970 o výstavbě soustavy tranzitních plynovodů přes území bývalého Československa. Důsledkem bylo postupné rušení výroby svítiplynu a převod plynárenské soustavy na přepravu a dodávku zemního plynu. V polovině 90. let 20. století již bylo celé území ČR zásobováno zemním plynem. S výstavbou plynovodu souvisí i výstavba soustavy podzemních zásobníků plynu, která v současné době disponuje výkonem představujícím přibližně čtvrtinu roční spotřeby plynu.

Rozšíření ve světě

Plynovody jako příklady produktovodů jsou rozšířeny s výjimkou Antarktidy na všech kontinentech. Jsou vedeny z míst těžby plynu do míst spotřeby. Mezi země s nejdelsí délkou ropovodů a plynovodů patří USA (celková délka 794 tis. km), Rusko (245 tis. km), Kanada (99 tis. km), Čína (51 tis. km), Ukrajina (42 tis. km) a Mexiko (40 tis. km).¹⁰⁰

Například evropská přepravní síť plynovodů představuje jednotný hydraulický systém sestávající z dálkových plynovodů, podzemních zásobníků plynu a terminálů pro uskladnění a odpaření kapalného zemního plynu. Principy a hlavní směry rozvoje této soustavy jsou dány geografickou lokalizací disponibilních zdrojů a rozvojovým potenciálem trhu. Dlouhé plynovody jsou například v Rusku, kde jednotný systém zásobování plynem tvoří 148 tis. km plynovodů (Litera ed., 2003). Základní strukturu tvoří transkontinentální plynovody Polární záře, Bratrství, Progres, Sojuz a Jamal. *Plynovod Bratrství* byl prvním dálkovým plynovodem z Ruska na území tehdejšího Československa. Plynovod o celkové délce 2,7 tis. km a roční kapacitě 28 mld. m³ zemního plynu byl dokončen v roce 1967. *Plynovod Jamal* (stavba zahájena v roce 1995) je dlouhý 4 196 km a spojuje poloostrov Jamal v Rusku (naleziště Urengoj, Samburg) a území Německa. Mezi významné plynovody v Evropě patří také plynovod Europipe (I a II).

Význam

Plynovody jsou významným příkladem produktovodu, který umožňuje přepravu z míst těžby do míst spotřeby bez zvyšování nákladů na přepravu po komunikacích. Jedná se o bezpečný a ekonomicky nejefektivnější způsob dopravy plynu.

ROPOVOD

Anglicky: pipeline transport

Ropovod je podobně jako plynovod příkladem produktovodu. Termínem ropovod se označuje soustava potrubí pro rozvod ropy na delší vzdálenosti. Jinou možností je doprava ropy s využitím tankerů (přeprava lodní dopravou) nebo cisteren (doprava železniční a silniční). Antropogenním tvarem je ropovod tehdy, pokud je veden pod zemským povrchem a s jeho stavbou jsou spojeny terénní úpravy. Může však být veden i na povrchu, pak jsou antropogenními tvary pouze menší terénní úpravy spojené s ukotvením a zabezpečením potrubí.

V současné době ropovody tvoří potrubní systémy a technologická zařízení k přepravě ropy na dálku od zdrojů do zpracovatelských závodů a center spotřeby (jedná se přibližně o 80 % vytěžené ropy). Ropovody jsou svařovány z ocelových rour, jejichž nejmenší vnitřní průměr bývá 30 cm, největší až

¹⁰⁰ Zdroj: The World Factbook 2008 (www.cia.gov).

122 cm. Jsou vedeny po povrchu země, ale pokládají se i na dno moří do hloubky až 400 m, a to v betonových ochranných pláštích. Přibližně na každých 100 km trasy musí být zřízena přečerpávací stanice s čerpadly, kde je tok ropy kontrolován měřicími přístroji sledujícími množství i rychlost průtoku ropy.

Rozšíření v ČR

Česká republika využívá pro dopravu ropy do míst spotřeby systém dvou ropovodů. Prvním je *ropovod Družba*, který byl zároveň prvním ropovodem vedoucím na území tehdejšího Československa. V roce 1962 byl doveden do Bratislavy a v roce 1965 byl prodloužen do Záluží u Mostu. Až do roku 1989 byl jediným ropovodem na území České republiky, kterým bylo ročně dodáváno okolo 18 mil. tun ropy (maximálně 18,5 mil. tun/rok) ze zemí bývalého Sovětského svazu. Počínaje rokem 1985 však docházelo k postupnému snižování dodávaného množství ropy až na 7,5 mil. tun v roce 1991.

Ještě v 70. letech 20. století se z obchodně-politických důvodů začalo s výstavbou *ropovodu Adria* (dohoda o výstavbě byla podepsána v roce 1974), který vede z Omišalje na ostrově Krk. Ropovod byl v první etapě zprovozněn do Tupé na maďarsko-slovenské hranici. Na ropovod Družba byla Adria napojena v Százhalombatté (Šáchy), kde tehdejší Československo vybudovalo 4 nádrže na ropu o objemu 30 tis. m³. Ropovod byl dokončen v roce 1978 a roční přepravní kapacita pro Československo činila tehdy maximálně 5 mil. tun ropy ročně. Po krátkém období přerušení provozu v letech 1984–1989 byl ropovod opětovně na krátkou dobu zprovozněn v roce 1990. Po rozdělení Československa přestal být ropovod Adria z důvodu nízké přepravní kapacity pro české rafinerie zajímavý.

V roce 1990 se začal realizovat hlavně z politických a ekonomických důvodů projekt *ropovodu IKL* (podle původně plánované trasy Ingolstadt–Kralupy na Vltavou–Litvínov).¹⁰¹ Z hlediska zdrojové oblasti ropy ropovod plně nahradil ropovod Adria a zásobuje Českou republikou ropou z oblasti Blízkého východu. Konečná verze trasy ropovodu začíná ve Vohburgu nad Dunajem (Vohburg an der Donau) a na české území se ropovod dostává v blízkosti hraničního přechodu Waidhaus–Rozvadov. Na českém území bylo také rozhodnuto o stavbě Centrálního tankoviště ropy (CTR) Nelahozeves s vlastní realizací v letech 1990–1997. Toto tankoviště ropy slouží ke skladování a blendingu ropy z ropovodů IKL a Družba a zároveň k distribuci ropy k zákazníkovi. Ropovod IKL je ve Vohburgu napojen na ropovod TAL (Transalpine Ölleitung). Celková délka ropovodu dosahuje 350 km, z toho na českém území je 169 km. Specifikem vedení ropovodu IKL je jeho umístění do dna koryt několika řek, mezi nejznámější patří řeka Regen (uložení v hloubce 6 m) a Dunaj (uložení v hloubce 3,5 m).

Rozšíření ve světě

Historie výstavby ropovodů ve světě sahá do období konce 19. století. S myšlenkou dopravy ropy pomocí potrubí přišel v roce 1863 Dmitrij Ivanovič Mendělejev. Existují i názory, že první ropovody vznikly z iniciativy Vladimíra Šuchova a společnosti Branobel na konci 19. století, jinými autory je považován za nejstarší ropovod o délce necelých 10 km z ropného pole v Pensylvánii na železniční stanici Ropa Creek z roku 1860.

V současné době je již vybudována základní síť ropovodů o celkové délce v řádech statisíců kilometrů. K nejznámějším světovým ropovodům patří 2190 km dlouhý *Big Inch* v USA, vedoucí z nalezišť v Texasu do rafinerií v Pensylvánii, kanadský ropovod společnosti *Interprovincial*, který vede z Edmontonu v Kanadě přes Chicago v USA do kanadského Montrealu a měří 3787 km, *ropovod Trans Arabian* o délce 1700 km, vedoucí z oblasti Bahrajnu v Perském zálivu přes Saúdskou Arábii ke Středozemnímu moři, *Aljašský ropovod*, který vede od ložisek v zátocě Prudhoe na severu do přístavu Valdez na jihu a je 1287 km dlouhý. Za nejdelší ropovod světa je označován ruský *ropovod Družba* v délce 5502 km. S výstavbou ropovodu Družba se začalo v roce 1959 a jeho hlavním účelem bylo zásobovat státy tehdejšího socialistického bloku, včetně Československa, ropou z oblasti středního Ruska. Ropovod začíná ve městě

¹⁰¹ Jiné označení ropovodu je ropovod MERO (Mittleuropäische Rohölleitung).

Samara, které je místem, kam proudí ropa ropovody z centrální Sibiře a Kazachstánu. Ze Samary ropovod pokračuje západním směrem do města Mozyr v Bělorusku, kde se rozdvouje na severní větev (vedoucí do Polska a Německa) a na jižní (směřující přes Ukrajinu, Maďarsko a Slovensko do České republiky), která se v městě Šahy opětovně člení do tří větví, z nichž jedna vede do Bratislavy, druhá do Záluží u Mostu a třetí do Budapešti.

Mezi nejdelší ropovody na světě patří *ropovod Baku–Tbilisi–Ceyhan* (ropovod BTC), který má celkovou délku 1768 km, z toho 443 km v Ázerbájdžánu, 249 km v Gruzii a 1076 km v Turecku. Ropovod vede z ropných polí Azeri–Širag–Günešli v Kaspickém moři do Středozemního moře a propojuje ázerbájdžánské hlavní město Baku, gruzínské hlavní město Tbilisi s přístavem Ceyhan v Turecku. Ropovod byl zprovozněn v roce 2005 a hlavním investorem je britská energetická společnost BP (dříve British Petroleum).

Význam

Výhodou ropovodů jsou nízké náklady, nevýhodou jsou možné havárie, které mohou mít za následek znečištění půdy, podzemní vody, v případě podpovrchových ropovodů je komplikované zjistit přesné místo poškození, nevýhodou také je, když vedou přes politicky nestabilní území.

8.6 Vodohospodářské antropogenní procesy a tvary

Za vodohospodářské antropogenní procesy označujeme všechny terénní úpravy, které souvisejí s ovlivněním hydrologického režimu, zejména odtoku vody z povodí. Vodohospodářskými procesy vznikají vodohospodářské antropogenní tvary, které lze rozdělit na vnitrozemské a pobřežní (marinní).

Z vnitrozemských vodohospodářských antropogenních tvarů patří k nejčtenějším **vodní nádrže** (přehrady, rybníky, retenční nádrže), při jejichž stavbě vznikají v terénu výrazné **hráze vodních nádrží**. Dalšími tvary označovanými jako doprovodné investice při výstavbě vodní nádrže jsou například **zdymadla, přelivy (přepady)**, náhony či **rybí přechody**. Antropogenním zásahem v korytě vodních toků jsou stavby různých umělých překážek. Mezi nejčtenější patří **jezy**, které slouží k vytvoření zdrže na vodním toku.

Značné objemy transportovaného materiálu doprovázejí stavby umělých koryt vodních toků. Umělé koryto je konkávní antropogenní tvar, který může mít charakter zcela nové deprese vytvořené pro odvod nebo přívod vody, nebo se může jednat o upravené přirozené koryto vodního toku, pak hovoříme o regulovaném korytu. Regulované koryto může mít upravené dno, břehy nebo obojí. Dno se opevňuje především v místě brodů, přejezdů hospodářských vozidel, v místě mostních profilů, v místech soutoků či vyústění náhonů, v oblasti jezů a spádových stupňů nebo obecně v místech, kde je předpokládáno vyšší zatížení dna (např. odběry). Uměle vytvořená koryta je obecný termín, který lze podle funkce dále členit na jednotlivé typy, nejčastěji se jedná o **vodní kanály, náhony** či strouhy, které mohou mít charakter plavebních, odvodňovacích, melioračních či zavlažovacích kanálů. Vodní kanály určené pro plavbu se označují jako **plavební kanály** a **průplavy**. Doprovodnými stavbami plavebních kanálů jsou **plavební komory** či **lodní výtahy**. Mezi vnitrozemské vodohospodářské tvary patří také podpovrchové tvary, kterými jsou vodohospodářské sítě – **vodovodní síť** a **stoková síť**, **vodojemy**, **studny** a **vodní tunely**. Součástí stokové sítě jsou **čistírny odpadních vod**, které mohou mít rozsáhlé vhloubené podzemní prostory.

Mezi vodohospodářské tvary patří také **ochranné hráze**, které nejčastěji obklopují sedimentační nádrže odkališť a poldrů. Významný protipovodňový charakter mají **poldry**, což jsou deprese pod úrovní hladiny moře, jezera či vodního toku.

Typickými tvary v pobřežních oblastech jsou **umělé zátoky, umělé ostrovy, umělé mysy** a **valy**.

VODNÍ NÁDRŽ

Anglicky: water reservoir, dam

Vodní nádrž je jednou ze součástí vodního díla, které vedle vlastní vodní nádrže tvoří hráz vodního díla a další tvary jako například jezy, kanály či rybí přechody. Vodní dílo je vzdouvací stavba napříč údolím vodního toku, včetně všech stavební objektů, které společně vytvářejí nádrž k hospodaření s vodou. Z technického hlediska se používá častěji termínu přehrada, což je stavba přehrazující údolí toku za účelem vytvoření přehradní nádrže a tvoří ji přehradní těleso společně s příslušenstvím. Podle ICOLD (International Commission On Large Dams) jsou za přehrady označovány stavby s výškou hráze vyšší než 15 m (měřeno od charakteristické základové spáry) nebo přehrady s výškou hráze 5 až 15 m a s objemem nádrže nad 3,0 mil. m³. V české legislativě se rozdělují vodní nádrže na **přehrady a malé vodní nádrže**.

Antropogenním tvarem označovaným termínem vodní nádrž je sníženina upravená pro akumulaci vody a její hráz. Velmi často dochází k zaplavení přirozeného reliéfu a pro stavbu vodní nádrže nejsou nutné velké úpravy terénu. Vlastní vodní nádrž se skládá z prostoru stálého nadržení, akumulačního (zásobního prostoru) a retenčního ochranného prostoru.

- **Prostor stálého nadržení** je prostor provozního naplnění vodní nádrže. Prostor stálého nadržení je trvale naplněn vodou a jeho hloubka je stanovena na základě vodohospodářských požadavků.
- **Akumulační prostor** je zásobní prostor, kde se v období s vyššími průtoky hromadí požadovaná zásoba vody, která se v dalším období postupně využívá. Požadované množství může být různé podle období (zimní a letní režim).
- **Retenční prostor** je ochranný prostor, který se plní jen za povodňových stavů, obvykle se člení na ovladatelný, tj. prostor mezi hladinou zásobního prostoru a přelivnou hranou, a neovladatelný prostor, který je učen výškou přepadu přes přelivnou hranu.

Vodní nádrže znamenají značný zásah do krajiny. Jejich výstavba výrazně narušuje rovnováhu v krajině, urychluje některé přírodní geomorfologické pochody a vyvolává nové, jako je abraze břehů vodní nádrže a akumulace na březích, dně a na přehradních hrázích vodních nádrží. Mezi další negativní důsledky patří také zvýšení hladiny podzemních vod či změny biodiverzity.

Vodní nádrže lze dělit podle funkce, velikosti nebo podle geografické polohy.

Podle funkce lze vodní nádrže rozdělit na hydroenergetické, retenční, regulační, rekreační nebo nádrže sloužící jako zdroje vody (pitné, průmyslové nebo pro závlahy).¹⁰²

Podle velikosti se mohou člení na malé, střední a velké. Za malé vodní nádrže se v České republice (podle ČSN 75 2410) považují nádrže s akumulačním objemem menším než 2 mil. m³, které mají zároveň maximální hloubku u hráze 9 m.

Podle geografické polohy lze vodní nádrže člení na nížinné a horské. Nížinné nádrže se vyznačují velkou plošnou rozlohou, relativní malou průměrnou hloubkou (do 30 m) a malým kolísáním hladiny v průběhu provozu nádrže. Horské nádrže se vyznačují relativně menší rozlohou, velkými hloubkami (i přes 100 m) a relativně velkým kolísáním hladiny v průběhu provozu vodního díla.

Speciálním typem vodních nádrží jsou tzv. derivační vodní díla, která vytvářejí kaskády (stupně) na vodním toku a využívají rozdílu spádu mezi dvěma úseky vodního toku. Využívají se například jako

¹⁰² Klasifikace vodních nádrží podle funkcí (např. Patera, Nacházel, Fošumpaur, 2002) je na nádrže **zásobní** (zásobování: obyvatelstva pitnou vodou, průmyslu užitkovou vodou, zemědělství vodou závlahovou; nalepšování: minimálních průtoků v toku, průtoků pro plavbu; vytvoření zásoby vody pro využití vodní energie), nádrže **ochranné** (ochrana před povodněmi), nádrže vytvářející vodní prostředí (rekreace, chov ryb a vodní drůbeže, pěstování rostlin), nádrže **upravující vlastnosti vody** (usazovací nádrže, chladič nádrže, předehřívající nádrže) a nádrže **sedimentační** (zachycující splaveniny a odpady, záchytné nádrže, kalové nádrže, odkaliště).

přečerpávací vodní elektrárny nebo ve spojení s jezy a umělými koryty k pohonu mlýnů či podobných zařízení.

Součástí vodních nádrží jsou manipulační objekty, které zajišťují zejména odběry vody, ochranu vzdouvacích objektů, vyprázdnění nádrže a kontinuitu vodního toku, tj. minimalizaci účinků vzdouvací stavby jako překážky pro přirozené procesy probíhající ve vodním toku. Základními typy manipulačních objektů jsou přelivy, výpusti a odběrné objekty. Mezi další účelové objekty lze zařadit plavební komory, rybí přechody nebo zařízení pro převádění plovoucích hmot.



Obr. 63a: K ovlivnění břehů (např. břehové abrazi) dochází zejména u velkých vodních nádrží. Abrasní sruby na Brněnské přehradě (foto: K. Kirchner).

Obr. 63b: Vodní nádrž (foto: I. Smolová).

Ovlivnění reliéfu stavbou vodní nádrže je jednak zásahem do reliéfu, kdy při vlastní stavbě dochází ke vzniku nových tvarů, z nichž nejvýznamnějšími jsou hráze, jednak dochází k ovlivnění reliéfu v důsledku zatížení akumulovanou masou vody. Relativně malé je ovlivnění v případě klasických retenčních nádrží s malým stálým nadřazením, kde k výraznému vzestupu (a také poklesu) hladiny dochází pouze za povodňových situací a jinak dlouhodobě trvá stav výrazně redukováného zatížení vodou. U velkých vodních nádrží (s výškou hráze vyšší než 100 m) je zatížení v průběhu celého roku. Díky výstavbě vodní nádrže dochází rovněž k ovlivnění geomorfologických procesů (viz kapitoly Ovlivnění endogenních geomorfologických procesů, Urychlení marinních a lakustrinních procesů).

Rozšíření v ČR

Největší systém vodních nádrží v ČR je na toku Vltavy, tzv. *vltavská kaskáda*, kterou v současné době tvoří celkem devět vodních nádrží. První byly postaveny ve 30. letech 20. století (vodní nádrž *Vrané* a *Štěchovice*), ale historie výstavby přehrad na Vltavě je mnohem starší a sahá na konec 19. století. Tehdy byl vypracován projekt na splavnění Vltavy mezi Českými Budějovicemi a Mělníkem (autor projektu firma Lanna a Vering). V té době byla Vltava hojně využívána pro voroplavbu a klasickou plavbu, zejména přepravu dřeva, kamene a soli. K realizaci projektu došlo až po skončení první světové války. Nový energetický zájem se dostal do střetu s dosavadními hospodářskými zájmy a stal se prioritou na úkor původní myšlenky splavnění Vltavy. Největší přehrady vltavské kaskády byly postaveny v 60. letech 20. století (např. *Lipno*, *Orlík*). Prozatím poslední vodní nádrž na Vltavě (v. n. *Hněvkovice*) byla dokončena v roce 1992. Vedlejšími přínosy byla ochrana před povodněmi, splavnění některých úseků toku Vltavy, stabilizace hladiny pro odběr vody k průmyslovým účelům i pro výrobu pitné vody, vytvoření nových rekreačních míst. Vodní hospodaření na Vltavě umožňuje ovlivnit i splavnost Labe pod Mělníkem. Kaskáda však není schopna zadržet tak velké povodně, jaká nastala například v roce 2002.

Tab. 22: Největší přehrady v ČR podle rozlohy (stav k 31. 12. 2009)

Vodní nádrž		Vodní tok	Plocha (ha)	Celkový objem (mil. m ³)	Výška hráze (v m)	Uvedení do provozu
1.	Lipno I	Vltava	4870	306,0	25,0	1958
2.	Orlík	Vltava	2732	716,6	90,5	1963
3.	Švihov	Želivka	1670	264,0	62,0	1975
4.	Nové Mlýny – dolní	Dyje	1668	87,8	9,8	1989
5.	Slapy	Vltava	1392	269,3	70,0	1955
6.	Nechranice	Ohře	1338	272,4	48,0	1968
7.	Nové Mlýny – střední	Dyje	1033	34,0	6,7	1980
8.	Rozkoš	Úpa, Metuje	1001	76,2	26,0	1970
9.	Slezská Harta	Moravice	923	226,6	65,0	1997
10.	Vranov	Dyje	763	132,7	47,0	1934
11.	Jesenice	Odrava	760	52,8	21,0	1961

Zdroj: Vlček, V. ed. (1984): *Vodní toky a nádrže*. Praha: Academia, 316 s.; *Povodí Moravy; Povodí Labe*.



Obr. 64a: Vodní nádrž Znojmo na Dyji
(foto: I. Smolová).



Obr. 64b: Hráz vodní nádrže
Slezská Harta na Moravici (foto: I. Smolová).

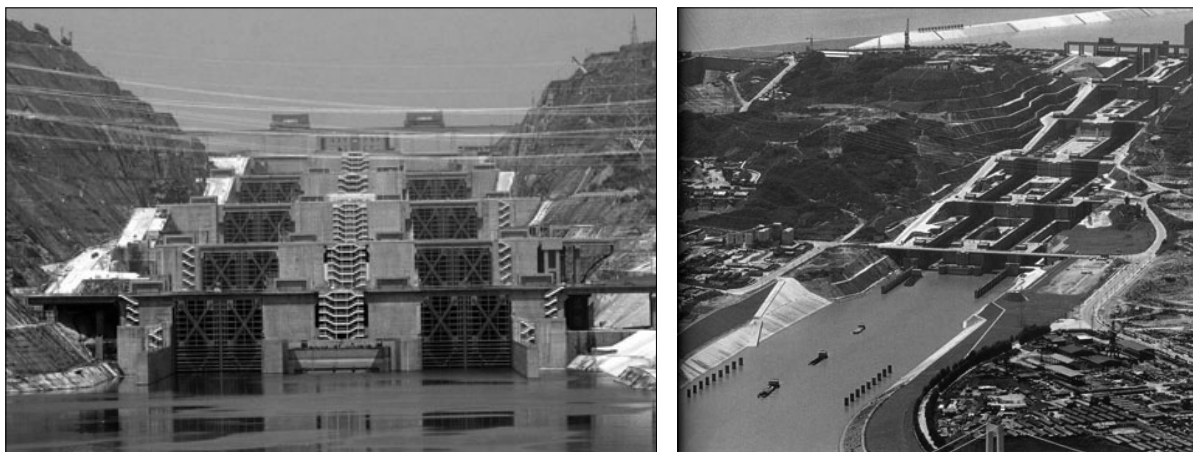
Objemem zadržené vody je největší vodní nádrž v ČR *vodní dílo Orlík*, které vzniklo v letech 1956 až 1963. Vodní nádrž má energetický význam, vyrovnává také průtok pro potřeby vodárenské a částečně ochraňuje před povodněmi. Těleso hráze je přímé, gravitační, betonové, o výšce 90,5 m a délce 450 m. Vodní plocha zaujímá 2732 ha, maximální hloubka nádrže je 74 m a celkový objem nádrže dosahuje 716,6 mil. m³. V energetické části přehrady jsou zabudovány 4 Kaplanovy turbíny s přírodním potrubím o průměru 6250 mm. Na pravém břehu jsou vybudována plavební zařízení pro lodě o výtlačku do 300 t (pouze stavební část) a pro přepravu sportovních lodí do výtlačku 3,5 t. Na výstavbu vodního díla bylo využito více než 1 mil. m³ betonu a 12 tis. t oceli. Součástí výstavby byla realizace 3,35 mil. m³ zemních a výlomových prací. Vzduť voda přehrady si vyžádala zatopení 650 obytných a hospodářských budov, 14 mlýnů, 6 pil a 4 elektráren (Povodí Labe, s. p.).

Rozšíření ve světě

Vodní nádrže se vyskytují na celém světě, především pak ve vyspělých státech. Historie jejich výstavby má tisíciletou tradici (viz kapitola 4.3.1). Nejčastěji jsou vodní nádrže lokalizovány na větších tocích a na tocích s velkou roční proměnlivostí průtoku, kde tento průtok během roku stabilizují. Údaje o celkovém počtu vodních nádrží na světě nejsou k dispozici. Obvykle se uvádí počet větších

vodních nádrží, tj. přehrad s výškou hráze vyšší než 15 m, na celém světě vyšší než 100 tisíc.¹⁰³ Mezi státy s největším počtem větších vodních nádrží patří USA, Japonsko, Indie nebo Čína. V posledních letech dochází v celosvětovém měřítku k intenzivní výstavbě jak velkých přehrad, tak menších vodních děl, která regulují odtok vody z povodí, slouží jako zdroje energie či zásobárny pitné vody. Uvádí se, že ročně se v posledních pěti letech staví přibližně tisíc nových vodních nádrží.

Největší vodní nádrž na světě je *vodní dílo Tři soutěsky* na řece Jang-c'ťiang v Číně. Výstavba vodní nádrže je kontroverzní zejména s ohledem na velikost vodního díla. Vodní nádrž je podle M. Bristowa (Bristow, 2007) 650 km dlouhá, má plochu 1045 km² a celkový objem zadržované vody více než 40 mld. m³. Původní plány na výstavbu přehrady Tři soutěsky se přitom objevily již na počátku 20. století. V roce 1919 byl vypracován projekt na výstavbu hráze, ale v roce 1947 byly práce na realizaci projektu zastaveny. K oživení projektu došlo v roce 1980, stavba byla schválena v roce 1992 a vlastní stavba byla zahájena 14. 12. 1994 s předpokládaným dokončením hráze v roce 2009 a plnou funkčností v roce 2011. V daných podmínkách byla zřejmě nejvýhodnější tradiční betonová gravitační přehrada, zejména s ohledem na nutnost umístit napříč vzdouvací stavbou přelivná, výpustná a odběrná zařízení. Výška hráze nad nejnižší úroveň základové spáry je 181 m, délka v koruně přehrady 2310 m. Technické parametry uvádějí objem použitého materiálu na stavbu hráze 27,2 mil. m³ betonu a přesun 102,6 mil. m³ zeminy. Hráz se postupně navyšovala a přehrada se v roce 2008 napustila na své určené maximum vodní hladiny v nadmořské výšce na úrovni 175 m a 91 m nad úrovní koryta řeky. Projekt předpokládal od prvních studií víceúčelové využití, kladl důraz na zmírnění povodňových škod, výrobu elektrické energie a zlepšení plavebních podmínek.



Obr. 65: Vodní dílo Tři soutěsky na řece Jang-c'ťiang v Číně (foto: www.chinaDaily.com).

Mezi největší v současné době stavěné přehrady patří v Číně ještě přehrada *Xiaowan* na řece Mekong. Plánovaná přehrada by měla být dokončena v letech 2009 až 2013. Celé vodní dílo by mělo tvořit osm kaskád na úseku 800 km toku a hlavní funkcí bude výroba elektrické energie.

Vodní nádrž s nejvyšší hrází je v současné době ve výstavbě. Jedná se o *vodní nádrž Rogun* na řece Vachš v Tádžikistánu, jejíž výška hráze má dosáhnout 335 m. Největší nádrží podle objemu zadržované vody je *vodní nádrž Kariba* na řece Zambezi, která zadržuje více než 180 km³ vody. Některými autory je za přehradu s největším objemem vody uváděno *Viktoriino jezero*. Jedná se o jezero, u kterého byla uměle postavena hráze zadržující 2760 km³ vody.

¹⁰³ Tento údaj vychází ze světového soupisu přehrad pořízeného v roce 1998, který však nevycházel ze srovnatelných podkladů pro jednotlivé státy světa (podle ICOLD).

Na území sousedního Slovenska je největší systém vodních nádrží na Váhu a jeho přítocích, který začal vznikat v letech 1929–1930. Jako první byla dokončena vodní nádrž *Ladce*, následovaly nádrže *Ilava* (1946), *Dubnica* (1949) a další. Vážská kaskáda využívá vodní energii Váhu v souvislém, přibližně 280 km dlouhém úseku s výškovým rozdílem 450 m, který je rozdělen na 25–30 energetických stupňů. Celkovým objemem zadržené vody je největší vodní nádrž na Váhu *Liptovská Mara* (360,5 mil. m³). Největší instalovaný výkon (665 MW) má přečerpávací *vodní nádrž Čierný Váh* na horním toku Černého Váhu v Nízkých Tatrách (projekt vznikl na konci 60. let 20. století). Přehradu tvoří horní nádrž (1160 m n. m.) vyhloubená v horninách chočského příkrovu a dolní nádrž (733 m n. m.), která vznikla zahrazením toku Černého Váhu.

Význam

Vodní nádrže jsou významnými vodohospodářskými tvary. Slouží jako zásobárny pitné, průmyslové i užitkové vody, mají významnou regulační funkci, jsou stavěny jako protipovodňová ochrana území a významné jsou i pro rekreaci a cestovní ruch. Na straně druhé znamená stavba vodní nádrže výrazné narušení přírodního prostředí. Vodní díla narušují přirozený hydrologický systém, kdy ovlivňují odtok vody z povodí i rychlost erozních, transportačních a akumulacních procesů v místě i v celé délce toku pod samotným vodním dílem. Některé studie dokládají ovlivnění přírodních endogenních geomorfologických pochodů, mikroklimatických podmínek či hydrobiologického prostředí.

U velkých vodních nádrží lokalizovaných v kryosféře, v oblasti permafrostu, může docházet k výraznému ovlivnění procesu termoeroze a termoabraze. Příkladem jsou vodní nádrže v Kanadě nebo v Rusku.

HRÁZ VODNÍ NÁDRŽE

Anglicky: dam, dam water

Hráz je základním vodohospodářským antropogenním tvarem reliéfu, je součástí vodních děl a zahrnuje širokou škálu tvarů. Podle účelu se hráze člení na hráze vodních (přehradních) nádrží a hráze sedimentačních nádrží (odkališť). V případě hrází přehradních nádrží se jedná o největší vnitrozemské vodohospodářské antropogenní tvary reliéfu.

Základními typy hrází vodních nádrží podle jejich konstrukce jsou zemní hráze a hráze betonové a zděné.

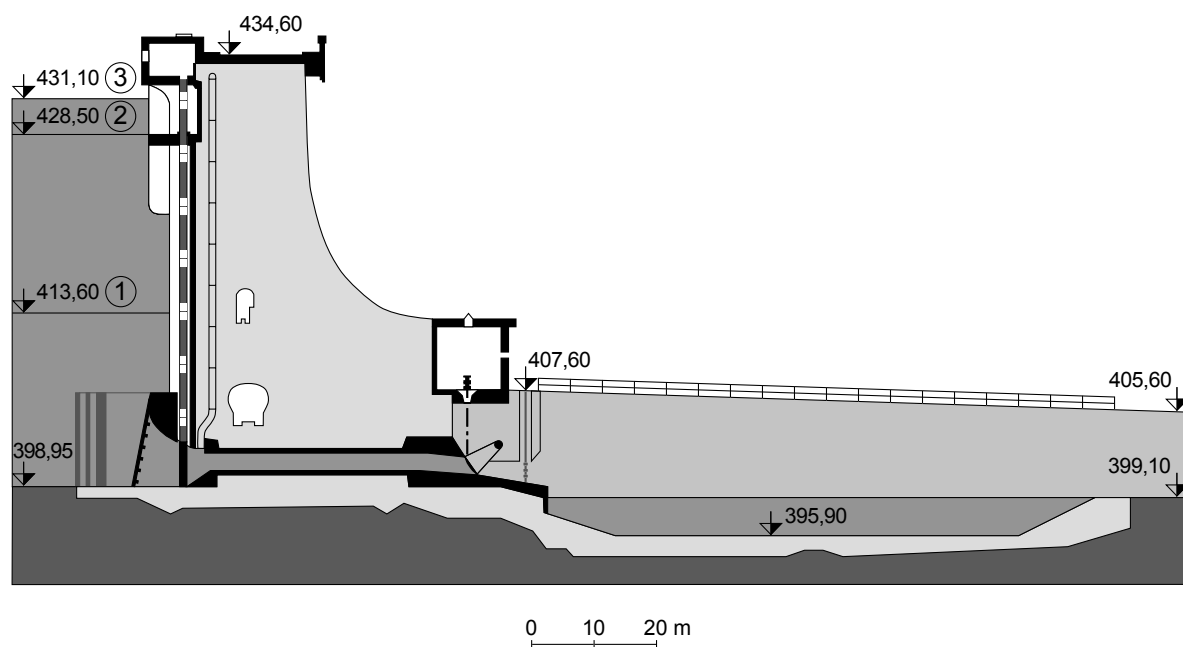
Zemní hráze neboli hráze sypané patří mezi nejstarší typ hrází, jejich technologie se postupně vyvíjela od primitivního ručního sypání homogenních hrází až k výstavbě zonálních zemních hrází a hrází s umělými těsnicími prvky s vysokými nároky na kvalitu filtračních a těsnicích prvků. Konstrukční materiál hráze předurčuje tvar příčného řezu přehradním tělesem hráze. Ve všech případech má sypané těleso hráze lichoběžníkový tvar se sklony svahů, které odpovídají materiálovým parametrům násypového materiálu s případným ovlivněním vlastnostmi podloží. Ve srovnání s betonovými a zděnými přehradami je vlastní těleso sypané hráze podstatně masivnější. Zemní hráze se podle konstrukčního uspořádání člení na přehradu homogenní, přehradu s těsnicím prvkem a zvláštní typy hrází. Konstrukčními materiály pro stavbu hrází jsou nejčastěji v případě homogenních hrází soudržné zeminy (jílové a hlinité šterky a písky, jíly, písčité a šterkovité hlíny a jíly), v případě nehomogenních hrází nesoudržné zeminy a kamenné sypaniny (šterky, písky, sutě, lomový kámen).

Zemní sypané hráze přehrad mají značné objemy, tvar nepravidelného komolého jehlanu a dosahují výšky až několik set metrů a délky v koruně v řádech kilometrů. Četné jsou u rybníků, kde však dosahují značné délky, ale na rozdíl od přehradních hrází jsou zpravidla nízké (většinou méně než 10 m vysoké) a téměř vždy zemní.

Hráze betonové a zděné lze podle konstrukčních typů rozdělit na tížné (gravitační) hráze, pilířové hráze a klenbové hráze

- *Hráze tížné (gravitační)* mají v zásadě trojúhelníkový příčný profil s návodním svislým nebo téměř svislým lícem. V půdorysu se přehradní těleso navrhuje jako přímé. Významný rozvoj tohoto typu přehrad nastal po roce 1970. Nejvyšší tížní přehrada Grande Dixence z roku 1961 ve Švýcarsku (viz tab. č. 23) je zároveň nejvyšší betonovou přehradou na světě.
- *Pilířová hráz* má příčné dutiny v dilatačních spárách uspořádány tak, že vytvářejí z plných gravitačních bloků pilíře. Nejvyšší na světě je pilířová hráz vodní nádrže Jose M. d'Oriol ve Španělsku postavená v roce 1969 s výškou 130 m.
- *Klenbová hráz* je konstrukčně tvořena obloukem a technicky nevhodnější je tento typ hráze v úzkém kaňonu. V celosvětovém měřítku patří klenbové přehrady mezi nejčtenější u významnějších vodních děl. Mezi 25 nejvyššími hrázemi na světě je 16 klenbových.

Nejvyšší hráze vodních nádrží dosahují výšky až stovky metrů. Nejvyšší hráz má vodní nádrž Nurek v Tádžikistánu. Jedná se o zemní sypanou hráz, která dosahuje výšky 300 m. Ještě o 35 m vyšší měla být přehrada Rogun ve stejné oblasti.



Obr. 66: Profil hrázi vodní nádrže Kružberk na Moravici (upraveno podle Povodí Odry, a. s.).

Rozšíření v ČR

Zemní hráze se v ČR vyskytují u všech malých vodních nádrží, kterých je v ČR více než 23 tisíc (včetně rybníční sítě). Parametry pro stavbu hrázi stanovuje i ČSN 752410 Malé vodní nádrže. Z větších vodních nádrží má sypanou zemní hráz vodní nádrž *Nechranice* (na Ohři), vodní nádrž *Slezská Harta* na Moravici nebo vodní nádrže *Souš* v Jizerských horách.

Tížné přehrady na území ČR převažovaly již v období výstavby zděných přehrad (do roku 1939), po roce 1950 byly postaveny nejvýznamnější přehrady *Orlík* na Vltavě (91 m) a *Vir* na Svatce (78 m). Nejvyšší pilířovou hrází je hráz vodní nádrže *Fláje* z roku 1963 v Krušných horách, která má celkovou výšku 56 m. Nejméně čtené jsou na území ČR klenbové hráze. Jedinou realizovanou je klenbová hráz vodní nádrže *Vrchlice* u Kutné Hory, která byla dokončena v roce 1970 a má výšku 40 m.

Specifickou hráz má horní nádrž vodní nádrže *Dlouhé Stráně* v Jeseníkách, kde byla nádrž vytvořena zčásti výlomem a zčásti násypem obvodové hráze. Hráz byla nasypána z kamenitého materiálu, vytěženého v prostoru nádrže. Koruna hráze délky 1750 m a šířky 5,5 m má na návodní straně betonový vlnolam.



Obř. 67: Horní nádrž přečerpávací vodní nádrže Dlouhé Stráně v Jeseníkách (foto: www.mfdnes.cz).

Rozšíření ve světě

Hráze vodních děl nalezneme ve všech vyspělých a většině rozvojových zemí. V různých zemích slouží různým účelům. Největší výšku by měla mít po dokončení hráz *vodní nádrže Rogun* na řece Vachš na jihu Tádžikistánu. Výstavba vodního díla byla zahájena v roce 1976, ale projekt doposud nebyl dokončen. Projektovaná výška hráze má 335 m (původní varianta), po katastrofální povodni v roce 1990, kdy byla část již postaveného díla zničena, se však uvažuje o další možné variantě nižší hráze o výšce 280 až 300 m. Stavba přehrady se potýká s ekonomickými problémy. V roce 2007 byla podepsána mezinárodní dohoda mezi Ruskem a Tádžikistánem, která by mohla znamenat dokončení stavby přehrady.

Tab. 23: Nejvyšší hráze vodních nádrží na světě (stav k 31. 12. 2008)

	Vodní nádrž	Výška hráze (m)	Vodní tok	Stát	Rok dokončení
1.	Rogun	335	Vachš	Tádžikistán	nedokončená
2.	Nurek	300	Vachš	Tádžikistán	1980
3.	Grande Dixence	285	Dixence	Švýcarsko	1961
4.	Inguri	272	Inguri	Gruzie	1980
5.	Vajont	262	Vajont	Itálie	1960
6.	Manuel M. Torres (Chicoasen)	261	Grijalva	Mexiko	1980
7.	Tehri	261	Bhagirathi	Indie	nedokončená
8.	Alvaro Obregon (El Gallinero)	260	Tenasco	Mexiko	1946
9.	Mauvoisin	250	Drance de Bagnes	Švýcarsko	1957
10.	Alberto Lleras C.	243	Guavio	Kolumbie	1989

Zdroj: ICOLD *World Register of Dams*.

Vodní nádrží s třetí nejvyšší hrází na světě je přehrada *Grande Dixence* v kantonu Valais ve Švýcarsku. Hráz byla postavena na malé říčce Dixence, ale zdrojem vody vodní nádrže jsou i říčky mimo její povodí, neboť pro zásobování přehrady je postaven systém podzemních tunelů o celkové délce více než 100 km, který odvádí i tavné vody z ledovců. Výškou hráze 285 m je přehrada Grande Dixence nejvyšší

přehradní hrází v Evropě. Vodní nádrž je součástí systému hydroelektráren v údolí Rhôny, které zásobuje vodou tunely (výškový rozdíl až 1800 m). Přehrada je unikátem nejen výškou hráze, ale i tím, že původní přehrada postavená v letech 1929 až 1935 byla poškozena povodněmi a na stejném místě byla postavena současná přehrada (dokončená v roce 1961). Starší přehrada je součástí nové přehradny a její těleso je viditelné při nízkých vodních stavech. Hladina vodní nádrže leží v nadmořské výšce 2365 m.

Mezi přehradami s nejvyššími hrázemi na světě patří také *vodní nádrž Inguri* na řece Inguri na západě Gruzie nebo *vodní nádrž Manuel M. Torres* (Presa Chicoasén) v Mexiku ve státě Chiapas, která byla dokončena v roce 1980. Zemní hráz zahradila tok řeky Grijalva, dosahuje celkové výšky 261 m a při její stavbě bylo použito 1,6 mld. m³ zeminy. Hlavní funkcí vodní nádrže je výroba elektrické energie (velká hydroelektrárna o instalovaném výkonu 1500 MW).

Mezi dokončenými vodními nádržemi má v současné době nejvyšší hráz *vodní nádrž Nurek* na řece Vachš v Tádžikistánu, tj. na stejné řece, na které se staví výše uvedená vodní nádrž Rogun. Stavba přehradny byla zahájena v roce 1961 a dokončena v roce 1980. Těleso hráze dosahuje výšky 300 m a má celkový objem 54 mil. m³. Bylo lokalizováno v průlomovém úseku údolí řeky v západním Tádžikistánu, přibližně 75 km východně od hlavního města Dušanbe. Hráz vodní nádrže zadržuje 10,5 km³ vody ve vodní nádrži dlouhé 70 km a o celkové ploše 98 km². Hlavním účelem vodního díla je zabezpečení vody pro závlahy a jako doprovodná stavba je z vodní nádrže veden 14 km dlouhý tunel, který vodou z nádrže zavlažuje více než 700 km² zemědělské půdy. Jako jeden z negativních důsledků stavby vodní nádrže se uvádí indukovaná seizmicita v regionu.

V současné době je ve výstavbě také *vodní nádrž Tehri* (Tehri Hydro Project) ve státě Uttarakhand v Indii. Hráz dosáhne celkové výšky 261 m a po dokončení bude nejvyšší v Indii a sedmou nejvyšší na světě. Přehrada bude mít dominantní hydroenergetickou funkci, voda bude také využívána k zavlažování pozemků (na ploše až 9 tis. km²) a bude sloužit také jako zdroj pitné vody (více než 1 mil. m³ pitné vody denně).

Význam

Hráz vodní nádrže patří mezi nejvýznamnější vodohospodářské tvary. Účelem hráze je zadržovat vodu v prostorech určených pro její akumulaci, zadržovat splaveniny nebo bránit vodě v přelítí na chráněná místa. Hráz také umožňuje průmyslové využití. Uvnitř přehradních hrází bývá často industriální suterén, který je součástí hydroenergetických komplexů – vodních elektráren.



Obr. 68: Vodní nádrž Kaprun (Rakousko) s klenbovou hrází
(foto: I. Smolová).

OCHRANNÁ HRÁZ

Anglicky: protective dike, cofferdam

Termínem ochranná hráz se označují ostatní hráze ze zemin, lomového kamene, případně odpadního materiálu, které jsou součástí jiných vodních staveb než vodních nádrží, ale nejsou přímo umístěny v korytě vodního toku. Ochranné hráze jsou specifickým typem zemních hrází a řadíme mezi ně zejména hráze bočních nádrží, hráze vodních kanálů, které mohou v případě hydroenergetických děl dosahovat i značných výšek (i vyšší než 20 m), hráze tzv. suchých nádrží, ochranné akumulací valy podél vodních toků a hráze odkališť. Hráze tzv. suchých nádrží (poldrů) se od hrází nádrží a kanálů odlišují hlavně pouze občasným a krátkodobým zatížením vodou.

Ochranné hráze vodních toků se zase vyznačují značnými délkami, některé dosahují i několik set kilometrů délky, avšak jejich výška zřídka přesáhne 10 m. Morfologicky proto vynikají jen v plochých krajinách nebo při mimořádné výšce. Hráze sedimentačních nádrží zpravidla vytvářejí břehy odkalovacích nádrží (odkališť). Většinou tvoří antropogenní valy uzavřené do kruhu tak, aby uzavřely dříve plochý přírodní terén. Téměř vždy bývají tyto hráze zemní a často dosahují velkých délek i značných výšek. Někdy bývají etapovitě zvyšovány, když už se hladina vnitřního antropogenního zrcadla blíží koruně hráze.

Rozšíření v ČR

Ochranné hráze jsou na území ČR rozšířeny zejména podél větších vodních toků v zastavěných územích jako ochrana před povodněmi. Příkladem jsou umělé agradační valy v Olomouci podél toku Moravy, v Otrokovicích, v Hradci Králové podél toku Orlice a Labe nebo v Českých Budějovicích podél toku Vltavy a Malše.

Rozvoj výstavby odkališť nastal na území ČR společně s výstavbou velkých tepelných elektráren spalujících nekvalitní hnědé uhlí, další odkaliště se rozvíjela v souvislosti se zpracováním rud (včetně uranových) a s rozvojem chemického a potravinářského průmyslu. Hráze odkališť jsou rozšířeny například ve Stráži pod Ralskem, Chvaleticích, Ostravě či Rožně. Na území ČR s výstavbou poldrů souvisí výstavba ochranných hrází ve Starém Městě u Uherského Hradiště, lokalitě Žichlínek v povodí Moravské Sázavy nebo v Horce nad Moravou na Olomoucku. V povodí Moravy je evidováno více než 600 km ochranných protipovodňových hrází podél vodních toků (Broža, Satrapa, 2007).

Rozšíření ve světě

Ochranné hráze jsou budovány nejčastěji v nížinných úsecích podél vodních toků, v přímořských oblastech, případně proti účinnům vzduť hladiny moře při extrémních meteorologických situacích vyvolávajících zpětné vzduť hladiny vodních toků v jejich ústí. Rozsáhlý systém hrází podél vodních toků je například v Číně nebo podél toku Mississippi. V případě některých odkališť dosahují jejich hráze výšky desítky metrů. Na světě je registrováno 8 lokalit odkališť s hrází vyšší než 150 m a 22 odkališť s hrází vyšší než 100 m.

Na území sousedního Slovenska přesahuje délka ochranných hrází 2770 km, zejména v silně urbanizovaných územích, ale i na dolních tocích v rovinném území v extravilánu, kde může docházet k velkým materiálním škodám, což je typické pro dolní části toků Dunaj, Váh, Ipel, Ondava, Bodrog ad. (Lukáč, Bednářová, 2006).

Význam

Hlavní význam hrází podél vodních toků je v protipovodňové ochraně sídel v okolí vodního toku.



Obr. 69a: Ochranné hráze podél toku Moravy v Olomouci (foto: I. Smolová).



Obr. 69b: Ochranné hráze podél toku Olše na Karvinsku (foto: I. Smolová).

SUCHÁ NÁDRŽ (POLDR)

Anglicky: polder, flood release basin

Suchá nádrž (poldr) je deprese, která se nachází pod úrovní hladiny moře, jezera či vodního toku, a proto musí mít kontrolovanou úroveň vodní hladiny. Spojení s okolní vodní plochou zabezpečuje systém zdymadel a pump. U většiny poldrů není hladina vody uvnitř níže než hladina vně, ale není to podmínkou. Pokud je vnitřní hladina níže než okolní vodstvo, je třeba pomocí pump udržovat poldr suchý. U těchto poldrů je rovněž nutná výstavba přehrad, které drží nápor vyšší okolní vody. U většiny poldrů je pevně stanovena úroveň vnitřní hladiny.

V české legislativě je termínem poldr označovaná suchá nádrž (ČSN 736512, novelizovaná v roce 2003 normou 750124). Agentura ochrany přírody a krajiny ČR definuje poldry jako ohrázené prostory schopné zadržet část povodňových průtoků a rozeznává suché a polosuché poldry.¹⁰⁴ Podle velikosti pak poldry klasifikuje jako malé (do 50 tis. m³ objemu) a velké.

Poldry můžeme rozdělit na přímořské pobřežní a říční. **Přímořský pobřežní poldr** je hospodářsky využívaná půda pod úrovní hladiny oceánu. Jedná se o vysušené dno oceánu chráněné hrázemi a případně zvýšené navážkami. **Říčním poldrem** se rozumí suchá nádrž v blízkosti vodního toku, která zadržuje velkou vodu. Pokud je úroveň říční hladiny standardní, většina říčních poldrů nepotřebuje pumpy pro odsávání vody, neboť hladina řeky je pod úrovní poldru. Občas vystoupí hladina řeky nad úroveň poldru a pak je třeba vodu pumpovat. Pokud je vnitřní hladina níže než okolní řeka, je třeba pomocí pump udržovat poldr suchý. V poldru se transformuje povodňová vlna, která pak působí menší či žádné škody. V říčním poldru také sedimentují erodované částice a vodní nádrže níže na toku se tak chrání před zanášením. Plocha poldru může být zemědělsky obdělávána, zpravidla jako trvalý travní porost.

Nízké říční poldry bývaly původně normálními říčními poldry, ale z důvodu dlouhodobého odčerpávání vody terén poklesl a v současnosti je níže než nejnižší poloha hladiny řeky. Z tohoto důvodu vyžadují tyto poldry pumpy pro odčerpávání vody. Často se u tohoto typu poldrů užívalo kanálů, které odváděly vodu do řeky. Na těchto kanálech pak byly stavěny hráze, které zabraňovaly toku vody z řeky do poldru, tedy opačným směrem, než bylo žádoucí. S ohledem na četnost poldrů v Nizozemsku má velké množství měst v názvu „-dam“, což je nizozemské slovo pro hráz.

¹⁰⁴ Suché poldry nemají žádné stálé nadržení vody a celý jejich objem je určen pro zachycování vody z povodní. Polosuché poldry mají trvalé částečné nadržení vody, které udržuje paty hráze ve vlhkém stavu a plní ekologické funkce menší vodní plochy.

Rozšíření v ČR

Suché nádrže (poldry) se na území České republiky začaly ve větší míře stavět až po katastrofálních povodních v roce 1997 a 2002 jako jedna z možných protipovodňových opatření. V současné době patří mezi největší poldry *poldr Žichlínek* v povodí Moravské Sázavy. Jeho stavba byla zahájena v roce 2006. Poldr je lokalizován v údolní nivě Moravské Sázavy a Lukovského potoka. Objem zátopy navrhovaného poldru, při zahrnutí limitních podmínek, dosahuje hodnoty 5,9 mil. m³ a plochy zátopy 166 ha. Výstavba poldru Žichlínek byla dílčím prvkem systému protipovodňové ochrany horní části povodí Moravy. Hlavní funkcí poldru je zachycení povodňové vlny v retenčním prostoru za povodňových situací.¹⁰⁵ Největší antropogenní změny souvisejí se stavbou sypané zemní hráze o celkové délce 2270 m a maximální výšce 7,3 m. Na stavbu hrází bylo použito 320 tis. m³ zeminy. Součástí realizovaného projektu je také nový železniční inundační most o rozpětí 23 m a výšce 2,8 m, který bude propojovat dvě části retenčního prostoru poldru rozděleného železnicí. Nachází se v severní části ochranných hrází v trase železničního koridoru Česká Třebová–Olomouc.

V povodí Moravy je vedle poldru Žichlínek příkladem realizovaných poldrů suchý *poldr Dolní Temenice* realizovaný na ochranu intravilánu města Šumperka zachycením extrémních povodňových průtoků vody z povodí. Výstavba poldru proběhla v roce 1999, má hráz vysokou 6,4 m (délka v koruně 229 m) a akumulační prostor nádrže má objem 134,5 tis. m³. Na Šumpersku je dalším příkladem *poldr Nový Malín*, který byl realizován v roce 2005. Objem poldru při maximální hladině dosahuje 83 tis. m³ (plocha 4,36 ha). Na území CHKO Litovelské Pomoraví byl poblíž města Litovel realizován *poldr Mladeč*, který tvoří přes 120 m dlouhá a v průměru 5 m vysoká hráz. Poldr má zadržet téměř stoletou vodu o objemu více než 100 tis. m³.

Na dolním toku Moravy je příkladem *poldr u Uherského Hradiště*, který má transformovat kulminaci povodňové vlny a časově pozdržet průtok povodně. Celková délka hráže poldru je 3100 m, výška maximálně 5 m nad terénem a má šířku 6 m v koruně.

V podhůří Orlických hor, které byly postiženy stoletou vodou v roce 1998, se realizovalo několik poldrů v povodí Orlice a Metuje. Příkladem je *poldr v Bohuslavicích nad Metují*, *poldr Vaček* nebo *poldr Lichkov*. V procesu schvalování je *poldr Měčany* v povodí Dědiny či *poldr Javorník u Vysokého Mýta*.



Obr. 70a: Poldr Žichlínek v povodí Moravské Sázavy
(foto: Povodí Moravy, s. p.).



Obr. 70b: Poldr v Bohuslavicích nad Metují
(foto: I. Smolová).

¹⁰⁵ Poldr Žichlínek bude mít výrazný transformační účinek a při automatickém provozu dosáhne transformace průtoků Q_{100} ze 126 m³/s na 59 m³/s (Starý, 2007).

Rozšíření ve světě

Poldry obojího typu lze nalézt především ve vyspělejších státech světa. Přímořské pobřežní poldry jsou typické pro Nizozemsko, kde se vyskytují ve velmi hojném počtu. Příkladem je *Alblasserwaard*, *Wieringermeer* nebo *Haarlemmermeer*, který vznikl vysušením původního jezera v deltě Rýnu.

Říční poldry se vyskytují především v těsném sousedství vodních toků, u nichž hrozí riziko velké vody.

Význam

Hlavní význam poldrů spočívá v protipovodňové ochraně území. Poldry obou typů se využívají také zemědělsky, v případě přímořských poldrů se v nich pěstují i nějaké plodiny, ale v případě říčních poldrů se jedná zpravidla jen o travní porost kvůli kompenzaci škod při zaplavení velkou vodou.

VODNÍ KANÁL

Anglicky: water canal, waterway, navigation canal

Vodní kanál se od přirozeného vodního toku liší tím, že byl postaven uměle a na jeho modelaci se nepodílely fluvialní pochody. Jedná se o uměle vytvořenou rýhu, která může dosahovat rozměrů od řádově metrů po stovky metrů. V případě menších vodních kanálů jsou dno a stěny vyzděny, případně vybetonovány nebo jinak zpevněny. Pokud je zpevnění minimální, vodní kanály mohou postupně splynout s okolní krajinou, že je lze obtížně rozeznat od přirozeného vodního toku. Příkladem malých vodních kanálů jsou **náhony** a strouhy. Větší vodní kanály představují umělé vodní cesty, které jsou z hlediska českého zákonodárství vodními díly. Jako ochranné prvky jsou často součástí vodních kanálů ochranné hráze. Základními typy kanálových hrází jsou kanál v částečném zářezu (kanál na svahu) a kanál v násypu.

Vodní kanál je příkladem umělého koryta vodního toku, které bylo realizováno nejčastěji za účelem plavby, přívodu či odvodu vody, umělého propojení vodních děl nebo jako zdroj vody pro další technické zařízení. Vodní kanály jsou stavěny tam, kde se přirozeně koryta nevyskytovala a kde člověk z nějakého důvodu potřeboval přivést vodu. Vodní kanály mohou dosahovat i značných délek, nejdelší mají několik set kilometrů. Šířka závisí na způsobu využití, ale pohybuje se maximálně do několika desítek metrů. Některé vodní kanály mají charakter mělkých příkopů, které přiváděly vodu pro potřeby hamrů, vodních mlýnů či hlubinných dolů.

Vodní kanály jsou umělá vodní díla, kterými je převáděna voda a propojují uměle vodní toky, jezera, moře i oceány. Vodní kanály, které slouží pro plavbu (materiálu, osob či lodí), se označují jako **plavební kanály** a vodní kanály, které spojují zálivy, moře či oceány za účelem vodní plavby, se označují **průplavy**.

Samostatnou kategorií jsou umělé vodní sportovní kanály, které jsou využívány pro vodní slalom a kanoistiku.

Rozšíření v ČR

Vodní kanály se v ČR stavěly nejčastěji za účelem převodu vody (například pro zásobení rybníční soustavy vodou nebo pro převedení vody do míst hlubinných dolů), efektivní dopravy materiálu (např. splavování dřeva) v místech, kde nebylo možné zkapacitnit koryto vodního toku pro účely plavby nebo pro účely lodní dopravy (plavební kanály).

Příkladem vodního kanálu, který přiváděl vodu do dolů, je *Blatenský vodní příkop* v Krušných horách, který byl postaven v letech 1540 až 1544 a dnes je chráněn jako technická památka. K zásobování rybníků na Třeboňsku sloužila *Zlatá stoka*. Ochrannou funkci pro rybník Rožmberk plnila *Nová řeka*, což je umělý vodní kanál spojující řeku Lužnici s řekou Nežárkou. Vodní kanál má celkovou délku

13,46 km, šířku až 20 m a sklon 0,9 ‰. Vodní kanál Nová řeka byl vybudován v letech 1584 až 1585 Jakubem Krčínem z Jelčan a kromě svého hlavního úkolu, což je odvádění přebytečné vody z Lužnice do Nežárky, plní ještě funkci napájení několika rybníků v okolí Třeboně. Hlavním zdrojem vody Pernštejnské rybníční soustavy na Pardubicku byl *Opatovický kanál*, který je významným středověkým vodním dílem. Byl postaven pravděpodobně v letech 1498 až 1521 (některé zdroje uvádějí i starší období). Vlastní kanál odbočuje z koryta Labe u Opatovic nad Labem a do Labe opět ústí u Semína na Přeloučsku. Dodnes Opatovický kanál zásobuje vodou rybníky, které z kdysi rozsáhlé rybníční soustavy zůstaly (např. rybník Černý Nadýmač, Buňkov či Bohdanečský rybník).



Obr. 71a: Zlatá stoka v Třeboňské pánvi
(foto: I. Smolová).



Obr. 71b: Umělý kanál Čertovka na Malé Straně
(foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Vodní kanály jsou častými vodohospodářskými stavbami ve všech částech světa. Většinou slouží k zavlažování zemědělsky obhospodařovaných pozemků. Hustá síť vodních kanálů je v Číně.

Vodní kanály s kombinovanou funkcí jsou i v řadě měst. Příkladem jsou Benátky nebo Amsterdam. Uvádí se, že současný *Amsterdam* stojí na více než pěti milionech dřevěných pilotů, mezi kterými jsou vodní kanály. Historické město bylo přitom protestantskými obchodníky postaveno na třech kanálech, kterými jsou Herengracht (Panský kanál), Keizersgracht (Císařský kanál) a Prinsengracht (Princův kanál). Systém kanálů okolo středu starého města Amsterdamu byl vybudován v 17. století, podél kanálů pak vznikala obytná zástavba.

Rozsáhlá síť zavlažovacích kanálů je v aridních oblastech. Příkladem je *střední Asie* v povodí řek Syrdarja a Amudarja, kde výstavba zavlažovacích kanálů přinesla ekologickou katastrofu Aralského jezera. Soustava se začala stavět v 60. letech 20. století pro závlahy bavlníkových plantáží.

Z nově realizovaných projektů je příkladem nového kanálu *Arabský kanál* v Dubaji, který je součástí souboru umělých ostrovů a zálivů. Kanál navazuje na lokalitu Dubaj Waterfront, jedná se umělý průplav, zařezává se hluboko do pouště, s ostrovy a okolní zelení, a opětovně se do moře vrací. Projekt bude sloužit k rekreaci, popřípadě k výstavbě dalších ubytovacích zařízení.

Příkladem nových vodních sportovních kanálů jsou olympijské kanály v Aténách, Sydney nebo Peking. První olympijský kanál pro vodní slalom byl postaven v roce 1972 v německém Augsburgu. V Sydney byl olympijský *vodní kanál Penrith Whitewater Stadium* lokalizován na předměstí a dokončen v roce 1999. Kanál tvoří umělé koryto o celkové délce 320 m a šířce 8 až 14 m.

Příkladem vodního kanálu, který vznikl prokopáním umělého koryta v deltě, je *průkop Wisly* východně od přístavu Gdaňsk. Průkop vznikl v letech 1890–1895 má délku 7 km, je široký 250–400 m a je

ohrazen 10 m vysokými umělými valy. Hlavním účelem umělého koryta bylo snížení povodňového rizika v Gdaňsku. Původní ústí Wisly do moře se označuje jako *Martwa Wisla*.

Význam

Hlavní význam vodních kanálů je přívod vody z míst jejich přirozené akumulace do míst spotřeby, dopravní propojení a odvod vody z území.



Obr. 72a: Průkop Wisly u Gdaňsku v Polsku
(foto: I. Smolová).



Obr. 72b: Příklad umělého kanálu ve Skotsku
(foto: Z. Szczyrba).

NÁHON

Anglicky: race, flume, mill race

Náhon je antropogenní činností vytvořená vodní cesta, která slouží jako krátký přívod vody k vybraným technickým objektům. Náhony začínají obvykle několik desítek metrů nad vtokem do vodní nádrže (rybníka) a přívod vody je regulován stavidlem (jednoduchý stavební hradicí prvek sloužící k regulaci průtoků). V minulosti se náhony nejčastěji využívaly pro přívod vody na mlýnské kolo, které bylo silou vody roztáčeno a jednoduchým převodem otáčelo mlýnskými kameny, které drtily obilí na mouku.

Náhon odvádí vodu od vzdouvacího zařízení (jezu) zcela mimo přírodní tok. Má menší měrný spád než původní řečiště a tak se postupně dostává nad základní úroveň a získává rozdíl hladin potřebný pro funkci vodního motoru. Náhon může být řešen jako nadzemní žlab (speciálním případem je tzv. vantrok),¹⁰⁶ což znamená pouze menší narušení přírodního prostředí. Častěji bývá vytvořen v úbočí svahu ve formě umělého koryta, které může být zpevněno (zděné nebo betonové koryto). Náhon může mít i charakter tzv. **strouhy**, což je vhloubené umělé koryto v zeminách. Má-li být veden pod terénem, řeší se jako podzemní štola a kanál.

Rozšíření v ČR

Náhony jsou rozšířeny v blízkosti umělých kanálů a u technických děl, která využívají energii vodního toku. V minulosti byly součástí pil, vodních mlýnů a hamrů. V současnosti se nové náhony budují u malých vodních elektráren. Vodním náhonům se věnuje například práce A. Ivana (Ivan, 1989), který uvádí jako nejdělsí náhon na Moravě *Mlýnskou strouhu* (Dyjsko-mlýnský náhon) na řece Dyji (délka 28,8 km). Dalším příkladem náhonu je *Svratecký náhon* v Brně (7,8 m), doložený již na počátku

¹⁰⁶ Vantrok je historické označení pro dřevěné koryto používané pro kratší náhony, v minulosti především k vodním kolům a někdy i turbínovým kašnám. Na Šumavě je příkladem vantroku 136 m dlouhý vantrok k Čeňkově pile na Vydě.

14. století, nebo *Čertovka* (740 m) v Praze na Malé Straně. Vodní kanál byl vykopán ve středověku a odbočuje z Vltavy za mostem Legií a s Vltavou se opět spojuje po 740 m za Karlovým mostem. Hlavním důvodem výstavby Čertovky bylo umožnit regulaci průtoku vody pro mlýny. Stavbou umělého kanálu vznikl mezi Čertovkou a Vltavou umělý ostrov Kampa.

Technickou památkou je vodní *náhon žimrovické papírny* (Weishuhnův kanál) jihozápadně od Hradce nad Moravicí na Opavsku. Náhon je 3,6 km dlouhý, začíná splavem a vodním tunelem (šířka 4–5 m) pod Kozím hřbetem a pokračuje akvadukty a sypanou hrází k papírně. Stavba byla zprovozněna v roce 1891, náhon využíval vodu z Moravice k plavení dřeva a jeho součástí byla i hydroelektrárna.



Obr. 73a: Weishuhnův vodní náhon v povodí Moravice (foto: I. Smolová).



Obr. 73b: Vodní náhon Devět mlýnů v NP Podjíř (foto: K. Kirchner).

Rozšíření ve světě

Podobně jako v ČR jsou náhony běžné v blízkosti umělých kanálů a u technických děl, která využívají energii vodního toku.

Význam

Náhony slouží k odvodu vody z koryta vodního toku nebo umělého kanálu. Účelem je získání energie pro pohon technických zařízení (např. hamrů, mlýnů či malých vodních elektráren).

PLAVEBNÍ KANÁL

Anglicky: navigation canal

Plavební kanál je příkladem vodního kanálu, jehož hlavní funkcí je doprava. Od vodního kanálu se liší velikostí, která musí být dostatečná pro možnost plavby plavidla (voru či lodě). Největšími plavebními kanály jsou průplavy. Plavební kanál je buď umělé koryto, které bylo vytvořeno zahloubením a vytvořením terénní sníženiny, nebo se jedná o výrazně upravený přirozený tok pro potřeby plavby.

Rozšíření v ČR

Plavební kanály byly na území ČR stavěny hlavně za účelem splavování dřeva z horských, těžko dostupných oblastí. Příkladem je *Schwarzenberský plavební kanál* na Šumavě, který propojuje povodí Vltavy a Dunaje, kdy jeden z přítoků Studené Vltavy je uměle propojen s přítokem Dunaje, řekou Mühl. Myšlenka spojení Vltavy a Dunaje vznikla již v polovině 14. století, v době císaře Karla IV.

Taková hospodářsky potřebná vodní cesta by vytvořila z českých zemí významnou křižovatku nejen suchozemské, ale i vodní dopravy. K realizaci plánu došlo až na konci 18. století, kdy se projevil ve vnitrozemí nedostatek dřeva a jeho cena stále stoupala. V pohraničních jihočeských oblastech zůstávaly obrovské plochy lesa dosud nevyužity, protože k nim nevedly žádné přístupové cesty. Návrh na zřízení plavebního kanálu vypracoval Ing. J. Rosenauer a se stavbou se začalo v roce 1789. První část kanálu (tzv. starý kanál) byla dokončena v roce 1793 v celkové délce 39,9 km. Druhá část kanálu od Jeleního potoka k bavorským hranicím pod Trístoličnickem, včetně 419 m dlouhého tunelu nad Jelením, byla postavena v letech 1821–1822. Celková délka vodní cesty po spojení obou částí kanálu dosáhla od ústí řeky Mühl do Dunaje po potok Světlá voda vzdálenosti 89,7 km. Kanál byl napájen vodou z 21 potoků. V roce 1835 byla pro zlepšení stavu vody vybudována nádrž Jelení jezírko, později Rosenauerova nádrž a nádrž Říjiště. Do kanálu ústily tři vodní smyky, Jelení smyk dlouhý 1,3 km, Jezerní smyk dlouhý 0,9 km a Koňský smyk dlouhý 1,4 km. Umělé koryto dosahuje ve dně šířky 1,5 až 2 m a na horní hraně 3,5 až 4 m. Celé rozsáhlé vodní dílo doplňovalo 87 mostů a můstků, 80 vodních propustí, 78 vodních příkopů a 22 stavidel. Plavba dříví Schwarzenberským kanálem probíhala pravidelně až do roku 1916, pouze menší část koryta kanálu byla používána ještě ve 20. století. Želnavským smykem se plavilo dříví až do roku 1962, kdy kanál definitivně přestal sloužit svému účelu. Od roku 1963 je Schwarzenberský plavební kanál veden v seznamu nemovitých kulturních památek technického významu.

Na Šumavě je dalším plavebním kanálem *Vchynicko-tetovský kanál*, který má celkovou délku 13,6 km a byl realizován v letech 1506 až 1520. Plavební kanál spojuje tok Vydry s tokem Křemelná a byl využíván k plavení dřeva. Hlavním důvodem jeho stavby byl nesplavný úsek toku Vydry v úseku mezi Antýglem a Čeňkovou pilou.

V Beskydech byl pro splavování dřeva vybudován *Pržensko-baštanský plavební kanál*, který odbočoval z řeky Ostravice nad Pržnem, u železáren bylo shromaždiště a pod Baškou vtékal opět do řeky. Hlavní funkcí kanálu, s jehož výstavbou se začalo na počátku 19. století, bylo splavování palivového dříví pro železárně v Bašce.

V Krušných horách je příkladem plavebního kanálu *kanál Fláje-Clausnitz* (Flájský kanál), který je jedním z mnoha, které byly v německém pohraničí vybudovány již v první polovině 17. století. Jejich účelem bylo splavování dřeva z lesů v české části Krušných hor do Saska. Kanál začínal necelý kilometr od obce Fláje a jeho hlavním zdrojem vody byl Flájský potok. K regulaci vodního stavu v plavebním období bylo na celé trase vybudováno osm výpustí. Celková délka plavebního kanálu dosahovala 19 km. Plavební činnost byla ukončena roku 1872 a v letech 1882–1883 sloužil kanál jako náhon.

Plavebním kanálem je také laterální plavební *kanál Mělník–Vraňany*, který společně s plavebními komorami umožnil splavit Vltavu u jejího ústí do Labe. Celková délka kanálu je přibližně 10 km a byl postaven v letech 1902 až 1905. Součástí plavebního kanálu je vraňanský jez s malou vodní elektrárnou a zdymadlo u Hořína, které kanál rozděljuje na horní a dolní část. Horní část kanálu má šířku 18 až 36 m a hloubku 2,4 až 3 m. Po jeho délce jsou rozmístěna čtyři obratiště. Na začátku kanálu jsou 12 m široká vrata pro jeho uzavření v případě velké vody. Dolní plavební kanál v úseku Hořín–Mělník má šířku 18 až 40 m a minimální hloubku 2,5 m (Povodí Labe, s. p.).

Na Moravě je nejdelsším plavebním kanálem *Baťov kanál* (plavební průplav Otrokovice–Rohatec). Jedná se o vodní dílo, které propojuje přírodní plavební cestu po toku Moravy uměle vyhloubenými vodními kanály. Plavební kanál vznikl v letech 1936–1938 a původně plánované využití Baťova kanálu k přepravě lignitu pomocí nákladních lodí, vlečených ze břehu, a k zavlažování okolní zemědělské půdy bylo realizováno jen krátce po jeho dostavění a nikdy ne v plném plánovaném rozsahu. Vytěžený lignit z dolů v Ratíškovcích se dopravoval do Otrokovic, kde byl spalován v tepelné elektrárně zásobující kožedělné podniky na Otrokovicku. Vodní cesta se po roce 1948 dále nerozšiřovala a v roce 1960 byla plavba pro neekonomičnost ukončena. Délka Baťova kanálu od Otrokovic do Sudoměřic je v současnosti přibližně 60 km a plavební cesta je kombinovaná, kdy je částečně vedena po řece Moravě (28,3 km)

a na některých místech uměle vyhloubenými kanálovými úseky (25,2 km), které byly budovány zároveň jako závlahové. Plavební komory jsou 39,5 m dlouhé a 5,3 m široké a měly pojmout čluny o rozměrech 38 × 5,05 m a nosnosti 150 t při ponoru 1,20 m. Čluny měly být původně vlečeny koňskými potahy, brzy po zahájení provozu začaly být využívány také traktory. V říčních úsecích s delšími plavebními komorami vlekly čluny remorkéry. Rozdíl výšek na této vodní cestě činí necelých 19 m a je vyrovnáván pomocí 13 plavebních komor (zdyadel) o rozměrech 5,3 × 38 (50) m. Plavební hladina je udržována pomocí 13 jezů. Hloubka Baťova kanálu je průměrně 1,5 m a šířka v průměru 12 m. V současné době je využíván pro rekreační turistické plavby.

Jedním z dlouhodobě plánovaných projektů je realizace *průplavu Dunaj–Odra–Labe*, který by měl mít na území ČR celkovou délku 370 km. Návrh průplavu se člení do tří větví: oderská, dunajská a labská. Oderská větev (98 km) je v linii Rokytnice–Bohumín–státní hranice, dunajská větev (118 km) mezi Rokytnicí a Břeclaví (variantně Kúty–státní hranice) a labská větev (154 km) v linii Rokytnice–Pardubice–Děčín.



Obr. 74a: Schwarzenberský plavební kanál na Šumavě (foto: I. Smolová).



Obr. 74b: Vchynicko-tetovský kanál propojující Křemelnou a Vydru na Šumavě (foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Vodní plavební kanály se nacházejí především na světových veletocích, popřípadě v jejich blízkosti jako propojení s ostatními splavnými toky. V případě průplavů se nacházejí v pevninských úžinách, které jsou svou šířkou a vzdáleností od velkých vodních ploch předurčeny k výstavbě kratší vodní trasy.

Příkladem plavebního kanálu je například *Canal du centre* v Belgii, který je určený pro vodní dopravu. Nachází se mezi městy La Louvier a Thieu (50 km jižně od Bruselu). Propojuje mezi sebou povodí řek Maas a Šelda a dosahuje celkové délky 21 km (překonává výškový rozdíl 90 m).

Kanál Dunaj–Černé moře v Rumunsku je umělá vodní cesta, která propojuje Dunaj s Černým mořem po kratší trase než přirozené koryto Dunaje. Při délce 64 km zkracuje trasu do přístavu Constanca o přibližně 400 km. Začíná v městě Cernavodă na Dunaji a jeho dvě větve končí na černomořském pobřeží u Agigea (jižní) a Năvodari (severní). Stavba kanálu začala v roce 1949, dokončen byl v roce 1987.

Množství plavebních kanálů je ve Francii, jedním z nich je *Canal du Midi* (Canal des Deux Mers), jehož stavba byla realizována v letech 1666–1681 (autor projektu Pierre-Paul Riquet). Kanál dosahuje délky 240 km a propojuje město Toulouse se Středozemním mořem. Vodní dílo bylo v roce 1996 zapísáno na Seznam světového dědictví UNESCO. Jiným příkladem je *Canal de Garonne* (Canal latéral à la Garonne).

Jedním z nejvýznamnějších kanálů v Německu je *Mittellandkanal* (Středoněmecký průplav). Stavba kanálu začala v roce 1906 u Hannoveru a dokončena byla v roce 1938. Kanál spojuje ve vazbě na ka-

nál Havel–Labe oblast Porúří se spolkovými zeměmi Brandenbursko a Berlín. Celková délka kanálu od dortmundského kanálu Ems u Horstelu k Labi severně od Magdeburku dosahuje 321 km.

Mezi Baltským a Severním mořem umožňuje dopravní spojení *Kielský kanál*, který zkracuje cestu přes Jutský poloostrov obeplouváním Dánska. Je dlouhý 98 km, má šířku 100 m a hloubku okolo 11 m.

V Evropě jsou četné plavební kanály také ve Finsku a Polsku, kde propojují jednotlivá glaciální jezera. Příkladem je *Varistaipalský kanál* (Varistaipaleen kanava) ve Finsku, který propojuje jezero Juos Taivallahtským kanálem. Kanál byl postaven v letech 1911 až 1913 a jeho součástí je čtyřstupňové zdymadlo, které umožňuje překonání výškového rozdílu 14 m. V Polsku jsou kanály propojena Mazurská jezera. Nejvýznamnější vznikly ve druhé polovině 18. století. Nejdelším je kanál propojující jezera s řekou Pregel, který dosahuje délky více než 50 km.

Význam

Plavební kanály mají velký význam v lodní dopravě, kdy propojením nesplavných úseků umělými kanály urychlují dopravu.

PRŮPLAV

Anglicky: navigation canal

Průplav je příkladem vodního kanálu, který propojuje zálivy, moře či oceány za účelem vodní plavby. Jedná se o největší vodní kanály na Zemi, které dosahují řádově šířek stovek metrů a délek několika desítek kilometrů. Při stavbě průplavů se může částečně využít přirozené deprese, která je pro potřeby plavby rozšířena a prohloubena. Součástí průplavů jsou plavební komory, které vyrovnávají rozdíly ve výšce hladiny. Další součástí mohou být lodní výtahy či zdymadla.

Rozšíření ve světě

Mezi největší průplavy na světě patří průplavy propojující oceány. Příkladem je Panamský průplav a Suezský průplav.

Panamský průplav ve Střední Americe v místě Panamské šíje spojuje Atlantský oceán a Tichý oceán. Průplav je dlouhý 81,6 km a široký 150 až 305 m. Průplav má 6 zdymadel, do kterých je voda napouštěna z Gatunského jezera, které je součástí kanálu. Panamský průplav byl stavěn ve dvou etapách, v první v letech 1880 až 1889, kdy se na jeho výstavbě podíleli zejména Francouzi,¹⁰⁷ a v druhé, která byla zahájena v roce 1901. S vlastní stavbou průplavu se začalo v roce 1880 a největšími problémy při výstavbě byly časté sesuvy půdy. Finanční problémy a vysoké ztráty na lidských životech (více než 20 tisíc obětí v prvních 9 letech stavby) vedly ke krachu projektu v roce 1889, kdy byla postavena přibližně třetina průplavu. K obnovení prací na projektu došlo v roce 1904 za finanční účasti USA. Stavbu průplavu doprovázely přesuny velkých objemů zeminy, jednak na stavbu vlastní sníženiny průplavu, jednak na stavbu zemních hrází, zdymadel a vlnolamů. Průplav byl dokončen v roce 1913 a ve stejném roce proběhla i zkušební plavba. Slavnostní otevření Panamského průplavu se konalo 15. 8. 1914 a do plného provozu byl průplav uveden v roce 1920.

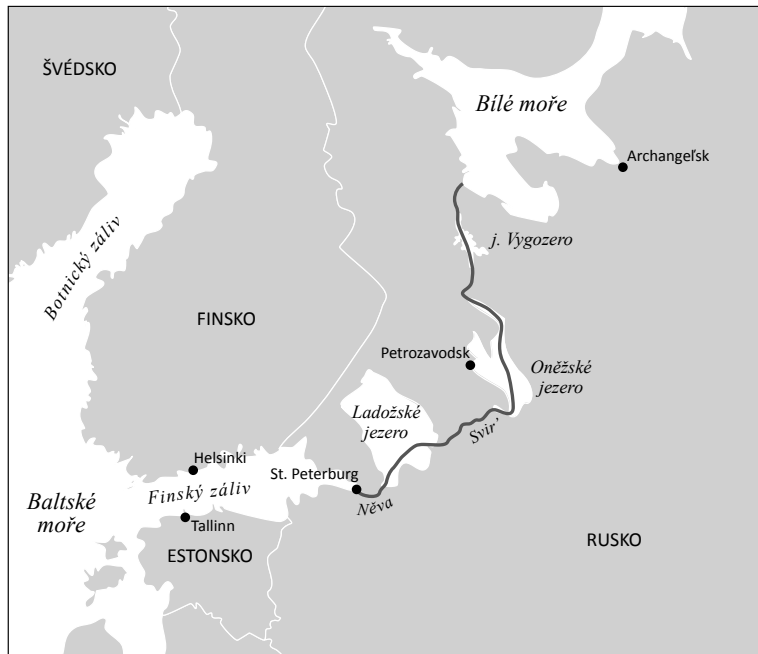
Suezský průplav leží na území Egypta a umožňuje lodím plout ze Středozemního do Rudého moře bez obeplouvání Afriky kolem mysu Dobré naděje. Výjimkou jsou obří supertankery, pro které je průplav úzký a mělký. Průplav je dlouhý 163 km, je rozdělen na severní a jižní část Velkým Hořkým jezerem (Great Bitter Lake). V místě dnešního Suezského průplavu bylo již ve 13. století př. n. l. vodní dílo, které propojovalo Rudé moře a deltu Nilu. Díky neustálému zanášení sedimenty v oblasti delty

¹⁰⁷ Francouzský projekt byl představen na mezinárodní konferenci Geografické společnosti v Paříži v roce 1879 (autor projektu: Ferdinand Lesseps).

mělo vodní dílo řadu problémů a postupně zaniklo. O jeho obnovení se pokoušeli Římský i egyptští panovníci. První studie o průplavu v současné trase byla z období napoleonských válek, kdy však bylo technicky obtížně řešitelné. Autorem projektu Suezského průplavu z roku 1856, který byl realizován, je Alois Negrellia. S výstavbou průplavu se začalo v roce 1858 za účasti investorů z Francie, Itálie, Rakouska, Egypta, Ruska i USA a zprovozněn byl po 11 letech stavby v listopadu 1869. Průplav nemá žádná zdymadla, protože mezi Středozemním a Rudým mořem není rozdíl mezi nadmořskou výškou mořské hladiny. Do průplavu mohou vplout lodě o výtlačku až 150 tis. tun široké až 16 m. V současné době probíhá rekonstrukce průplavu (předpokládané dokončení v roce 2010), při které se plánuje rozšíření, které by mělo umožnit plavbu lodím o šířce až 22 m. Průplavem ročně propluje asi 25 tis. lodí, což je 14 % celosvětového lodního provozu. V roce 1983 byl pod průplavem prokopán silniční tunel, který byl na počátku 90. let 20. století modernizován z důvodů průsaků vody (postaven byl nový tunel uvnitř původního).

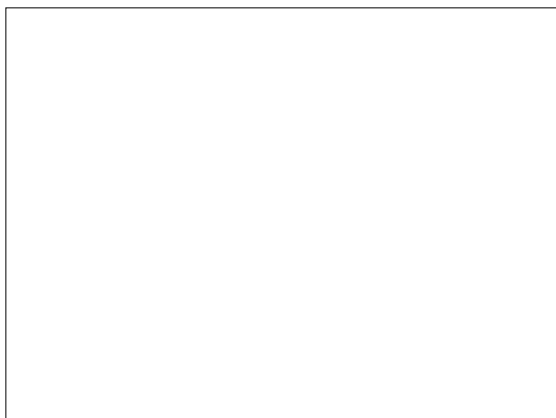
Dalšími významnými průplavy jsou například *Korintský průplav* v Řecku, který spojuje Korintský a Saronský záliv v místě Korintské šíje. Průplav propojující Peloponés s pevninským Řeckem patří mezi historicky významné průplavy (pokusy o jeho realizaci byly již za císaře Nera). Vlastní stavba průplavu byla zahájena v roce 1881 a průplav byl dokončen v roce 1893. Dosahuje celkové délky 6,3 km při průměrné šířce 11 m a hloubce 8 m. V současné době má zejména rekreační využití v cestovním ruchu.

Jiným příkladem je *Bělomořsko-baltský průplav* (tzv. Bělomořsko-baltská vodní cesta), který spojuje Bílé a Baltské moře. Průplav je částečně veden přírodními sníženinami (řeka Dolní Vyg, jezero Vyg, Oněžské jezero, řeka Svir, Ladožské jezero a řeka Něva), částečně uměle prokopanými průplavy. K realizaci stavby¹⁰⁸ průplavu došlo až v roce 1931 a zprovozněn byl v roce 1933. Délka pokopaného úseku průplavu dosahuje 227 km a průměrná hloubka 3 až 4 m. Na celé délce průplavu je 12 plavebních komor a maximální rozdíl hladin dosahuje 70 m.



Obr. 75a: Schéma Bělomořsko-baltského průplavu (tzv. Bělomořsko-baltské vodní cesty).

¹⁰⁸ Plán na propojení Bílého a Baltského moře se objevil již ve 14. století, kdy v tehdejšíms carském Rusku vznikl projekt využití systému řek a jezer na severozápadě Ruska tak, aby se lodní doprava dala snadněji dovést do centrálních částí země.



Obr. 75a: Úsek průplavu Rýn – Mohan – Dunaj
vedený nad úroveň okolního terénu
(foto: M. Gertkemper).

Obr. 75b: Průplav Mohan
(foto: R. Krahl).

Význam

Vodní kanály slouží zejména pro zkrácení dopravní cesty, ale také k dosažení plynulého vedení plavby narovnaním vodní trasy.

VODNÍ TUNEL

Anglicky: water tunnel

Vodní tunel je podpovrchový antropogenní tvar, který slouží k převodu vody. Jedná se umělý vodní kanál, který je většinou z důvodu členitosti reliéfu veden pod zemským povrchem. Nejčastěji se vodní tunely staví z důvodu zkrácení plavební trasy nebo při výstavbě vodních děl pro odvod vody z vodního toku. Za jeden z nejstarších tunelů je považován nedochovaný asyrský Semiramidin tunel z 9. století př. n. l. v Babylonu.¹⁰⁹

Rozšíření v ČR

Vodní tunely na území ČR jsou nejčastěji využívány pro převod vody mezi povodími, jako součást vodovodní sítě či pro zkrácení plavební trasy. Nejdelším vodním tunelem v ČR je *tunel Želivka* (51 km), který přivádí vodu z vodní nádrže Želivka do Prahy. Mezi historicky významná díla patří vodní *tunel u osady Jelení* na Šumavě, který je součástí Schwarzenberského plavebního kanálu. Tunel má délku 400 m a průkopem je protnuto hlavní evropské rozvodí. Historicky významná je *Rudolfova (Belvedérská) štola* pod pražskou Letnou, která vznikla v 16. století.¹¹⁰ Štola je dlouhá 1098 m, profil má výšku 2–4 m a šířku 0,9–1,5 m. Vlastní štola probíhá přibližně 45 m pod současným povrchem a celkový spád dosahuje 1,1 m. Účelem stavby Rudolfovy štoly bylo přivedení vody z Vltavy do rybníku (dnes zaniklý) v Královské oboře.

Dalším významným vodním tunelem je *průrva Ploučnice*, což je umělé podzemní dílo protékané Ploučnicí v úseku mezi Stráží pod Ralskem a Novinami pod Ralskem. Průrva Ploučnice byla vysekána v křídových pískovcích a tvoří ji dva tunely dlouhé 13 a 41 m o šířce 3,5 až 4 m. První doklady o stavbě

¹⁰⁹ Semiramidin tunel pod korytem řeky Eufkrat propojoval v Babylonu pravý a levý břeh. Podle písemných dokladů byl dlouhý 900 m (řeka měla šířku 200 m) s profilem 4 × 5 m (např. Hánek, 2007; Hánek, Janžurová, 2007).

¹¹⁰ Hloubení šachet Rudolfovy štoly bylo z iniciativy Rudolfa II. zahájeno v roce 1584 a postupovalo velmi pomalu s pomocí primitivních nástrojů. Samotná štola byla ražena v letech 1589–1593. Při ražení štoly havíři postupovali vždy proti sobě. K poslední prorážce došlo až po deseti letech od zahájení prací v červenci 1593 (Bílková, Cílek, Hromas, 2002).

vodních tunelů v průrvě Ploučnice jsou již ze 16. století, kdy měla průrva sloužit jako zdroj vody pro hamry v Novinách pod Ralskem. Počínaje 19. stoletím se začala průrva využívat jako turistická atrakce a byla vyhledávána vodáky. Od roku 1997 je průrva Ploučnice chráněna jako kulturní památka.

Tunely jsou také součástí některých vodních náhonů, příkladem je Weissshuhnův kanál odvádějící vodu z Moravice, jehož součástí jsou 3 podzemní tunely. Nejdelší má délku 45 m, šířku 4 m a výšku 3 m.

Rozšíření ve světě

Nejčastěji jsou vodní tunely součástí dálkových vodovodních tras nebo vodních kanálů v místech, kde je nutné překonávat terénní překážky. Nejdelším tunelem na světě je *akvadukt Delaware* (137 km), kterým je přiváděna voda z nádrže Rondout (Rondout Reservoir) do New Yorku. Druhým nejdelším je vodní *tunel Päijänne* (Päijännetunneli) na jihu Finska dlouhý 120 km. Tunel je vytesán ve skalním masivu v hloubce 30 až 100 m pod povrchem a jeho hlavním účelem je zásobování pitnou vodou, zásobuje vodou např. města Helsinky, Vantaa nebo Kerava. Třetím nejdelším je tunel *Orange-Fish River* (83 km) v Jihoafrické republice, který odvádí vodu z řeky Orange. Hlavní funkcí tunelu (o průměru 5 m) je zásobování závlahovou vodou semiaridní oblasti provincie Eastern Cape. Vodní tunel byl vytesán v hloubce 80–380 m ve skalním masivu horského pásma Suurberg. Stavba se realizovala v letech 1966–1975.

Jiným příkladem rozsáhlého systému vodních tunelů jako součásti vodovodní sítě je *Metropolitan Water District* v jižní Kalifornii v USA. Jedná se o vodovodní systém z roku 1928, který zásobuje vodou téměř 25 milionů obyvatel.



Obr. 76a: Průrva Ploučnice
(foto: I. Smolová).



Obr. 76b: Kanál odvádějící vodu z Klabavy
poblíž Ejpvovic (foto: J. Váchová).

Význam

Vodní tunely mají význam zejména v urychlení plavby či dopravy vody v místech, kdy by bylo jiné řešení technicky a finančně velmi náročné.

ZDYMADLO

Anglicky: lock

Zdymadlo je souhrnný název pro objekty způsobující zvýšení hladiny vodního toku a umožňující převést plavidla v části toku. Součástí zdymadel mohou být **jezy**, **plavební komory**, **rybí přechody**, malé vodní elektrárny nebo objekty na odběr vody. S jejich stavbou jsou spojeny rozsáhlejší terénní úpravy, proto jsou řazeny mezi vodohospodářské antropogenní tvary.

Rozšíření v ČR

Zdymadla jsou na vodních tocích poměrně četná na úsecích, které jsou využívány k plavbě. Příkladem je *zdymadlo Střekov* na toku Labe, které bylo postaveno v letech 1923–1935 za účelem splavnění Labe v úseku tzv. střekovských peřejí pod hradem Střekov v Ústí nad Labem. V době svého vzniku patřilo k nejmodernějším v Evropě. Součástí vodního díla je jez, rybí přechod, plavební komory a vodní elektrárna. Jiným příkladem zdymadla na toku Labe je *zdymadlo Lysá nad Labem*, jehož součástí je jez, plavební komora, rybí přechod i malá vodní elektrárna. Zdymadlo bylo postaveno v rámci regulace toku Labe v letech 1931–1935. Dalšími zdymadly na středním toku Labe jsou například *Přelouč*, *Pardubice*, *Kolín*, *Velký Osek*, *Nymburk* nebo *Kostelec nad Labem*. Na dolním toku pak vedle Střekova také *Roudnice nad Labem* (uvedeno do provozu v roce 1912), *Lovosice* (postaveno v letech 1911–1919), *České Kopisty* (uvedeno do provozu v roce 1912), *Dolní Beřkovice* (uvedeno do provozu v roce 1907) nebo *Štětí*.

Na umělém plavebním kanále Mělník–Vraňany je dvoukomorové *zdymadlo u Hořína*, které překonává výškový rozdíl 8 m.

Rozšíření ve světě

Mezi největší zdymadla na světě patří zdymadla v průplavech spojující mezi sebou moře, například na Panamském průplavu.

Mezi velká zdymadla na vodních tocích patří v Evropě *zdymadlo Berendrecht* v Belgii, které má délku 500 m a šířku 68 m. Zdymadlo je schopno vyrovnat výškový rozdíl 13,5 m. Mezi zdymadla s velkým výškovým rozpětím patří také *zdymadlo na toku Rhône* u města Bollène, které je schopno překonat výškový rozdíl 23 m, nebo *zdymadlo Oskemen* v Azerbájdžánu s výškovým rozpětím 42 m. Unikátní je *systém 29 zdymadel na toku Mississippi* v USA.

Význam

Zdymadla mají velký význam pro námořní dopravu, kdy umožňují překonávat pomocí plavebních komor výškové rozdíly a nesplavné úseky toku.

PLAVEBNÍ KOMORA

Anglicky: navigation lock, coffer, loch chamber

Plavební komora je antropogenní vodohospodářský tvar, který má charakter široké konkávní sníženiny na vodním toku nebo umělém plavebním kanále, která slouží pro překonání výškového rozdílu hladin vertikálním pohybem plavidla. Plavební komory se umísťují na vodních cestách, a to zejména v místech plavebních kanálů, průplavů nebo přímo na vodních tocích. Princip plavební komory spočívá v zabezpečení odtoku nebo přítoku vody s využitím samospádu tak, aby se dosáhlo snížení nebo zvýšení hladiny vody v plavební komoře, a tím i spuštění nebo zdvižení plavidla. Stavba plavební komory vyžaduje rozsáhlé úpravy koryta vodního toku, případně rozšíření umělé vodní cesty. Samotná plavební komora má nejčastěji betonovou nebo zděnou konstrukci. Komora se skládá z horního a dolního ohlaví, mezi kterými je prostor pro proplavání lodí. V obou ohlavích jsou umístěna vodotěsná vrata. Princip proplutí plavební komorou po směru proudu spočívá v napuštění vody v komoře na úroveň vody na horním okraji plavební komory. Následně se otevřou horní vrata a plavidlo vpluje dovnitř komory a vyváže se, tj. pomocí lan se přiváže k vázacím prvkům v komoře. Po uzavření horních vrat se komora začne vypouštět až na úroveň hladiny vody na dolním okraji za plavební komorou.

Rozšíření v ČR

Příkladem plavebních komor na území ČR jsou plavební komory Kořensko, Kamýk nad Vltavou, Orlík, Štěchovice, Praha-Modřany, Smíchov, Štvanice, Podbaba či Miřejovice na Vltavě. Například

plavební komora Praha-Smíchov (obr. 77a) má šířku 11 m a délku 175 m, *plavební komora Podbaba* leží při západním okraji Císařského ostrova a tvoří ji dvě komory (první o délce 137,5 m a šířce 20 m, druhá o délce 73 m a šířce 11 m). Výška komor je 8,5 m a rozdíl hladin 5,5 m.

Na Labi jsou plavební komory například Týnec nad Labem, Veletov, Kolín, Klavary, Velký Osek, Poděbrady, Nymburk, Kostomlátky, Hradištko, Lysá nad Labem, Čelákovice, Brandýs nad Labem, Kostelec nad Labem, Lobkovice nebo Obříství.



Obr. 77a: Plavební komora Praha-Smíchov na Vltavě (foto: I. Smolová).



Obr. 77b: Plavební komora Hořín na vodním kanálu Vraňany–Mělník (foto: Povodí Labe, s. p.).

Rozšíření ve světě

Plavební komory jsou součástí většiny plavebních kanálů a průplavů, příkladem jsou plavební komory na vodním díle Gabčíkovo nebo plavební komory Panamského průplavu.

Význam

Plavební komory mají význam v lodní dopravě, kdy umožňují překonávat výškové rozdíly průplavů či překážky v podobě vodních nádrží. Plavební komora je významným vodohospodářským dílem, které slouží pro překonání výškového rozdílu hladin vertikálním pohybem plavidla.



Obr. 78: Plavební komory na vodním díle Gabčíkovo na Slovensku (foto: I. Smolová).

JEZ

Anglicky: weir, lowhead dam

Jez je vodohospodářský tvar, který patří technicky mezi tzv. vzdouvací zařízení. Jedná se o umělou překážku, která slouží k vzedmutí hladiny vody (vytvoření zdrže) na vodním toku. Obvyklá výška jezu je od necelého 1 m až po přibližně 3 m. Z hlediska technologického se rozlišují jezy pevné (neovladatelné) a pohyblivé (s uzávěry – segment, stavidlo, klapka). Materiálem, ze kterého jsou jezy stavěny, mohou být lomový kámen, na menších vodních tocích dřevo nebo beton. Součástí jezů může být propust, která umožňuje plavbu, v minulosti například vorů, v současné době menších plavidel a může také sloužit jako rybí přechod. Přelivná hrana propusti je umístěna níž než přelivná hrana zbylé části jezu a zpravidla má propust výrazně menší spád než samotný jez.

Na těleso jezu působí podobně jako na hráz vodní nádrže tlak zadržované vody, tlak nashromážděných usazenin, ledových ker či uvízlých kmenů a podtlak způsobený rychlým prouděním kapaliny po jeho odtokové hraně. Při stavbě jezu musí být také zabráněno průsaku pod tělesem jezu, které narušuje podloží a celkově stabilitu jezu.

Rozšíření v ČR

První jezy na Vltavě a Labi byly stavěny již za Ferdinanda I. společně s dalšími úpravami zlepšujícími splavnost toku. Historie stavby jezů na menších tocích je úzce spjata s rozvojem mlynářství a jezy jsou rozšířeny na většině větších vodních toků. Na Labi jsou součástí zdymadel. Příkladem labských jezů je *jez ve Smiřicích*, který byl postaven v letech 1930–1936 jako náhrada za dva původní pevné jezy ve Smiřicích a Černožicích v rámci realizace vodocestného programu úpravy středního Labe až po Jaroměř. *Jez v Pardubicích* je součástí zdymadla, které bylo dokončeno v roce 1974, *jez v Kolíně* má tři pole šířky 19 m hrazené zdvižnými válcovými uzávěry, *jez v Lovosicích* má také tři pole a je podobně jako další jezy na Labi součástí zdymadel.

Na toku Moravy jsou jezy například v Zábřehu na Moravě, Litovli, Olomouci, Kroměříži, Napaředlích či Strážnici.

Dalším příkladem jezu je *Malšovický jez* na Orlici v Hradci Králové. Původně dřevěný jez byl vybudován v letech 1908–1913. Stávající jez byl postaven v letech 1923–1928 jako součást úpravy Orlice u Malšovic. Součástí Malšovického jezu je pevný jez, vývar, vorová propust, šterková propust a malá vodní elektrárna (vybudovaná po první světové válce). Jiným jezem v Hradci Králové je Moravský jez nebo jez Hučák. *Moravský jez* na toku Orlice byl původně vybudován v letech 1912–1915 jako pohyblivý s přemostěním. Nový projekt byl vypracován v roce 1951 a vodní dílo bylo uvedeno do trvalého provozu v roce 1956. Vlastní konstrukce jezu je železobetonová, obložená kvádrovým zdivem. *Jez Hučák* se nachází v lokalitě, kde ještě na počátku 20. století stál u městské vodárny v Hradci Králové jez, který byl součástí fortifikačních staveb, vybudovaných v tereziánském období. V rámci prvních úprav středního Labe pro jeho splavnění byl vybudován o 150 m níže nový jez, kterým se zvýšila ochrana města proti povodním. Současně se stavbou jezu budovalo město Hradec Králové novou vodní elektrárnou (Povodí Labe, s. p.).

V Praze na Vltavě je několik jezů, například *Staroměstský jez* (viz obr. 79a) nebo *Trojský jez*, který leží mezi Císařským ostrovem a Trojou a je součástí zdymadla Troja–Podbaba. Původní jez byl vybudován v letech 1899–1902 (rekonstruován v letech 1974–1979). Jez má tři pole o šířce 38 m, u levého břehu je plavební kanál a u pravého břehu byla plavební komora pro vory (dlouhá 409 m a široká 12 m), která po stavebních úpravách slouží pro sportovní účely jako slalomová dráha (Povodí Labe, s. p.).



Obr. 79a: Staroměstský jez na Vltavě v Praze
(foto: I. Smolová).



Obr. 79b: Jez na Labi ve Špindlerově Mlýně
(foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Jezy jsou hojně rozšířeným vodohospodářským tvarem na většině vodních toků. Historicky byly jezy významné zejména tím, že umožňovaly vybudování vodních mlýnů a pil.

Význam

Význam jezu na vodním toku spočívá ve zvýšení vodní hladiny pro umožnění splavnění části toku, má také významnou ochrannou funkci proti záplavám a často je součástí malých vodních elektráren.

PŘELIV (PŘEPAD)

Anglicky: spillway, overfall

Přeliv je manipulační objekt vodního díla, který zajišťuje funkčně přepad vody. Přepad vody slouží k odvedení přebytečného množství vody zpět do vodního toku. Účelem je zabránění dalšímu vzestupu hladiny v náhonu či vodní nádrži. Většinou není přepad v činnosti trvale, ale uplatňuje se pouze tehdy, není-li voda spotřebovávána jiným způsobem. Energie přepadající vody ve vývařišti pod přepadem způsobuje erozi, proto musí být přepad technicky dobře zabezpečen.

Podle konstrukce lze přelivy rozdělit na hrazené a nehrazené (volné). Základními typy přelivů jsou přeliv korunový, postranní, boční a šachtový. V dlouhodobé tradici výstavby vodních děl v ČR se u malých vodních nádrží dává přednost nehrazenému přelivu, u významnějších vodních děl jsou časté hrazené přelivy (např. Broža, 2005, Broža, Satrapa, 2007).

Korunový přeliv je typický pro betonové popř. zděné přehrady. Voda je svedena do toku pod nádrží po vzdušném svahu přehradu. **Postranní přeliv** je univerzální, většinou se jedná o přeliv se skluzem, vytvořený v umělé terénní depresi v blízkosti přehradu. **Boční přeliv** je četný u náhonů, kde bývá umístěn v boční stěně náhonu ještě před zařízením označovaným česla. Přepad se umísťuje tam, kde by při ucpání koryta došlo k vystoupení vody z břehů, nebo tam kde by bylo poškození břehu nejnebezpečnější (např. je-li voda vedena v náspu). **Šachtový přeliv** se běžně využívá u vodních děl s větším spádem. Speciálním typem přelivu je tzv. **požerák**, což je přepad se svislou šachtou, který se používá většinou u nově budovaných akumuláčních nádrží se sypanou hrází. Svislá šachta je umístěna uprostřed vodní plochy před hrází, která není jeho stavbou nijak narušena. Pokud je šachta umístěna v nejhlubším místě nádrže, bývá doplněna druhým otvorem ústícím do jejího nitra u dna. U nízké šachty

zasahuje až ke dnu postranní výřez. Při tomto řešení je možno výšku hladiny v nádrži libovolně měnit. Výhoda je, že na šachtu tohoto typu nepůsobí statické zatížení a pohyby sypané hráze. Pro obsluhu je však nepříznivé její umístění daleko od břehu a možnost ucpávání ledem a větvemi. Používá se proto u nádrží s regulovaným přítokem.

Rozšíření v ČR

Přelivy jsou na území ČR hojně rozšířeny. Jsou součástí většiny vodních nádrží. Příkladem nehrazeného přelivu je šachtový přeliv vodního díla Želivka o kapacitě 600 m³/s a výšce přepadu 3 m. Bezpečnostní přeliv vodní nádrže Orlík tvoří tři pole šířky 15 m, o výšce segmentových uzávěrů 8 m. Dvě základové výpusti o průměru 4000 mm mají při maximální hladině kapacitu 371 m³/s (Povodí Labe, s. p.).

Rozšíření ve světě

Přelivy jsou rozšířeným vodohospodářským tvarem, jsou součástí většiny vodních nádrží a rybníků.

Význam

Přelivy jsou významnou součástí vodních nádrží, řadí se mezi tzv. manipulační objekty, které regulují odtok vody z vodní nádrže.

LODNÍ VÝTAH

Anglicky: ship lift

Lodní výtah je specializované technické zařízení určené pro překonání výškového rozdílu hladin mezi vodními plochami uměle propojenými plavebními kanály nebo mezi jednotlivými plavebními kanály. Lodní výtahy jsou lokalizovány tam, kde není možné využít zdymadla, zejména z důvodu nedostatku prostoru či velkého výškového rozdílu hladin. Rozšířeny jsou dva typy výtahů, a to vertikální vodní výtah a kolejový lodní výtah. Ve **vertikálním vodním výtahu** se výškový rozdíl hladin překonává zdvižením plavební komory. Často se používají zařízení, kde jsou v provozu zároveň dvě komory – pro zdvih se využívá váha jedné komory jako protizávaží k druhé. Jiným způsobem vyrovnání hmotnosti je plovák o stejném výtlačku, jako je hmotnost komory, umístěný v bazénu pod komorou. **Kolejový vodní výtah** je v principu pozemní lanová dráha, po které jezdí plavební komora přepravující loď. Existují i některé speciální typy lodních výtahů.

Rozšíření ve světě

Příkladem vertikálního vodního výtahu je *Andertonský lodní výtah* ve Velké Británii, který pracuje na principu dvou vyvážených nádrží, z nichž jedna stoupá vzhůru, zatímco druhá klesá. Lodní výtah spojuje řeku Weaver a vodní kanál Trent and Mersey na severozápadě Anglie a překonává výškový rozdíl 15 m. Postaven byl již v roce 1875.

Unikátní konstrukci má lodní výtah *Falkirk Wheel* (v provozu od roku 2002) poblíž města Falkirk ve Skotsku, který ke zdvihu lodí využívá komory umístěné na koncích mohutného rotoru a lodě jsou vertikálně přesouvány jeho otáčením. Výtah se skládá ze dvou van, které jsou umístěny na koncích mohutného rotoru. Obě vany mají kapacitu 600 t vody. Lodní výtah propojuje průlivy Forth and Clyde Canal a Union Canal a umožňuje vnitrozemské spojení mezi městy Edinburgh a Glasgow. Falkirk Wheel je jediný rotační lodní výtah tohoto typu na světě, překonává výškový rozdíl 24 m a je považován za technickou pamětihodnost Skotska. Výtah nahradil systém 11 zdymadel, který umožňoval přepravu mezi kanály až do 30. let 20. století, zprovozněn byl v roce 2002.



Obr. 80a: Lodní výtah Falkirk Wheel
(foto: R. Solárik).



Obr. 80b: Lodní most přes Labe (Magdeburg Water Bridge)
(foto: www.en.wikipedia.org).

Význam

Lodní výtahy umožňují překonání výškových rozdílů mezi vodními plochami uměle propojenými plavebními kanály nebo mezi vodními kanály. Na relativně malém prostoru lze pomocí lodních výtahů přepravit lodě a urychlit a zefektivnit lodní dopravu.

RYBÍ PŘECHOD

Anglicky: fish ladder

Rybí přechod neboli rybovod je umělé koryto, které umožňuje migraci vodních živočichů přes vzdouvací zařízení, hráze přehrad a rybníků. Mezi vodohospodářské tvary jsou rybí přechody řazeny jako speciální příklady umělých vodních kanálů, které mají jistá specifika. Mezi základní typy rybích přechodů patří rybí přechod kaskádový, meandrový a rybí biokoridor.

Kaskádový rybí přechod je nejběžnějším typem rybího přechodu, má tvar vhloubeného umělého koryta, které je rozdělené přepážkami na mnoho nízkých stupňů. Malé množství vody postupně přetéká přes jednotlivé stupně a dole odtéká do odpadní strouhy. Ryby jej překonávají malými skoky, postupně přes jednotlivé stupně vzhůru proti proudu, či naopak.

Meandrový rybí přechod má tvar vhloubeného koryta s četnými zákruty a uměle vytvořenými meandry. Vnitřní prostor umělého, často vybetonovaného koryta je střídavě předělen příčkami, takže voda je přinucena protékat jej v mnoha zákrutech.

Rybí biokoridor je umělé koryto vodního toku, které je vytvořeno jako umělé křivolaké řečiště obcházející velkým obloukem celé vodní dílo. Voda je do něj přiváděna z náhonu přes nízký regulační práh. Na trase rybího biokoridoru jsou malé jezy, meandry a tůňky.

Rozšíření v ČR

Rybí přechody patří mezi nové vodohospodářské tvary, s jejichž realizací se začalo ve větší míře až v posledních letech.

Rozšíření ve světě

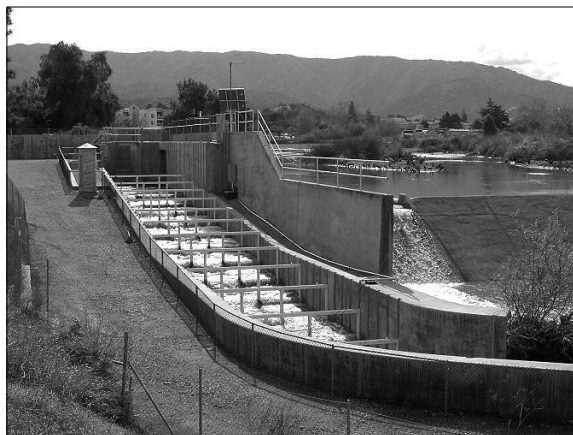
Rybí přechody se nacházejí v blízkosti vodních nádrží a zatím nejsou jejich běžnou součástí.

Význam

Základní funkcí rybího přechodu je umožnit vodním živočichům překonání rozdílu hladin v jejich přirozeném prostředí.



Obr. 81a: Meandrový rybí přechod na Sněžném potoce v Prkenném dole (foto: I. Smolová).



Obr. 81b: Rybí přechod jako součást vodního díla (foto: I. Smolová).

VODOVODNÍ SÍŤ

Anglicky: water distribution systém (network), water supply system

Vodovodní síť je souhrnné označení objektů, které slouží pro zásobování pitnou vodou. Mezi antropogenní tvary jsou řazeny ty části, při jejichž výstavbě dochází k větším terénním úpravám a zásahům do horninového prostředí. K prvotnímu zásobování sloužily zejména **studny** nebo **jímky** na povrchovou či dešťovou vodu. V současné době jsou součástí vodovodní sítě jímací zařízení, studny, podzemní štol pro převod vody, vodovodní přivaděče, **vodojemy**, úpravní vody a **čistírny odpadních vod**.

Rozšíření v ČR

Na území ČR jsou rozšířeny vodárenské soustavy v lokálním, regionálním i nadregionálním měřítku. Mezi nadregionální náleží vodovodní soustavy zásobující pitnou vodou plošně rozsáhlá území.

Dlouholetou historii má vývoj *zásobování Prahy* pitnou vodou. Do současné doby se dochovaly některé části historicky významných úseků vodovodního systému. Výjimečné a technicky velmi zajímavé je vodovodní dílo pro Strahovský klášter, vybudované v roce 1142, které využívalo vydatných pramenů na východním svahu Petřína. Dalším historicky významným pražským vodovodem z období 12. století byl přivaděč pro Vyšehrad, který dopravoval vodu z Jezerky nad vesnicí Michle do hradního komplexu. Z roku 1333 je vodovod z olověných trub pro Zbraslavský klášter a v polovině 14. století byl postaven první vodovod pro Pražský hrad. Počátek zásobování obyvatel Prahy vodou z veřejných vodovodů je podle D. Broncové (Broncová ed., 2006) datován do poloviny 14. století. Tehdy vznikaly vodní věže, byl ustálen vodohospodářský systém a stanovena technologie kladení potrubí i způsob odběru vody z veřejných či soukromých kašen či nádrží. V Praze byly postupně založeny čtyři vodárny: Petržilkovská vodárna pro Malou Stranu, Staroměstská vodárna pro Staré Město pražské, Šitkovská vodárna zásobující horní Nové Město pražské a Novomlýnská vodárna pro dopravu vody do dolního Nového Města pražského. Nové zdroje vody začaly být využívány od 19. století, kdy vodárenský systém směřoval postupně k budování centrálních zdrojů pitné vody. Výsledkem těchto snah byla výstavba vodárny

v Káraném (uvedena do provozu v roce 1914), následovaná úpravou vody Podolí (1929). V současné době doplňuje skupinu vodních zdrojů pro Prahu úpravna vody Želivka uvedená do provozu v roce 1972. Po připojení pražské vodovodní sítě na zdroj Želivka, byl téměř dobudován gravitační okruh vedoucí po obvodu Prahy. Pitná voda je ze Želivky přiváděna štolovým přivaděčem. Je dlouhý přes 51 km a končí uzávěrovou komorou před vodojemem v Jesenici o objemu 200 tis. m³ (Broncová ed., 2006).

Příkladem vodovodního systému na Moravě je *Vířský oblastní vodovod* (dříve Brněnský oblastní), jehož projekt vznikl v 70. letech 20. století, kdy byla přijata a doporučena k realizaci nejhodnější varianta zásobování brněnské aglomerace odběrem vody z vodní nádrže Víř. Surová voda z vodní nádrže je přiváděna tlakovou štolou dlouhou téměř 5 km do Koroužné a následně přírodním potrubím o délce 411 m do úpravy vody Švařec (průměrný výkon 1700 l/s). Významným bodem vodovodního systému je vodojem Čebín, kde se mísí voda z vířské přehrady s podzemní vodou z Březové nad Svitavou.

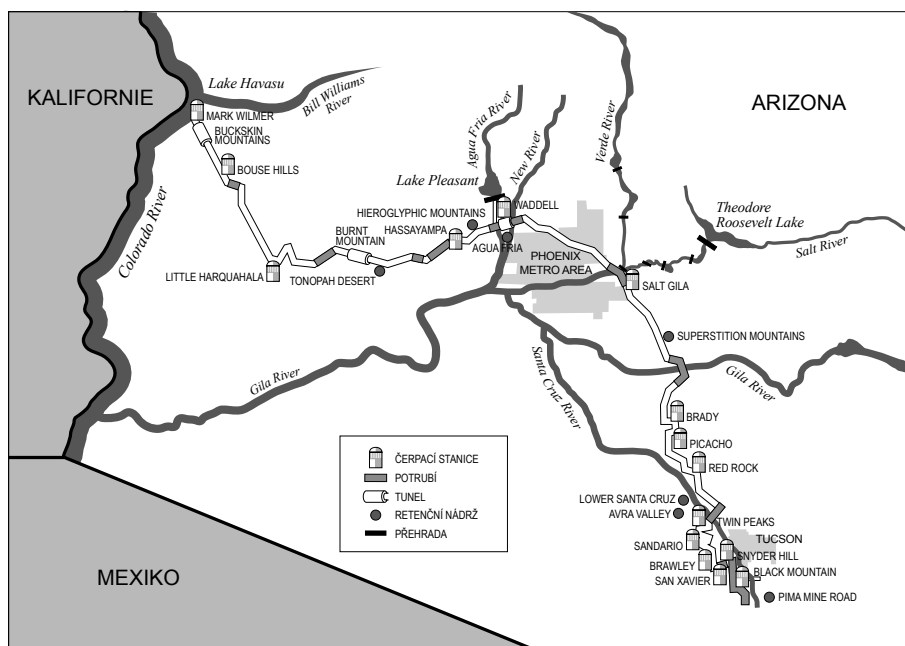
Rozšíření ve světě

Systém zásobování vodou vodovodní sítí obdobnou jako na území České republiky je ve většině vyspělých států světa. Nejstarší vodovody na světě byly přitom realizovány na území Blízkého východu, Číny a Egypta, v Evropě na území Itálie a Řecka. Unikátní systém vodních kanálů je na území státu *Arizona* (dosahuje celkové délky 541 km). Voda je odváděna z řeky Colorado do střední a jižní Arizony a projekt byl navržen tak, aby zásoboval vodou pro zavlhnutí území o rozloze 4 tis. km². Jiným příkladem je *systém vodovodní sítě v New Yorku*, který zahrnuje kombinaci tunelů, akvaduktů a 19 nádrží, které zabezpečují vodu pro více než 8 milionů obyvatel.

V Evropě patří k historicky významným vodovodním systémům na *ostrově Malta*. Zdrojem vody je podzemní voda, která vytváří na úrovni hladiny podzemní slané mořské vody sladkovodní akvifer o mocnosti několika metrů. Do tohoto akviferu jsou navrtány svislé přístupové šachty a v rovině akviferu jsou paprskovitě prokopány horizontální chodby zvané galerie. Galeriami teče pitná voda do centra, odkud je podél svislé šachty čerpána na povrch. Systém podzemních galerií byl budován od roku 1887 až do roku 1963 a celkem má 36 km horizontálních galerií přístupných z 9 lokalit. V 19. století postačovala podzemní voda pokrýt spotřebu. Ve 20. století ostrov začal využívat i destilaci mořské vody. Voda, která má 39 g/l rozpuštěných látek, se čerpá ze studní vrtaných na břehu těsně u hladiny do hloubky 100 m při teplotě 19 °C a v desalinačních stanicích se upravuje na vodu pitnou (www.enviweb.cz).

Význam

Vodovodní síť je nezbytná pro zajištění dostatku pitné vody ve větších městech, kde není možné využívat jednotlivé studny a vrty pro individuální zásobování. Moderní vodovodní síť má také monitorovací systémy, které kontrolují kvalitu vody, a převody mezi povodími regulují možné odběry a poptávku.



Obr. 82: Vodovodní systém ve státě Arizona
Zdroj: Central Arizona Project (www.cap-az.com)

VODOJEM

Anglicky: water tank, water tower, storage water tank, service reservoir

Vodojem je z vodohospodářského hlediska vodárenský objekt pro akumulaci vody. Hlavní funkcí vodojemu je vyrovnávání rozdílů mezi přítoky vody z vodního zdroje a odběry spotřebitelů, zajištění potřebného tlaku vody a zabezpečení dostatečné rezervy vody pro případ mimořádných událostí. Vodojemy mohou být nadzemní stavby nebo podzemní objekty. Mezi vodohospodářské antropogenní tvary jsou řazeny podzemní vodojemy, jejichž výstavba znamená výrazné narušení reliéfu.

Rozšíření v ČR

Vodojemy jsou rozšířeným tvarem a nacházejí se téměř v každé větší obci. Příkladem velkých vodojemů například na území Královéhradeckého a Pardubického kraje jsou podle Broncová ed. (2006) vodojemy Nový Hradec Králové (objem 48,5 tis. m³), Bohuslavice (objem 1 tis. m³), Kozinec (objem 2 × 750 m³), Hájek, Přím, Máslojedy, Starý Bydžov, Slatiňany (objem 5 tis. m³), Mikulovice (objem 15 tis. m³) nebo vodojem na Kunětické hoře (původní objem 2 × 2,5 tis. m³, rozšířený na 10 tis. m³).

Ve středních Čechách je velkým vodojemem vodojem v Jesenici o objemu 200 tis. m³ a vodojem Kožova Hora na Kladensku, který má dvě komory o objemu 2 × 20 tis. m³. V povodí Moravy je příkladem vodojem Ostrava-Krásné Pole, vodojem Dolní Lutyně, vodojem Velká Polom nebo vodojem Olomouc. V oblasti jímacího zařízení březovských vodovodů je lokalizován vodojem v Březové nad Svitavou (objem 5 tis. m³), který je v provozu do roku 1975 a je využíván jako jeden ze zdrojů pitné vody pro Brno.

Rozšíření ve světě

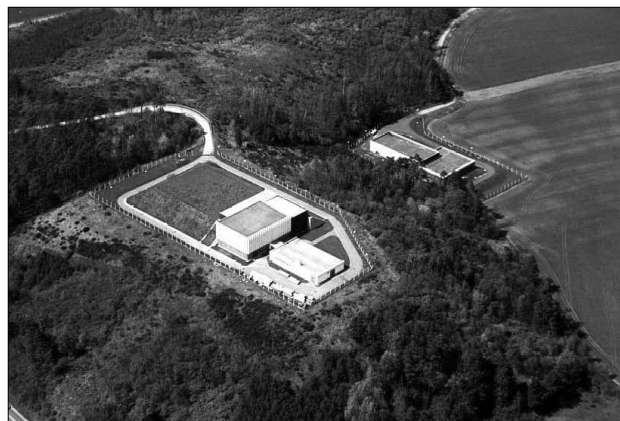
Vodojemy jsou podobně jako na území ČR četným vodohospodářským tvarem i ve světě. Příkladem je Chicago Water Tower nebo vodojem v Durbanu (340 tis. m³ vody). Historicky významný je vodojem v Istanbulu (Basilica Cistern).

Význam

Vodojemy mají velký vodohospodářský význam jako zásobárny pitné a užitkové vody.



Obr. 82a: Kalifornský akvadukt
(foto: www.sdnn.com).



Obr. 82b: Vodojem a čerpací stanice Čebín
(foto: Brněnské vodovody a kanalizace, a. s.).

STUDNA

Anglicky: water well

Studna je vodohospodářský antropogenní tvar,¹¹¹ který slouží k jímání a odběru podzemní vody. Řadí se k podpovrchovým tvarům, které mají podobu speciálního typu vrty nebo hloubené kopané jámy. V základní hydrologické terminologii se studny člení na studny s volnou hladinou podzemní vody a studny s napjatou hladinou podzemní vody. Speciálním typem jsou artézské studně, u kterých je piezometrická hladina výše než úroveň terénu a voda přirozeně (samovolně) vytéká na zemský povrch, kde je jímána.

Studny lze dále rozdělit podle provedení na studny *šachtové* (klasické studny o světlosti zpravidla 1 m a více) a *studny trubní* (vrty) a podle účelu na studny veřejné, neveřejné a požární.

Báňské předpisy rozlišují čtyři druhy studní prováděných v předem zjištěných geologických poměrech a průzkumná díla. Jsou to:

- studny hloubené v podzemí – šachtice do hloubky 3 m,
- studny vrtané strojně – vrt s délkou do 30 m,
- studny vrtané – vrt s délkou nad 30 m,
- studny hloubené v podzemí – šachtice či jáma do hloubky větší než 3 m,
- hydrogeologické průzkumné dílo – vrt i šachtice jakékoliv hloubky.

¹¹¹ Podle zákona o vodách (zákon 254/2001 Sb. ze dne 28. 6. 2001, o vodách a o změně některých zákonů) jsou studny vodní díla. Proto jsou podle stavebního zákona stavbou, kterou nelze provádět svépomocí a k jejímuž povolení je příslušný jedině vodoprávní úřad, který o ní smí rozhodnout teprve na základě platného územního rozhodnutí, vydaného obecním stavebním úřadem.

Největší antropogenní ovlivnění je v případě studní hloubených v podzemí, které mají charakter podzemního díla.

Rozšíření v ČR

Studny jsou četným vodohospodářským tvarem, vyskytují se jak ve městech, tak ve vesnické zástavbě. Před výstavbou vodovodní sítě byly hlavním zdrojem vody. Hloubka studní závisí na hydrogeologických poměrech. Příkladem jedné z hlubokých studní je studna na hradě Zbiroh, která dosahuje hloubky 163 m, studna na hradě Špilberk (114 m) nebo studna na hradě Pecka.

Významné pro zásobování pitnou vodou jsou jímací zařízení se soustavami studní, ze kterých je čerpána voda do vodovodního systému. Pro území východních Čech je strategická *jímací lokalita Lítá* se soustavou vrtaných studní, kde se jímá voda z horizontů spodnoturonského stáří s artézským stropem. V prostoru v okolí Dobrušky, Nového Města nad Metují a Opočna bylo vybudováno celkem 11 jímacích objektů a 23 monitorovacích vrtů. Prameniště v Lítě patří svou vydatností (250 l/s) k nejvýznamnějším zdrojům vodárenské soustavy Královéhradeckého kraje.

Pro střední Čechy je významné jímací zařízení na *Kokořínsku* v Řepínském dole v povodí Pšovky a v Želízích na Liběchovce.¹¹² V letech 1965 až 1966 byl v lokalitě vybudován vodovodní řád s 30 vrtů o hloubce 50 až 70 m a v letech 1972 až 1975 byly navrtány další.

Další významnou jímací oblastí je prameniště pitné vody u *Březové nad Svitavou*, které je zdrojem vody pro I. a II. březovský vodovod. Stavba jímacího zařízení byla zahájena v letech 1904 až 1906, kdy bylo vyvrtáno 14 studní do hloubky 17 až 21 m. K rozšíření jímacího zařízení došlo v 70. letech 20. století, kdy pro účely jímání II. březovským vodovodem bylo vyhloubeno do první zvodně 29 vrtaných studní (do hloubky 12 až 18 m), do druhé zvodně 7 jímacích vrtů (do hloubky 80 až 130 m).



Obr. 84a: Historická studna na náměstí v Novém Městě nad Metují (foto: I. Smolová).



Obr. 84b: Vrtané studny (foto: www.svdv.cz).

Rozšíření ve světě

Studny patří k běžně rozšířeným tvarům a jsou rozšířeny ve všech regionech světa. Největší význam mají jako zdroje vody v aridních oblastech.

Význam:

Hlavní význam studní spočívá v zajištění zdrojů pitné vody.

¹¹² Již v roce 1881 byl vytvořen projekt vodovodu, který by jímáním vody v lokalitě zásoboval vodou celou Prahu, pro jeho potřeby bylo v letech 1896 až 1898 na území o rozloze 177 km² mezi Lysou na Labem a Mělníkem vyhloubeno 514 vrtů, na nichž se uskutečnilo pozorování, spolu se 118 domovními studněmi a byly provedeny čerpací zkoušky (Broncová ed., 2006).

STOKOVÁ SÍŤ

Anglicky: sewerage systém (network), sewer network

Stoková síť je soustava trubních rozvodů a dalších zařízení sloužících k odvádění odpadních vod z jednotlivých objektů (nemovitostí) a z veřejného prostranství do čistírny odpadních vod. Mezi vodo hospodářské antropogenní tvary je řazena zejména proto, že výstavba kanalizační sítě přináší vznik množství podpovrchových tvarů, kterými jsou odpadní jímky, kanály, podzemní tunely, vstupní šachta, dešťová vpust, skluzy, spadiště, shybky, proplachovací šachty, odlehčovací komory, větrací šachty a retenční nádrže, které představují vhloubené podpovrchové formy antropogenního reliéfu. Stoková síť je součástí systému kanalizace, který mimo stokové sítě zahrnuje i další objekty. Nejvýznamnějšími jsou **čistírny odpadních vod**. Znečištění odpadní vody může být způsobeno rozpuštěnými nebo nerozpuštěnými látkami a za znečištění se považuje i tepelné nebo radioaktivní znečištění. Charakter znečišťujících látek silně ovlivňuje další nakládání s odpadní vodou. V základní typologii odpadních vod se odpadní voda člení na komunální¹¹³ a průmyslovou.¹¹⁴

Stokové sítě se člení podle různých kritérií. Podle způsobu odvodu srážkových vod se člení na stokovou síť jednotnou (jediná stoka pro odvádění splašků i srážkové vody) a oddílnou (dva systémy, jedním odtéká splašková voda do čistírny odpadních vod, druhým teče dešťová voda z okapů a silnic, která se svádí do retenčních nádrží).

Stoková síť odvádějící pouze splaškové odpadní vody se označuje jako *splašková kanalizace* a síť odvádějící výhradně dešťové vody jako *dešťová kanalizace*.

Podle hnací síly se vymezuje stoková síť gravitační (odpadní vodu pohání gravitační síla, tj. je nutný dostatečný spád stoky), síť s nuceným pohybem vody (vyžaduje vysoké nároky na technické provedení, ale je nezávislá na konfiguraci terénu), vakuová stoková síť (mechanismus spočívá v podtlaku v síti) a tlaková stoková síť (mechanismus spočívá v přetlaku v síti).

V závislosti na morfologii reliéfu území, které je odkanalizováno stokovou sítí, se vymezují čtyři základní druhy stokové sítě, které lze vzájemně kombinovat.

- **Úchytná soustava** – používá se ve větších městech, kde se terén mírně svažuje k většímu toku. Charakteristickým znakem je nábrežní stoka vedoucí podél vodního toku do městské čistírny odpadních vod.
- **Pásmová soustava** – používá se pro území, které se prudce svažuje k vodnímu toku. Je charakteristická vedlejšími sběrnými vedenými v různé výškové úrovni podél řeky a hlavním sběračem s velkým spádem.
- **Vějířová (větvená) soustava** – využívá se pro odvodňování území bez většího vodního toku. Charakteristickým znakem je kmenová stoka, procházející přibližně půdorysným středem odvodňovaného území, do kterého ústí hlavní sběrače jednotlivých větví.
- **Dostředivá (radiální) soustava** – používá se hlavně v uzavřených kotlinách, zpravidla v kombinaci s nějakou další soustavou. Voda se nejprve shromáždí v přečerpávací stanici, odkud je poté přečerpána výtlačným potrubím do výše položených stok, odkud je odváděna do čistírny odpadních vod.

Rozšíření v ČR

Stoková síť je rozšířena ve všech městech a větších obcích a postupně se buduje i v menších obcích. V roce 2006 žilo v domech připojených na kanalizaci 80 % celkového počtu obyvatel ČR (v roce 1989

¹¹³ Komunální odpadní voda vzniká každodenní lidskou činností, nejčastěji jsou jejím zdrojem domácnosti, školská a zdravotnická zařízení nebo státní instituce.

¹¹⁴ Průmyslová odpadní voda vzniká v průmyslových podnicích. Míra a charakter znečištění vody závisí na druhu průmyslové výroby a použité technologii výroby. Průmysl produkuje odpadní vody jednak z technologických vod (což je voda přímo použitá ve výrobě) a jednak z chladicích vod (což je voda používaná na chlazení zařízení, která bývá znečištěná tepelně).

to bylo 72,4 %) a do kanalizace bylo vypuštěno celkem 542 mil. m³ odpadních vod, z toho bylo čištěno 94,2 % odpadních vod (Krejčířová ed., 2007). Regionálně je nejvyšší podíl obyvatel napojených na stokovou síť v Praze (99,0 %) a Karlovarském kraji (91,6 %), nejméně pak ve Středočeském (66,0 %), Pardubickém (68,7 %) a Libereckém kraji (68,8 %).

Historicky významné bylo budování stokové sítě v největších městech, zejména v Praze, kde jsou její součástí prostorově velké objekty. Nejstarší objekty *stokové sítě v Praze* byly budovány již v 17. století a do počátku 19. století bylo její součástí přibližně 20 km podzemních objektů. Moderní kanalizace se začala v Praze realizovat v roce 1888 a stavba první čistící stanice v Bubenči byla dokončena v roce 1905 (Broncová, 2002). Byla v provozu až do roku 1967, kdy byla spuštěna moderní mechanicko-biologická čistírna na nedalekém Císařském ostrově. Konkrétními příklady dílčích částí stokové sítě jsou například shybky na území Prahy, které slouží k převodu vody v místě toku Vltavy. Největší koncentrace shybek je v okolí Ústřední čistírny odpadních vod v Troji, kde všechny hlavní pražské stoky přecházejí pod Vltavou na Císařský ostrov.

Rozšíření ve světě

Úroveň likvidace odpadů vznikajících při lidské činnosti vypovídá o kulturní, sociální a technické úrovni dané společnosti a její historie sahá do dávné minulosti. Vystavěním prvních stokových sítí se předcházelo šíření infekčních nemocí, jako byl mor a tyfus, které se ve městech vyskytovaly právě z důvodu kumulace odpadních vod a odpadků v ulicích. Z hlediska vodohospodářských úprav a technického řešení odvodu odpadních vod byly vybudovány významné stokové sítě již ve většině měst starověkého Řecka a Říma. Mezi nejznámější patří Cloaca Maxima v Římě, jejíž výstavba začala již za krále Tarquinia Superba. Z antiky jsou také známy první pokusy čištění centrálně svedené odpadní vody metodami přirozeného čištění (např. vsakování vod do porézních půd). V období středověku byla kanalizace spíše výjimečnou záležitostí a většinou byly odpadní vody splachovány dešťovou vodou, což s sebou přinášelo znečištění studní a jiných zdrojů pitné a užitkové vody. V případě odvodu odpadní vody z jednotlivých objektů byla voda obvykle odváděna nejkratší cestou do vodního toku, případně příkopu.

Význam

Kanalizační síť je významnou součástí vodohospodářské soustavy měst a obcí a je nezbytná pro zabezpečení kontrolovatelného systému čištění odpadních vod.

ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD (ČOV)

Anglicky: sewage disposal plant, sewage treatment plant

Čistírna odpadních vod (ČOV) je technické zařízení, ve kterém dochází k čištění odpadních vod. Stavba čistírny odpadních vod vyžaduje rozsáhlé terénní úpravy. Lokalizace čistíren je nejčastěji v blízkosti průmyslových a zemědělských provozů, kde slouží k čištění průmyslových vod a odpadních vod ze zemědělské výroby, dále u měst a obcí, kde čistí vody komunální a smíšené (komunální s průmyslovými). Podle velikosti a typu čistírenského procesu se nejčastěji čistírny rozdělují na mechanické, biologické a mechanicko-biologické. Zvláštním typem jsou čistírny nebezpečného (např. radioaktivního) odpadu. Velké čistírny kombinují většinou všechny dostupné čistící procesy.

Princip mechanického (primárního) čištění spočívá v zachycení pevných nečistot. Odpadní voda je na ČOV přiváděna hlavní stokou ze stokové sítě, na jejímž konci je umístěn lapák štěrku. Ten zachycuje nejhrubší nerozpuštěné plaveniny (například štěrku, úlomky stavebního materiálu apod.). Dalším stupněm jsou česle, které odstraní další hrubé plovoucí nečistoty. Následuje lapák písku, často v kombinaci s lapákem tuků. Jeho cílem je oddělení minerálních suspenzí (písek) od organických nerozpuštěných

látek, organické látky je výhodné v odpadní vodě nechat. Separace se děje na základě rozdílných hustot obou materiálů, využívá se buď gravitační, nebo odstředivá síla. Odstraněním písku se jednak zabrání jeho usazování na nežádoucích místech a jednak se sníží abraze zařízení ČOV. Posledním zařízením pro mechanické čištění je usazovací nádrž. Zde probíhá usazování jemných nerozpuštěných látek a stírání plovoucích nečistot z povrchu nádrže.

Biologické čištění probíhá v biologickém reaktoru, který má biomasu buď v suspenzi (tzv. aktivační systémy), nebo na pevném nosiči (tzv. biofilmové reaktory). Odpadní voda pak odtéká do dosazovací nádrže, kde dochází k sedimentaci přebytečného aktivovaného kalu, jehož část recirkuluje do biologického reaktoru, zbytek zpracovává kalové hospodářství.

Terciární čištění slouží k dočištění odpadních vod, především k odstranění fosforu, nerozpuštěných látek a k hygienizaci vody, zejména odstranění patogenů.

Rozšíření v ČR

Čistírny odpadních vod jsou součástí průmyslových areálů, měst i obcí. V roce 2006 bylo na území ČR celkem 2017 čistíren odpadních vod s celkovou kapacitou 3,8 mil. m³ čištěné vody za den (Krejčířová ed., 2007). Mezi největší čistírny odpadních vod patří *Ústřední čistírna odpadních vod v Praze* na Císařském ostrově v Trojské kotlině nebo *ČOV v Brně-Modřicích*. V ČR jsou již využívány i moderní metody lokalizace čistíren odpadních vod v podzemí. Příkladem je *ČOV v Peci pod Sněžkou* (v provozu od roku 1988), která byla první tohoto typu. Podzemní čistírna se skládá z hlavního prostoru pro čistírenské nádrže, umístěného do kaverny o šířce 12,8 m, výšce 11,0 m a délce 90,8 m. Dalším příkladem je *ČOV v Lokti nad Ohří* (výstavba v letech 1993–1998), kde jsou čistírenské nádrže umístěny ve dvou samostatných kavernách o délce 25 m, šířce 6 a 11 m a výšce 8,9 m a 9,6 m.



Obr. 85a: Ústřední čistírna odpadních vod v Praze (foto: Pražské vodovody a kanalizace, a. s.).



Obr. 85b: Čistírna odpadních vod v Brně-Modřicích (foto: Brněnské vodárny a kanalizace, a. s.).

Rozšíření ve světě

Čistírny odpadních vod jsou běžně rozšířeny ve vyspělých státech světa.

Význam

Čistírny odpadních vod jsou významnou součástí kanalizační sítě a zabezpečují čištění odpadních vod před jejich navrácením do hydrologického oběhu. S ohledem na různorodé využití vod je jejich čištění nezbytné k zachování trvalé udržitelnosti.

MELIORACE

Anglicky: land reclamation, reclamation, reclaiming

Termínem meliorace se označuje soubor různorodých opatření vedoucích ke zlepšení vlastností půd, které jsou přirozeně málo úrodné nebo u kterých došlo v důsledku nevhodných zásahů či působením vnějších činitelů ke snížení jejich produkční schopnosti. Meliorací může být například odvodnění zamokřené půdy nebo naopak zavlažování půd s nedostatkem vláhy, vápnění silně kyselých půd či vylehčování těžkých půd. Do melioračních úprav řadíme i protierozní ochranu půd a lesnické meliorace (vysazování melioračních dřevin atd.). Antropogenními tvary vzniklými při realizaci meliorací jsou nejčastěji meliorační kanály, které slouží k odvodnění půd.

Rozšíření v ČR

K prvnímu odvodňování zemědělských pozemků drenáží na území ČR došlo v jižních Čechách na Třeboňsku jako na první lokalitě v celé rakouské monarchii. Až do té doby se pozemky odvodňovaly nebo zavodňovaly pomocí příkopů nebo trativodů. Drenáže prováděné na Třeboňsku sloužily za vzor v celém tehdejší Rakousku a postupně je začaly používat na většině velkostatků monarchie.

Rozšíření ve světě

Meliorace jsou běžně rozšířeny ve vyspělých státech světa, kde jsou součástí opatření zvyšujících úrodnost půd. Příkladem území s rozsáhlými melioračními systémy jsou srážkově deficitní oblasti v USA, Mexiku či Španělsku, kam je voda přiváděna. Na straně druhé jsou systémy meliorací odvodňované rozsáhlé plochy v přirozeně zamokřených územích například v Německu, Polsku či Kanadě. Jedním z nových realizovaných projektů je projekt Nové údolí (New Valley Project) v Egyptě. Projekt spočívá v budování systému kanálů, kterými bude proudit voda z jezera Nasser do aridní oblasti Západní pouště Egypta (zavlažováno by mělo být území o rozloze téměř 3 tis. km²). O realizaci projektu rozhodla egyptská vláda v roce 1997 a dílčí část byla zprovozněna v roce 2005.

Význam

Meliorace jsou významné zejména s ohledem na zvyšování úrodnosti půd. Jako antropogenní tvary jsou významné ovlivňováním přirozených fluvialních procesů umělým odvodňováním pozemků.

UMĚLÁ ZÁTOKA

Anglicky: artificial bay

Umělé zátoky jsou uměle vytvořené a zaplavené prohlubně s přímou návazností na hlavní vodní plochu. Jedná se o konkávní tvary reliéfu, které mohou být součástí přirozených vodních ploch (jezera, moře) nebo umělých vodních děl (vodní nádrže). Umělé zátoky mohou zejména v pobřežních oblastech dosahovat značných rozměrů, jak plošně, tak do hloubky. Účelem jejich výstavby je v pobřežních oblastech nejčastěji umožnění kotvení lodí, v případě menších vodních ploch mohou být upraveny pro rekreační a sportovní využití (vodní sporty, pláže).

Rozšíření v ČR

Umělé zátoky jsou součástí vodních nádrží, kde jsou nejčastěji stavěny v místech rekreačních areálů. Příkladem jsou *laguny v Pasohlávkách* jihovýchodně od obce spojené s horní Novomlýnskou nádrží (Mušovská nádrž), *laguny na Máchově jezeře* nebo *laguny vodní nádrže Lipno*.

Jedním z v současné době plánovaných projektů jsou *Radotínské laguny*, které by měly vzniknout v soutokové oblasti mezi Berounkou a Vltavou v oblasti Zbraslavi a Lahovic. Rekreční zóna s umělou lagunou bude mít využití zejména pro vodní sporty a vznikne odtěžením šterkopísků.

Rozšíření ve světě

Umělé zátoky lze nalézt prakticky v každém větším přístavu. Nejčastěji se nacházejí v těsné blízkosti přístavních průmyslových komplexů jako přístaviště pro nákladní lodě. Slouží však také k opravě lodí nebo kotvení soukromých jachet.

V současné době je realizován jeden z největších projektů umělých zátok na světě v Dubaji. Projekt s pracovním názvem Dubai Waterfront je realizován od roku 2005 v těsném sousedství nově vznikajících palmových ostrovů (viz **umělé ostrovy**). Jedná se o soubor umělých zátok a kanálů, umělých jezer a mysů, které budou propojeny mosty, ve tvaru obřího púlměsíce.

Význam

Umělé zátoky mají své využití např. jako mokré doky, přístavy s prohloubeným dnem nebo jen plní funkci estetickou. Využití je také u rekreačních areálů, kdy mají jak estetickou, tak sportovní a rekreační funkci.

UMĚLÝ OSTROV

Anglicky: artificial island

Jedná se o typicky konvexní tvar reliéfu, který vzniká navážkou materiálu do území zaplaveného vodou. Navršením materiálu nad úroveň hladiny vody vzniká ostrov. Od umělých antropogenních mysů a valů se umělé ostrovy liší tím, že jsou ze všech stran obklopeny vodou, nejsou tedy nijak spojeny s pevninou (vyjma mostů).

Rozšíření v ČR

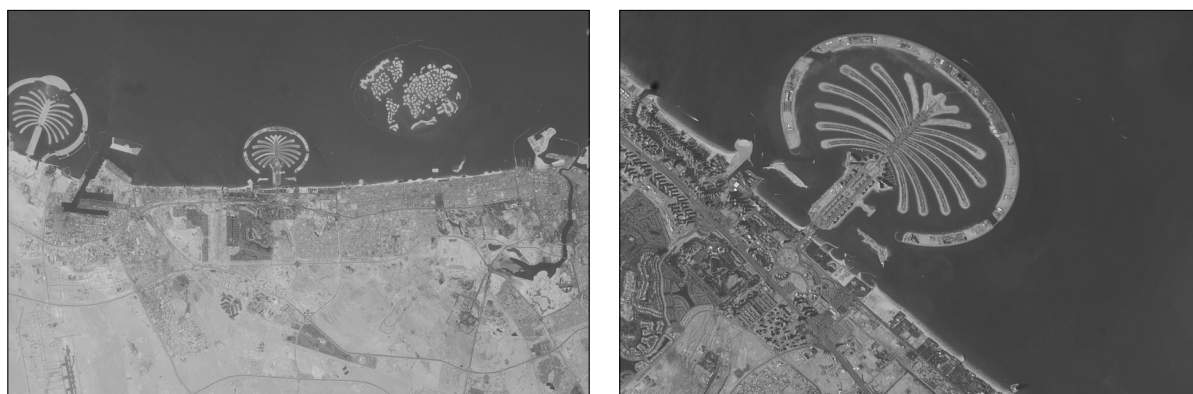
Umělé ostrovy jsou na území České republiky spíše ojedinělé. Příkladem jsou umělé říční ostrovy v Praze: *Veslařský* (Schwarzenberský) ostrov, *Slovanský ostrov* (Barvířský, Žofínský ostrov), *Střelecký ostrov* (Trávník, Hořejší ostrov, Malé Benátky, Malý ostrov), *Petržilkovský ostrov* (Jezuitský ostrov), *Dětský ostrov* (Židovský ostrov), *Křížovnický ostrov*, *Štvanice* (Velké Benátky, Velký ostrov), *Císařský ostrov* a *Císařská* (Královská) *louka*. *Veslařský ostrov* vznikl naplavováním písku při občasném zatarasení řečiště Vltavy ledem. V místě ostrova Schwarzenbergové zřídili malý vorový přístav a sklad pro dříví vytěžené na Šumavě, když klesal význam voroplavby, ostrov se postupně měnil ve sportovní přístav. Dnes jsou na ostrově loděnice a vodácká zařízení. Nepravým umělým ostrovem je *Kampa* na Malé Straně. Ostrov je od koryta Vltavy uměle oddělen vytvořenou mlýnskou struhou Čertovka.

Rozšíření ve světě

Tyto tvary nejsou příliš světově rozšířené, ale mají dlouhou historii. Mezi nejstarší patří umělé ostrovy ve Skotsku a Irsku. Mezi historicky významné jsou počítány umělé ostrovy v oblasti dnešního Mexiko City, které bylo původně postaveno na menších ostrovech, jež se postupně rozšiřovaly a vytvářely soustavy umělých ostrovů. Menší umělé ostrovy se stavěly jako součásti přístavů, kdy hlavním důvodem výstavby bylo luxusní bydlení či izolace od města. Příkladem je *ostrov Deshima* v zálivu Nagasaki v Japonsku. Podobným příkladem je *Ellis Island* v Newyorském zálivu, který byl původně malým ostrůvkem, který se uměle rozšířil a na konci 19. století sloužil jako izolované imigrační centrum pro Spojené státy. Dalším příkladem jsou umělé *ostrovy Île Notre-Dame* v Montrealu, postavené pro mezinárodní výstavu

Expo v roce 1967. Mezi zajímavé projekty patří také *Benátské ostrovy na Miami Beach* na Floridě v zálivu Biscayne, které byly určeny pro luxusní bydlení (rezidence).

Nejčastěji se umělé ostrovy nacházejí v přímořských vyspělých sídelních oblastech, kde je pobřeží značně antropogenně upraveno. V posledních letech jsou realizovány velké projekty při pobřeží Japonska a Arabského poloostrova. Historie moderních umělých ostrovů sahá do roku 1994, kdy bylo u japonské Ósaky zbudováno na umělém ostrově celé letiště Kansai. *Umělý ostrov v Kansai* je vzdálen 5 km od pobřeží ostrova Honšú. Původní plán byl vybudovat letiště na plovoucím ostrově, ale nakonec byl realizován projekt umělého ostrova, kdy se nejprve na dno moře, které je v místě letiště v Ósackém zálivu 20 m hluboko, navršil písek, zemina a štěrk. Váha kamene postupně vytlačila vodu z navezeného písku a zeminy na mořské dno, a tím se vytvořil pevný základ pro budoucí umělý ostrov. Umělý ostrov je 4 km dlouhý a 1,25 km široký a jeho stavba trvala 5 let. Následovala nová mezinárodní letiště Chūbu Centrair (2005), letiště Nové Kitakyushu a nové letiště Kóbe (2006).



Obr. 84: Projekt umělých ostrovů v Dubaji
(foto: www.dubai-information-site.com).

V současné době se největší umělé ostrovy realizují v Dubaji. Podle serveru dubaji-info.com se projekt prvního umělého palmového ostrova *Džamejrá* (Džamejrá Palm Island) objevil v roce 1996 a stavba byla zahájena v roce 2001. Celkem bylo do průměrné hloubky 17 m transportováno 130 mil. m³ stavebního materiálu. Ostrov má tvar palmy a celkovou rozlohu 7,5 km². Kmen palmy měří 2 km a nejvyšší palmové listy se rozbíhají do moře ve vzdálenosti 6 km od pobřeží. Ostrov před případným vlnobitím chrání 200 m široký a 12 km dlouhý vlnolam, na jehož vnější straně je pod mořem ukryta kamenná konstrukce, sloužící k vytvoření přirozeného korálového útesu. Ostrov je první z několika plánovaných. V současné době se dokončuje druhý palmový ostrov *Džebel Ali* (Džebel Ali Palm Island), který má také tvar palmy, ale bude plošně větší. Třetím ostrovem je palmový ostrov *Palm Dajra* (projekt zahájen v roce 2004), který má být po dokončení největším umělým ostrovem na světě. Umělá písečná palma má kromě mohutného kmene a hluboko strukturovaného vlnolamu čtyřicet listů. Ostrov Palm Dajra má délku 14 km a šířku 8,5 km a společně s přílehlými ostrůvky pokryje plochu přes 80 km². Po dokončení projektu všechny tři umělé ostrovy prodlouží délku dubajského pobřeží o 520 km. Mezitím ovšem začala stavba dalšího unikátního komplexu ostrovů pod názvem *World Island*. Jedná se o komplex 300 umělých ostrůvků v prostoru mezi Palm Džamejrá a Palm Dajra obklopených vlnolamou, které v půdorysu vytvoří mapu světa. Celé souostroví bude mít 9 km na délku a 7 km na šířku a zvýší délku dubajského pobřeží o dalších 232 km. Jednotlivé ostrovy budou od sebe odděleny pět metrů hlubokými průlivy a budou vzdáleny 50 až 100 m.

Mezi připravované projekty patří *projekt 4 umělých ostrovů v Izraeli*, které mají být dokončeny v roce 2013, při pobřeží Tel Avivu a Haify. Každý ostrov by měl poskytnout bydlení až pro 20 tis. lidí a měl by tak být vyřešen problém s přelidněním velkých měst. Projekt na výstavbu umělého ostrova má také Rusko. *Ostrovní komplex Federation Island* bude lokalizován v pobřežní oblasti Černého moře poblíž Soči a při pohledu z výšky by měl kopírovat tvar Ruské federace. Plán počítá s vytvořením hlavního ostrova o celkové rozloze 350 ha, jehož součástí bude síť vnitřních kanálů púdorysně odpovídající největším řekám v Rusku.

Význam

Umělé ostrovy umožňují rozšíření zástavby v hustě zastavěných územích a poskytují možnosti rozšíření plochy území a prodloužení pobřežní linie. Většinou plní funkci rekreační a sportovní, význam mají také jako luxusní rezidence. Nově jsou na umělé ostrovy lokalizována letiště, a to v blízkosti velkoměst na pobřeží.

UMĚLÝ MYS A VAL

Anglicky: artificial cape and artificial rampart

Umělý mys a val jsou typické konvexní tvary reliéfu. Vznikají navázkou materiálu do území zaplaveného vodou a vytvářejí tak výběžky pevniny do vodní plochy. Tyto navázky mohou být značně rozsáhlé a používá se na ně nejrůznější materiál, nejčastěji štěrk, písek, zemina, drcené kamenivo i odpadní materiál. Umělé mysy a valy mohou dosáhnout výšky i několika desítek metrů a délky až několik kilometrů. Specifickým typem jsou v pobřežních oblastech vlnolamy.

Rozšíření v ČR

Příkladem umělého valu jsou mola na vodních nádržích, například na vodní nádrži Lipno v lokalitě Landal Marina Lipno (obec Lipno nad Vltavou).

Na některých vodních nádržích jsou z důvodu velké plochy a problémům s abrazí hráze a břehů postaveny vlnolamy. Příkladem je vlnolam na vodní nádrži Nechanice, který je umístěný na koruně hráze a zamezuje přelítí sypané hráze vlnami. Vlnolam byl navržen i postaven současně se stavbou samotné hráze (celková délka vlnolamu je 3280 m).

Rozšíření ve světě

Umělé mysy a valy jsou světově velmi rozšířené. Mohou se nacházet u vnitrozemských vodních ploch, ale především v přímořských oblastech, kde je pobřeží značně antropogenně upraveno. Typické umělé valy jsou v pobřežních oblastech Japonska, kde jsou využívány jako průmyslové plochy pro areály průmyslových podniků zpracovávajících nejčastěji suroviny dopravované námořní dopravou, četné jsou také dopravní plochy lokalizované na umělých výběžcích pevniny (např. letiště, dopravní terminály, parkoviště). V Evropě jsou četné umělé mysy a valy ve Středomoří, kde jsou využívány jako rekreační destinace.

Význam

Umělé mysy a valy slouží mnoha účelům. Může se jednat např. o vlnolamy, mola, prodloužené (nebo i celé) přistávací dráhy letišť či rekreační pláže.



Obr. 87: Umělý val v lokalitě St. Michel na francouzském pobřeží (foto: T. Danielis).

8.7 Vojenské (militární) antropogenní procesy a tvary

Vojenské antropogenní tvary vznikají činností vojsk. Podobně jako ostatní antropogenní tvary je rozdělujeme na historické a současné, podle polohy pak na povrchové a podzemní. Povrchové vojenské tvary se dělí na konvexní a konkávní.

Konvexními vojenskými antropogenními tvary jsou například **vojenské (militární) valy** v podobě protáhlých vyvýšenin georeliéfu, které byly vybudovány násypem hmot pro obranné účely a výrazně vystupují nad svoje okolí. Konvexním tvarem jsou i hradby (mohutné obranné zdi a valy) nebo **výhledové mohyly**.

Mezi konkávní vojenské antropogenní tvary patří **vojenské obranné příkopy**, z nichž značné rozměry mají zejména protitankové příkopy a hradební příkopy. Dalším příkladem konkávních tvarů jsou **vojenské krátery**, **zákopy** (příkopy, zpravidla s násypem, které umožňují krytí vojáků před palbou nebo pozorováním), **okopy** (jámy poskytující kryt jednotlivému vojákovi) nebo **krátery** po bombách a granátech.

Největší seskupení vojenských tvarů je v územích vojenských výcvikových prostorů, které jsou určeny pro výcvik armády, a v místech **vojenských pevností** (pevnostních měst).

VOJENSKÝ (MILITÁRNÍ) KRÁTER

Anglicky: military crater

Vojenské krátery jsou tvary podmíněné explozemi výbušnin, zvláště leteckých a dělostřeleckých bomb. Jedná se o konkávní tvar, který dosahuje v průměru do 10 m, a řadí se tak mezi mikrotvary reliéfu. V počáteční fázi vzniku, tj. krátce po výbuchu, má tvar charakteristického trychtýřovitého kráteru kruhového půdorysu s charakteristickým valem na obvodu, jímž se tento vojenský antropogenní tvar odlišuje jak od přírodních sníženin (např. závrtů), tak antropogenních pinek.

Rozšíření v ČR

Vojenské krátery se vyskytují na našem území v současné době pouze ojediněle, četné byly v období první i druhé světové války, ale na většině lokalit byly přirozenými či antropogenními pochody zhlá-

zeny. Patrné jsou ve vojenských výcvikových prostorech, kde probíhají cvičné vojenské akce. Jednou z dochovaných lokalit kráterů z druhé světové války je vrcholová část Hrubého Jeseníku na jižních svazích Vysoké hole.



Obr. 88a: Krátery na pobřeží Normandie
(foto: T. Danielis).



Obr. 88b: Vojenské krátery
ve vrcholové části Vysoké hole
v Hrubém Jeseníku
(foto: K. Kirchner).

Rozšíření ve světě

Četně se vyskytují v oblastech válečných operací. Rozšířeny jsou v Bosně, Srbsku, Kosovu, Francii (Normandie), Iráku, Afghánistánu nebo ve Vietnamu. Plošně největší vojenské krátery jsou v Nevadské poušti. *Kráter Sedan* vytvořený ve vulkanickém tufu Nevadské pouště je široký 400 m a hluboký 106 m. Vznikl po odpálení podzemní jaderné nálože Sedan (po které je pojmenován) o síle 104 kilotun TNT v hloubce více než 200 m pod povrchem.

Význam

Vojenské krátery mají význam jenom jako dokumenty vojenských operací a výbuchů.

VOJENSKÁ PEVNOST (PEVNOSTNÍ MĚSTO)

Anglicky: military fort

Vojenská pevnost je plošně rozsáhlý vojenský antropogenní tvar, který je souborem mikrotvarů a mezotvarů určených k vojenské činnosti. Vojenská pevnost zahrnuje jak povrchové, tak podpovrchové tvary. Jedná se o souhrn tvarů konvexních (např. valy hradeb, věží, výhledová mohyla) i konkávních (např. zákopy, obranné příkopy). Příkladem podpovrchových tvarů jsou podzemní chodby a podzemní sklady vojenského materiálu. Vojenské pevnosti svým rozsahem a funkcí vytvářejí tzv. pevnostní města, která lze z historického aspektu rozdělit na středověká a novověká. Za novověká pevnostní města považujeme taková města, která byla stavěna primárně jako pevnost za účelem obrany a v jejich intravilánu bylo navrženo město, které obvykle sloužilo jako zázemí pevnosti a bylo pouze tak velké, jak bylo pro potřeby pevnosti a její posádky nutné.

Rozšíření v ČR

Středověká pevnostní města jsou na území ČR ta města, která byla opevněna až v průběhu své existence. Tato opevnění se začala stavět v průběhu 13. století a měla ho zpočátku jen královská města. Později si však svá města opevňovala i šlechta a další měšťanstvo. K povolení k stavbě opevnění bylo potřeba mít tzv. městské právo. Nejstarší opevnění královských měst pocházejí z doby vlády Přemysla Otakara II. Tato města měla většinou dvě obranné linie – hlavní a parkánovou hradbu, před kterou byl vyhlouben příkop. Skoro každé město v českém království mělo své vlastní hradby a bylo opevněné. Příkladem může být Staré Město pražské, Kolín, Čáslav, Domažlice, Písek, Vysoké Mýto, Pardubice nebo České Budějovice. Další etapa opevňování měst nastala za doby švédských vpádů v první polovině 17. století, tehdy se opevnila například města Brandýs nad Labem, Hradec Králové, Litoměřice, Praha, Cheb, Plzeň, Olomouc, Brno, Uničov, Jihlava, Uherské Hradiště nebo Kroměříž.

Novověká pevnostní města jsou pevnosti z období rakousko-uherské monarchie, kdy vznikl projekt (v roce 1760) nového opevnění českých zemí. Projekt počítal například s doplněním opevnění Olomouce předsunutými pevnostmi u Mohelnice a Starého Města pod Kralickým Sněžníkem, ve východních Čechách měla vzniknout nová pevnost v prostoru mezi Hradcem Králové a Dvorem Králové nad Labem, třetí pevnost mezi Nymburkem a Brandýsem nad Labem (měla chránit Prahu) a poslední navrhovaná nová pevnost měla vzniknout mezi Lovosicemi a Ústím nad Labem. Z důvodu nedostatku financí byly na Moravě ponechány tři stávající pevnosti (Olomouc, Brno a Uherské Hradiště) a nové se budovaly na východě Čech. V roce 1766 začala výstavba moderní bastionové pevnosti Hradec Králové a v roce 1780 pevností Josefův a Terežín.

Pevnost Josefův na soutoku Labe a Metuje u obce Ples u Jaroměře byla stavěna v letech 1780 až 1787 a po dokončení patřila k vrcholným dílům evropského pevnostního stavitelství.

Pevnost Terežín byla vybudována poblíž soutoku Ohře a Labe. Celý komplex se skládal ze tří částí: hlavní pevnosti, malé pevnosti a z dolního a horního retranchementu mezi Novou a Starou Ohří o celkové rozloze pozemků 398 ha.



Obr. 89a: Vojenská pevnost Josefův
(foto: I. Smolová).



Obr. 89b: Pevnost Jefferson ve státě Florida
(foto: U. S. National Park Service).

Rozšíření ve světě

Mezi významná středověká pevnostní města patří *Kłodzko* v Polsku. Na Slovensku je příkladem pevnosti město *Komárno*, které je obestavěno systémem hradeb, včetně přilehlé Nové pevnosti. Město odolalo nájzdům Turků a v 18. století bylo důležitým obchodním centrem, v 19. století důležitým strategickým místem Rakouska-Uherska. Významným novověkým pevnostním městem bylo na Slovensku

město *Nové Zámky*, které vzniklo jako renesanční pevnost v 16. století. Pevnost měla pravidelný šestiúhelníkový tvar s bastiony pro dělostřelectvo. Hradby byly obehnány vodním příkopem. Tato pevnost byla důležitým strategickým bodem v obraně Rakouska-Uherska proti Turkům. Mezi významná města, která byla velkými bastionovými pevnostmi, patří také slovenské město *Leopoldov*, které bylo vystavěno v polovině 17. století poté, co byla dobytá pevnost Nové Zámky.

Mezi významná pevnostní města patří v Evropě také francouzské město *Besancon (Besançon)*, které vzniklo již v římské době. Hradby, které se dochovaly do současné doby, jsou z období 17. století. Jiným pevnostním městem ve Francii je město *Carcassonne*, které je i na seznamu světového přírodního a kulturního dědictví UNESCO. Základy hradebního systému města položili již ve 2. století Římané, kteří tuto původně keltskou oblast obsadili.

Význam

Vojenské pevnosti a pevnostní města mají významnou obrannou funkci, kdy chrání části území před vojenskými útoky. Moderní pevnostní města byla stavěna hlavně na strategických místech pro daný stát. Především poblíž státních hranic, u důležitých říčních toků, v oblastech velkého nebezpečí napadení nepřítelem.

VOJENSKÝ (MILITÁRNÍ) VAL

Anglicky: military rampart

Vojenský val je příkladem liniového konvexního tvaru, který vzniká akumulací zeminy za účelem obrany. Valy a násypy si vojska stavěla jako obranné hradby už v nejstarších dobách a staré vojenské obranné násypy jsou dobře zachovány kolem středověkých pevností. Morfologicky významnější jsou terénní valy vojenského rázu, které jsou cíleně budovány v místě válečných konfliktů. Jejich výška dosahuje až 20 m a dlouhé bývají i několik set kilometrů.

Speciálním případem těchto forem jsou i některé hradby. Některé militární valy jsou zvýrazněny stavbou zdí a plní tak funkci obranných zdí (hradeb), které jsou speciálním případem vojenských valů. Mohutné obranné zdi jsou buď umístěny na vojenském valu, nebo byly původně technickými stavbami, ale dnes se již staly celokamennými monolity homogenního rázu (podobně jako pyramidy).

Vojenské valy jsou také součástí vojenských střelnic, kde je jejich hlavní funkcí ochrana střelnice.

Rozšíření v ČR

Tyto formy reliéfu nalezneme na obranných strategických místech. U nás je možné najít násypy tohoto charakteru např. na Olomoucku, kde kdysi sloužily jako součást obrany pevnostního města.

Rozšíření ve světě

Valy i několik set kilometrů dlouhé se hojně vyskytují např. na Balkánském poloostrově, především pak v Rumunsku a Bulharsku. Příkladem obranných zdí (hradeb) umístěných na vojenských valech jsou Hadriánův val nebo Velká čínská zeď.

Nejdélším militárním valem na světě je *Velká čínská zeď*, která je ukázkou starého systému opevnění v severní části Číny. Systém stavby zdi v její současné¹¹⁵ podobě začíná v provincii Che-pej u zálivu Pochaj a končí v provincii Ťia-jü-kuan na okraji pouště Gobi. Celková délka Velké čínské zdi dosahuje 6700 km a v některých úsecích tvoří několik linií, včetně dílčích odboček. Na několika místech je zeď přerušena. Hlavní období výstavby probíhalo za dynastie Ming od konce 14. do začátku 17. století

¹¹⁵ První Velká zeď byla postavena již za vlády Prvního císaře (zakladatel dynastie Čchin okolo roku 210 př. n. l.), kdy propojila již existující úseky opevnění datované z období 5.–3. století př. n. l. (Turnbull, 2008).

a funkci, kterou zeď plnila, byla ochrana před nájedzy kočovných mongolských kmenů. Způsob výstavby zdi spočíval v dusání zeminy po tenkých vrstvách do připraveného bednění a následném obezdění vytvořeného pevného jádra. Na stavbu se používal rozličný materiál, v okolí Pekingu to byly vápencové bloky, v jiných částech žula, pálené cihly nebo pískovec. Parametry stavby se různí. Opevnění má šířku u paty okolo 7 až 8 m, v koruně kolem 5 m a dosahuje výšky 6 až 10 m. Uvnitř zdi se nacházejí spojovací chodby a skladovací prostory. Každých několik set metrů je zeď zesílena věžemi, které sloužily jako pozorovací a signální stanoviště, skladiště zbraní a v případě nutnosti i jako útočiště obránců. Celkový počet věží se odhaduje na 25 tis., ve větších odstupech pak byly budovány stavby jako kasárna, zásobovací skladiště či velitelství (Turnbull, 2008).

V Evropě patří mezi významné militární valy *Hadriánův val* v Anglii, který plnil obrannou funkci na severní hranici římského impéria, zejména před nájedzy severských kmenů. Výstavba Hadriánova valu začala roku 122 n. l. a trvala přibližně 10 let. Celkově je obranný val téměř 120 km dlouhý, šířka se pohybuje od 3 do 6 m a výška do 6 m. Vlastní stavba obranné zdi je ze stavebního kamene, v některých částech zeď vznikla navršením zeminy.

Napříč Skotskem se táhne *Antoniův val*, který byl postaven jako součást systému opevnění, který měl nahradit jižněji položený Hadriánův val. Stavba valu byl zahájena v roce 142 n. l. Val začíná ve městě Old Kilpatrick, končí na pobřeží Firth of Roth u města Bo'ness a dosahuje celkově délky 60 km. Val tvoří převážně zemní násep o výšce okolo 4 m. Podél valu bylo postaveno celkem 19 pevností, z nichž nejlépe zachovanou je pevnost Rough Castle.

Význam

Vojenské valy mají obrannou funkci. A to jak v případě náspů jako překážek při postupu útočícího vojska, které mělo být zpomaleno, tak v případě obranných zdí jako úkrytů bránících se vojáků.



Obr. 90: Velká čínská zeď (foto: P. Šimáček).

SYSTÉM OPEVNĚNÍ

Anglicky: rampart system, fortification, bulwark

Z hlediska antropogenních tvarů je systém opevnění souhrnné označení systému obranných prvků v podobě valů, pevností, pevnůstek, ochranných krytů apod., které jsou postaveny za účelem obrany území. Systém opevnění může mít charakter sítě samostatných pevností nebo může mít charakter systému navzájem propojených objektů, jejichž cílem je zpomalení nebo zastavení postupu útočníka.

Opevnění lze definovat jako jakékoliv zesílené obranné postavení vojenských jednotek. Dále ho lze dělit na polní a stálé. Polní opevnění je mnohem jednodušší a méně odolnější, většinou jde o dočasné stavby z převážně přírodních materiálů, které lze vybudovat v období několika dní. Při jejich výstavbě k výraznějšímu ovlivnění reliéfu nedochází. Na rozdíl od stálého opevnění, které se skládá z několika linií odpovídajících postupující frontě. Jedná se většinou o masivní a složité stavby, které tvoří základ obranné linie, která je pak obvykle ještě doplněna polním opevněním. Téměř vždy se v historii počítalo s tím, že hlavní boje budou vedeny právě o stálé opevnění.

U velkých objektů jsou i rozsáhlé podzemní prostory, jejichž součástí jsou štoly, šachty a kaverny. **Podzemní chodby a štoly** jsou vodorovné nebo mírně ukloněné chodby sloužící k nejrůznějším účelům. U opevnění sloužily zejména jako spojovací chodby různých velikostí. Byly vyraženy ve skalních masivech a navzájem spojovaly jednotlivé bojové objekty tvrzí, čímž umožňovaly přísun zásob a munice a zároveň i přesuny vojáků podle potřeby. V opevněních jsou tyto chodby a štoly vybetonované nebo opatřené výztužemi, navíc v nich byly kolejnice pro snazší přepravu těžkých nákladů. Zpravidla mají klenuté stropy. Některé podzemní chodby v tvrzích však nebyly vybetonovány a zůstaly v podobě, v jaké byly vyraženy. Na zemský povrch vyústovaly v tzv. vstupních objektech tvrzí, kudy se do podzemí navážel materiál. Na povrch někdy ústí tzv. svážnicí, což je šikmo ukloněná chodba. V celé řadě tvrzí jsou také vyraženy odvodňovací štoly.

V objektech opevnění jsou hojně rozšířené **šachty**, tj. vyhloubené výkopy, jejichž největším rozměrem je hloubka. Strmá, zpravidla svislá, někdy i šikmá chodba slouží pro různé účely, případně pro přívod vzduchu a odvod plynů. Šachty jsou vyraženy svisle pod jednotlivými bojovými objekty, mají obvykle čtvercový půdorys a po obvodu jsou opatřeny schodištěm, uprostřed je výtahová šachta. Sloužily k zásobování bojových objektů, zejména municí. V některých tvrzích byly vyraženy i šachty se specifickou funkcí – sloužily jako nouzový únikový východ.

Rozsáhlé podzemní prostory se označují jako **kaverny**, které jsou četné v místech, kde se chodby spojují v podzemí v soustavu různě velkých uměle vyražených prostor, ve kterých je umístěno celé zázemí vojenských objektů (např. generátory elektrické energie, prostory pro uskladnění zásob – potravin, munice a dalšího materiálu, podzemní kasárna pro posádku, ošetrovny, kuchyně, jídelna, úpravný vody i vzduchu a také velké nádrže na naftu či vodu).

Rozšíření v ČR

Československé opevnění z let 1935–1938 je příkladem klasického stálého opevnění. K jeho výstavbě došlo nejen v pohraničí, ale i na dvou vnitrozemských liniích (tzv. Pražská a Plzeňská čára). Celý systém patřil mezi nejmodernější opevnění na světě a byl založen na bočním systému paleb, což byl v té době nejpoužívanější způsob stavby opevnění. Výstavba a systém opevnění byly inspirovány francouzskou Maginotovou linií, kterou v řadě parametrů předčily. Československé opevnění lze rozdělit na tři základní druhy objektů.

Prvním jsou lehké objekty. Jde o menší pevnostní stavby, které se stavěly ve dvou vzorech: lehký objekt vzor 36 a lehký objekt vzor 37 (tzv. „řopíky“ podle ředitelství opevňovacích operací). Tyto objekty byly vyzbrojeny převážně kulomety a jejich osádka čítala 2 až 7 mužů. Do roku 1938 jich bylo po obvodu republiky postaveno více než 10 tisíc.

Druhým typem objektů byly tzv. těžké objekty, které již byly rozděleny na nadzemní a podzemní patro. Byly budovány pro několik desítek vojáků a jejich výzbroj čítala kromě kulometů i protitankové kanóny a minomety. Jejich stavba probíhala převážně na severní hranici (po zaboru Rakouska i na jižní) a do podpisu mnichovské dohody jich bylo postaveno 273.

Třetí typ objektů tvoří dělostřelecké tvrze, což byla soustava objektů těžkého opevnění postavená v nejvyšší třídě odolnosti, která byla navíc pospojována podzemními chodbami a sály. Osádku tvrže tvořilo několik stovek mužů a ve výzbroji měly její objekty hlavně těžké minomety a 100mm houfnice.

Hlavní linie těžkého opevnění byla na území dnešní ČR postavena v úsecích jednotlivých ženíjných skupinových velitelství. Byla to ženíjná skupinová velitelství: Staré Město pod Sněžníkem (I), Hlučín (II), Králíky (III), Opava (IV), Náchod (V), Trutnov (VI), Rokytnice v Orlických horách (X) a Hrušovany nad Jevišovkou (XI). V okolí těchto měst došlo k výstavbě těžkého opevnění. Do výčtu nejsou zařazena další města jako Liberec nebo Most, kde se s výstavbou těžkého opevnění počítalo až v roce 1939.

S výstavbou systému opevnění souvisely rozsáhlé terénní úpravy. Při výstavbě lehkého opevnění se vykopala několikametrová stavební jáma, kde byly umístěny základy objektu. Po dostavbě objektu se okolí zarovnávalo s terénem. K hotovým objektům pak byly vedeny přibližovací zákopy, které měly pomoci jednotkám dostat se v bezpečí do objektu.

U těžkého opevnění byly zásahy do okolního terénu mnohem větší. Stavební jáma byla několik desítek metrů široká a několik metrů hluboká. U některých nedostavěných objektů se stihla postavit pouze základová deska, a proto některé stavební jámy zůstaly do dneška. Na rozdíl od objektů lehkého opevnění nebyly u objektů těžkého opevnění většinou budovány zákopy. Těžká opevnění byla obehnaná tzv. obvodovou překážkou, která musela být zapuštěna do terénu.

K největšímu zásahu do krajiny docházelo při budování dělostřeleckých tvrzí, kterých mělo být kolem republiky postaveno 15. Tvrzové objekty měly podobnou stavbu jako klasické objekty těžkého opevnění. Lišily se v síle stěn a umístěním vchodu, který byl řešen z podzemí. V podzemí se nacházelo veškeré zázemí pro posádku, byl v něm vybudován systém podzemních chodeb a sálů, které byly mnohdy několik desítek metrů pod povrchem. Do systému podzemí bylo možno se dostat přes schodišťové a výtahové šachty, pomocí svážnice nebo přímou štolou vedenou z vchodového objektu. Při stavbě podzemí se většinou používalo trhavin, kterými se vytrhal přibližný profil chodeb, které se pak betonovaly. Celý systém podzemí pak byl ještě doplněn o minové a odvodňovací štoly.

Příkladem dělostřelecké tvrze je *objekt Hanička* v Orlických horách (u Rokytnice v Orlických horách), který byl v 80. letech 20. století přebudován na protiatomový úkryt. Tvrz se skládala ze šesti povrchových objektů, v podzemí mezi sebou propojenými téměř 1,5 km chodeb a sálů. Mohutné sály mohly pojmout značné množství munice a dalších zásob, což mělo posádce umožnit boj i v případě obklíčení po dobu několika měsíců.

Dělostřelecká *tvrz Bouda* (3 km od Těchonína) je jednou z pěti stavebně dokončených tvrzí v ČR. Začátek její stavby spadá do roku 1936 a v září 1938 už byla zcela dokončena. Rozsáhlé podzemí s téměř 2 km chodeb bylo propojeno se všemi pěti objekty tvrze. V podzemí je vlastní elektrárna, kasárna a technické zázemí.

Nedokončenou tvrzí je *Dobrošov* mezi Náchodem a Českou Čermnou v Orlických horách, západně od kóty Dobrošov (622 m n. m.). Ve východní části Krkonoš je dělostřelecká *tvrz Stachelberg* (Babí). Jejím úkolem bylo chránit Libavské sedlo, zemskou bránu mezi hřbetem Krkonoš a Vraními horami, kterou pravidelně v minulosti využívaly cizí armády pro vpády do Čech (např. v roce 1866 během prusko-rakouské války) nebo například husité pro vpády do Slezska. Tvrz nebyla stavebně dokončena a dnes je v ní zřízeno vojenskohistorické muzeum.



Obr. 91a: Pevnost Dobrošov
(foto: I. Smolová).



Obr. 91b: Pevnost Stachelberg na Trutnovsku
(foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Systém opevnění je rozšířený téměř po celé Evropě, kde většina staveb vznikla ve dvacátých a třicátých letech 20. století. Opevňování území byl trend, který v té době znamenal zlatou éru opevnění. Nejznámější je Maginotova linie ve Francii, podobný systém opevnění byl v Belgii a Nizozemí. Němci měli také svou koncepci opevnění, která ovšem vycházela z jiných strategií obrany. Jejich bunkry je možno nalézt na území dnešního Německa (Západní val), převážně však dnešního Polska a poté v okupovaných zemích, jako je např. Francie, kde vybudovali známý Atlantický val. Vlastní systém opevnění však měli i Finové (Manhainmova linie), Řekové (Metaxasova linie), Slovinci (Rupnikova linie), Maďaři (Arpádova linie), Italové. Opevnění stavěli i Poláci nebo tehdejší Sovětský svaz (Stalinova nebo Molotovova linie).

Jedním z typických systémů opevnění, který byl vzorem i pro výstavbu československého systému opevnění, je *Maginotova linie* ve Francii. Jedná se o pevnostní systém postavený v letech 1929–1940 na ochranu před sousední Belgií, Lucemburskem, Německem, Švýcarskem a Itálií. Opevnění byla většinou členěna do hloubky. Nejbliže k hranicím se nacházela předsunutá postavení, která měla zbrzdit postup nepřítele. Na severovýchodě se většinou jednalo o nevelké objekty u silnic, v Alpách je obvykle tvořilo několik malých objektů, spojených podzemními chodbami. Za nimi se nacházela hlavní obranná linie, tvořená v ideálním případě řetězem velkých (dělostřeleckých) tvrzí, které se vzájemně kryly palbou. Mezery mezi nimi kryly malé (pěchotní) tvrže a samostatné pěchotní sruby. Všechny objekty propojoval souvislý pás překážek proti tankům a pěchotě. Hlavní linii obrany zesilovalo velké množství malých objektů a v důležitých místech také linie těžkých úkrytů, z nichž měla vyrážet pěchota k protiútokům.

Jiným příkladem je *Molotovova linie* postavená v letech 1940–1941 tehdejším Sovětským svazem podél nové západní hranice vzniklé po anektování pobaltských států, východního Polska a východní části Moldavska. Linie vedla od pobřeží Baltského moře až k horskému pásmu Karpat a byla složena ze 13 opevněných regionů (rajónů). Každý opevněný region zahrnoval podle plánů 5 až 10 uzlů obrany a několik set bunkerů (původní plán výstavby 5807 bunkerů byl realizován jen z 15 %).

Na severu Itálie je významný *Alpský val* postavený v letech 1930–1942, který chránil hranice Itálie podél francouzských, rakouských a tehdejších jugoslávských hranic. Specifikem systému opevnění je jeho lokalizace ve vysokohorském terénu v nadmořských výškách i vyšších než 2 km. Opevnění s ohledem na horský terén často netvořila souvislou linii, nýbrž pouze uzávěry důležitých průsmyků a údolí, členěné do značné hloubky od hranic. Jejich důležitou součástí byly vojenské silnice, lanovky a kasárna, tedy prvky umožňující výstavbu a zásobování pevnostních objektů a fungování jejich posádek v obtížném horském terénu.

Atlantický val je systém opevnění v severní Francii, který byl budován v letech 1942–1944 Němci a který měl zabránit invazi spojeneckých jednotek z Anglie na evropský kontinent. Plánován byl od Norska až po hranice se Španělskem.

Militárním systémem opevnění je v Řecku *Metaxasova linie*, která byla postavena v letech 1936–1941 na severní hranici Řecka s Bulharskem. Metaxasova linie je dodnes využívána řeckou armádou.

Na území Polska je příkladem dochovaného systému opevnění linie v okolí Mikołowa, která byla postavena ve 30. letech 20. století na obranu katowické průmyslové aglomerace.

Význam

Systém opevnění představuje významný prvek obranného systému, který umožňuje v případě napadení ochranu obyvatel. Ve válečných obdobích měl strategický význam při bojových operacích.

OKOP

Okopy (nebo těž výkopy) jsou jámy na okrajích, často s násypem, poskytující kryt jednotlivým vojákům nebo i vojenské technice. Jejich velikost i tvar podmiňoval většinou nejen účel, ale i exaktní vojenské předpisy doby jejich vzniku.

Rozšíření v ČR

Pouze ojediněle jsou rozšířeny ve vojenských cvičkových prostorech, kde slouží pro cvičné vojenské akce.

Rozšíření ve světě

Okopy jsou rozšířeny v místech válečných operací, podobně jako bylo uvedeno u vojenských kráterů.

Význam

Okopy plnily obrannou funkci podobně jako zákopy, kdy poskytují nejen dobrou ochranu před střelbou nepřítele, ale naopak i výbornou strategickou pozici pro zneškodnění nepříteleva útoku. Okopy plní i funkci maskovací, a to především pro vojenskou techniku (tanky nebo děla).

ZÁKOP

Vojenský zákop je zemní těleso vzniklé odstraněním zeminy pod úroveň okolní krajiny. Hloubka zákopů a způsob jejich budování (ručním nářadím nebo mechanizovanými prostředky) vždy závisí na bojové situaci, časových možnostech, technickém vybavení jednotek a na terénu, zejména na složení a mocnosti jeho pokryvné vrstvy.

Zákopy poskytují ochranu před účinky zbraní, umožňují krytý pohyb, a tím výrazně zlepšují podmínky pro vedení bojové činnosti. Dále zákopy podstatně usnadňují činnost uvnitř jednotek, zabezpečují lépe velení, spojení, zásobování a odsun raněných. Svým umístěním, tvarem a maskováním musí umožňovat výhodné vedení palby, pozorování a pohyb živé síly. Podle funkce členíme zákopy na:

- **zákopy průlezné:** hluboké obvykle 60 cm, umožňující střelbu z ručních zbraní v kleče a krytý pohyb plazením,
- **zákopy mělké:** hluboké obvykle 110 cm, umožňující střelbu vstoje a krytý pohyb sehnutých osob,

- **zákopy normální:** hluboké obvykle 150 cm, umožňující střelbu vstoje a krytý pohyb vzpřímených osob,
- **zákopy prohloubené:** hluboké obvykle 180 cm, které se budují zpravidla u vchodů do úkrytů a v nekrytých úsecích zákopů.

Šířka zákopů u povrchu terénu je 90 až 120 cm, šířka dna je 40 až 60 cm. Výška násypu dosahuje 30 až 60 cm. Zákopy se dále podle časových a materiálových podmínek mohou vybavovat dalšími opevňovacími objekty a zařízeními, které zvyšují ochranu osob.

Rozšíření v ČR

Zákopy najdeme v místech z předchozích válečných konfliktů. Především pak na místech, kde byla alespoň krátce frontová linie. Drtivá většina zákopů byla zbudována mezi roky 1850 a 1950. Z druhé světové války jsou na území ČR zachovány například u obcí Hodslavice a Krhová (Vsetínsko). Pro cvičné účely jsou zákopy rozšířeny ve vojenských výcvikových prostorech.

Rozšíření ve světě

Vojenské zákopy se začaly ve větší míře objevovat na přelomu 19. a 20. století s vynalezením kulometu a výrazně ovlivnily válečné (bojové) akce. Největší rozvoj a využití zákopů nastalo za 1. světové války. Hlavní frontou této války byla západní fronta s maximálním nasazením sil Německa, Francie a Velké Británie. Od švýcarských hranic až k belgickému pobřeží byla vytvořena souvislá linie zákopů. Proto byla tato válka označena jako „zákopová válka“. V pozdějších válečných konfliktech se již lidstvo takto masivního využití zákopů nedočkal, ale jejich význam přetrvával i do současnosti.

Význam

Zákopy plnily funkci obrannou. Jednak spojovaly strategické obranné body na frontové linii (kulometná hnízda, pevnůstky atd.) a jednak působily jako překážka proti pozemním útočníkům, neboť v zákopech byli skryti vojáci bránící se armády. Těmto vojákům zákopy poskytovaly nejen dobrou ochranu před nepřítelem, ale naopak i výbornou strategickou pozici pro odrazení nepřítelova útoku.

VÝHLEDOVÁ MOHYLA

Výhledové vojenské mohyly jsou tvary zpravidla kuželovitého nebo kupovitého vzhledu podobné pohřebním mohylám. Vznikly v místech málo členitého terénu za účelem zabezpečení strategické polohy pro velitele. Mají funkci umělého vyhlídkového bodu a vznikaly převážně v dobách, kdy měli vojenští velitelé dostatek času i pracovních sil na jejich výstavbu.

Rozšíření v ČR

Příkladem výhledové mohyly je *Žuráň* (286 m n. m.) u Slavkova u Brna, kde z návrší řídil v prosinci roku 1805 Napoleon Bonaparte bitvu u Slavkova.

Rozšíření ve světě

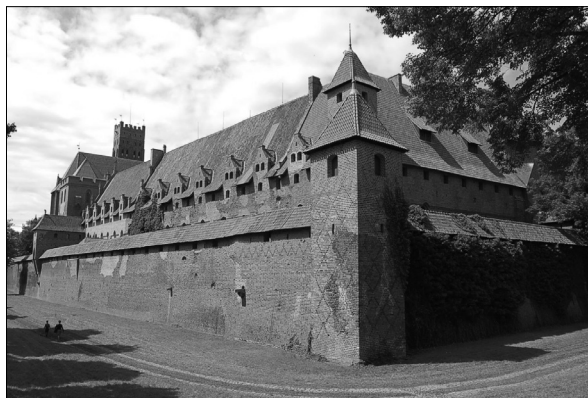
Výhledové mohyly jsou součástí vojenských výcvikových prostorů. Typickou oblastí jejich výskytu je například Bulharsko, kde dosahují výšek až 18 m. Vyskytují se také ve Francii, Belgii a Nizozemí.

Význam

Výhledové mohyly měly především strategický význam při řízení vojenských operací. Byly stavěny v málo členitém terénu a z jejich vrcholku měli vojenští velitelé v bitvě výborný rozhled, a tím pádem i přehled nad vzniklou situací. Tyto pahorky se tedy stávaly lokací pro umístění hlavního velitelského stanu.



Obr. 92a: Výhledová mohyla Žuráň
(foto: I. Smolová).



Obr. 92b: Vojenský obranný příkop
(foto: I. Smolová).

VOJENSKÝ OBRANNÝ PŘÍKOP

Anglicky: military defensive moat

Vojenský obranný příkop je souhrnné označení pro vojenské liniové vhloubené (konkávni) tvary, který má hlavně obrannou funkci. Obranný příkop tvoří umělá deprese s pokud možno co nejkolmějšími stěnami. Typický konkávni tvar slouží k zadržení či zpomalení nepřítele (útočníka).

Mezi obranné příkopy patří také **hradní příkopy**, které mají dominantně obrannou funkci, a proto jsou řazeny mezi vojenské tvary. Svah hradního příkopu přivrácený k hradu se nazývá eskarpa, protilehlý pak kontreskarpa. Stavba hradního příkopu probíhala v několika samostatných úsecích, kdy jako poslední byl hlouben úsek v prostoru brány, jak dokládají nedostavěné fortifikace (obrné systémy). Vnější stranu příkopů zpravidla sledují valy, které byly navrženy z materiálu získaného při hloubení příkopu. Příkopy se mohly užívat zcela samostatně, ale nejčastěji byly kombinovány s dalšími fortifikačními (obrnými) prvky, a to hlavně s valem a hradbou. Příkopy zajišťovaly hrady ve všech geomorfologických polohách. Podle toho, v jakém terénu hrad stál, se také příkop zhotovoval. Pokud byl hrad situován na skalním ostrohu a ze tří stran byly přirozené skalní svahy či stěny, stačilo prokopat šíji a vytvořit příkop v místě, kde se ostroh spojoval s „pevninou“.

Podle polohy hradu tedy vznikaly příkopy šíjové, pokud byl hrad situován na ostrohu, a příkopy okružní u hradů na temenech hřbetů a hřebenů či v nížinách.

Konkrétní tvar hradního příkopu ovlivňovalo geologické podloží, do něhož byl příkop hlouben. V případě skály mohly být příkopy značně strmé a nepotřebovaly další úpravy. Pokud podložní materiál nebyl natolik soudržný, vyžadovala stavba méně strmé svahy, které se popřípadě dále upravovaly zpevňováním stěn (drnováním, dřevem, obezdívkou).

Dna příkopů bývají také různá v závislosti na velikosti, nejčastěji se rozlišují rovná (u rozměrnějších, vyzděných příkopů), oblá (u užších, většinou z méně soudržných materiálů) a hrotitá.

Hradní příkopy lze také rozdělit na:

- suché – mívají odvodněné dno, aby nedocházelo k jeho zanášení a rozplavování stěn,
- vodní – jsou napojeny na přirozené či umělé vodní zdroje (vodní nádrže, jezera, vodní toky nebo náhony).

Speciálním typem obranných příkopů jsou **protitankové příkopy**. Tento typ vojenského reliéfu má podobu protaženého terénního zářezu, který je zakončený 2,5 m vysokou zdí, která tvoří pro pozemní techniku, zejména tanky, nepřekonatelnou překážku. Příkopy byly budovány v blízkosti objektů těžkého opevnění. Jsou dlouhé několik desítek metrů a navazují na již zmiňované betonové linie, které jsou součástí protitankových překážek. V terénu tvoří nepřehlédnutelné stupně, nicméně u celé řady objektů jsou zavezeny sutí a různým odpadem a nejsou tolik patrné.

Rozšíření v ČR

Funkční vojenské obranné příkopy jsou součástí vojenských výcvikových prostorů. Vzhledem k tomu, že mezi vojenské obranné příkopy lze počítat i hradní příkopy, jsou na našem území hojně rozšířené. Hradní obranné příkopy vznikaly již na konci 12. století společně s výstavbou hradů a hradních komplexů. Nejstarší příkopy byly do 15 m široké a do 10 m hluboké. V průběhu 15. století, s rozvojem dělostřelectva a zkvalitňováním dělostřeleckých opevnění, se příkopy zvětšovaly a často se stávaly jedním z hlavních obranných prvků.

Mezi mohutné hradní příkopy patří například *příkopy na hradu Křivoklát*. Příkladem vodního hradního příkopu je vodní příkop *hradu Švihov*, který byl postaven na umělém ostrově, z jihovýchodní části ohraničeném tokem Úhlavy a ze strany západní a severní uměle vytvořeným příkopem, kterým je veden Mlýnský náhon. Hrad měl trojitý vodní obranný systém, který byl schopen zaplavit širší okolí, a tím znemožnit nepříteli použití těžkých děl.

Příkladem suchého vyzděného hradního příkopu je *příkop na hradě Pernštejn*. Jeho hlavní funkcí bylo posílit odolnost barbakánu (část pozdně gotických dělostřeleckých opevnění, zajišťující bránu) a druhého předhradí.

V pískovcovém skalním bloku jsou vytesány *obránné příkopy hradu Kokořín* na Mělnicku nebo *hradu Frýdštejn u Malé Skály*. *Hradní příkop hradu a zámku Český Krumlov* vznikl jako součást původního gotického opevnění a měl zejména obrannou funkci.

Rozšíření ve světě

Vojenské obranné příkopy aktivně využívané při vojenských operacích se v současné době nacházejí v Afghánistánu, Kosovu, Gruzii nebo Kolumbii. Hradní příkopy jsou pak čteně rozšířeny ve všech regionech světa.

Význam

Obranné příkopy jsou velmi důležité při vojenských operacích, kdy poskytují ochranu vojákům i technice. Podobě významné byly v minulosti i hradní příkopy, které tvořily důležitý lineární fortifikační prvek, který pomáhal ubránit hrad proti útočícímu nepříteli. V některých byly vyhloubeny studny, měly tedy i vodohospodářský význam.

VOJENSKÝ ÚL

Termínem vojenský úl se ve vojenské terminologii označují úkryty (hangáry) pro vojenská letadla. Vojenské úly jsou konvexní tvary, které vznikají akumulací zeminy. Uvnitř úlu je umístěn hangár pro

parkování letadel. Důvodem vytváření umělé terénní vyvýšeniny je utajení vojenského letiště a míst, kde jsou parkovací plochy letadel.

Rozšíření v ČR

Vojenské úly jako úkryty vojenských letadel jsou rozšířeny na vojenských letištích v Přerově, Čáslavi nebo Náměšti nad Oslavou. Jsou také součástí vojenských výcvikových prostorů.

Rozšíření ve světě

Vojenské úly jsou rozšířeny čteně ve vojenských výcvikových prostorech, kosmodromech a vojenských letištích.

Význam

Význam vojenských úlů je prioritně v utajení, kdy terénní vyvýšenina při leteckém snímkování splývá s okolním reliéfem a v případě válečných událostí je méně nápadným terčem útoku ve srovnání s pozemními stavbami.

UMĚLÝ VOJENSKÝ BROD

Umělé vojenské brody jsou uměle upravovaná dna koryt vodních toků v části meandru, která se označuje termínem brod. Brod propojuje akumulární (jesešní) části meandru a je místem nejmenší hloubky koryta. Pro potřeby transportu vojenské techniky jsou na určitých lokalitách, které jsou strategicky významné, navrženy umělé brody, aby bylo možné je využít v případě potřeby jako vojenské cesty (například pro tanky).

Rozšíření v ČR

Umělé brody jsou čteně ve vojenských výcvikových prostorech (VVP), mimo ně je jejich rozmístění utajené. Příkladem je umělý brod ve VVP Dědice (VÚ Březina) v lokalitě Myslejovice, VVP Hradiště (VÚ Hradiště), VVP Jince (VÚ Brdy) nebo VVP Boletice. Jedním z umělých brodů mimo území vojenského výcvikového prostoru je brod přes Vltavu u Vyššího Brodu.

Rozšíření ve světě

Umělé vojenské brody jsou nejčteněji rozšířeny ve vojenských výcvikových prostorech.

Význam

Význam umělých brodů spočívá v možnosti transportu a přechodu vojenské techniky přes přirozená koryta vodních toků, která představují přirozené bariéry.

SUCHÝ VOJENSKÝ DOK

Suché doky jsou konkávní tvary reliéfu v pobřežních oblastech, které slouží pro kotvení vojenských ponorek v přístavech.

Rozšíření ve světě

Suché vojenské doky jsou rozšířeny v přístavech, kde kotví vojenské ponorky. Příkladem vojenského přístavu je základna Haakonsven v Norsku, přístav Gdyně v Polsku, Vladivostok v Rusku nebo Guantánamo na Kubě.

Význam

Suché doky slouží jako kotviště vojenských ponorek.

VOJENSKÉ ODPALOVACÍ SILO

Odpalovací silo je prostor, který je učen k odpalování raket. Pro potřeby vojenské činnosti se jedná o výrazný a rozsáhlý antropogenní tvar.

Rozšíření v ČR

Odpalovací sila jsou součástí vojenských výcvikových prostorů. V rámci utajení není možná jejich přesná lokalizace.

Rozšíření ve světě

Odpalovací sila jsou nejčastěji součástí vojenských výcvikových prostorů a kosmodromů. Rozsáhlé podzemní objekty jsou na území USA v Nevadské poušti. Jako součásti kosmodromů jsou odpalovací sila součástí Kennedyho vesmírného střediska na mysu Canaveral ostrova Merritt na Floridě v USA, ruského kosmodromu Bajkonur na území Kazachstánu, kosmodromu Pleseck jižně od města Archan-gelsk, francouzského kosmodromu Kourou (Centre Spatial Guyanais) ve Francouzské Guayaně nebo kosmodromu Tanegašima v Japonsku.

Význam

Význam odpalovacích sil je v technickém zabezpečení odpalování raket.

VOJENSKÝ VÝCVIKOVÝ PROSTOR

Anglicky: military training area

Vojenský výcvikový prostor je označení rozsáhlého území, které je určeno pro výcvik vojsk. Pro potřeby výcviku vojsk jsou prováděny rozsáhlé terénní úpravy a tak v nich dochází k rozsáhlé antropogenní transformaci reliéfu. Součástí prostoru jsou okopy, zákopy, výhledové mohyly, střelnice, tankodromy, umělé brody, letištní plochy, komunikace, umělá koryta vodních toků i umělé vodní nádrže.

Rozšíření v ČR

Vojenské výcvikové prostory slouží na území ČR k výcviku ozbrojených složek. Administrativně jsou vojenské výcvikové prostory součástí vojenských újezdů, které tvoří územní správní jednotku, která je spravována újezdním úřadem. První vojenská území začala být zřizována na našem území již za první republiky. Za druhé světové války byla obsazena wehrmachtem a byla rozšířena. Největší rozvoj vojenských újezdů nastal po druhé světové válce, kdy bylo založeno i několik nových vojenských újezdů, převážně v Sudetech.

V současné době jich je na území ČR celkem pět. Jedná se o VVP Libavá (327 km²) na Olomoucku, VVP Hradiště (332 km²) v Doupovských horách, VVP Březina (158 km²) na Vyškovsku, VVP Brdy (260 km²) na Příbramsku a VVP Boletice (219 km²) na Českokrumlovsku.

Ještě v roce 1989 byly pro výcvik vojsk určeny i další prostory, které byly po roce 1990 zrušeny. Jednalo se o VVP Ralsko na Českolipsku, VVP Dobrá Voda na Šumavě a VVP Mladá ve středních Čechách.

Rozšíření ve světě

Vojenské výcvikové prostory jsou rozšířeny ve většině zemí světa. Mezi největší vojenské výcvikové prostory patří prostory v USA, Číně a Rusku.

Význam

Vojenské výcvikové prostory slouží k výcviku vojsk a simulaci vojenských válečných situací.

8.8 Pohřební (funerální) antropogenní procesy a tvary

Pohřební (funerální) antropogenní tvary vznikají při pohřbívání mrtvých a s tím spojenými zvyky. Pohřební tvary lze podle stáří rozdělit na tvary historické a současné a podle polohy na tvary povrchové a podpovrchové (podzemní). Mezi povrchové pohřební tvary patří **pohřební mohyly**, které vznikly navršením zemin nebo úlomků skalních hornin. Podpovrchovými tvary jsou **hrobové jámy, rovy, hrobky, krypty, kostnice a megalitické hroby**. Místa uložení ostatků tvoří **hřbitovy**. Vhloubené pohřební prostory, které jsou součástí církevních staveb, označujeme souhrnně **církevní podzemí**.

HROBOVÁ JÁMA

Hrobové jámy patří mezi podpovrchové tvary, které se na zemském povrchu morfologicky téměř neprojeví, jen zcela výjimečně se vyskytují jako mírně konkávní pánvičky. V terénu jsou významné pouze statigraficky, nikoliv morfologicky. Jsou také hůře rozeznatelné, protože bývají od svého okolí méně barevně odlišené. Velikost hrobových jam se pohybuje v mezích od nejmenších pro individuální pohřby až po stovky metrů dlouhé hrobové jámy vytvořené v dobách morových epidemií či válek. Nejhlubší jámy tohoto charakteru dosahují hloubky až 10 m. V hrobových jamách mladšího období jsou nalézány i vrstvy ve statigrafické superpozici v místech, kde docházelo k etážovitému pohřbívání.

Rozšíření v ČR

Hrobové jámy jsou čteně rozšířené a nejčastěji jsou součástí hřbitovů. Hrobové jámy větších rozměrů se vyskytují v místech hromadných pohřebišť, klasickým příkladem jsou masové hroby.

Rozšíření ve světě

Patří mezi četné tvary zejména v oblastech křesťanského způsobu pohřbívání. Jsou součástí hřbitovů. Větší hrobové jámy jsou v blízkosti míst velkých válečných bitev či koncentračních táborů.

Význam

Hrobové jámy plnily funkci především jako místo, do kterého lze snadno a rychle pohřbít více lidí, většinou obětí epidemií.

Rov

Termínem rov se označuje pohřební tvar s povrchovou i podpovrchovou terénní úpravou. Podpovrchový konkávní tvar představuje mikroformu reliéfu narušující terén zpravidla jen do hloubky 2 až 3 m. Nadzemní část rovu tvoří konvexní vyvýšenina vzniklá navršením zeminy do tvaru kupy nad hrobem.

Rozšíření v ČR

Rovy jsou čteně rozšířené a nejčastěji jsou součástí hřbitovů.

Rozšíření ve světě

Rovy jsou celosvětově rozšířeným tvarem. Téměř všude na světě se lidé pohřbívali do země už od pradávna. Nejčastěji je však nalezneme ve skupinách – hřbitovech, a to poblíž dnešních sídel.

Význam

Rovy označují místa posledního odpočinku konkrétních lidí. Také do jisté míry chrání nebožtíkovo tělo před jakýmkoliv zneuctěním.

MOHYLA

Anglicky: tumulus, burial mound, barrow

Mohyla je konvexní antropogenní tvar, který vzniká násypem a postupným navršením pahorku nad hrobem. Materiálem, který navršený pahorek tvoří, může být zemina, kamenné bloky či jiná surovina. Tvar i velikost mohyl jsou závislé na tom, kdy a v jakých podmínkách vznikly, jak vysoce společensky postavený člověk v nich byl pohřben a jak dlouho a jak intenzivně na ně působily exogenní geomorfologické procesy. Mohyly mají vždy konvexní tvar s výrazně vyvinutým úpatím na všech stranách. Nejčastější tvar mohyly je kupovitý až kuželovitý. Podle půdorysu jsou mohyly zpravidla kruhové, elipsoidní, obdélníkové či čtvercové. Výška mohyl bývá různá, od několika desítek centimetrů až do několika desítek metrů. Některé mohyly bývají na obvodu lemovány věncem kamení na ochranu před rozsednutím. Uvnitř mívají mohyly komoru pro uložení těla zesnulého, která je často vyzděna kamením či jinak zpevněna. Tyto podpovrchové prostory mohyl jsou různého typu i účelu. Morfologický význam těchto dutin je v tom, že jejich provalením nebo umělým prokopáním vznikají rozštěpené konvexní formy mohyl vidlicovitého nebo rozsedlinového typu. V Rusku existují zvláštní typy těchto pohřebních mohyl – tzv. kurhany. Odlišují se morfologicky, a to především malou výškou vzhledem k jejich relativně velké rozloze, geneticky se však jedná rovněž o mohyly.

Speciálním případem pohřebních mohyl jsou **pyramidy**, které byly postaveny za účelem uchování ostatků i oslavy pochovaného, jsou tak kombinací pohřebního a oslavného tvaru (v učebním textu jsou řazeny mezi oslavné tvary).

Rozšíření v ČR

Mohyly z doby bronzové se dochovaly například v oblasti Ždánického lesa a Chřibů nebo v západních Čechách (např. na Plzeňsku a Klatovsku). Příkladem dochovaných mohyl z doby železné jsou mohyly *Hlásnice* u Horákovy (Brněnsko), *Kopeček* (obvod 90 m, výška 5 m) či *Hánov* (Písecko) a také mohyly v lokalitách *Lékařova Lhota* (Českobudějovicko), *Protivín* (Písecko), *Střelské Hoštice* (Strakonicko), *Skalice* (Táborsko) či *Červené Poříčí* (Klatovsko).

Mezi mohyly lze zařadit také *Žuráň* (katastr obce Podolí u Slavkova u Brna) nebo mohylu *Míru* (obec Prace). *Žuráň* je umělou zemní mohylou, nekropolí vybudovanou na hrobech z období stěhování národů v 5.–6. století našeho letopočtu. Archeologové zde objevili různé předměty i vzácné umělecké ozdoby. *Mohyla Míru* postavená v letech 1910–1912 je památníkem z lomového kamene, který spodobňuje staroslovanskou mohylu tvořenou čtyřbokým komolým jehlanem (výška 26 m). Uvnitř mohyly je kaple s podzemní kostnicí, ve které jsou uloženy ostatky padlých z bitvy u Slavkova.



Obr. 93a: Mohyly Royal mounds
(foto: www.panoramio.com).



Obr. 93b: Mohyla Míru
(foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Pohřební mohyly jsou jevem celosvětovým, byly zjištěny už ve všech osídlených světadílech. Mohyly všech typů se často vyskytují ve skupinách, které se nazývají mohylníky. V mohylnících jsou jednotlivé tvary situovány pravidelně i nepravidelně, někdy těsně jedna vedle druhé, jindy ve větších vzdálenostech od sebe. Často jsou situovány řadově v přímé linii. Za typické naleziště mohyl můžeme označit Bulharsko, kde se jich nachází na tisíce. Významnou lokalitou jsou mohyly *Royal mounds* (obr. 93a) poblíž města Upsala ve Švédsku, které jsou datovány z 5. a 6. století. Původně se na lokalitě nacházelo až 3 tisíce mohyl, ale do současnosti jich zůstalo okolo 250. Kurhany pak nalezneme v Rusku. Pyramidy nalezneme např. v Egyptě nebo ve Střední a Jižní Americe.

Význam

Mohyly označují místa posledního odpočinku lidí v nich pohřbených. Také do jisté míry chrání nebožtíkovo tělo před jakýmkoliv zneuctěním. V případě pyramid byly tyto tvary často protkány systémem chodeb tak, aby bylo jednoduché se uvnitř ztratit, a tím byl zajištěn věčný klid pohřbenému.

HROBKA

Anglicky: crypt, tomb

Hrobka je vhloubený pohřební tvar, který slouží k ukládání rakví. Jedná se o tvar, který se obvykle skládá z podzemní (substruktury) a nadzemní (superstruktury) části. V podzemní části spojené s nástavbou hrobky vertikální šachtou či sestupnou chodbou se nachází pohřební komora, kolem které mohou být další prostory. V případě velkých hrobek je nad vlastní hrobkou nástavba, ve které se může odbývat zádušní kult za zesnulého. Specifickým typem jsou skalní hrobky, které využívají přírodních skalních stěn, do kterých je vytesána hrobka přístupná šachtou nebo chodbou. Součástí skalní hrobky může být ve skalní stěně vytesaná obětní kaple.

Rozšíření v ČR

Hrobky se nacházejí na většině větších hřbitovů, kde sloužily k ukládání ostatků zámožnějších obyvatel. Velmi četné jsou v sakrálním podzemí, tj. v podzemních prostorách kostelů a jiných církevních staveb. Příkladem zpřístupněné hrobky je *Královská hrobka* na Pražském hradě v podzemí katedrály sv. Víta. Hrobka je místem, kde jsou uloženy sarkofágy s pozůstatky českých králů. Významná je také společná hrobka významných osobností *Slavin* na Vyšehradě v Praze.

Rozšíření ve světě

Rozsáhlé hrobky jsou součástí pyramidových komplexů. Například na území Egypta jsou dochovány královské i nekrálovské hrobky. Mezi největší nekrálovské hrobky v Egyptě patří hrobky v lokalitě Asasíf. Příkladem je *Padiamenemopetova hrobka* s rozměry 88 × 110 m (plocha 9680 m²). Jiným příkladem je *Královská klenotnice*, což je hrobka ve skalním městě v Jordánsku. Hrobka byla postavena pouze pro královskou rodinu a pracovali na ní dvě generace architektů po dobu 29 let.

Význam

Hrobky jsou místem uložení ostatků a mají význam kulturní i archeologický.



Obr. 94a: Dietrichsteinská hrobka v Mikulově
(foto: I. Smolová).



Obr. 94b: Hrobka
(foto: I. Smolová).

HŘBITOV (POHŘEBIŠTĚ)

Anglicky: cemetery

Hřbitovy jsou místa, která plní funkci úložišť lidských ostatků. Hřbitovy se skládají z **hrobů**, **rovů** a **hrobek**, které jsou odděleny cestami a pruhy zeleně. Největší městské hřbitovy mají rozlohy až několika km² a tvoří je nejčastěji rovy a hrobky reflektující specifika kulturní odlišnosti pohřbívání v jednotlivých regionech světa, diferencované podle převládající náboženské zvyklosti. Součástí hřbitovů mohou být až desetitisíce hrobů. Starší hřbitovy byly zakládány na místech vhodných svou polohou, dnešní se zakládají i s ohledem na geologickou stavbu, hydrogeologické a půdní poměry.¹¹⁶

Pro rozsáhlé hřbitovy a pohřebiště v blízkosti lokalit center starověkých civilizací nebo velká pohřebiště mimo intravilán obcí a měst se někdy používá označení **nekropole** (necropolis).

Podle účelu se hřbitovy nejčastěji člení na civilní, vojenské a hromadná pohřebiště.

Příkladem odlišnosti hřbitovů podle náboženského vyznání jsou **židovské hřbitovy**, pro které jsou typické antropogenní povrchové konvexní tvary, což souvisí s tradicí nenarušitelnosti hrobů, a tedy

¹¹⁶ Půdní typ rozšířený v lokalitách hřbitovů se označuje v pedologii jako pohřební půda.

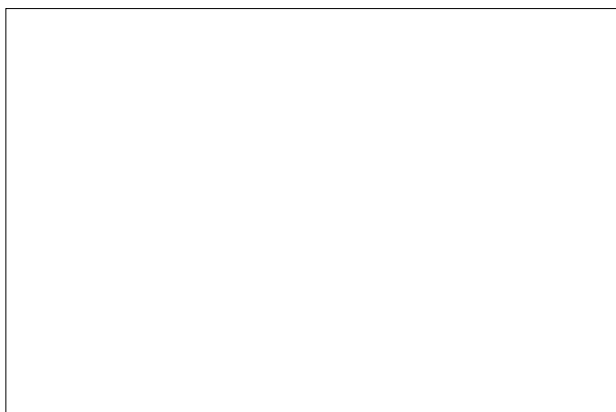
s opětovným vršením zeminy na hroby staršího data, neboť ostatky zemřelých musí navždy zůstat na tom místě, kde byly pohřbeny.¹¹⁷

Rozšíření v ČR

Hřbitovy jsou s ohledem na křesťanskou tradici území v ČR hojně rozšířené. Nejstarší se nacházejí v těsném sousedství historického jádra sídla, což již během středověku začalo zvláště v opevněných městech narážet na prostorový problém. Ten naši předkové často řešili tak, že postupně na hřbitov navázali další a další vrstvy hlíny a pohřbívání probíhalo na patra. S nárůstem populace na konci středověku pak již nebylo možné hřbitovy dále rozšiřovat ani zvyšovat jejich terén. Jediným ve své době přijatelným řešením byla exhumace a hromadné uložení ostatků v okolí kostelů, v kaplích a kostnicích. K budování kostnic sice docházelo po celé období středověku, k velkému rozmachu ale došlo až v 18. století, kdy se situace začala stávat neúnosnou a hřbitovy začaly být přemísťovány mimo uzavřenou část měst.

Mezi největší hřbitovy v ČR patří *Olšanské hřbitovy* (50,2 ha) v Praze, na kterých je pohřbeno více než 2 mil. mrtvých. Vznikly v roce 1680 a důvodem pro jejich založení byla morová epidemie, kdy malé pražské hřbitovy tehdy nebyly schopny pojmout množství mrtvých těl. Historicky významný je *Vyšehradský hřbitov* (0,8 ha) na Vyšehradě v Praze, který je od 19. století pohřebišťem významných osobností.¹¹⁸ V Brně je největším *Ústřední hřbitov v Brně* v katastrálním území Štýřice (zřízen byl v roce 1883). V Hradci Králové je největším *hřbitov v Kuklenách*, v Olomouci *Ústřední hřbitov Neředín*, v Ostravě *Ústřední hřbitov ve Slezské Ostravě*.

Mezi historicky významné patří také židovské hřbitovy, kterých je na našem území v současné době přibližně 350 (včetně židovských oddělení na komunálních hřbitovech), plošně největší jsou v historických městech, kde žila židovská komunita. Středověké židovské hřbitovy byly povětšinou zakládány uvnitř hrazených měst (Praha, Cheb, Nový Jičín), případně na parkánech mezi dvěma hradebními pásmy nebo na valech těsně za hradbami (např. ve Znojmě či Lipníku nad Bečvou). V novověku směly být hřbitovy založeny většinou jen daleko od města či vsi, někdy až na hranicích katastru, případně na území sousední vsi. Příkladem židovského hřbitova je *Starý židovský hřbitov na Josefově*, *Židovský hřbitov v Mikulově* nebo *Židovský hřbitov v Třebíči*, který byl zapsán na Seznam světového kulturního dědictví UNESCO.



Obr. 95a: Hřbitov v Olomouci-Neředíně
(foto: I. Smolová).



Obr. 95b: Židovský hřbitov v Krakově-Kazimierzi
(foto: I. Smolová).

¹¹⁷ V případě židovského hřbitova nelze po uplynutí několika desetiletí hrob otevřít a na témže místě uložit ostatky jiného zemřelého. Pokud již není možné zaplněný hřbitov plošně rozšířit, naveze se na staré hroby vrstva zeminy a další zemřelí jsou pohřbíváni o něco výše nad původními hroby. Náhrobky z dolní vrstvy hrobů jsou pak zasazeny do svrchní nově nasypané vrstvy zeminy.

¹¹⁸ Ze starého vyšehradského hřbitova z roku 1660 vzniklo z podnětu probošta Václava Štulce v 70. letech 19. století vyšehradské národní pohřebišť. Hřbitov zde stál již v roce 1260. Svou dnešní podobu získal v roce 1869.

Rozšíření ve světě

Jedním z největších hřbitovů na světě je multikulturní nekropole *Rookwood Necropolis* poblíž Sydney v Austrálii. Na ploše téměř 3 km² je pochováno víc než 1 mil. zemřelých (funkci pohřebiště plní od roku 1867). Největším evropským hřbitovem je *Ohlsdorf Cemetery* v Hamburku. Hřbitov se rozkládá na ploše přibližně 4 km² a pochováno je na něm 1,5 mil. zemřelých. Podle počtu pohřbených patří k největším hřbitovům v Evropě *Zentralfriedhof* ve Vídni (2,5 km²), kde je pochováno více než 3 mil. osob. Mezi největší na světě patří také *Panteón Civil de Dolores* v Mexico City, jehož historie spadá do roku 1870 a do současnosti na něm bylo pohřbeno více než 2,5 mil. zemřelých.

Příkladem velkých hřbitovů (nekropolí) jsou také *etruské nekropole Cerveteri a Tarquinia*, které zahrnují tisíce hrodek uspořádaných jako město s ulicemi a náměstími. Oba hřbitovy vznikly v období let 9.–1. stol. př. n. l. V roce 2004 byly zapsány na seznam UNESCO. Jedním z největších hřbitovů v Malé Asii je nekropole *Hierapolis* (více než 1200 hrobdů). Jiným příkladem je nekropole *Pantalica* na Sicílii, její součástí je více než 5 tisíc hrodek datovaných do doby od 13. do 7. století př. n. l.

Mezi významné hřbitovy patří také *Herzlova hora* (Har Hercel) v západní části Jeruzaléma, která je od roku 1951 izraelským národním hřbitovem.

Význam

Hřbitovy jsou místem pochovávání zemřelých, dokládají regionální rozdíly, rozdíly mezi jednotlivými náboženstvími a jsou často velmi cennými archeologickými lokalitami.

KRYPTA

Anglicky: crypt

Krypty jsou podzemní tvary vyhloubené ve skalním masivu nebo v zemině s vyzděnými a obloženými stěnami. Krypty se nacházejí nejčastěji pod církevními stavbami a plní funkci kaple pohřební místnosti pod kostelem, kde byly pohřbívány významné osobnosti. Krypta je tak jednou z částí **církevního podzemí**. Rozměry krypty jsou různé, obvykle v řádech metrů až desítek metrů. Podzemní prostor má často klenuté stropy. Nejstarší krypty jsou zachovány z období starověkého Říma, například pod bazilikou sv. Petra ve Vatikánu. Plošně rozsáhlé jsou krypty pod kostely klášterů. V podzemí barokních chrámů mají krypty charakter rozměrných sálů, které kopírují půdorys stavby.

Rozšíření v ČR

Příkladem podzemní krypty je *krypta v areálu Pražského hradu*, *krypta v Louckém klášteře* u Znojma, *krypta kostela sv. Markéty* v areálu Břevnovského kláštera v Praze, *krypta chrámu sv. Cyrila a Metoděje* v Praze (národní památník obětí heydrichiády), *krypta kláštera v Doksanech* nebo *krypta baziliky sv. Prokopa* v Třebíči. V *kryptě Benediktýnského kláštera v Broumově* jsou v podzemních prostorech od roku 2000 uloženy tzv. vamberecké mumie, což je soubor 34 těl významných osobností, původně pohřbených v 17. a 18. století v kryptě kostela sv. Prokopa ve Vamberku, kde jim od poloviny 80. let 20. století hrozilo poškození, proto byly převezeny do Broumova.

Rozšíření ve světě

Největší krypty jsou rozšířeny pod rozsáhlými chrámovými komplexy. Příkladem je francouzský *Pantheon*, v jehož podzemní kryptě jsou pochováni nejvýznamnější francouzští umělci a vědci (např. A. Dumas, V. Hugo, P. Curie, M. Curie-Sklodowska ad.)

Význam

Krypty mají historický význam, jsou místem, kde byly v podzemí ukládány ostatky významných osobností. Jsou součástí **církevního podzemí**. Některé krypty sloužily jako kostnice při likvidaci hřbitovů.



Obr. 96a: Krypta kostela sv. Jakuba v Brně
(foto: K. Kirchner).

Obr. 96b: Rozsáhlé podzemí krypty jsou součástí
areálu Benediktýnského kláštera v Broumově
(foto: I. Smolová).

CÍRKEVNÍ PODZEMÍ

Anglicky: underground church

Církevní podzemí je vhloubený pohřební prostor, který je nejčastěji součástí církevní staveb. Jeho součástí mohou být **krypty**, **hrobky** či **kostnice**. Pro některé podzemní prostory se používá také označení hypogeum (podzemní obřadní prostor).

Rozšíření v ČR

Příkladem podzemního církevního objektu je *podzemí kostela sv. Markéty* v Břevnovském klášteře, které je pozůstatkem kněžiště románské trojlodní baziliky, které bylo při pozdějších přestavbách kláštera zachováno v podzemí dnešního chrámu.

Rozšíření ve světě

Podzemní prostory jsou součástí většiny chrámů. V křesťanském světě jsou nejčastěji místem, kde byly pochovávány významné osobnosti. Některé významné jsou zapsány na seznam památek UNESCO. Příkladem je *Hypogeum* v Hal Saflieni na ostrově Malta. Jedná se o 11 m hluboký komplex o celkové ploše 500 m² pocházející z doby 3800 až 2500 př. n. l. Jde se o sakrální stavbu zahrnující labyrint podzemních chodeb, komor a sálů vytesaných do skály.

Význam

Význam církevního podzemí je kulturní, historický i archeologický.

KOSTNICE

Anglicky: ossuary

Kostnice je typem podzemního objektu, který je určen k ukládání kosterních pozůstatků. Většinou se jedná o podzemní objekty umístěné jako součást sakrálních staveb. Vznik kostnic souvisí s hromadným pohřbíváním, nejčastěji v dobách epidemií či hladomorů.

Rozšíření v ČR

Příkladem jsou *kostnice v kostele sv. Jakuba* v Brně, *kostnice v Sedlci u Kutné Hory* (kostnice vznikla v místě hřbitova jako původně gotická stavba z konce 14. stol., skládá se ze dvou kaplí postavených nad sebou) a nebo *kostnice v Mělníku*.

Rozšíření ve světě

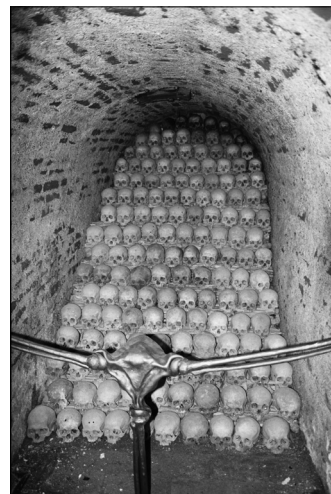
Příkladem známé kostnice je *kostnice v Hallstattu* (Rakousko) či *kostnice v kostele Santa Maria della Concezione dei Cappuccini* v Římě.

Význam

Kostnice mají historický a archeologický význam, slouží antropologům ke studiu a jsou dokladem významných historických událostí.



Obr. 97a: Církevní podzemí
(foto: K. Kirchner).



Obr. 97b: Kostnice v kostele sv. Jakuba v Brně
(foto: K. Kirchner).

MEGALITICKÝ HROB

Anglicky: megalithic tomb

Termín megalit je odvozený z řečtiny (megas = velký, lithos = kámen) a v encyklopediích nejčastěji používá pro souhrnné označení kamenných památníků většinou pohřebního (**dolmeny**, galeriové hroby) nebo kultovního účelu (**menhiry**, kamenné aleje, **kromlechy**). V archeologii megalit označuje velký kámen, víceméně neopracovaný, ale vytržený z přirozených souvislostí a použitý pravěkými lidmi ke splnění nějakého účelu, případně k vyjádření myšlenky. Megalitické hroby mohou mít různé podoby, vždy se však jedná o konvexní tvar reliéfu. Počátky stavby megalitických památek spadají do období starého

eneolitu (kultura s nálevkovitými poháry). Nejvíce rozšířeny jsou v Anglii, Irsku, Francii, Německu, Polsku a Skandinávii. Kromě megalitických hrobů, z nichž nejčtenější jsou tzv. **dolmeny**, patří do této skupiny také samostatně stojící kameny označované **menhiry**.

Rozšíření ve světě

Tyto antropogenní tvary reliéfu se vyskytují vzácně hlavně v západní Evropě jako pozůstatek lidského osídlení z konce neolitu a doby bronzové.

Význam

Megalitické hroby označují místa posledního odpočinku konkrétních lidí. Také do jisté míry chrání nebožtíkovo tělo před jakýmkoliv zneuctěním.

DOLMEN

Anglicky: dolmen

Dolmen je typ jednokomorové megalitické hrobky, sestávající většinou ze dvou a více vztyčených kamenných bloků, jež podpírají horizontálně uložený kámen (většinou plochý, větších rozměrů než kameny ho podpírající). Dolmeny se vytyčují na všech kontinentech a vykazují značnou podobnost funkční i architektonickou a mají i podobnou dobu vzniku. Většinou sloužily jako pohřební komory. Stáří evropských dolmenů je datováno do eneolitu až neolitu. Byly zpravidla zakryty vrstvou hlíny, písku či drčeného kamene do tvaru **mohyly**, ve většině případů však byl tento materiál oderodován a zbylo jen vnitřní kamenné jádro. To bylo používáno jako pohřební místo. V některých dolmenech bylo pohřbeno i více než sto lidí. Mezi předměty nalezené v dolmenech patří střepy keramiky, pazourkové nástroje a zbraně, někdy i ozdobné předměty (například jantarové korále). Občas byly nalezeny hliněné střepy. Předpokládá se, že každý mrtvý byl pohřben s dvěma až třemi nádobami.

Evropské dolmeny byly postaveny většinou (Británie, Irsko, Francie, Německo a Nizozemí) z bludných balvanů, transportovanou ze Skandinávie ledovci. Za stavitele dolmenů se pokládá tzv. kultura zvoncovitých číší. Způsob, jakým byly kameny přemísťovány a hrobky následně stavěny, není známý, předpokládá se, že kameny byly pohybovány po dřevěné kulatině a ke vztyčení byla postavena rampa z hlíny a písku, která se pak použila k překrytí kamenného jádra (Svoboda, 1990, Sklenář, 1996).

Tab. 24: Druhy evropských dolmenů a jejich vývoj podle stáří

Období	Typický tvar dolmenu
4500 př. n. l.	– dolmen s chodbou a centrální komorou – dolmen s chodbou a trapézovou komorou – dolmen s chodbou a decentrální komorou
4000 př. n. l.	– dolmen s komplexem komor – dolmen s rozšiřující se chodbou do komory tvaru „V“
3500 př. n. l.	– dolmen s komorou tvaru „T“
3000 př. n. l.	– dolmen s bočním vstupem

Zdroj: Sklenář, K. (1996).

Ruské dolmeny vykazují značnou podobnost s dolmeny evropskými, co se týká architektury i stáří, jejich původ se ovšem nepodařilo prokázat. Jsou to uzavřené podzemní prostory většinou čtyřúhlého či okrouhlého tvaru, přičemž v portálu byl vždy prorazen otvor, zpravidla ve tvaru kruhu. Stejně jako dolmeny evropské, sloužily i ruské dolmeny jako pohřebiště. Byly v nich nalezeny kosterní pozůstatky,

zbytky keramiky a nástrojů a také jednoduché malby, většinou s abstraktními motivy. Byly stavěny na svazích kopců nebo říčních terasách, téměř vždy však v nadmořských výškách 500–700 m n. m.

Východoasijské dolmeny byly vztyčeny během prvního tisíciletí př. n. l., jejich účel se nepodařilo prokázat, je jisté, že byly užívány jako pohřební místa, vzhledem k velké pestrosti v architektuře se dá předpokládat, že mohly být uctívány či používány i jiným způsobem. Není ani jisté, zda byly tyto dolmeny překryty vrstvou půdy, jak tomu bylo u dolmenů evropských. Základní dělení je na *dolmeny tabulovitého typu*, *dolmeny jižního typu* a *dolmeny šachovnicovitého typu* (Sklenář, 1996).

Rozšíření ve světě

Dolmeny lze najít zejména na území Evropy. Nacházejí se také v Asii, severní a východní Africe či Severní Americe.

V *Evropě* jsou dolmeny spjaty zejména s oblastmi v minulosti obývanými Kelty. Jedná se například o území Irska, Anglie, Walesu a Francie. Ve Francii jsou typické v Bretani a kraji Anjou (Anjouské dolmeny, Velký dolmen v Bagneux u Saumuru o rozměrech 18,3 × 6,1 × 3,1 m). Dochovaly se také v Itálii, Sardinii, Korsice (dolmen Fontanaccia), Španělsku, Německu,¹¹⁹ Nizozemí, Belgii, Portugalsku, Dánsku (např. Porskjaer Stenus u Knebelu, dolmen u Vilstedu na ostrově Själlandu) nebo Švédsku. Je pravděpodobné, že stavitelé evropských dolmenů pocházeli ze stejného kulturního a historického prostředí.

V *Asii* se nachází nejvíce typů dolmenů, což je dáno značnou plochou, na níž se vyskytují. Je to jednak ve východní Asii (Korejský poloostrov, Japonsko, Čína), jednak v jižní části kontinentu (Indonésie, Indie), ale také v Rusku (zejména na severním Kavkaze) a v Turecku.

Dolmeny v *Severní Americe* jsou velmi ojedinělé, nejznámější se nachází v North Salem (stát New York). V *Africe* se dolmeny nacházejí například v přímořském pásu Maghrebu a také v Etiopii či na Madagaskaru.

Význam

Dolmeny jsou významné prvky v krajině. Jejich existence dokládá historii působení člověka v krajině. Jsou často identifikátorem soustavného ovlivnění krajiny člověkem po několik tisíciletí, často lze v takové krajině nalézt i další antropogenní geomorfologické prvky, které historicky souvisejí s existencí dolmenů. Jsou jimi zejména mohylová návrší, kamenné kruhy, pohřebiště či menhiry. Dolmeny jsou významné i z hlediska archeologického, historického a v neposlední řadě i estetického.



Obr. 98a: Dolmen Poulnabrone na jihozápadě Irska (foto: Z. Szczyrba).



Obr. 98b: Megalitické hroby v Edinburghu ve Skotsku (foto: Z. Szczyrba).

¹¹⁹ Německé dolmeny začal před 1. sv. válkou dokumentovat K. H. Jacob-Friessen, po 2. sv. válce E. Sprockhoff vydával jejich atlas a položil základy k jejich terminologii, v letech 1964–1970 provedl výzkum dolmenů v Meklenbursku E. Schuldt (Sklenář, 1996).

8.9 Oslavné antropogenní procesy a tvary

Oslavné antropogenní tvary jsou vytvářeny pro oslavné účely. Do této skupiny tvarů náleží zejména **oslavné pahorky**, **oslavné sochy** a **megalitické stavby**. Oslavné tvary nejčastěji vznikaly v souvislosti s vítěznými bitvami, na památku vojevůdcům či významným osobnostem.

OSLAVNÝ PAHOREK

Oslavné pahorky nebo též památeční mohyly (pseudomohyly) jsou tvary zemského povrchu, které člověk vytvořil nebo upravil bez zvláštního hospodářského cíle, zpravidla jednorázovými akcemi oslavného nebo památečního charakteru. Jsou to zemní nebo kamenné památníky vyjadřující úctu k zemřelému, který je ale pochován jinde, nebo slouží k uctění památky nenalezených padlých či zemřelých v cizině, ale někdy vznikaly také jako připomínka památné události. Těmto tvarům se také někde říká prázdné hroby nebo kenotafy. Největší z nich bývají i desítky metrů vysoké a mají objemy statisíců m³ zeminy.

Rozšíření v ČR

Jedná se o tvary spíše raritní než běžné. Příkladem těchto tvarů reliéfu jsou jihočeské pseudomohyly *Žižkova mohyla* nebo *mohyla Prokopa Holého*.

Rozšíření ve světě

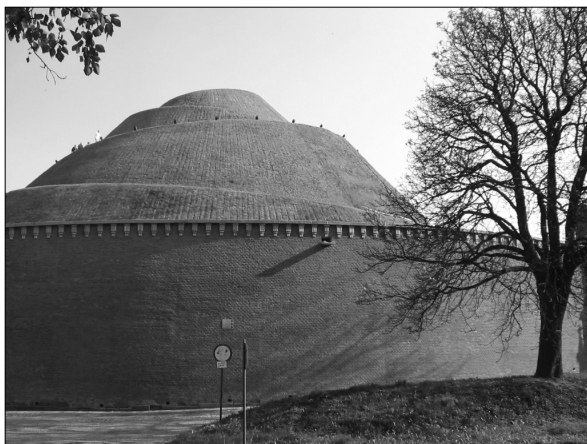
Jednou z nejvyšších mohyl na světě je *mohyla Silbury Hill* v údolí řeky Kennet v jihozápadní Anglii poblíž města Avebury v anglickém hrabství Wiltshire. Mohyla dosahuje výšky 40 m a tvoří ji 350 tis. m³ nasypného materiálu. Počátky jejího vzniku jsou datovány kolem roku 2600 př. n. l. Původně se předpokládala existence královské hrobky uvnitř mohyly, ale doposud nebyla geneze objasněna. V blízkosti mohyly Silbury Hill se nachází *mohyla West Kennet* s uvnitř dochovanou hrobkou.

Typické mohyly jsou také na území Polska v Krakově, kde byly navrženy na počest polským národním hrdinům (Kopiec Kościuszki, Kopiec Krakusa, Kopiec Józefa Piłsudskiego a Kopiec Wandy). *Kościuszkova mohyla* se nachází na vrcholu kopce Sikornik (Vrch svaté Bronislavy) v západní části Krakova. Mohyla má základnu o průměru 80 m, ve vrcholové části dosahuje průměr 8,5 m a je 34,1 m vysoká. Objem tělesa mohyly dosahuje 64 134 m³ a sklon svahu 50°. Mohyla byla vršena v letech 1820–1823. V západní části Krakova je také nejmladší a největší *Piłsudského mohyla* (na vyvýšenině Sowinie).¹²⁰ Mohyla má výšku 26 m (vrchol je v nadmořské výšce 384 m), průměr základny dosahuje 11 m a celkový objem nasypného materiálu je 130 tis. m³. Mohyla byla vršena v letech 1934–1937.

Wandina mohyla byla pravděpodobně navržena Kelty v 7.–8. století. Dosahuje relativní výšky 14 m, vrchol je v nadmořské výšce 238 m. Průměr základny dosahuje 45–50 m a celkový objem 9 tis. m³ zeminy.

Obří mohyly jsou dochovány také v okolí města Carnac ve Francii, příkladem je *mohyla Tumac* (výška 15 m), *mohyla Mont St. Michel* (výška 12 m, plocha půdorysu 125 × 60 m) či *mohyla Mané-er-Hroëck* u Locmariaqueru (výška 10 m, plocha půdorysu 104 × 60 m).

¹²⁰ V mohyle byly uloženy kousky země ze všech bojišť 1. světové války, na kterých bojovali Poláci. Za tímto účelem bylo do Krakova přivezeno více než 3 tisíce uren se zeminou.



Obr. 99a: Kościuszkova mohyla v Krakově
(foto: I. Smolová).



Obr. 99b: Wandina mohyla v Krakově v Polsku
(foto: I. Smolová).

Význam

Význam oslavných pahorků tkví především v uchování památky na historicky významnou osobnost, případně událost. V posledních letech se mohyly stávají turisticky atraktivní a jsou cílem stovek turistů. V případě vhodné lokalizace mohou být i významnými výhledovými místy.



Obr. 100a: Mohyla Silbury Hill v Anglii
(foto: www.wordpress.com).



Obr. 100b: Pyramida v Gíze
(foto:).

OSLAVNÁ SOCHA

Nejedná se o běžné sochy, nýbrž o sochy nebo zpodobnění, které jsou přímou součástí původního reliéfu. Jsou tedy modelovány přímo v masivu, nikoliv odděleně v dílnách či ateliérech.

Rozšíření v ČR

Příkladem souboru oslavných soch je národní kulturní památka *Betlém* v areálu Nového lesa u Dvora Králové nad Labem. Autorem soch, které jsou vytesány přímo do skal pravého údolního svahu Labe, je Matyáš Bernard Braun. Sochy a sousoší, z nichž většina je inspirována náboženskou tematikou, vznikly v letech 1724 až 1732 a do současnosti se jich zachovala pouze část.



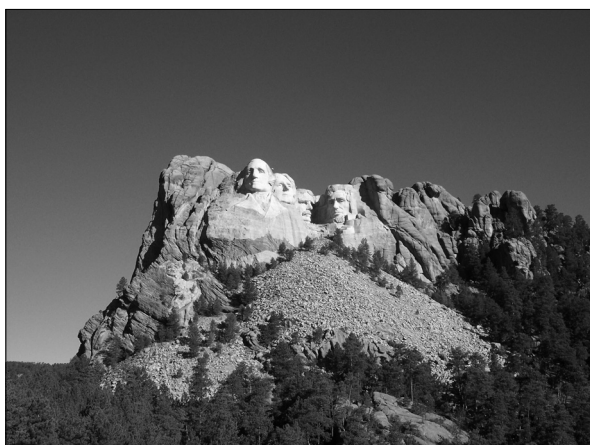
Obr. 101: Oslavné sochy Braunova Betléma v Kuksu u Dvora Králové nad Labem (foto: I. Smolová).

Rozšíření ve světě

Oslavné sochy jsou tvary na Zemi spíše ojedinělé. Nejznámějšími jsou sochy *Mount Rushmore* (Mount Rushmore National Memorial) v Jižní Dakotě (USA). Poblíž Mount Rushmore vzniká od roku 1948 soubor soch *Crazy Horse Memorial* s ústřední sochou jezdce na koni. Vytesaná socha by měla mít celkově délku 195 m a výšku 172 m.

Jiným příkladem jsou sochy Buddhy v oblasti jihovýchodní Asie. Jedna z významných je v Číně u města Le-šan, podle kterého se socha označuje jako *Le-šanský Buddha* (Leshan Giant Buddha, čínsky Da Fo). Vytesaná sedící socha Buddhy je lokalizována v místě soutoku tří řek a dosahuje celkové výšky 71 m. S její realizací začal buddhistický mnich Haitong v roce 713 a pracovalo se na ní téměř 90 let. Na ochranu před fluvialní erozí byl uvnitř masivu vytesán systém drenáží s odvodňovacími kanálky s primárním úkolem odvádět vodu ze sochy.

V Evropě patří mezi největší oslavné sochy *socha Daciana* krále Decebaluse v Rumunsku, která dosahuje celkové výšky 55 m. Socha je vytesána ve skalnatém údolním svahu Dunaje poblíž města Orșova a její realizace probíhala v letech 1994–2004.



Obr. 102a: Oslavné sochy Mount Rushmore (foto: C. Faulkingham).



Obr. 102b: Oslavná socha Daciana v Rumunsku (foto: www.flickr.com).

Význam

Význam oslavných soch tkví především v uchování památky na konkrétní postavy nebo božstva. Tyto tvary reliéfu se postupem času stávají spíše turistickou atrakcí, řada z nich je zapsána seznam světového dědictví UNESCO.

PYRAMIDA

Anglicky: pyramid

Termínem pyramida se označuje jehlanovitá stavba, která se skládá z nadzemní i podzemní části a plnila funkci jak oslavného, tak pohřebního tvaru. V půdorysu mají pyramidy polygon, nejčastěji čtyřúhelník nebo trojúhelník. Stavebním materiálem jsou skalní kamenné bloky nebo cihly. Mezi antropogenní tvary jsou pyramidy zařazeny zejména z toho důvodu, že s jejich stavbou byly spojeny rozsáhlé antropogenní zásahy v krajině (zejména těžební činnost, kdy pro stavbu jednotlivých pyramid bylo potřeba velké množství stavebního materiálu). Antropogenním tvarem je v případě pyramid pouze podzemní část, která byla vyhloubena pod úroveň zemského povrchu a sloužila k ukládání ostatků a oslavných předmětů. V případě egyptských pyramid byla každá z pyramid součástí rozsáhlého plánu funkčně a nábožensky propojených budov, které vytvářejí pyramidové komplexy.

Rozšíření ve světě

Mezi nejznámější patří egyptské pyramidy, které náleží k největším na světě, ale pyramidy jsou rozšířeny i v jiných částech světa, například v africkém Súdánu (Núbijské pyramidy), ve střední Americe (např. v Mexiku a Guatemale), v Jižní Americe (např. v Peru a Bolívii) nebo i v Evropě (např. v Itálii či Francii).

Egyptské pyramidy byly postaveny v období let 2700 až 1700 př. n. l. a sloužily jako hrobky králů, později také jejich významných manželek a matek. Vrcholným obdobím stavby pyramid na území Egypta bylo období 4. dynastie (2630–2510 př. n. l.), kdy vznikly pyramidy panovníka Snofrua a pyramidové pohřebiště v Gíze (Krejčí, Magdolen, 2005). Egyptské pyramidy tvoří součásti rozsáhlých pyramidových komplexů, kdy mají pozici ústředního bodu celého komplexu. Pyramidy jsou nadstavbou nad vlastní hrobkou, místem uložení panovníkovy mumie. Součástí pyramidového komplexu, jehož typickým příkladem je *Sabureův komplex v Abúsíru*, byly údolní chrám, brána, vzestupná cesta (většinou krytá chodba spojující údolní chrám se zádušním chrámem na úpatí pyramidy) a satelitní pyramida. Komplex ohraničovala ohradní zeď obklopená hrobkami členů královské rodiny, hodnostářů, královských úředníků a kněží.

Přesný počet egyptských pyramid i přes dlouhodobý archeologický výzkum doposud není přesně známý. Podle některých autorů (např. Verner, 1997, nebo Verner, Bareš, Vachala, 2007) se jich odhaduje přibližně 100. Největší pyramidou v Egyptě je *Chufuova (Cheopsova)* nebo též *Velká pyramida* v Gíze s plochou půdorysu o tvaru čtverce o rozloze 5,15 ha (230,38 × 230,38 m). Pyramida je vysoká 137,5 m a původně byla o 10 m vyšší. Objem stavby dosahoval 2,52 mil. m³ a na její stavbu bylo použito více než 2 mil. kusů kamenných bloků, z nichž každý měl hmotnost přibližně 2,5 t. Celá stavba byla postavena jako hrobka krále Chufua a uvnitř je vytesána pohřební komora (10,5 × 5,2 × 5,8 m) skládající se ze tří dílčích komor.

Vedle Egypta jsou dochované pyramidy na africkém kontinentě ještě v sousedním Súdánu. Podle oblasti, ve které se nacházejí, se označují jako *Núbijské pyramidy*. Ve srovnání s egyptskými jsou menší a jejich stěny mají větší sklon (40 a 50°). Na základě archeologických poznatků je doloženo na území Núbie 220 pyramid.

Ve Střední Americe patří k nejvýznamnějším pyramidy z období starověkých civilizací Mayů a Aztéků. Pyramidy jsou menší než egyptské pyramidy a jsou sestaveny z kamenných kvádrů spojených cementovou maltou.

V Evropě bylo několik pyramid postaveno v období doby římské. Největší dochovanou je *Cestiova pyramida* v Římě z konce 1. století př. n. l. (rok 18–12 př. n. l.). Pyramida byla postavena jako hrobka pro Gaia Cestia Epula. Základnu pyramidy tvoří čtverec se stranou 22 m, vysoká je 27 m. V interiéru pyramidy je pohřební komora. Na území Říma byla ještě *pyramida Meta Romuli*, která však byla zničena na konci 15. století. Jiným příkladem je *pyramida ve městě Falicon* ve Francii.

Význam

Pyramidy patří mezi významné doklady starověké architektury a jejich stavby jsou ukázkou schopností a znalostí z tehdejší doby. Pyramidy sloužily jako oslavné tvary a plnily zároveň funkci velkých pohřebních hrobek. Jsou předmětem zájmu archeologů a významným objektem cestovního ruchu.

MEGALITICKÁ STAVBA

Slovo megalit pochází z řečtiny. *Megas* v ní znamená „velký“ a *lithos* zase „kámen“. Megalitů stojí v západní Evropě tisíce – samostatných **menhirů** (kamenů postavených vertikálně), kamenných řad či alejí, kruhů (těm se říká **kromlechy**), **dolmenů** (několik svislých kamenných prvků nese strop – kamennou desku) i složitějších, opravdu monumentálních sestav. Jsou složeny z jednotlivých kamenů, které však nezřídka dosahují rozměrů v řádech metrů a hmotnosti v řádech tun. Jsou to pravěké kamenné objekty, staré několik tisíc let.

Rozšíření ve světě

Tyto antropogenní formy reliéfu se vyskytují hlavně v západní Evropě jako pozůstatek keltské kultury. Nejružnější megality však lze nalézt také např. ve Střední a Jižní Americe nebo na některých ostrovech Tichého oceánu.

Význam

Doposud není jednoznačně objasněna funkce ani účel megalitických staveb. Lidé je opředli nejruznějšími pověstmi a bájemi, později je vědecky (a někdy i dost nevědecky) zkoumali. Nicméně jisté je, že tyto stavby sloužily k oslavám, ať už různých božstev nebo přírodních úkazů. Megalitické stavby hrály zásadní roli v náboženském životě lidí.

MENHIR

Anglicky: menhir

Menhir je samostatně stojící kámen, který je speciálním případem tzv. megalitických staveb. Podle některých teorií sloužily tyto objekty ke stimulaci energeticky významných bodů v krajině.

Rozšíření v ČR

Příkladem menhirů na území ČR jsou některé vztyčené kameny ve středních Čechách. Příkladem je menhir *Kamenný muž (Zkamenělý pastýř)* na louce v k. ú. obce Klobuky severozápadně od města Slaný. Menhir je 330 cm vysoký a je pravděpodobné, že byl původně obklopen kamenným kruhem. Na Slán-

sku se dochoval ještě *menhir v obci Jemníky* (opětovně vztyčený v roce 2003) vysoký 1 m. Za menhir lze považovat kámen z Ládevské ulice v Praze (160 cm vysoký menhir „Zkamenělý slouha“).

Rozšíření ve světě

Typické menhiry jsou dochovány v lokalitě *Carnac* na západě Francie.

Význam

Menhir má zejména historický a archeologický význam.

KROMLECH

Anglicky: cromlech

Kromlech je kamenný kruh (okrouhlé seskupení) jednotlivých vztyčených kamenů s centrálním vztyčeným kamenem. Kromlech může mít tvar kruhu, elipsy či oválu. Podle archeologů (např. Sklenář, 1996) představuje kromlech vývojově nejmladší typ megalitických okrouhlých shromaždišť.

Rozšíření v ČR

Za kromlech lze považovat kruhové seskupení kamenů v obci *Libenice* u Kutné Hory.

Rozšíření ve světě

Typické kromlechy jsou dochovány ve Skotsku, některých ostrovech v Severním moři, jižní Francii nebo na Pyrenejském poloostrově. Nejznámějším kromlechem je lokalita *Stonehenge* v jižní Anglii, která je tvořena komplexem kromlechů a menhirů na Saliburské pláni (13 km severně od města Salisbury). Podle výzkumů proběhla první fáze stavby okolo roku 1900 př. n. l., kdy byl postaven kruh o průměru 100 m vytvořený valem (výška 0,5 m) a příkopem (hloubka 2 m). Ve druhé fázi (okolo roku 1750 př. n. l.) byly postaveny dva soustředné kruhy vztyčených kamenů. V závěrečné třetí fázi (okolo roku 1650 př. n. l.) byly postaveny 2 podkovy tvořené soustavou kamenů o výšce až 8,5 m. Celý komplex byl dokončen okolo roku 1400 př. n. l.

Význam

Kromlech má podobně jako dolmen historický význam. Často jsou lokality s výskytem kromlechů také místem turisticky atraktivním a hojně navštěvovaným turisty.

8.10 Rekreační a sportovní antropogenní procesy a tvary

Rekreační a sportovní antropogenní tvary se v současné době stávají významnými krajinnými prvky. Do této skupiny antropogenních tvarů řadíme ty, které souvisejí s reakčními (volnočasovými) a sportovními aktivitami. Typickými rekreačními tvary jsou **hřiště**, **koupaliště**, **skokanské můstky** nebo **sjezdové dráhy**. Pro rekreační nebo sportovní aktivity jsou upravovány přírodní tvary reliéfu. Terénními úpravami často dochází k umělému obnažení svahů, a tím i k významnému ovlivňování přírodních geomorfologických pochodů, jednak vznikem nového povrchu, jednak terénními úpravami. Pro sportovní a rekreační aktivity se v posledních letech budují rozsáhlé sportovní a rekreační areály. **Sportovní areály** se staví nejčastěji v souvislosti s konáním zimních či letních olympiád nebo významných mezinárodních soutěží. Rozsáhlé terénní úpravy jsou prováděny při výstavbě **dostihových areálů**, **golfových hřišť** nebo plaveckých areálů (akvaparků). Rekreační areály se staví často v zázemí velkých aglomerací a mohou

využívat i plochy tzv. brownfields, které měly původně jiné využití. Jako doprovodné investice jsou u každého rekreačního nebo sportovního areálu parkoviště.

SPORTOVNÍ AREÁL

Anglicky: sports complex

Termínem sportovní areál se označují plošně rozsáhlé soubory tvarů, které byly realizovány pro sportovní potřeby. Obvykle zahrnují **hřiště**, **koupaliště**, umělé vodní kanály, **dostihové dráhy** a další sportoviště. Nejčastěji jsou rozšířena v zázemí metropolí a velkých měst nebo v místech, kde se v minulosti konala významná sportovní setkání. Příkladem mohou být olympijské areály nebo sportovní komplexy v místech konání světových šampionátů. Z důvodu nedostatku prostoru i vyšší atraktivity jsou některé objekty umísťovány do podzemí.

Rozšíření v ČR

Největším sportovním areálem v ČR je *Velký strahovský stadion* (Stadion Strahov), který se začal stavět v roce 1926. Jeho současná podoba je z let 1948 a 1975 a má kapacitu 240 tis. diváků. Rozloha sportoviště je 310,5 m × 202,5 m (plocha 62 876 m²). Mezi velké sportovní areály patří Svatý Petr ve Špindlerově Mlýně, sportovně-rekreační centrum Štítý, areál Rýžoviště v Harrachově, komplex Park Holiday v Praze nebo sportovní areál UP v Olomouci.

Rozšíření ve světě

Mezi největší sportovní areály patří olympijské komplexy. Příkladem je *Pekingský národní stadion* (LOH 2008) o rozloze 258 tis. m², *olympijský stadion Lužniky* (LOH 1980) nebo *olympijský stadion v Aténách* (Panathenaic Stadium), kde proběhly první novodobé olympijské hry v roce 1896.

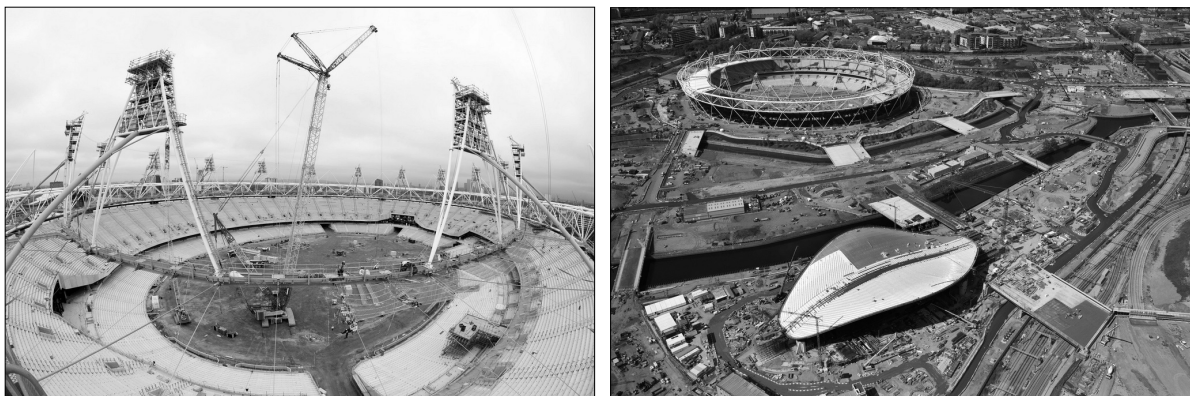
Podle kapacity jsou největšími *olympijský stadion v Sydney* Stadium Australia (kapacita 110 tis.), v Berlíně *Olympiastadion* (110 tis.), v Los Angeles (*Los Angeles Memorial Coliseum*) a v Melbourne (*Melbourne Cricket Ground*).

Plošně rozsáhlé jsou také areály zimních sportů, které zahrnují sjezdové dráhy, zimní stadiony, skokanské můstky a další sportoviště. Příkladem je *olympijský areál ve francouzském Chamonix* (*Stade Olympique de Chamonix*), kde se konaly ZOH v roce 1924, areál ve francouzském Grenoble (*Stade Lesdiguières*) či americký areál v Lake Placid (*Lake Placid Equestrian Stadium*).

Příkladem podzemního sportovního objektu je olympijská hokejová hala v *Gjøviku* v Norsku, která zahrnuje vedle vlastních sportovišť (ledových ploch) také koupaliště, tělocvičny a relaxační místnosti. Hokejová hala vznikla pro ZOH v roce 1994 a v průběhu stavby bylo odstaněno téměř 150 tis. m³ masivu a zvětralin.

Význam

Sportovní areály jsou významné koncentrací sportovišť na jedné ploše. Plní sportovní i rekreační funkce.



Obr. 103: Výstavba olympijského areálu v Londýně
(foto: www.forum.skyscraperpage.com).

HŘIŠTĚ

Anglicky: playing field, playground

Hřiště je plocha určená pro sportovní aktivity a její tvar je závislý na sportovní aktivitě, která se na dané ploše realizuje. Nejčastěji má hřiště tvar obdélníku, může mít také tvar oválný (např. hřiště pro australský fotbal), kruhový či tvar kruhové výseče (např. baseballová či softballová hřiště). Hřiště může být tvarem jak konkávním, tak konvexním, ale i plochým. Nejčastěji je však tvarem plochým, který vznikl vyhlazením či úplným přestavěním přírodního terénu. Příklady konkávně-konvexních tvarů reliéfu mohou být např. golfová hřiště, dostihová závodiště, umělé vodní kanály nebo motokrosově okruhy. Příkladem plochého (rovinného) tvaru jsou například hřiště pro kolektivní sporty (fotbal, tenis, volejbal ad.) nebo automobilové závodní okruhy. Hřiště i sportovní areály mohou mít nejrůznější půdorys i rozlohu. Nejčastěji se však jedná o čtyřúhelníkový půdorys s rozlohou od několika m² až po několik stovek m², v případě golfových hřišť nebo automobilových závodních okruhů dosahuje rozloha řádu km². Historie výstavby hřišť je výrazně odlišná podle typů sportu. Například nejstarší fotbalová hřiště začala vznikat v první polovině 19. století především v Anglii.¹²¹

Rozšíření v ČR

Hřiště nebo sportovní areály nalezneme především ve větších sídlech, ale stejně tak i v místech s vysokou koncentrací rekreatantů. Největším fotbalovým stadionem v ČR je *stadion Eden v Praze* (22 tis. míst k sezení) s rozměry hřiště 105 × 68 m.

Rozšíření ve světě

Hřiště patří mezi nejrozšířenější sportovní tvary na světě. Nacházejí se ve většině měst a odrážejí národní tradice. Nejfrekventovanější jsou v Evropě, USA a jihovýchodní Austrálii. Největší fotbalová hřiště na světě podle kapacity jsou *stadion Azteca* v Mexico City (115 tis. míst) a *stadion Maracanã* v Rio de Janeiru, oficiálně otevřeno v roce 1950 (kapacita 95 tis. diváků).

¹²¹ Za nejstarší fotbalové hřiště, které je využíváno i v současnosti, se považuje Recreation Ground v Chesterfieldu (1866).

Význam

Hřiště plní funkci sportovně-relaxační. Lidé zde mohou provozovat nejrůznější sporty. A to jak aktivně (rekreačně i závodně), tak i pasivně (jen sledovat). V některých případech představují hřiště zajímavé formy využití původně geneticky jiných antropogenních tvarů, například těžebních.



Obr. 104a: Sportovní stadion v Konici na Prostějovsku
(foto: Z. Szczyrba).



Obr. 104b: Golfové hřiště Jinančovice
(foto: K. Kirchner).

GOLFOVÉ HRÍŠTĚ

Anglicky: golf course

Golfové hřiště je speciálním příkladem rekreačního antropogenního tvaru. Jedná se o sportovní hřiště a antropogenní zásahy do přírodního prostředí souvisejí s terénními úpravami potřebnými pro realizaci sportovní aktivity – golfu. Golfová hřiště patří k plošně rozsáhlým antropogenním tvarům (řádově kilometry čtverečné). Součástí golfového hřiště jsou jamky, jamkovitě, odpaliště, vodní plochy, terénní překážky či pískoviště. Golfové hřiště se většinou skládá z 9 nebo 18 jamek. Terénní úpravy golfového hřiště souvisejí se stavbou překážek, příkladem je bunker, což je písečná překážka, umělá vodní plocha nebo umělý val. Golfová hřiště představují zásah nejen v podobě terénních úprav, ale také výrazně ovlivňují okolí využíváním chemických hnojiv a pravidelným zavlažováním trávníků.

Rozšíření v ČR

V současné době je na území ČR téměř 60 golfových hřišť, z toho 34 znormovaných a 22 golfových hřišť 18jamkových. Nejstarším golfovým hřištěm na území České republiky je hřiště v Mariánských Lázních,¹²² které bylo dokončeno v roce 1905. Největšími golfovými hřišti jsou 36jamkový areál Prosper Golf Club Čeladná (plocha 140 ha) a Golf Club Konopiště. Mezi velká golfová hřiště pak patří také 27jamkové areály Darovanský dvůr u Rokycan, Jinačovice u Brna, Nová Amerika v Zaloňově či Golf resort Monachus v lokalitě Mnich u Nové Bystřice.

Rozšíření ve světě

Golfová hřiště jsou typická pro Velkou Británii, USA, Čínu, Jihoafrickou republiku, ale jsou rozšířena téměř ve všech vyspělých zemích světa.

¹²² Ještě starší bylo golfové hřiště v Gejzír parku v Karlových Varech, ale to již dnes neexistuje.

Význam

Golfová hřiště jsou souborem specifických, turisticky atraktivních forem reliéfu. Vznik golfového hřiště však s sebou přináší na straně druhé i množství negativních dopadů na krajinu.¹²³ Každé golfové hřiště vyžaduje neustálé zavlažování a celkově je velmi náročné na spotřebu vody z povrchových i podpovrchových zdrojů, vytváření terénních překážek ovlivňuje odtok vody z plochy a významné je i ovlivnění kvality podpovrchové vody používáním chemických prostředků na úpravu trávníků.

KOUPALIŠTĚ

Anglicky: swimming pool

Mezi antropogenní tvary jsou řazeny uměle vyhloubené vodní nádrže s udržovaným režimem vody, které plní rekreační funkci. Břehy vodních nádrží jsou nejčastěji betonové nebo s upravenými břehy (např. s umělými plážemi z nasypaného štěrku a písku). Hloubka koupališť zpravidla není větší než 10 metrů, rozloha může být až několik stovek m². Často jsou soustředěny do celých komplexů akvaparků. Každé koupaliště musí mít zabezpečený dostatek kvalitní vody, která je přiváděna umělými přiváděči nebo je čerpána přímo z vrtů (typické pro termální koupaliště).

Rozšíření v ČR

Vyskytují se velmi hojně, téměř v každém větším městě nebo poblíž koncentrace většího počtu obyvatel. Příkladem jsou koupaliště ve Vyškově (bazén 50 × 21 m), Mělníku (2 bazény 50 × 20 m), Štětí, Podbořanech, Žamberku či Polici nad Metují, akvaparky v Praze, Brně, Olomouci, Moravské Třebové, Liberci nebo Hradci Králové. Mezi největší patří *koupaliště Hostivař v Praze*, které vzniklo již v letech 1924–1925, po několika rekonstrukcích a úpravách získalo současnou podobu po povodni v roce 1958, v letech 1961–1963 byl realizován projekt úpravy koupaliště vznikem 13 m vysoké a 112 m dlouhé sypané hráze. Vznikla tak vodní plocha o objemu 2,1 mil. m³ vody, která zároveň plní ochrannou funkci před povodněmi.

Rozšíření ve světě

Koupaliště patří mezi nejrozšířenější rekreační tvary. Jsou rozšířena zejména v oblastech, kde je velké soustředění obyvatel a kde to dovolují klimatické podmínky. Nejstarší koupaliště jsou doložena již z období 3 tisíciletí př. n. l. Za nejstarší jsou považovány *bazén v lokalitě Mohenjo-Daro* v údolí řeky Indus na území dnešního Pákistánu a *bazény Kuttam Pokuna na Sri Lance* (ze 4. stol. př. n. l.). Mezi historicky významná patří koupaliště, která stavěli ve starém Řecku a Římě pro sportovní účely i vojenská cvičení.

Koupaliště se stala populární od poloviny 19. století (zejména v Anglii), zájem se zvýšil také se zřazením plaveckých disciplín mezi olympijské sporty. S rozvojem cestovního ruchu jsou v posledních letech realizovány i projekty, kde jsou simulovány podmínky odlišných klimatických pásem. Příkladem je *areál akvaparku Tropical Islands* v Německu (60 km jihovýchodně od Berlína), který je umístěn uvnitř obřího hangáru (360 × 210 × 107 m) a otevřen byl v roce 2004.

Plošně největším koupalištěm je v současné době *San Alfonso del Mar* na pobřeží Chile. Bazén má délku 1013 metrů a celkovou rozlohu 8 ha (dokončený byl v roce 2006).

Význam

Význam mají oddychový, relaxační i sportovní.

¹²³ Vliv golfových hřišť na životní prostředí dlouhodobě studoval americký vědec Mark L. Chernaik, který shromáždil velké množství důkazů, že výstavba golfových hřišť po celém světě měla negativní vliv na lokální vodní zdroje, negativně ovlivnila lidské zdraví a ohrozila místní ekosystémy.



Obr. 105: Bazén San Alfonso del Mar na pobřeží Chile
(foto: www.fotosaareas.cl).

SKOKANSKÝ MŮSTEK

Anglicky: ski jump, springboard, diving board

Jedná se o uměle obnažené svahy a plochy k němu přilehlé, jejichž terén je vždy značně antropogenně upraven. Samotný skokanský můstek tvoří umělý val na svahu, na kterém je umístěna skokanská dráha. Antropogenní zásahy souvisejí také se stavbou příjezdových komunikací nebo tribun pro diváky. Celý skokanský areál je plošně značně rozsáhlý, často i několik km². Skokanské můstky se člení podle vzdálenosti tzv. konstrukčního bodu můstku (K-bod). Obvykle se člení na malé (20–45 m), střední (46–74 m), normální (75–99 m), velké (100–120 m) a letecké (nad 121 m).

Rozšíření v ČR

Lyžařské skokanské můstky nejsou významně rozšířeným tvarem. Také proto, že jejich stavba i provoz jsou nákladnou záležitostí. Na území ČR jsou skokanské můstky ve Frenštátu pod Radhoštěm, Harrachově a v areálu Ještěd v Liberci.

Rozšíření ve světě

Skokanské můstky jsou rozšířeny v regionech s tradicí zimních sportů. Četné jsou ve Finsku, Norsku, Německu, Rakousku, Švýcarsku, Slovinsku, Polsku, Francii, Itálii, Rusku, USA či Kanadě. Mezi významné evropské patří můstky ve finském Kuopiu, Lahti a Kuusamu, italském Pragelatu, Predazzu a Tarvisiu, německém Garmisch-Partenkirchenu, Oberstdorfu nebo Willingenu, norském Trondheimu, Vikersundu či Lillehammeru, polské Wisle a Zakopanem, rakouském Innsbrucku, Bischofshofenu nebo Bad Mitterdorfu nebo slovinské Planici a Kranji.

Příkladem skokanského můstku na jižní polokouli je skokanský můstek v argentinském San Carlos de Bariloche.

Největšími skokanskými můstky na světě jsou Letalnica (hill size 215 m, konstrukční bod 185 m) v Planici (Slovinsko), Heini-Klopper-Skiflugschanze (hill size 213 m), v Oberstdorfu (Německo) a Vikersundbakken (hill size 207 m) ve Vikersundu (Norsko).

Význam

Skokanské můstky plní sportovní funkci.



Obr. 106a: Skokanský můstek v Harrachově
(foto: I. Smolová).



Obr. 106b: Skokanský můstek v Innsbrucku
(foto: I. Smolová).

SJEZDOVÁ DRÁHA

Anglicky: downhill course

Sjezdové dráhy jsou uměle obnažené svahy, jejichž terén je často do velké míry antropogenně upraven. Většinou je jejich délka výrazně větší než šířka. Délka může dosahovat až několika kilometrů či desítek kilometrů, zatímco šířka se zpravidla pohybuje v mezích několika desítek až stovek metrů.

Rozšíření v ČR

Sjezdové dráhy jsou na území ČR soustředěny do horských a podhorských oblastí, i když v posledních letech se nové areály staví i v nižších polohách. Nejvíce rozšířeny jsou sjezdové lyžařské dráhy v Krkonoších, na Šumavě, v Jeseníkách a Beskydech. V Krkonoších je na české straně pohoří 142 km pravidelně upravovaných sjezdových tratí soustředěných zejména do hlavních lyžařských středisek (Pec pod Sněžkou, Špindlerův Mlýn, Harrachov).

Rozšíření ve světě

Sjezdové tratě jsou typické pro horská a vysokohorská střediska. Na Slovensku je příkladem skiareálů s koncentrací sjezdových tratí Jasná v Nízkých Tatrách, oblast Štrbského plesa a Tatranské Lomnice ve Vysokých Tatrách, Ošadnica-Velká Rača v Kysuckých Beskydech, Vrátná dolina a Martinské hole v Malé Fatře či Malino Brdo ve Velké Fatře.

Velká koncentrace sjezdových tratí v Evropě je v Alpách, příkladem jsou střediska Garmisch-Partenkirchen, St. Moritz, Innsbruck, Cortina d'Ampezzo nebo Albertville. Na americkém kontinentě pak v pohoří Appalače a Skalnaté hory.

Význam

Sjezdové dráhy mají význam sportovně-relaxační. S výstavbou sjezdových tratí souvisí odlesnění části svahů, což může způsobit zrychlení erozních procesů a realizace terénních úprav, včetně doprovodných investic, kterými je výstavba vleků a lanovek, výrazně narušuje krajinu.



Obr. 107a: Sjezdové dráhy
v areálu Černá hora v Janských lázních
(foto: skiareál Černá hora).



Obr. 107b: Sjezdové dráhy
v areálu Martinské hole
(foto: I. Smolová).

DOSTIHOVÁ DRÁHA

Anglicky: race-course

Dostihová dráha patří mezi sportovní tvary, jedná se o typ hřiště, které je určeno pro jezdecké disciplíny. Jako antropogenní tvar zahrnuje konkávní i konvexní tvary, které vytváří jednotlivé překážky na trati.

Rozšíření v ČR

Nejnámějším závodistištěm v České republice je *dostihový areál v Pardubicích*¹²⁴ (celková délka dráhy je 6,9 km), kde se každý rok jezdí závod světového významu Velká pardubická (dráha hlavního závodu je dlouhá 2,2 km). Mezi další dostihové areály patří *areál v Praze-Chuchli* a *dostihový areál Slušovicích*. Další závodistiště v ČR jsou pak Brno-Dvorská, areál Kolesa, areál Radslavice, Hipodrom Most, areál Mimoň, areál Karlovy Vary, areál Benešov, areál Lysá nad Labem, areál Tochovice, areál Netopíce, areál Světlá Hora či areál Albertovec. *Hipodrom Most* je příkladem formy rekultivace, kdy dostihová dráha vznikla na rekultivované Velbudické výsypce.

Rozšíření ve světě

Ve světě jsou dostihové dráhy relativně čteně rozšířeny. Mezi nejvýznamnější patří závodistiště v *Melbourne*, kde se jezdí Melbourn cup, dále dostihové dráhy ve Velké Británii (*Ascot*, *Epson* nebo *Doncaster*). Ve Francii je příkladem *dostihový areál Longchamp* u Paříže, v Austrálii *Flemington*, v Japonsku *dostihová dráha v Tokiu*, v Kanadě *Woodbine Racetrack* a ve Spojených arabských emirátech *areál v Dubaji*.

Význam

Význam dostihového závodistiště je rekreační i sportovní.

¹²⁴ Poprvé se Velká pardubická běžela v roce 1874, dostihová dráha, která se využívá dnes, byla postavena v roce 1856 a současnou podobu má z prvních poválečných let.

TURISTICKÁ STEZKA

Anglicky: trail, hiking trail, tourist trail

Turistická stezka je trasa na zemském povrchu vyznačená turistickými směrůvkami a turistickými značkami. Z geomorfologického pohledu se jedná o antropogenní liniový tvar, který podle genetické klasifikace antropogenních tvarů můžeme zařadit mezi tvary dopravní, případně rekreační. Stezky bývají vedeny turisticky zajímavými místy, po různých (přírodních i umělých) površích. Vznik stezky můžeme označit jako přirozený, kdy se trasa postupně utváří na zemském povrchu opakovaným pohybem člověka, nebo umělý, kdy dochází k záměrnému zarovnávání a upravování povrchu technikou. Podle účelu lze turistické stezky rozdělit na stezky pro pěší turistiku, cyklostezky a běžecké tratě. Z hlediska antropogenních procesů jsou stezky liniemi, ve kterých často dochází k urychlené fluvialní erozi.

Rozšíření v ČR

Na území ČR má turistické značení dlouholetou tradici. První turistická stezka byla vyznačena již v roce 1189 v zázemí Prahy (trasa ze Štěchovic k Svatojánských proudům na Vltavě). V současné době je na našem území více než 40 tis. km značených turistických stezek, z toho přibližně 2 tis. km tvoří běžecké tratě. Značených cyklotras je téměř 50 tis. km.

Rozšíření ve světě

Každá země má svůj specifický systém stezek, ale společným znakem všech zemí je to, že rostoucí význam cestovního ruchu značně přispívá ke zkvalitňování tras a značení. Za první značenou turistickou stezku v Evropě se považuje *trasa na Triglav* ve Slovinsku, která byla označena v roce 1871. Jednou z nejdelších na světě je *Transkanadská stezka* s celkovou délkou 17 tis. km.

Význam

Turistické stezky patří mezi hojně rozšířené rekreační tvary, umožňují rozšíření znalostí zpřístupněním přírodních i kulturních atraktivit území.



Obr. 108a: Turistická stezka v oblasti Velkého Javoru na Šumavě (foto: K. Kirchner).



Obr. 108b: Turistická stezka po hřebenu Krkonoš (foto: I. Smolová).

8.11 Ostatní antropogenní procesy a tvary

Do skupiny ostatní antropogenní tvary jsou zařazeny antropogenní tvary, které nelze jednoznačně zařadit do některé ze základních kategorií tvarů podle geneze, a také tvary, které vznikly a plní funkci jinou než uvedených 10 základních genetických kategorií antropogenní tvarů. Samostatnou skupinu přitom představují tvary, které mají výzkumný účel. Patří mezi ně **archeologické vykopávky**, **geologické odkryvy** či **průzkumné vrty**.

ARCHEOLOGICKÁ VYKOPÁVKA

Anglicky: archaeological excavation

Archeologické vykopávky vznikají cíleně na konkrétních místech, kde se předpokládají nálezy historicky velmi cenné. Archeologické vykopávky představují umělé odkryvy, které mohou mít rozměry i řádově kilometry a zasahují do hloubky až desítek metrů. V posledních letech se rozvíjejí nové metody archeologického výzkumu, při kterých nedochází k antropogenním zásahům do krajiny (tzv. nedestruktivní archeologie).¹²⁵ Nové metody využívají leteckého a družicového snímkování či specializovaných detektorů.

Rozšíření v ČR

Na území ČR má právo¹²⁶ provádět archeologické výzkumy pouze Archeologický ústav Akademie věd České republiky. Ministerstvo kultury může na žádost v odůvodněných případech po dohodě s Akademií věd České republiky povolit provádění archeologických výzkumů vysokým školám, pokud je provádějí při plnění svých vědeckých nebo pedagogických úkolů, muzeím nebo jiným organizacím, popřípadě fyzické osobě, které mají pro odborné provádění archeologických výzkumů potřebné předpoklady. Významnými lokalitami archeologických vykopávek jsou na našem území Dolní Věstonice nebo Předmostí u Přerova.

Rozšíření ve světě

Archeologické vykopávky jsou obecně světově velmi rozšířeným jevem. Vyskytují se tam, kde se nachází nejstarší lidské osídlení. Světově významné archeologické vykopávky jsou v povodí dolního toku Nilu, v Řecku (výzkum antického období), v mnoha lokalitách v Itálii, Španělsku, Iráku, Íránu, Číně, Mexiku nebo Peru. V Číně je příkladem odkryté archeologické vykopávky lokalita čínské provincie Šen-si zapsaná na seznam kulturního dědictví UNESCO jako terakotová armáda.

Význam

Význam těchto vykopávek je hlavně v poznání lidské historie.

¹²⁵ Novým moderním metodám archeologického výzkumu se věnuje publikace Kuna, M., a kol. (2004): Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha: Academia, 555 s.

¹²⁶ Právní úprava archeologických prací je legislativně upravena v zákoně č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění zákona ČNR č. 425/1990 Sb.



Obr. 109a: Archeologické vykopávky ve státě Texas (USA) (foto:).



Obr. 109b: Archeologické vykopávky v lokalitě Mokrá (foto K. Kirchner).

KOLEKTOR

Kolektory jsou podzemní objekty umožňující vedení a ukládání inženýrských sítí při zachování jejich přístupnosti pro stálé kontroly, opravy, údržby bez porušení komunikací. V kolektorech je soustředěna převážná část technických sítí (kanalizace, parovody, telefonní kabely, optické kabely aj.) nutných pro chod města. Tyto sítě se v kolektorech snadněji instalují a udržují, a to vždy bez narušení či omezení okolí na povrchu. Je možno do nich snadno ukládat i další sítě, např. počítačové či optické, jejichž ukládání mimo kolektory je vždy velmi náročné.

Kolektory se obvykle rozlišují na primární a sekundární. *Primární neboli hlubinné kolektory* se zpravidla nacházejí 25 až 35 m pod povrchem. Jejich hloubka je závislá na geologické skladbě podloží. Rozměry jsou dány požadavky na množství kabelů a dimenze potrubí. Pro hlavní trasy se rozměr ustálil na kruhovém profilu o průměru 5,1 m s rovným dnem o světlé výšce 4,0 m.

Sekundární kolektory se zpravidla nacházejí asi 5 m pod povrchem. Příčný profil je závislý na obsazení inženýrskými sítěmi. V hlavních trasách je velikost 3,0 m × 3,3 m. Výstavba kolektorů řeší problém v historickém středu města, kde je z prostorových důvodů vyloučené další ukládání sítí. Do sekundárních kolektorů lze uložit všechny druhy inženýrských sítí mimo plynovodu. Do primárních kolektorů lze uložit všechny druhy inženýrských sítí mimo kanalizace a plynovodu. Kolektory jsou prováděny hornickým způsobem, tj. ražbou, železobetonová konstrukce je tvořena důlní výztuží a stříkaným vodostavebním betonem s výztužnou ocelovou sítí, dno je z betonu litého. Součástí stavby kolektoru je jednotná kanalizace, uložená pod podlahou, přístupná z kolektoru revizními šachtami, vodovodní řad uložený na podlaze kolektoru na betonových blocích, ocelové konstrukce k uložení kabelů a vlastní vybavení kolektoru – napájení, měření a regulace, vzduchotechnika, spojovací systém.

Na povrch se kolektory promítají montážními poklopy v technických komorách situovaných v křižovatkách ulic, poklopy na prostupech pro čištění kanalizace tlakovou vodou a vzduchotechnickými výústmi ve formě plakátovacích sloupů či kamenných lavic.

Rozšíření v ČR

S výstavbou kolektorů se na území ČR začalo na konci 70. let 20. století v Praze. Mezi nejstarší kolektory na území Prahy patří vodovodní kolektor Václavské náměstí, který byl vybudován souběžně se stavbou metra a slouží k uložení hlavního vodovodního potrubí. Vedle kolektorů v historickém centru Prahy byly nejstarší kolektory stavěny také v nově budovaných sídlištích v okrajových částech

města. První rozsáhlejší výstavba kolektorů byla na sídlišti Severní město Ďáblice (v letech 1971–1977, o celkové délce téměř 6 km). Následně byly do podzemních kolektorů ukládány inženýrské sítě na sídlišťích Modřany-Komořany, Radotín-Berounka, Barrandov, Jihozápadní město, Řepy, Ruzyně-Dědina, Černý Most, Horní Měcholupy-Petrovice či Jižní Město. Největší kolektorizovanou oblastí v Praze je Jihozápadní město, kde bylo celkem vybudováno téměř 20 km kolektorů. Celková délka kolektorové sítě v Praze dosahuje více než 80 km (k 31. 12. 2008). Systém podzemních kolektorů na území Prahy je rozdělen do několika větví. Základní větev tvoří tzv. *Páteřní kolektor CI*, na který jsou napojeny další větve. Chodby páteřního kolektoru nejsou přímo přívodem inženýrských sítí do budov, ale je v něm uloženo hlavní vodovodní potrubí, které propojuje jednotlivé pražské vodojemy, dále jsou v něm páteřní telekomunikační a silnoproudé vedení, optické kabely a částečně i plynové potrubí. Příkladem dílčího kolektoru je *kolektor Rudolfinum a Nová radnice*, což je podpovrchový kolektor v oblasti Starého Města, pokračující dále *kolektorem Celetná*. Z jeho chodeb jsou inženýrské sítě vyvedeny do jednotlivých domů pomocí vrtů. Dalším příkladem je *kolektor Václavské náměstí* sloužící k uložení vysokonapěťových kabelů Pražské energetiky, napájecích kabelů metra a telekomunikačních klasických i optických rozvodů. Původně byl vybudován jako samostatné dílo, nyní je napojen na pražskou kolektorovou síť.

V roce 1973 byla zahájena výstavba primárních *kolektorů v Brně*, řešeny byly problémy rekonstrukce komunikací a s nimi spojené obtíže obnovy hlavních řadů inženýrských sítí (*kolektor Dornych–Křenová*). Při zahájení stavby byl zpracován první generel kolektorové sítě v Brně (v roce 1974), zahrnující dva okruhy – jeden kolem historického jádra, druhý kolem průmyslové části v sousedství centra. V rámci rekonstrukcí komunikací pokračovalo rozšiřování o další úseky (kolektor Jugoslávská, Cejl, Malinovského náměstí, Hybešova I, II). Okruh kolem průmyslové části byl dokončen kolektory Cejl a Malinovského náměstí. Na kolektor v historickém centru navazují kolektor Mendlovo náměstí, Špilberk, Moravské náměstí a Koliště. V letech 1990–1991 byl zpracován generel sekundárních kolektorů v historickém jádru města Brna, vycházející ze stávajících tras vedení inženýrských sítí. Navrhované kolektory sledují uliční síť a umožňují kromě uložení inženýrských sítí i odvedení splaškových a dešťových vod. Navrhovaná síť kolektorů v historickém jádru města je připojena na primární kolektory šachtou na Josefské ulici a na Kolišti. Nezávisle na historickém jádru se při výstavbě sídliště Vinohrady a Kamenný vrch začaly budovat první sekundární kolektory v Brně. Samotná výstavba sekundárních kolektorů v historickém jádru města Brna byla zahájena v roce 1992. Do konce roku 2000 byl dokončen první soubor staveb sekundárních kolektorů, zahrnující kolektory v ulicích Masarykově, Josefské, Kapucínském náměstí, Květinářské, Panské, Radnické, Orlí, Minoritské, Jánské a části Malinovského náměstí v celkové délce asi 1,7 km. Od roku 2003 bylo vybudováno dalších pět staveb sekundárních kolektorů, a to v ulicích Koblížné, Sukově, Kozí, Poštovské, Náměstí Svobody, Zámečnické, Zelném trhu a Starobrněnské v celkové délce 1,6 km. Tyto stavby byly dokončeny koncem roku 2005.

UMĚLÁ JESKYNĚ (GROTTA)

Anglicky: grotto

Umělé jeskyně jsou antropogenním tvarem, který napodobuje přírodní jeskyně. Nejčastěji využívají skalní převisy, které rozšiřují a stavebně upravují. Pro umělé jeskyně se používá také termín *grotta* pocházející z italštiny, kterým označujeme umělou jeskyni se stěnami pokrytými štukem ve tvaru krápníků ve snaze docílit co nejpřirozenějšího vzhledu. Jiným typem umělé jeskyně je *sala terrena*, což je umělý prostor nejčastěji v přízemí historických staveb.

Rozšíření v ČR

Dochované grotty se nacházejí na našem území spíše ojediněle. V minulosti jich bylo několik vybudováno na území Prahy, ale většina z nich byla zničena nebo zrušena. Příkladem dochované je *grotta Valdštejnského paláce*. Pravděpodobně je to nejdokonalejší stavba imitující jeskyni na našem území. Je vyzdobená štukovanými krápníky. Dalším příkladem je *grotta Trojského zámku*, *grotta v Císařském mlýně*, která je ojedinělou stavbou v kopci Pecka v Praze-Bubenči připomínající římský Panteon spojený s podzemní lázní. Z druhé poloviny 19. století pochází *grotta v Grébovce*, kterou tvoří ve svahu umístěná polokruhovitá stavba o třech patrech. U paty je obloukovitá chodba s nikami a úzkou chodbičkou, lemující skalní masiv. Ze 17. století je známá *umělá jeskyně v podzemí zámku Lednice* (plocha 90 m²), která je řazena mezi největší v Evropě. Jiným příkladem je umělá jeskyně v anglickém parku u *zámku ve Veltrusích*, kde se jedná o stavbu tunelovité jeskyně na imitované podzemní říčce se systémem dutin. Z období baroka pochází *umělá jeskyně Kácelka* u Liběchova s reliéfy a *Blanická jeskyně* v Rudce u Kunštátu se sochami sv. Václava a blanických rytířů.

Typickými grottami jsou otevřené portály umělých jeskyní v Květné zahradě v areálu *kroměřížského zámku*. Jiným příkladem je *grotta v zámeckém parku v Lednici*, pro kterou byly podle literárních pramenů vylamovány pravé krápníky ve Sloupsko-šošůvských jeskyních v Moravském krasu.

Rozšíření ve světě

Umělé jeskyně můžeme najít nejen po celé Evropě a po celém světě. Pravděpodobný původ umělých jeskyní v Evropě je v Itálii, kde umělé jeskyně na pobřeží jsou příkladem člověkem upravených původně přírodních jeskyní (např. *grotta Azzura* u města Capri, *grotta Tiberius* u Neapole). V Anglii se nachází grotta z roku 1739 na zahradě domu *Goldney* (součást kulturního dědictví).

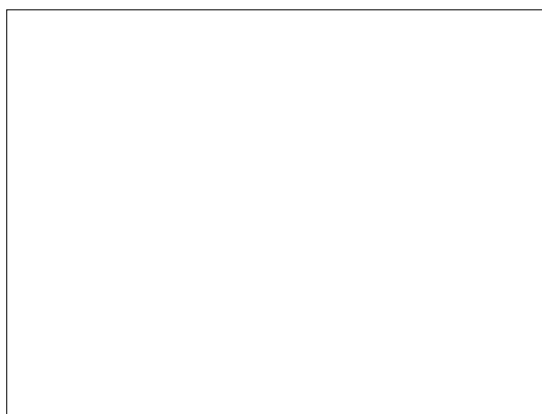
Zajímavé umělé jeskyně nazývané *Chua-šanské*, nacházející se na předměstí Chuang-šanu v čínské provincii An-chuej, patří mezi největší a nejpozoruhodnější pozůstatky starověké Číny. Tyto jeskyně jsou velmi oblíbené u archeologů a geologů. Jiným komplexem umělých jeskyní je *chrám Ping-ling* v oblasti Žluté řeky (v provincii Kan-su). Zdejší nejstarší umělá jeskyně byla vytesána okolo roku 420 a do současnosti jich bylo vytvořeno více než 180. Součástí jeskyní jsou i vytesané sochy (největší má výšku téměř 30 m).

Význam

Umělé jeskyně sloužily nejčastěji jako posvátná a oslavná místa.



Obr. 110a: Umělá jeskyně v NPR ADRŠPAŠKO-TEPLICKÉ SKÁLY (foto: I. Smolová).



Obr. 110b: Grotta v zámeckém areálu v Lednici (foto: I. Smolová).

PRŮZKUMNÉ (VÝZKUMNÉ) DÍLO

Anglicky: research landform, research outlet

Průzkumná díla jsou skupinou antropogenních tvarů, která zahrnuje tvary vzniklé v souvislosti s geologickým, ložiskovým, archeologickým či paleontologickým výzkumem, kdy dochází ke změnám reliéfu. Typickými příklady jsou **geologické profily** a **průzkumné vrty**, které se nejčastěji využívají při průzkumu geologické stavby Země a při vyhledávání ložisek nerostných surovin. Podle projektované hloubky vrtu se postaví vrtná souprava určité výkonnostní úrovně. Jako vrtný nástroj se používá listové, valivé nebo diamantové dláto vykonávající rotační pohyb. Současně je nutná výplachová kapalina, zpravidla směs vody a jílu, která se procirkulovává přes duté vrtné zařízení, a dochází tak k vynášení odvrtného horninového materiálu mezikružíím na povrch. Úlomky vyhloubených hornin jsou dále předmětem analýz. Typickou surovinou vyhledávanou pomocí hlubokých vrtů je ropa.¹²⁷ Průzkumné vrty využívané při vyhledávání ložisek ropy musí být relativně velmi hustě u sebe (obvykle 0,5–1 m).

Rozšíření v ČR

Na území ČR je dlouhá tradice výzkumných prací spojených s geologickým, archeologickým i jiným výzkumem. Nejhlubší průzkumné vrty byly realizovány v souvislosti s ložiskovým geologickým výzkumem (viz kap. 1.1). Na území ČR je více než 1500 vrtů hlubších než 1 km, tj. v průměru 1 vrt na 68 km² státního území (např. srovnatelně na Slovensku 1 vrt na 81 km²). Většina vrtů je koncentrována v uhelných pánvích a v lokalitách s potenciálem ložisek ropy a zemního plynu. Vrty byly nejčastěji realizovány za účelem ověření geologických zásob energetických surovin.

Rozšíření ve světě

Průzkumná díla jsou velmi četná ve vyspělých zemích světa, které investují do vědeckého výzkumu.

Význam

Průzkumná díla mají význam pro vědecký výzkum (geologie, archeologie, paleontologie), rozšiřují poznatky o stavbě Země a přispívají k objevům nových ložisek nerostných surovin či vodních zdrojů.

¹²⁷ Historicky se ropa hledala podle příznaků, jako je např. asphalt (zemní smola), což je černá hmota vznikající tak, že ropa prosákla až na povrch Země, oksličila se vzdušným kyslíkem a ztuhla v asphalt. Tímto způsobem vzniklo i 0,5 km² veliké a 50 m hluboké asfaltové jezero na ostrově Trinidad. Dalším indikátorem ložisek ropy byly výpary horkých plynů z trhlin v zemské kůře či tzv. věčné ohně, které hořely díky naftovým plynům. Moderní výzkumné metody využívají metodu pokusných vrtů, v posledních letech také geofyzikálních a geochemických metod. Příkladem je seizmická metoda (seizmické 3D modelování), která spočívá v tom, že drobný výbuch vytvoří seizmické vlny, které se do hloubek několika kilometrů šíří sedimentární pánví, kde se částečně odráží od významných vrstev nebo zlomů. Odražený signál je zachován velkou sítí geologických mikrofonů a výsledek je zakreslován do mapy. Seizmologie se společně s počítačovým vyhodnocením stala nejdůležitější metodou, zejména proto, že umožňuje proniknout do velkých hloubek (5 a více kilometrů), a to v řezech, které jsou desítky kilometrů dlouhé (Cílek, Kašík, 2008).



Obr. 111a: Průzkumný výkop
v Žulovské pahorkatině
(foto: K. Kirchner).



Obr. 111b: Průzkumná štola v Brně
(foto: K. Kirchner).

TELEKOMUNIKAČNÍ STAVBY

Telekomunikační objekty jsou mezi antropogenní tvary řazeny zejména s ohledem na četnost a rozšířenost tohoto typu staveb. Plošně se nejedná o velké objekty a ani jejich stavbu neprovázejí velké úpravy na povrchu, díky vysokým výškám však zasahují hluboko pod zemský povrch, kdy jsou základy často v hloubkách desítek metrů. Nejčetnější jsou stožáry, které slouží pro umístění předmětů ve velkých výškách. Samostatnou skupinou telekomunikačních objektů, které vyžadují větší terénní úpravy, jsou vedení podmořských kabelů sloužící k přepravě elektrické energie, pro přenos hlasu (komunikační zařízení) a také k přenosu dat. Pokládání kabelů na dna oceánů a moří je náročný proces vyžadující lodě se speciálním vybavením. Trasa vedení podmořského kabelu je nejprve zmapována, aby se maximalizovala ochrana položeného kabelu. Aby se omezilo riziko přetřhnutí při mechanickém namáhání, pokládají se kabely po mírně zvlněné trase.

Ve velkých hloubkách se kabel většinou pokládá přímo na mořské dno, v rizikovějších oblastech, kde je hloubka menší a hrozí jejich poškození, bývá kabel pokládán do rýhy hluboké 1–3,5 m. Tu vytváří pokládací loď pomocí vlečné radlice.

Rozšíření v ČR

Nejvyššími vysílači v ČR je dvojice kotvených stožárů *vysílače Libice B* (355 m) na Českobrodsku. Stavba byla realizována v letech 1975–1976 v katastrálním území obce Libice poblíž lokality, kde se nacházely původní 150 m vysoké stožáry rozhlasového vysílače Libice A postavené v letech 1929–1931, které však byly v roce 2004 odstřeleny. Druhým nejvyšším je *vysílač Krašov* (347,5 m) na Plzeňsku. Byl jako kotvený stožár postaven v letech 1979–1981 na místě původního nižšího z 50. let 20. století, který byl vážně poškozen a musel být odstřelen. Třetím nejvyšším je *vysílač Kojál* (340 m) na Drahanské vrchovině (severovýchodně od Brna), který stojí na místě původního stožáru z roku 1959.

Příkladem televizních věží v ČR je *Žižkovská televizní věž* (216 m) v Praze, která byla postavena v letech 1985–1992. Konstrukce se skládá ze tří válcových ocelových tubusů, dosahujících společně výšky 134 m. Hlavní tubus, obsahující dva rychlovýtahy, pak přechází do anténního nástavce sahajícího do výš-

ky 216 m. Televizní a rozhlasový *vysílač Cukrák* (194 m) v Brdech byl dokončen v roce 1961 a hloubka základu dosahuje 12 m při průměru základny 16 m. Rozhledna a televizní *vysílač Praděd* (162 m) byl postaven v roce 1980 (stavba byla zahájena v roce 1968) a pro účely stavby byla realizována asfaltová komunikace z Ovčárny na vrchol Pradědu. V objektu je umístěna vedle vysílací techniky i restaurace, hotel a vyhlídka. Vysílač sahá do výšky 162 m.

Rozšíření ve světě

Nejvyššími stožáry na světě jsou vysílače určené pro přenos televizního, rádiového nebo jiného signálu. Mezi nejvyšší telekomunikační stavby přístupné veřejnosti¹²⁸ patří *CN Tower* (553 m) v Torontu v Kanadě, která slouží jakou telekomunikační a turistická věž. Dokončena byla v roce 1975 a do roku 2007 byla i nejvyšší stavbou světa.¹²⁹ Druhou nejvyšší telekomunikační věží je *věž Ostankino* (540 m) v Moskvě, která byla dokončena v roce 1967. Třetí nejvyšší je *věž Oriental Pearl Tower* (468 m) v čínské Šanghaji, dokončená v roce 1995.

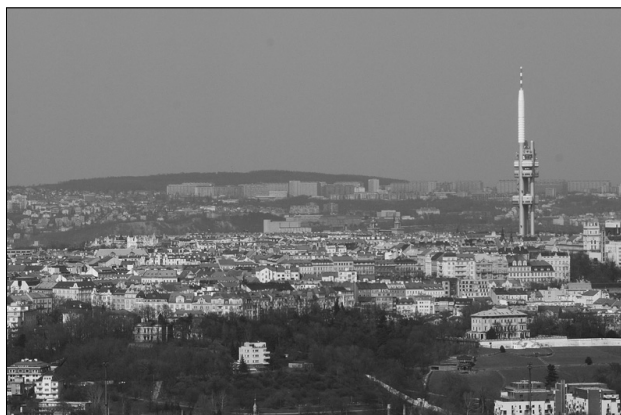
Příkladem podmořského kabelu určeného pro přepravu elektrické energie je podmořský kabel (délka 260 km) spojující nizozemskou a britskou soustavu a umožňující vzájemný obchod s energií, který v případě potřeby posílí dodávky v těchto zemích.

Význam

Telekomunikační objekty mají velký význam pro přenos elektrické energie, hlasu a v neposlední řadě také dat.



Obr. 112a: Televizní věž a vysílač na vrcholu Pradědu v Hrubém Jeseníku (foto: I. Smolová).



Obr. 112b: Žižkovská televizní věž (foto: I. Smolová).

¹²⁸ V roce 1989 byla založena celosvětová asociace vysokých věží World Federation of Great Towers (WFGT), která zahrnuje stavby s veřejně přístupnou plošinou.

¹²⁹ Překonána byla mrakodrapem Burdž Dubaj v Dubaji ve Spojených arabských emirátech, který je stále ve výstavbě, ale již přesahuje výšku 600 m.

ZÁVĚR

Antropogenní transformace reliéfu představuje proces přetváření přírodní krajiny (přírodního reliéfu) na krajinu kulturní (antropogenní reliéf), tedy proces, který zasahuje do přirozených pochodů v krajině. Stupeň, rozsah a rychlost transformace se odrážejí ve schopnosti krajiny v různém stupni antropogenního ovlivnění přirozené odezvy a možnosti návratu k původnímu přirozenému režimu. Přitom řada zásahů je natolik zásadních, že návrat k přirozeným funkcím krajiny neumožňují, a vedou tak k trvalé destrukci přírodního prostředí. Problematikou antropogenních tvarů reliéfu (jejich morfometrické analýzy, vznik a vývoj tvarů) a částečně i antropogenní transformací reliéfu v různých přírodních podmínkách se v odborné geomorfologické literatuře věnuje řada prací, předkládaný učební text shrnuje základní poznatky z vědní disciplíny antropogenní geomorfologie, definuje základní procesy a antropogenní tvary reliéfu a na konkrétních příkladech dokumentuje dynamiku procesů v minulosti i současnosti.

Působení člověka na reliéf (antropogenní ovlivnění) se v různých částech světa liší zejména s ohledem na různou úroveň vývoje společnosti. Vývoj působení lidské společnosti na reliéf lze sledovat na základě archeologických vykopávek od období staršího paleolitu. V předchozích obdobích pak většinou docházelo k pouze neuvědomělému působení a jednoznačně dominovaly pouze přírodní pochody. K ovlivňování reliéfu činností člověka začalo docházet v době, kdy přešel od sběračství a lovu, začal využívat suroviny a začal si vytvářet první trvalá sídla, stavěl komunikace a upravoval přirozený režim vodních toků. Jako základní prehistorické a historické etapy působení člověka na reliéf, které jsou podrobněji v učebním textu analyzovány, byla vymezena období paleolitu, mezolitu, neolitu, eneolitu, doby bronzové, doby železné, doby římské, období stěhování národů, staroslovanské období a období středověku.

Významnou úlohu, zejména v ovlivnění přírodních geomorfologických procesů, sehrála zemědělská činnost a další aktivity s ní spojené. Díky kultivaci rozsáhlých areálů i při dalším rozšiřování ploch zemědělské půdy docházelo ke změnám vegetačního pokryvu, půd i přerozdělení povrchového odtoku a ovlivnění exogenních geomorfologických procesů. Pro potřeby zemědělců docházelo k ovlivňování hydrologického režimu a k výstavbě nejstarších vodárenských nádrží zejména z důvodu nedostatku vody z přirozených zdrojů. Nejstarší vodohospodářské stavby jsou podle archeologických nálezů doloženy nejen z území známých starobylých civilizací, tj. z území Egypta, Íránu, Indie či Číny, ale také Střední a Jižní Ameriky. S přechodem od kočovného života sběračů a lovců k pěstování zemědělských plodin a chovu domácího zvířectva souvisejí i první sídelní procesy. Nejstarší sídla si lidé začali budovat v období neolitické revoluce, která probíhala v různých částech světa v odlišnou dobu. Proces přetváření přírodního prostředí pro potřeby bydlení postupoval od úpravy přírodních prostor ve skalní obydlí přes výstavbu prvních měst až po současné moderní sídelní komplexy, které ve snaze maximalizovat obytnou plochu na minimální zastavěné ploše vedou k rozsáhlým terénním úpravám, k výstavbě podzemních sídel či sídel na umělých ostrovech.

Nejstarší dopravní tvary vznikaly v souvislosti s rozvojem obchodu, kdy vznikaly obchodní stezky, které však většinou nepřinášely výraznější terénní úpravy. Nejstarší komunikace, které svým významem ve své době odpovídaly současnému postavení dálnic, vznikaly v Evropě již ve starověku.

Působení člověka na reliéf se od nejstarších prehistorických a historických období postupně zvyšuje a nabývá na intenzitě. Zatímco v počátečních fázích docházelo pouze k minimálnímu narušení přírodního prostředí, postupně začal člověk ovlivňovat působení přírodních exogenních činitelů, což se výrazně projevovalo například v urychlení či zpomalení erozních procesů. S rozvojem techniky a poznání nabývají aktivity člověka takových rozměrů, že ovlivňují většinu zemského povrchu a svými důsledky pak globálně celou planetu. Přírodní prostředí je antropogenní činností narušeno na jednotlivých kontinentech s rozdílnou intenzitou a lze obecně charakterizovat míru narušení ve vazbě na hustotu osídlení a ekonomickou vyspělost území. S postupným vyčerpáváním přírodních zdrojů na kontinen-

tech se narušení přírodního prostředí posouvá i na oceánské dno. Vedle vzniku nových antropogenních tvarů a ovlivnění exogenních geomorfologických procesů dochází počínaje 20. stoletím i k ovlivňování endogenních geomorfologických procesů.

Poznání antropogenních tvarů reliéfu je hlavní náplní antropogenní geomorfologie. Avšak z metodického hlediska přistupuje k základní metodě studia – geomorfologickému mapování při zdůraznění antropogenních tvarů – rovněž interdisciplinární přístup k poznání antropogenních transformací. Jsou využívány zkušenosti a výsledky dalších geovědních disciplín (např. kvartérní ložisková geologie, pedologie, kartografie), technických oborů (např. hornictví, stavitelství) a rovněž společenských oborů (např. archeologie, historie) i metodické přístupy geofyziky, dálkového průzkumu Země. Nové výzvy přináší aplikace propojení geoinformačních technologií, především GPS a GIS, při podrobném geomorfologickém mapování antropogenních transformací reliéfu a současných geomorfologických pochodů.

Antropogenní geomorfologie významným způsobem přispívá k poznání vztahu mezi působením lidské činnosti a reliéfem a geomorfologickými procesy. Poskytuje množství dat, která jsou využitelná další geomorfologickou disciplínou, environmentální geomorfologií. Environmentální geomorfologie v pojetí Panizy (1992, 1996) zahrnuje oblast geovědních disciplín, která zkoumá vztahy mezi člověkem a prostředím, zejména jeho geomorfologickou složkou. Geomorfologické složky prostředí jsou pak schematicky rozděleny na geomorfologické zdroje a geomorfologické hazardy. Geomorfologické zdroje zahrnují jak suroviny (vztahující se ke geomorfologickým procesům), tak krajinu: obojí jsou využitelné pro člověka nebo se mohou stát využitelnými v závislosti na ekonomických, společenských nebo technologických okolnostech. Právě tato oblast může zahrnout výsledky antropogenní geomorfologie, které pak mohou být s výhodou využity v dalším hodnocení. Rozhodně lze konstatovat, že tempo antropogenních změn krajiny, ať už přímých nebo nepřímých zásahů, v budoucnosti poroste. S tím poroste i význam geomorfologie orientované na antropogenní transformace reliéfu nebo v širším smyslu na environmentální změny reliéfu v krajině, tyto výsledky pak budou využitelné v krajinném a environmentálním managementu.

LITERATURA

- Adams, A. G. ed. (1996): *The Hudson River Guidebook*, New York: Fordham Univ. Press, 430 s.
- Allcorn, W. (2007): *Maginotova linie 1928–45*. Praha: Grada Publishing, a. s., 64 s.
- Andersson J., Christiansson R., Hudson J. (2002): *Site Investigations – Strategy for Rock Mechanics Site Descriptive Model*, SKB TR-02-01, Stockholm: Svensk Kärnbränslehantering AB, 125 s.
- Atkins, P., Ian, S., Brian, R. (1998): *People, Land and Time: An Historical Introduction to the Relations Between Landscape, Culture, and Environment*. London: Arnold, 286 s.
- Bahmanyar, M. (2008): *Jeskyně v Afghánistánu 1979–2004*. Praha: Grada Publishing, a. s., 64 s.
- Bailly-Maitre, M. Ch. (1987): *Le site de Brandes-en-Oisans (Huez-Isere), XIII–XIV siècles*. In: *Mines et métallurgie en Gaule et dans les provinces voisines (Actes du colloque)*, Caesarodunum XXII, Paris: Univ. de Tours, s. 297–306.
- Balcer, J. M. (1974): *The Mycenaen Dam at Tiryns*. *American Journal of Archaeology*, 78, no. 2, s. 77–149.
- Barták, J., a kol. (2004): *Tunel Mrázovka*. Praha: Satra, 342 s.
- Barták, J., a kol. (2007): *Podzemní stavitelství v České republice*. Praha: Satra, 318 s.
- Barták, J. ed. (2007): *Underground Space – the 4th Dimension of Metropolises*. London: Taylor & Francis, 822 s.
- Barták, J., Hilar, M., Pruška, J. (2002): *Numerical Modelling of the Underground Structures*. *Acta Polytechnica*, roč. 42, č. 1. Praha: ČVUT, s. 53–58.
- Bauer, J. ed. (2001): *Toulky minulostí světa 3. Zlatá éra dějin: Starověký Řím*. Praha: Via Facti, 222 s.
- Bauerová, A. (2004): *Zlatý věk Keltů v Čechách*. Praha: Mladá fronta, a. s., 253 s.
- Bayer, T., Beneš, J. (2004): *Středověká terasová pole na Šumavě jako hydrogeologický fenomén a archeologický problém*. *Archeologické rozhledy*, 56, Praha: Archeologický ústav AV ČR, s. 139–159.
- Becker, H. (1998): *Allgemeine historische Agrargeographie*. Stuttgart: Teubner, 333 s.
- Bednaříková, J., Thon, A., a kol. (1984): *Naftový průmysl na území Československa*. *Knihovnička Zemního plynu a nafty* 5. svazek, Hodonín: MND Hodonín, 368 s.
- Bednaříková, J. (2003): *Stěhování národů*. Praha: Vyšehrad, 414 s.
- Bella, P. (1992): *Klasifikácie negatívnych antropogénnych zásahov v krasovej krajine na Slovensku*. *Slovenský kras*, 30, Martin: Osveta, s. 57–73.
- Bella, P. (1993): *Negatívne antropogénne zásahy vo Vážeckom krase*. *Chránené územia Slovenska*, 20, Bratislava: Ekológia, s. 28–29.
- Bella, P. (1995): *Caves and man. Žilina, Liptovský Mikuláš: Knižné centrum, Slovenské muzeum prírody a jaskyniarstva*, 106 s.
- Bella, P. (2005): *Antropogénne vplyvy na funovanie a invariantné zmeny jaskynných geosystémov*. In: Hochmuth, Z., Tomášiková, V. eds.: *Zmeny v štruktúre krajiny ako reflexia súčasných spoločenských zmien v strednej a východnej Európe*. Košice: Univerzita P. J. Šafárika, s. 15–21.
- Beneš, J. (1995): *Erosion and accumulation processes in the late Holocene of Bohemia, in relation of prehistoric and medieval landscape occupation*. In Kuna, M., Venclová, N.: *Whether archeology?* Praha: ARÚ, s. 133–134.
- Bella, P., a kol. (1993): *Vlivanje dejatelnosti človeka na karst (Terminologija)*. *Slovenský kras*, 31, Martin: Osveta, s. 141–142.
- Bennett, H. H. (1955): *Elements of soil conservation*. New York: McGraw-Hill, 358 s.
- Bennett, M. R., Doyle, P. (1997): *Environmental Geology: Geology and the Human Environment*. Chichester: John Wiley and Sons, 512 s.
- Beyer, P. J. ed. (2005): *Dams and Geomorphology: Proceedings of the 33rd Annual Binghamton International Geomorphology Symposium Held October 11–13, 2002*. Elsevier Publishing Co., 268 s.
- Bezdovodová, B., Demek, J., Zeman, A. (1985): *Metody kvarterně geologického a geomorfologického výzkumu*. Brno: UJEP v Brně, Praha: SPN Praha, 207 s.
- Bič, M. (1979): *Stopami dávných věků. Mezi Nilem a Tigridem*. Praha: Vyšehrad, 274 s.
- Bielecki, R. (2007): *Teilanalyse über die Anwendung der Flammenschmelztechnologie zur Herstellung von Teufen > 1000 m für Ablagerungen von radioaktiven Abfällen im Untergrund*. *Acta Montanistica Slovaca*, r. 12, mim. č. 1, Košice: Technical University of Kosice, s. 192–202.
- Bílek, J. (2001): *Historický přehled k problematice poddolování, hald a Vrchlické přehrady*. *Kutnohorské dolování*, sv. 9, Kutná Hora: Kuttna Kutná Hora, 100 s.
- Bizubová, M., Škvarček, A. (2003): *Geomorfologie*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislavě, 228 s.
- Bílková, D., Cílek, V., Hromas, J. (2002): *Navštivte. Podzemí v Čechách, na Moravě, ve Slezsku*. Praha: Olympia, 272 s.
- Blaheta, R., Starý, J. eds. (2007): *25 let Ústavu geoniky AV ČR, v. v. i. Ostrava: ÚGN AV ČR, v. v. i.*, 39 s.
- Blažek, V., a kol. (2006): *Voda v České republice*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 253 s.
- Blažková, M. ed. (2006): *Výzkum antropogenních zátěží v severočeském regionu*. *Studia oecologica*, 14, Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 145 s.
- Bonnin, J. (1984): *L'eau dans l'antiquité. L'hydraulique avant notre ère*. Paris: Edition Eyrolles, 454 s.
- Bouzek, J. (2005): *Pravěk českých zemí v evropském kontextu*. Praha: Triton, 168 s.

- Bouzek, J. (2009): Keltové českých zemí v evropském kontextu. Praha: Triton, 187 s.
- Bouzek, J., Onřejová, I., Musil, J. (2006): Úvod do klasické archeologie. Praha: Karolinum, 111 s.
- Bouzek, J., Sakař, V. (1990): Římské provincie a limes Romanus ve střední a západní Evropě. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 149 s.
- Brázdil, R., a kol. (2005): Historické a současné povodně v České republice. Brno: Masarykova univerzita, Praha: Český hydrometeorologický ústav, 369 s.
- Brázdil, R., Kirchner, K., a kol. (2007): Vybrané přírodní extrémy a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku. Brno: Masarykova univerzita, 431 s.
- Broncová, D. (2002): Historie kanalizací: dějiny odvádění a čištění odpadních vod v českých zemích. Praha: Milpo Media, s. r. o., 259 s.
- Broncová, D. ed. (2006): Voda pro všechny. Vodárenské soustavy v ČR. Praha: Milpo Media, s. r. o., 191 s.
- Broncová, D. ed. (2007): Pražské ostrovy. Praha: Milpo Media, s. r. o., 183 s.
- Broža, V. (1997): Aktuální problémy projevu vnitřní eroze na sypaných přehradách. Stavební obzor, 8, Praha: ČVUT, s. 232–234.
- Broža, V. (2005): Vodohospodářské stavby. Praha: Vydavatelství ČVUT, 162 s.
- Broža, V., Čihák, F., Satrapa, L. (1998): Hydrotechnické stavby. Praha: ČSSI Praha, 196 s.
- Broža, V., Satrapa, L. (2007a): Hydrotechnické stavby 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 170 s.
- Broža, V., Satrapa, L. (2007b): Hydrotechnické stavby 2. Praha: Vydavatelství ČVUT v Praze, 128 s.
- Broža, V., Satrapa, L. (2007c): Navrhování přehrad. Praha: ČVUT v Praze, 127 s.
- Buček, A., Čermák, P., Friedl, M., Holuša, O., Jankovský L., Kirchner, K., a kol. (2004): Hodnocení stavu a dynamiky vývoje geobiocenóz v Národní přírodní rezervaci Praděd. Geobiocenologické spisy, sv. č. 10, Brno: MZLU, 116 s.
- Burel, F. (1996): Hedgerows and their role in agricultural landscapes. Critical Reviews in Plant Sciences, č. 15, č. 2, s. 169–190.
- Burian, J., Oliva, P. (1984): Civilizace starověkého Středomoří. Praha: Svoboda, 549 s.
- Buzek, L. (1988): Přírodní a antropogenní vlivy na odnos půdy v jižním zázemí Ostravy. Acta facultatis paedagogicae Ostraviensis, řada E-18, sv. 112, Praha: SPN, s. 73–101.
- Carle, D. (2004): Introduction to Water in California. University of California Press, 261 s.
- Cílek, V. (1995): Podzemní Praha: soupis podzemních objektů hlavního města a vybraná bibliografie. Praha: Zlatý Kůň ve spolupráci s Českou speleologickou společností, 59 s.
- Cílek, V. (1997): Archeologie a jeskyně. Praha: Zlatý Kůň, 182 s.
- Cílek, V. (1998): Podzemní klášter Gegard v Arménii. Speleo 26, Praha: Česká speleologická společnost, s. 32–35.
- Cílek, V. (1999): Poslední lovci Evropy – zpráva o výzkumu pískovcových převisů v Polomených horách. Pseudokrasový sborník sv. 1, Praha: Česká speleologická společnost, s. 77–82.
- Cílek, V. (2005): Krajiny vnitřní a vnější. Praha: Dokořán, 269 s.
- Cílek, V. ed. (1995): Svět v podzemí. Praha: Zlatý Kůň a Česká speleologická společnost, 68 s.
- Cílek, V., Hladil, J. (1997): Tvorba postindustriální krajiny: lomy. Příkladová studie z koněpruské oblasti. Archeologie a jeskyně, 29, Praha: Knihovna České speleologické společnosti, s. 160–174.
- Cílek, V., Kopecký, J. eds. (1998): Pískovcový fenomén: klima, život a reliéf. Knihovna České speleologické společnosti sv. 32, Praha-Broumov: Nakladatelství Zlatý kůň, Česká speleologická společnost, 174 s.
- Czudek, T. (1997): Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. Tišnov: Sursum, 213 s.
- Czudek, Z. (2005): Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru. Brno: Moravské zemské muzeum, 238 s.
- Čech, V. (2002): Fyzickogeografická analýza a ochrana přírodního prostředí Poráčské doliny v pohorí Galmus. In: Geografické informácie 7. II. diel, Slovensko a integrujúca sa Európa: zborník z XIII. kongresu SGS. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, s. 19–25.
- Čech, V. (2006): Priestorová diferenciácia georeliéfu z hľadiska atraktivity pre cestovný ruch: (na príklade krasového georeliéfu pohoria Galmus). In: Geomorphologia Slovaca, VI, č. 2, s. 65–69.
- Čech, V. (2008): Theoretic-methodological basics of physical-geographical regionalization and its reflection in selected regional pieces of work of Slovak geographers. In: Acta facultatis studiorum humanitatis et naturae Universitatis Prešovensis, Prírodné vedy, roč. XLVII, Folia geographica 12. Prešov: FHPV PU, s. 33–49.
- Čechák, R., Sedlák, P., Kilianová, H. (2005): Změny vybraných vodních toků města Olomouce. In: Svatoňová, H., a kol. ed.: Geografické aspekty středoevropského prostoru. Sborník příspěvků mezinárodní konference, Brno: Masarykova Univerzita v Brně, Pedagogická fakulta, s. 38–45.
- Čermáková, E. (2007): Pravěké dějiny českých zemí. Brno: Masarykova univerzita, 52 s.
- Černý, E. (1973): Metodika průzkumu zaniklých středověkých osad a pluzin na Drahanské vrchovině. Zprávy Československé společnosti archeologické při ČSAV, Brno: Archeologický ústav AV ČR, r. 15, sešit 4–5, s. 52–111.
- Černý, E. (1974): Další poznatky ke studiu zaniklých středověkých osad na Drahanské vrchovině. Archeologica historica, 1, Brno: Muzejní a vlastivědná společnost, s. 91–97.
- Černý, E. (1979): Zaniklé středověké osady a jejich pluziny. Studie ČSAV, 1, Praha: Academia, s. 1–167.
- Černý, I. (1987): Projevy dobývacích prací v karvinské části OKR. Sborník konf. Hornická Ostrava, Ostrava: Hornická společnost, ČSVTS, s. 110–119.
- Černý, I., a kol. (2003): Uhelné hornictví v Ostravsko-karvinském revíru. Ostrava – Mariánské Hory: Anagram, 564 s.

- Červinka, I. L. (1937): Germáni na Moravě. Archeologický přehled k otázce o původu deformovaných lebek ve střední Evropě. *Anthropologie* 14, Brno: Moravian Museum – Anthropos Institute, s. 107–146.
- Červinka, P. (1994): Vývoj antropogenního reliéfu okolí Žďáru nad Sázavou. *Sborník České geografické společnosti*, 99, č. 3, Praha: Academia, s. 163–177.
- Červinka, P. (1995): Antropogenní transformace přírodní sféry. Praha: Karolinum, 68 s.
- Červinka, P. (1999): Životní prostředí České republiky. Praha: Karolinum, 102 s.
- Červinka, P. (2000): Antropogenní transformace přírodní sféry v povodí horního toku Sázavy. *Doktorská práce*. Praha: Karlova Univerzita, 186 s.
- Červinka, P. (2002): Metodologické problémy výzkumu antropogenních transformací reliéfu. In: Balej, M., Kunz, K. (eds.): *Proměny krajiny a udržitelný rozvoj. XX. jubilejní sjezd ČGS, Ústí nad Labem*, s. 114–118.
- Červinka, P. (2004): Anthropogenic transformation of the relief in selected areas of the Czech Republic. In: Kirchner, K., Wojtanowicz, J. (eds.): *Cultural Landscapes. Regiograph*, Brno, s. 17–26.
- Čižmářová, J. (2004): *Encyklopedie Keltů na Moravě a ve Slezsku*, Praha: Libri, 368 s.
- Čurda, J., a kol. (1998): *Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1 : 50 000 (List 15–44 Karviná)*. Praha: Český geologický ústav, 89 s.
- Davis, J. H. (1956): Influences of man upon coast lines. In: Thomas J., W. L. ed.: *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago: Univ. Chicago Press, s. 504–521.
- Demek, J. ed. (1972): *Manual of detailed geomorphological mapping*. Praha: Academia, 344 s.
- Demek, J. (1974): Systémová teorie a studium krajiny. *Studia geographica* 40, Brno: GgÚ ČSAV, 198 s.
- Demek, J. (1977): Změny geomorfologických pochodů a reliéfu Země vlivem činnosti lidské společnosti. *Zprávy geografického ústavu ČSAV XIV*, č. 7–8, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 176–187.
- Demek, J. (1984): *Obecná geomorfologie. III.* Praha: UJEP Brno v SPN Praha, 139 s.
- Demek, J. (1987): *Obecná geomorfologie*. Praha: Academia, 476 s.
- Demek, J., Zeman, A. (1984): *Kvartér. Geologie a geomorfologie*. Praha: UJEP v SPN Praha, 192 s.
- Demek, J. (1990): *Nauka o krajině*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 253 s.
- Demek, J. (1999a): *Vybrané kapitoly z krajinné ekologie*. Brno: Masarykova univerzita, 102 s.
- Demek, J. (1999b): *Úvod do krajinné ekologie*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 102 s.
- Demek, J., a kol. (2008): *Mezinárodní konference Antropogenní stres v horách a podhůří – zápis změn v tvarech terénu i v sedimentech*. Brno: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 18 s.
- Demek, J., Kalvoda, J., Kirchner, K., Vilímek, V. (2006): Geomorphological aspects of natural hazards and risks in the Czech Republic. *Studia geographica Carpatho-Balcanica*, vo. XL, Krakow: Wydawnictwo Polskiej akademii nauk, s. 79–92.
- Demek, J., Mackovčín, P. eds., a kolektiv: Balatka, B., Buček, A., Cibulková, P., Culek, M., Čermák, P., Dobiáš, D., Havlíček, M., Hrádek, M., Kirchner, K., Lacina, J., Pánek, T., Slavík, P., Vašátko, J. (2006): *Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny*. Brno: AOPAK ČR, 2. vydání, 588 s.
- Dobiáš, J. (1964): *Dějiny československého území před vystoupením Slovanů*. Praha: AV ČR, 475 s.
- Dobrovodská, M., Štefunková, D. (1996): Historické poľnohospodárske formy antropogénneho reliéfu v oráčino-lúčno-pasienkarskej a vinohradnickej krajine. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae*, Bratislava: Univerzita Komenského, s. 85–92.
- Dobrovodská, M. (2004): Historické poľnohospodárske formy využitia krajiny – relikv alebo fenomén budúcnosti? *Životné prostredie*, 38, č. 2, Bratislava: Ústav krajinné ekologie SAV, s. 94–97.
- Doležal, L., Vašátko, J. (1992): Režim plavenin na vybraných řekách v Čechách. In: *Práce a studie ČHMÚ, sešit 21*. Praha: ČHMÚ, s. 52–64.
- Doležal, P., Podhrázská, J., Novotný, I. (2005): *Větrná eroze půdy v Jihomoravském kraji a návrh jejího řešení. Problémová studie*. Brno: Agroprojekt PSO, s. r. o., 97 s.
- Dopita, M., a kol. (1997): *Geologie české části hornoslezské pánve*. Praha: MŽP ČR, s. 234–237.
- Dosedla, J. (1956): Některé příčiny antropogenní eroze. *Sborník ČSSZ*, 61, č. 2, Praha: Academia, s. 150–151.
- Dosedla, J. (1963): K změnám povrchu způsobeným hlubinnou těžbou na Mostecku. *Sborník ČSSZ*, 68, č. 1, Praha: Academia, s. 76–80.
- Dostál, T., a kol. (2002): Mapa erozního ohrožení půd a transportu sedimentu v České republice. In: *Vodní hospodářství*. roč. 52, č. 2, Čkyně: Vodní hospodářství, spol. s. r. o., s. 46–48.
- Dopita, M., Martinec, P., Černý I. (1997): Dopad hornické činnosti na životní prostředí. In: *Dopita, M., a kol.: Geologie české části hornoslezské pánve*. Praha: MŽP ČR, s. 234–237.
- Drda, P., Rybová, A. (1998): *Keltové a Čechy*. Praha: Akademie, 200 s.
- Droberjar, E. (1999): Od plaňanských pohárů k vinařické skupině. *Kulturní a chronologické vztahy na území Čech v době římské a v časně době stěhování národů*. *Sborník Národního muzea v Praze. Řada A – Historie* 53, č. 1–2, Praha: Národní muzeum, s. 53–58.
- Droberjar, E. (2000): *Příběh o Marobudovi a jeho říši*. Praha: Nakladatelství Set Out, 199 s.
- Droberjar, E. (2002): *Encyklopedie římské a germánské archeologie v Čechách a na Moravě*. Praha: Nakladatelství Libri, 456 s.

- Droberjar, E. (2005): Věk barbarů. České země a stěhování národů z pohledu archeologie. Praha – Litomyšl: Nakladatelství Paseka, 264 s.
- Droberjar, E., Kazdová, E. (1993): Das Brandgräberfeld aus der römischen Kaiserzeit von Šitbořice in Mähren, *Acta Musei Moraviae, scientiae sociales*, LXXVIII, Brno: Moravské zemské muzeum, s. 97–149.
- Dulias, R. (2007): Wpływ górnictwa węgla kamiennego na zmiany rzeźby obszaru KWK Miechowice na Wyzynie Slaskiej. *Acta Geographica Silesiana 1*, Sosnowiec: Uniwersitet Slaski, s. 5–12.
- Durdík, T. (2006): Encyklopedie českých hradů. Praha: Nakladatelství Libri, 366 s.
- Dušička, P., Hulík, F., Šulek, P. (2006): Vodné diela na Slovensku. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislavě, 60 s.
- Řurica, D., Müller, P., Krčál, T., Doubravský, R., Hemza, P., Němec, J., Osner, Z. (2006): Plyn sorbovaný v uhelných slojích Hornoslezské pánve. Praha: Česká geologická služba, 114 s.
- Fels, E. (1954): Der wirtschaftende Mensch als Gestalter der Erde. Stuttgart: Francksche Verlagshandlung, 258 s.
- Filip, J. (1995): Keltská civilizace a její dědictví. Praha: Academia, 208 s.
- Fišera, Z. (2004): Skalní hrady zemí koruny české. Praha: Libri, 327 s.
- Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., Rothengatter, W. (2003): *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. Cambridge: Cambridge University Press, 207 s.
- Forman, R. T. T., Gordon, M. (1993): *Krajinná ekologie*. Praha: Academia, 583 s.
- Fuchs, K., a kol. (1990): *Super-Deep Continental Drilling and Deep Geophysical Sounding*. Berlin: Springer Verlag, 436 s.
- Gába, Z. (1972): Pozoruhodné terénní tvary na Jesenícku. *Severní Morava*, 22, Šumperk: Vlastivědné muzeum v Šumperku, s. 69.
- Gába, Z. (1985): Pozoruhodný agrární val nad Vojtíškovým. *Severní Morava*, 49, Šumperk: Vlastivědné muzeum v Šumperku, s. 67.
- Gába, Z. (1986): Agrární haldy a valy na Šumperku. *Vlastivědné listy Severomoravského kraje*, 12, č. 1, Opava: Slezské zemské muzeum v Opavě, s. 38–40.
- Gába, Z. (1988): Zemědělské terénní tvary pod Králickým Sněžníkem. *Lidé a země*, 37, č. 3, Praha: Mladá fronta, s. 122.
- Gavenda, M. (2006): Nové technologie používané při vystrojování sond na podzemních zásobnících plynu v České republice. *Acta Montanistica Slovaca*, 11, mimoriadne číslo 1, Košice: Technical University of Kosice, s. 41–45.
- Ghazleh, S. A., a kol. (2009): Water input requirements of the rapidly shrinking Dead Sea. *Naturwissenschaften*, vol. 96, n. 5, Heidelberg: Springer Berlin, s. 637–643.
- Godłowski, K. (1970): The Chronology of the Late Roman and Early Migration Periods in Central Europa. *Zeszyty naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace archeologiczne*, zes. 11, Kraków: Uniwersytet Jagielloński, 126 s.
- Golec, M. (2003): Horákovská kultura v těšetickém mikroregionu. Těšetice – Kyjovice VI. Brno: Masarykova univerzita, 413 s.
- Golec, M. (2007): Cesta do podsvětí: Býčí skála. *Živá archeologie-REA*, 8, Hradec Králové: Katedra archeologie FF UHK, s. 39–44.
- Gojda, M. (2000): *Archeologie krajiny: vývoj archetypů kulturní krajiny*. Praha: Academia, 238 s.
- Gottwald, A. (1924): Pravěká sídliště a pohřebiště na Prostějovsku. *Prostějov*: J. F. Buček, 152 s.
- Goudie, A. S. (1995): *The Changing Earth: Rates of geomorphological processes*. Oxford: Blackwell Publishing, 352 s.
- Goudie, A. S. (1997): *The Human Impact Reader: Readings and Case Studies*. Oxford: Blackwell Publishing, 496 s.
- Goudie, A. S. (2000): *The Human Impact on the Natural Environment*. Cambridge: MIT Press, 511 s.
- Goudie, A. S. (2002): *Encyclopedia of Global Change*. Oxford: Oxford University Press, 710 s.
- Goudie, A. S. (2004): *Anthropogeomorphology*. In: Goudie, A. S. (ed.): *Encyclopedia of geomorphology*. I. díl (A-I). London: Routledge, s. 25–27.
- Goudie, A. S. (2005): *The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present, and Future*. Oxford: Wiley-Blackwell, 376 s.
- Goudie, A. S. (2006): Global warming and fluvial geomorphology. In: James, L. A., Marcus, W. A. (eds): *The Human Role in Changing Fluvial Systems*. Proc. 37th Internat. Binghamton Geomorphology Symp. *Geomorphology*, 79, s. 384–394.
- Goudie, A. S. (2008): The history and nature of wind erosion in deserts. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 36, Oxford: University of Oxford, s. 97–119.
- Goudie, A. S., Viles, H. A. (1997): *The Earth Transformed: An Introduction to Human Impacts on the Environment*. Oxford: Wiley-Blackwell, 288 s.
- Goudie, A. S., Kalvoda, J. eds. (2007): *Geomorphological variations*. Praha: Nakladatelství P3K, 407 s.
- Graf, W. L. (2006): Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers. In: James, L. A. and Marcus, W. A. eds.: *The Human Role in Changing Fluvial Systems*. Proc. 37th Internat. Binghamton Geomorphology Symp., *Geomorphology*, 79, s. 336–360.
- Gregory, K. J. (2006): The Human role in changing river channels. In: James, L. A. and Marcus, W. A. eds.: *The Human Role in Changing Fluvial Systems*. Proc. 37th Internat. Binghamton Geomorphology Symp., *Geomorphology*, 79, s. 172–191.
- Grešková, A. (2002): Dynamika a transformácia nivy rieky Moravy študovaná pomocou historických máp a leteckých snímkov. *Geomorphologia Slovaca II*, 2002, č. 2, Bratislava: Asociácia slovenských geomorfologov pri SAV, s. 40–44.
- Hájek, A., a kol. (2000): Matematické modelování poklesů povrchu vlivem dobývání na ložisku Rožná a jejich prognóza. *Uhlí, rudy, geologický průzkum*, 7, Praha: ZSDNP, s. 3–9.
- Hálková-Jahodová, C. (1975): *Brno. Dílo přírody, člověka a dějin*. Brno: Nakladatelství Blok, 190 s.

- Hánek, P. (2007): Tunely, štoly a vytyčování. Úvod a nejstarší historie, Semiramidin tunel, *Zeměměřiči* 14, č. 1, Praha: ČÚZK, s. 10–11.
- Hánek, P., Janžurová, I. (2007): Z historie vytyčovací sítě tunelů. *Acta Montanistica Slovaca*, roč. 12, č. 3, Košice: Technická univerzita Košice, s. 617–623.
- Harčár, J., Novodomec, R. (1990): Geomorfologie okresu Prešov. *Zborník Pedagogickej fakulty v Prešove, Prírodné vedy*, roč. XXIII, zv. 1, Košice: Univerzita P.J. Šafárika v Košiciach, s. 7–30.
- Havlíček, P., Procházka, R. (1991): K vývoji a osídlení údolní nivy Dyje v prostoru slovanského hradiště Pohansko u Nejdku, *Jižní Morava* 27/30, Mikulov: Státní okresní archiv Břeclav, s. 272–280.
- Havrlant, M. (1967a): Dosavadní biogeografický výzkum hald v OKR. *Acta Fakultatis Paedagogicae Ostraviensis*, C-2, Praha: SPN, s. 3–26.
- Havrlant, M. (1967b): Mikroklima haldy dolu Petr Bezruč a její vegetace. *Acta Fakultatis Paedagogicae Ostraviensis*, C-2, Praha: SPN, s. 27–44.
- Havrlant, M. (1967c): Přírodní podmínky a současný stav vegetačního krytu na černouhelných haldách Ostravsko-karvinského revíru. Praha: SPN, 81 s.
- Havrlant, M. (1971): Životní prostředí obyvatel ostravské průmyslové aglomerace. *Sborník k otázkám životního prostředí*. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity, s. 103–128.
- Havrlant, M., Buzek, L. (1976): *Základy geomorfologie a biogeografie*. Praha: SPN, 293 s.
- Havrlant, M. (1979): Antropogenní formy reliéfu a životní prostředí v ostravské průmyslové oblasti. *Spisy Pedagogické fakulty v Ostravě*, sv. 41, Praha: SPN, 153 s.
- Havrlant, M. (1980): Antropogenní formy reliéfu a životní prostředí v ostravské průmyslové oblasti. *Spisy Pedagogické fakulty v Ostravě*, sv. 41, Praha: SPN, 153 s.
- Havrlant, M. (1996): Haldy a poklesy jako antropogenní reliéf v Ostravsko-karvinském revíru. *Geografické rozhledy*, 1996/1997, č. 3, Praha: Academia, s. 78–81.
- Havrlant, M. (1997a): Hornictví a jeho trvalé následky v poddolované karvinské části Ostravské pánve. *Geografie – Sborník ČGS*, 102, 4, Praha: ČGS, s. 279–287.
- Havrlant, M. (1997b): Environmentálně postižené oblasti v ČR. Ostrava: Scholaforum, 28 s.
- Havrlant, M. (1997c): Negativní vlivy důlní činnosti na Karvinsku na přírodním prostředí v období 1960–1995. In: Prášek, J. ed: *Změny geografického prostředí v pohraničních oblastech ostravského a hornoslezského regionu*. Ostrava: Ostravská univerzita, s. 38–43.
- Havrlant, M. (1997d): Vývoj zátěží životního prostředí v ostravské průmyslové oblasti po roce 1990. In: Prášek, J. ed: *Změny geografického prostředí v pohraničních oblastech ostravského a hornoslezského regionu*. Ostrava: Ostravská univerzita, s. 44–50.
- Havrlant, M. (1998): Ekologické zátěže a jejich hodnocení. Ostrava: Ostravská univerzita, 60 s.
- Havrlant, M. (2000): Geomorfologické proměny krajiny v českém pohraničí a jejich dopady na životní prostředí. *Acta Facultatis Naturalium Universitas Ostraviensis, Geographia-Geologia*, 189, 8, Ostrava: Ostravská univerzita, s. 59–77.
- Havrlant, M., a kol. (2004): Soubor map vlivu útlumu hlubinné těžby černého uhlí na krajinu a životní prostředí Ostravska. Brno: Ústav geoiniky Akademie věd České republiky, 115 s.
- Havrlant, M., Buzek, L. (1976): Ochrana a tvorba krajiny v geografickém prostředí. Ostrava: Pedagogická fakulta v Ostravě, 173 s.
- Havrlant, M., Buzek, L. (1985): *Nauka o krajině a péče o životní prostředí*. Praha: SPN, 126 s.
- Hawkes, J. (1976): *The Atlas of Early Man*. London: Dorling Kindersley Limited, 255 s.
- Hejhal, P. (2005): Stav poznání raně středověkých mohyl v severovýchodních Čechách. In: Metlička, M. ed. (2005): *Archeologie doby hradištní v Čechách. Sborník příspěvků z pracovního setkání badatelů zaměřených na výzkum doby hradištní v Čechách*. Plzeň: Západočeské muzeum v Plzni, s. 88–92.
- Heller, J. ed. (2005): *Archeologické objevy. 50 nejvýznamnějších nálezů a vykopávek*. Praha: Slovart, s. r. o., 287 s.
- Hempel, L. (1971): Die Tendenzen anthropogener Reliefumformung in der Ackerländereien Europas. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 15, Berlin, Stuttgart: Gebrüder Borntraeger, s. 315–329.
- Hep, L. (1972): Úkoly geotechniky v hornické oblasti (OKR). *Přírodovědecký sborník k 10. výročí založení Ostravského muzea*, roč. XXV. Ostrava: Ostravské muzeum, s. 39–70.
- Higgitt, D., Lee, E. M. eds. (2001): *Geomorphological Processes and Landscape Change: Britain In The Last 1000 Years*. Oxford: Wiley-Blackwell, 320 s.
- Hlinka, B., Radoměřský, P. (1975): *Peníze – poklady – padělky*. Praha: Orbis, 324 s.
- Hoblík, K., Fastr, P. (1963): *Silniční zákon*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 158 s.
- Holý, M. (1994): *Eroze a životní prostředí*. Praha: Vydavatelství ČVUT, s. 241–274.
- Hooke, J. M. ed. (1998): *Geomorphology in Environmental Planning*. Chichester: John Wiley and Sons, 274 s.
- Hooke, R. LeB. (1994): On the efficacy of humans as geomorphic agents. *GSA Today*, 4, The Geological Society of America, s. 217–225.
- Hooke, R. LeB. (2000): On the history of humans as geomorphic agents. *Geology*, 28, The Geological Society of America, s. 843–846.
- Hošek, A., Sochorec, R. 1984. *Metody pozorování, měření a vyhodnocování režimu plavenin*. *Sborník prací ČHMÚ, svazek 29*. Praha: ČHMÚ, s. 29–46.

- Hradecký, J., Pánek, T. (2004): Geomorphology of the Flysch Carpathians: morphostructural polygenesis and dynamics development of the georelief (on the example of the Western Beskydy Mts., the Czech Republic). In: Drbohlav, D., Kalvoda, J., Voženílek, V., eds.: Czech Geography at the Dawn of the Millenium. Olomouc: Czech Geographic Society, Palacky University, s. 41–68.
- Hradecký, J., Pánek, T., Břízová, E. (2004): Geomorfologie a stáří vybraných svahových deformací Slezských Beskyd a Jablunkovské brázdy. Geografie – Sborník České geografické společnosti, 109, č. 4, Praha: Academia, s. 289–303.
- Hrádek, M. (1978): Antropogenní ovlivnění reliéfu Měřínské kotliny a přilehlých území souhrnnými úpravami a jejich možné důsledky na krajinu. Zprávy Geografického ústavu ČSAV, XV, č. 6–7, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 104–109.
- Hrádek, M. (1981): Geomorfologija i antropogennyje formy reljefa v landsaftě. Studia geographica 67, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 159–164.
- Hrádek, M. (1997): Přímé a nepřímé antropogenní transformace reliéfu vyvolané výstavbou a provozem objektů energetické soustavy Dukovany – Dalešice. Přírodovědný Sborník Západoslováckého muzea v Třebíči, 25, Třebíč: Západoslovácké muzeum, s. 1–67.
- Hrádek, M. (1999): Geomorphological aspects of the flood of July 1997 in the Morava and Oder basins in Moravia, Czech Republic. Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 33, Kraków: Wydawnictwo Polskiej akademii nauk, s. 45–66.
- Hrádek, M. (2004): Floods and Human impacts to braided river patterns in the Western Carpathian Foothill. In: Drbohlav, D., Kalvoda, J., Voženílek, V.: Czech Geography at the dawn of the Millenium. Olomouc: Czech Geographic Society and Palacky University Olomouc, s. 137–149.
- Hrádek, M., Kolečka, J., Švehlík, R. (1995): Natural hazards in the Czech and Slovak Republics. In: Hrádek, M., ed.: Natural Hazards in the Czech Republic. Studia Geographica 98, Brno: Czech Academy of Sciences, Institute of Geonics, Branch Brno, s. 7–56.
- Hrádek, M., Kolečka, J., Švehlík, R. (1997): Czechia and Slovakia. In: Embleton, C., Embleton, Cr., eds.: Geomorphological Hazards. Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Tokyo: Shannon, s. 61–90.
- Hrádek, M., Lacina, J. (2001): Impacts of uranium mining and milling on the landscape in the surrounding of Rožná (Czech Republic). In: Buzek, L., Rzetala (eds.): Man and Landscape, Ostrava-Sosnowiec: Ostrava University, University of Silesia, s. 64–73.
- Hromas, J., a kol. (2002): Podzemí v Čechách, na Moravě, ve Slezsku. Praha: Olympia, 269 s.
- Hronček, P. (2002): Antropogénne formy reliéfu v okrese Velký Krtíš. Banská Bystrica: Rodapress, 94 s.
- Huba, M. (2004): Historické štruktúry krajiny v kontexte súčasnej reality. Životné prostredie, 38, č. 2, Bratislava: Ústav krajinnej ekológie SAV, s. 86–89.
- Huggett, R. J. (2003): Fundamentals of Geomorphology. London, New York: Routledge, 2003, 386 s.
- Hynek, A. (2003): Přírodní a kulturní krajiny České republiky. In: Herber, V. (ed.): Fyzickogeografický sborník 1. Fyzická geografie – vzdělávání, výzkum aplikace. Brno: Masarykova univerzita, s. 36–43.
- Chew, S. C. (2001): World Ecological Degradation: Accumulation, Urbanization and Deforestation 3000 B. C. – A. D. 2000. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers, 216 s.
- Chin, A. (2006): Urban transformation of river landscapes in a global context. In: James, L. A. and Marcus, W. A. eds.: The Human Role in Changing Fluvial Systems. Proc. 37th Internat. Binghamton Geomorphology Symp., Geomorphology, 79, s. 460–487.
- Chorley, R. J. (1962): Geomorphology and general systems theory. Washington: U.S. Geological Survey Professional Paper, 500-B, s. 1–10.
- Chvojka, O., Michálek, J. (2004): Sídelní areály střední doby bronzové u Radčic-Vodňan. Archeologické výzkumy v jižních Čechách. České Budějovice, Strakonice: Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích, muzeum středního Pootaví ve Strakonici, 166 s.
- Ivan, A. (1975): Antropogenní rysy v reliéfu Pavlovských vrchů. Studia geographica 51, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 181–184.
- Ivan, A. (1977): Některé geomorfologické a geologické aspekty výstavby údolních přehrad. Sborník ČSSZ, roč. 82, č. 4, Praha: Academia, s. 321–332.
- Ivan, A. (1979): Příspěvek k problematice antropogenní modelace reliéfu na území města Brna. Zprávy Geografického ústavu ČSAV, 21, č. 3, Brno: geografický ústav ČSAV, s. 31–36.
- Ivan, A. (1986): Antropogenizace reliéfu údolních niv. Sborník prací 12, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 43–44.
- Ivan, A. (1989): Vodní náhony: opomíjené antropogenní tvary reliéfu. Sborník Československé geografické společnosti, 94, 2, Praha: Nakladatelství ČSAV, s. 89–102.
- Ivan, A., Kirchner, K. (1988): Study of Antropogenic Relief Transformations. in the Institute of Geography Main Results, Tasks and Perspective. In: Sborník prací 15 ed. V. Gardavský: The Institute of Geography of the Czechoslovak Academy of Sciences – Miscellany to the 25th Anniversary of the Institute of Geography and 26 the Congress of the I. G. U. Brno: GgÚ ČSAV Brno, s. 35–46.
- Ivan, A., Kirchner, K., Nováček, V. (1992): Anthropogenic Relief Transformations, Research Methods and Environmental Impact. In: Analysis and Synthesis of Geographic Systems. Memorial Volume, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 97–102.
- Ivan, A., Kirchner, K. (1995): Reliéf krajiny a geomorfologické aspekty povrchové těžby nerostných surovin. Nerostné suroviny ve stavebnictví. Sekce N. Hornická Příbram ve vědě a technice. Brno: těžební unie, s. 107–112.

- James, L. A., Marcus, W. A. (2006): The Human role in changing fluvial systems: Retrospect, inventory and prospect. *Geomorphology*, 79, Elsevier, s. 152–171.
- Janeček, M., a kol. (2002): Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: Nakladatelství ISV, s. 154–162.
- Janeček, M., a kol. (2008): Základy erodologie. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 165 s.
- Janda, T., Lidl, V. (2008): Německá průchozí dálnice. I. díl-Severní úsek. Praha: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 58 s.
- Jaskovič, P. (1999): Zahlazování následků hornické činnosti v OKD, a. s. In: Stavby na poddolovaném území v současných podmínkách. Ostrava: Dům techniky Ostrava, s. 8–15.
- Jirásek, J., Vavro, M. (2008): Nerostné suroviny a jejich využití. Ostrava: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, cd rom dostupný na www.vsb.cz
- John, J., Kovář, M. eds. (2006): Opracování kamene. Ústí nad Labem: nakladatelství a vydavatelství Vlasty Králové, 150 s.
- Kaláb, Z., Lednická, M., Kukutsch, R. (2007): Důl Jeroným v historických mapách a schématech. Sborník Hornická Příbram ve vědě a technice 2007, CDrom.
- Kalvoda, J. (1996): The geodynamic of landforms hazard processes. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica* 2, Praha: Univerzita Karlova v Praze, s. 7–32.
- Kilianová, H. (2001): Hodnocení změn lesních geobiocenóz v nivě řeky Moravy v průběhu 19. a 20. století. Disertační práce. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 118 s.
- Kilianová, H. (2004): Změny říční krajiny města Olomouce v průběhu 2. tisíciletí. In: Měkotová, J., Štěrbá, O. eds.: Říční krajina. Sborník příspěvků z konference Olomouc, Olomouc: UP, s. 120–130.
- Kirchner, K. (1980): Geomorfologické poměry západní části Chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy. Disertační práce. Brno: Geografický ústav ČSAV, 161 s.
- Kirchner, K. (1981): Vliv hospodářské činnosti na reliéf a možnosti jeho ochrany v CHKO Žďárské vrchy. *Památky a příroda*, roč. 6, 1981, č. 8, Praha: Státní ústav památkové péče a ochrany přírody, s. 501–504.
- Kirchner, K. (1986): K možnostem hodnocení antropogenních transformací reliéfu. *Sborník prací* 12, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 61–63.
- Kirchner, K. (1988): Antropogenní reliéf a jeho hodnocení. *Sborník prací*, 18, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 43–50.
- Kirchner, K. (2005): Impact of the mining activity on landscape of the Dubňany town and its surroundings (southern Moravia). In: Szabó, J., Morkunaite, R. eds.: *Landscapes – Nature and Man*, Debrecen, Vilnius: University of Debrecen, Lithuanian Institute of Geology and Geography, s. 81–88.
- Kirchner, K., Demek, J., Škorpík, M. (2008): Relief and landscape-ecological units in the Podyjí National Park (Czech Republic). In Boltziar, M. (Ed.): *Implementation of Landscape Ecology in New and Changing Conditions*. Proceedings of the 14th International Symposium on Problems of Landscape Ecological Research, 4–7 October 2006, Stará Lesná, High Tatras Mts., Bratislava: Institute of Landscape Ecology of the Slovak Academy of Science, s. 171–174.
- Kirchner, K., Hrádek, M. (2004): Typy reliéfu Ostravska. *Dokumenta Geonica* 2004, Soubor map vlivu útlumu hlubinné těžby černého uhlí na krajinu a životní prostředí Ostravska. Pstrava: ÚGN AV ČR, s. 29–37.
- Kirchner, K., Hrádek, M., Ivan, A., Máčka, Z., Krejčí, M. (2000): Geomorfologický výzkum ramen řeky Moravy v NPR Vrapač a okolí. Mokřady 2000 – Sborník z konference uspořádané 13.–15. 9. 2000 v Olomouci při příležitosti 10. výročí vzniku CHKO Litovelské Pomoraví, Olomouc: Správa CHKO Litovelské Pomoraví, s. 46–71.
- Kirchner, K., Ivan, A. (1999a): Anastomózní říční systém v CHKO Litovelské Pomoraví. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1998*, VI, Brno: Masarykova univerzita v Brně, s. 19–20.
- Kirchner, K., Ivan, A. (1999b): Reliéf Národního parku Podyjí. *Pseudokrasový sborník*, 1, Praha: ČSS, s. 6–11.
- Kirchner, K., Krejčí, O. (2002): Slope deformations and their significance for relief development in the middle part of Outer Western Carpathians in Moravia. *Moravian Geographical Reports*, Vol. 10/2002, no. 2, Brno: Ústav geoniky AV ČR, s. p. 10–19.
- Kirchner, K., Krejčí, O. (2005): Slope deformations – an important geomorphological phenomenon of the Outer Western Carpathians. *Geographia, Studia et Dissertationes*, 27, Katowice: University of Silesia, s. 25–38.
- Kirchner, K., Krejčí, O., Máčka, Z. (2001): Geomorfologické aspekty výrazných svahových deformací na východní Moravě. *Geomorfologia Slovaca*, roč. 1, č. 1, Bratislava: Slovenská asociácia geomorfologů pri SAV, s. 78–83.
- Kirchner, K., Loučková, J., Plachý, S. (1986): Reliéf a jeho antropogenní transformace. In: Příbyl, J. ed.: *Fyzicko-geografické hodnocení krajiny Teplicka*. *Geografie – teorie – výzkum - praxe*, sv. 4, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 19–43.
- Kirchner, K., Petrlík, J. (1987): K poznání antropogenních transformací reliéfu Českého středohoří. *Zprávy Geografického ústavu ČSAV*, roč. 24, č. 4, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 3–17.
- Kirchner, K., Plachý, S. (1985): Antropogenní transformace reliéfu Teplicka a jejich hodnocení. *Zprávy Geografického ústavu ČSAV*, 22, č. 4, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 41–59.
- Kirchner, K., Roštínský, P. (2007a): Geomorfologie a výzkum svahových deformací ve Vnějších Západních Karpatech. *Documenta geonica* 2007, č. 2, Ostrava: Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., s. 119–124.
- Kirchner, K., Roštínský, P. (2007b): Geomorfologická inventarizace vybraných skalních útvarů v centrální části CHKO Žďárské vrchy. *Sborník Prací Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity, Geografie, Geologie*, 237, č. 10, Ostrava: Ostravská univerzita, s. 48–64.
- Kirchner, K., Roštínský, P., Máčka, Z. (2008): Svahové deformace v Bílých Karpatech v oblasti Velké Javořiny a Velkého Lopeníku. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2007*, roč. 15, Praha: Česká geologická služba, s. 95–97.

- Kirchner, K., Vašátko, J. (1984): K poznání antropogenních změn krajiny Krušných hor a možnostem její ochrany. In: Vahala, V. ed.: Sborník referátů k XVI. sjezdu ČSGS v Čelákovících ve dnech 2.–6. 7. 1984. Sborník prací 6, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 314–321.
- Klanica, Z. (2007): Tajemství hrobu moravského arcibiskupa Metoděje. Praha: Futura Praha, 116 s.
- Kliment Z., Langhammer J., Jurčák P. (2003): Dynamika plošného odnosu látek z povodí v geograficky odlišných podmínkách České republiky. ZZ grantu GAUK178/2000/B-GEO/PfF, Praha: Univerzita Karlova v Praze, 98 s.
- Kliment, Z., Neumannová, R. (1993): The Analysis of the Suspended and Dissolved Load in the Berounka River Catchment Area. AUC Geografica, 1993, č. 2. Praha: UK v Praze, s. 111–131.
- Klimeš, J. (2002): Analýza faktorů podmiňujících vznik sesuvů na okrese Vsetín. Geografie – Sborník České geografické společnosti, 107, č. 1, Praha: Academia, s. 40–49.
- Konečný, M. (1980): Antropogenic geomorphology: Questions, Problems, Tasks. Sborník ČSSZ, 85, č. 1, Praha: Academia, s. 21–28.
- Konečný, M. (1983): Antropogenní transformace reliéfu: kartografické a matematicko-kartografické modely. Folia Geographica, XXIV, 10, Brno: UJEP, 146 s.
- Kovárník, J. (1997): K významu pravěkých kruhových příkopů. Brno: Moravskoslezský archeologický klub, 108 s.
- Krajník, S., Pospíšil, Z. (1985): Kladensko: historie a současnost. Praha: Středočeské nakladatelství, 232 s.
- Kratochvíl, F. (1952): O horninách a o rudním výskytu u Pláničky vjv. od Klatov, Sborník ÚÚG 19, Praha: Státní geologický ústav, s. 311–320.
- Krejčí, O., Bíl, M., Jurová, Z., Rybář J. (2002): Slope instability hazard evaluation in the Flysch Western Carpathians (Czech Republic). In: McInnes, R. G., Jakeways, J. eds.: Instability Planning and Management. London: Thomas Telford Publishing, s. 305–312.
- Knighton A. D., Nanson G. C. (1993): Anastomosis and the continuum of channel pattern. Earth Surface Processes and Landforms, 18, s. 613–625.
- Kolejka, J. (2007): Metody studia změn krajiny. Miscellanea Geographica, Universitatis Bohemiae Occidentalis, 13, Plzeň: Západočeská univerzita, s. 75–90.
- Košťurík, P. (2007): Eneolitické osídlení Hradiska u Kramolína ve středoevropských souvislostech. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 310 s.
- Kotlov, F. V. (1962): Izmenenie prirodnych uslovii territorii Moskvy pod vliyaniem dejatel'nosti cheloveka i ich inzhenerno-geologicheskoe znachenie Moskva: Akademia Nauk SSSR, 263 s.
- Kotlov, F. V. (1978): Izmenenie geologicheskoi sredy pod vliyaniem deyatel'nosti cheloveka. Moskva: Nedra, 263 s.
- Koukalová, V. (2009): Vodoprávní předpisy. Praha: Vydavatelství ČVUT, 162 s.
- Kovanda, J., a kol. (2001): Neživá příroda Prahy a jejího okolí. Praha: Academia, Český geologický ústav, 215 s.
- Kowalski, A. (1999): Využitelnost terénu pro zástavbu s ohledem na účinky ukončeného dobývání na příkladu likvidovaných dolů ve Walbrzychu. In: Stavby na poddolovaném území v současných podmínkách. Ostrava: Dům techniky Ostrava, s. 31–43.
- Kozlovsky, Y. A. ed. (1987): The Superdeep Well of the Kola Peninsula. Berlin: Springer Verlag, 558 s.
- Krejčířová, J. ed. (2007): Vodovody a kanalizace ČR. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 40 s.
- Kruglová, G. Vaněk, J. (1989): Problematika antropogenní zátěže krajiny Severočeského kraje. Sborník ČGS, č. roč. 94, č. 1, Praha: Akademia, s. 19–30.
- Kubíček, P. (1993): Geomorphological analysis of the region of the middle part of the Rokytná River valley and its surroundings. Scripta, Facultas Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, vol. 23/1993, Brno: Masarykova univerzita v Brně, s. 55–68.
- Kuča, K. (2000): Brno: vývoj města, předměstí a připojených ulic. Brno: Baset, 644 s.
- Kuča, M., Kazdová, E., Přichystal, A. (2005): Sídliště staršího stupně kultury s moravskou malovanou keramikou v Brně-Žebětíně. Poznámky k fázi Ib kultury s MMK v brněnské kotlině. Pravěk NŘ 13/2003, s. 37–89.
- Kuča, M., Vokáč, M. (2008): Exploitation of rocks from the Brno Massif for polished stone industry, South Moravia (Czech Republic). In: A. Přichystal, L. Krmíček, M. Halavínová eds.: Petroarchaeology in the Czech Republic and Poland at the beginning of the 21st century. Brno: Ústav geologických věd, Moravské zemské muzeum, s. 95–109.
- Kuchovský, Říčka, Červenková (2006): Vliv štěrkoven na režim podzemních vod na příkladu DP Mohelnice. In: Sborník Těžba a životní prostředí ve střední Evropě. Brno: Těžební unie, s. 201–209.
- Kukal, Z. (1983): Přírodní katastrofy. Praha: Horizont Praha, 264 s.
- Kukal, Z., Reichmann, F. (2000): Horninové prostředí České republiky, jeho stav a ochrana. Praha: Český geologický ústav, 189 s.
- Kuna, M., a kol. (2004): Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha: Academia, 555 s.
- Kupka, R., Frolich, H., Dulias, R. (2008): Zmiany rzezby na obszarze górnicznym zlikwidowanej kopalni „Katowice-Kleofas“. Informacja ogólna. Kształtowanie srodowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych 39, Katowice-Sosnowiec: Uniwersytet Slaski, s. 45–57.
- Kurial, K. ed. (2006): Dobývání uhlí na Kladensku: historie kladensko-slánsko-rakovnické pánve. Ostrava: Kartis: OKD, 751 s.
- Kuthan, J. (1994): Česká architektura v době posledních Přemyslovců: Města, hrady, kláštery, kostely. Vimperk: TINA, 582 s.
- Kužvart, M. (1999): Nerostné suroviny: Situace v postindustriálním období globalizovaného světa. Vesmír, 78, č. 3, Praha: Academia, s. 153–157.

- Květ, R. (1997): Staré stezky v České republice. Brno: Moravské zemské muzeum Brno, 55 s.
- Květ, R. (2002): O úseku Jantarové stezky od soutoku Moravy s Dyjí po křižovatku u Mikulčic. Jižní Morava – vlastivědný sborník, roč. 38, sv. 41, Brno: Muzejní a vlastivědná společnost, s. 205–209.
- Květ, R. (2003): Duše krajiny: Staré stezky v proměnách věků. Praha: Academia, 195 s.
- Kyselka, I. (2006): Drobné prvky a historické struktury venkovské krajiny – funkce, ochrana a možnosti obnovy. In: Venkovská krajina: sborník příspěvků z mezinárodní mezioborové konference 12.–14. května 2006, Slavičín a Hostětín. Brno: ZO ČSOP Veronica, s. 122–125.
- Lacina, J. (1997): Typy současné krajiny a hodnocení jejich ekologických a estetických kvalit na příkladu části Beskyd. In: Beskydy – krajinná dominanta ostravsko-karvinské aglomerace. Sborník prací z 5. konference Nadace Beskydy, Ostrava: Nadace Beskydy, s. 7–21.
- Lacina, J. (2006): Functional differentiation of landscapes in the area of deep coal mining downsizing in the Ostrava region. Moravian Geographical Reports, vol. 14, 2, Ostrava: Ústav geomony AV ČR, s. 3–15.
- Lacina, J., Cetkovský, S., Halas, P. (2007): Vliv těžby a úpravy uranových rud v okolí Dolní Rožínky na biodiverzitu a ráz krajiny. In: Grohmanová, L. ed.: Těžba nerostných surovin a ochrana přírody, Sborník ekologie krajiny 4, Brno: Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce, s. r. o., s. 21–31.
- Lacina, J., Kirchner, K., Kallabová, E. (2007): Fyzickogeografická typizace malých měst Moravy a Slezska. In: Herber, V. ed.: Fyzickogeografický sborník 5, Fyzická geografie – výzkum, vzdělávání, aplikace. Brno: Masarykova univerzita, s. 69–73.
- Lacika, J. (1996): Antropogenní transformace reliéfu v oblasti vodního díla Gabčíkovo na jihovýchodním Slovensku. Moravian Geographical reports, vol. 4, n. 2, Brno: Ústav geoiniky AV ČR, v. v. i., s. 12–18.
- Lacika, J. (1997): Geomorfológia. Zvolen: Technická Univerzita vo Zvolene, 172 s.
- Lála, P., Vítek, A. (1982): Malá encyklopedie kosmonautiky. Praha: Mladá fronta, 391 s.
- Lang, T., Řehoř, M., Žižka, V. (2006): Využití erozního modelu při rekultivaci a sanaci území postižených těžbou. Zpravodaj Hnědé uhlí, č. 1, Most: VÚHU, s. 28–37.
- Langhammer, J. ed. (2007): Změny v krajině a povodňové riziko. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 251 s.
- Leser, H. (2003): Geomorphologie. Das Geographische Seminar. 8. vydání, Braunschweig: Westermann, 424 s.
- Létal, A. (2004): Tvorba digitálních geomorfologických map v praxi. Aktivity v kartografii 2004. Bratislava: UK v Bratislavě, s. 78–86.
- Leznowa, I. N., Snytko, W. A., Szczypek, T. (2001): Rzeźba antropogeniczna na obszarze Czeremchowskiego Zagłębia węglowego (Wschodnia Syberia). Geomorfologia Slovaca, 2001, č. 1, Bratislava: Asociația slovenských geomorfologov pri SAV, s. 9–14.
- Lídl, V., Janda, T. (2008): Stavby, kterým doba nepřála. Praha: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 122 s.
- Linhart, J. (1954): Abrasní činnost na Kníničské přehradě. Sborník ČSSZ, sv. 59, č. 4, Praha: Academia, s. 185–196.
- Lipský, Z. (1999): Sledování změn v kulturní krajině. Kostelec nad Černými lesy, Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická práce, 71 s.
- Lipský, Z. (2004): Typy evropské krajiny. Životné prostredie, 38, č. 3, Bratislava: Ústav krajinné ekologie SAV, s. 135–141.
- Litera, B. ed. (2003): Ruské produktovody a střední Evropa. Praha: Eurolex Bohemia, s. r. o., 241 s.
- Lobotka, V. (1955): Terasové polia na Slovensku. Poľnohospodárstvo, 2, č. 6, Bratislava: Vydavateľstvo NOI, s. 539–549.
- Lóczy, D. (2006): The human impact on the natural environment. Progress in Physical Geography, 30, s. 699–700.
- Londoño, A. C. (2008): Pattern and rate of erosion inferred from Inca agricultural terraces in arid southern Peru. Geomorphology, vol. 53, Issues 1–2, s. 1–9.
- Loučková, J. (1969): K problematice antropogenních tvarů. Sborník ČSSZ, 74, 1969, č. 3, Praha: Academia, s. 186–194.
- Loučková, J. (1974): Antropogenní tvary jako součást životního prostředí v SHR. Sborník ČSSZ, sv. 79, č. 3, Praha: Academia, s. 173–181.
- Loučková, J. (1981): Metody hodnocení antropogenních změn reliéfu. Sborník ČSGS sv. 86, č. 3, Praha: Academia, s. 166–171.
- Ložek, V. (1973): Příroda ve čtvrtohorách. Praha: Academia, 372 s.
- Ložek, V. (2007): Zrcadlo minulosti: česká a slovenská krajina v kvartéru. Praha: Dokořán, 198 s.
- Löw, J., et al. (1995): Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability. Brno: Doplněk, 122 s.
- Löw, J., Míchal, I. (2003): Krajinový ráz. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. r. o., 552 s.
- Lukáč, M., Bednářová, E. (2006): Navrhovanie a prevádzka vodných stavieb. Sypané priehrady a hrádze. Bratislava: Jaga group, s. r. o., 184 s.
- Máčka, Z., Kirchner, K., Hrádek, M., Ivan, A. (2000): K poznání charakteru říční sítě v CHKO Litovelské Pomoraví. In: Prášek, J. ed.: Současný stav geomorfologických výzkumů. Sborník referátů z mezinárodního semináře, konaného ve dnech 13.–14. dubna 2000 v Nýdku, Ostrava: Ostravská univerzita, s. 19–21.
- Máčka, Z., Krejčí, L. (2006): Prognóza geomorfologického vývoje řeky Moravy v úseku od jezu Hynkov po kenickou lávku. Praha: AOPK ČR, 62 s.
- Makarius, R. ed. (1993): Hornická ročenka 1992. Ostrava: Český báňský úřad a zaměstnavatelský svaz důlního a naftového průmyslu, Společenstvo těžařů ČR, Montanex, s. r. o., 229 s.
- Makarius, R. ed. (1994): Hornická ročenka 1993. Ostrava: Český báňský úřad a zaměstnavatelský svaz důlního a naftového průmyslu, Společenstvo těžařů ČR, Montanex, s. r. o., 192 s.

- Makarius, R. ed. (2007): Hornická ročenka 2006. Ostrava: Český báňský úřad a zaměstnavatelský svaz důlního a naftového průmyslu, Společenstvo těžařů ČR, Montanex, s. r. o., 296 s.
- Makarius, R. ed. (2009): Hornická ročenka 2008. Ostrava: Český báňský úřad a zaměstnavatelský svaz důlního a naftového průmyslu, Společenstvo těžařů ČR, Montanex, s. r. o., 320 s.
- Mallory, J. P. (1989): In Search of the Indo-Europeans: Language, Archaeology and Myth. London: Thames & Hudson, 288 s.
- Maníček, J. (2003): Mapa ovlivnění vodních toků a vodních ploch dobýváním černého uhlí v české části hornoslezské pánve se zákresem záplav povodně v roce 1997. In: Martinec, P., a kol.: Atlas map vlivu útlumu hlubinné těžby černého uhlí v české části hornoslezské pánve na povrch a životní prostředí. Documenta Geonica, Ostrava: Ústav Geoniky AV ČR, Milan Čermák Publishers, s. 63–79.
- Mareš, J. (1976): Vývoj rozmístění československého průmyslu. Tabulky a mapy. Díl II. Tabulky (separát). Brno: Geografický ústav ČSAV, 15 s.
- Mareš, J. (1980): Historical changes in the location of the Czechoslovak industry. Historická geografie, 19, Praha: ČSAV, s. 305–320.
- Mareš, J. (1988): Industrializace Československa – její klady a zápory. Geografie, Sborník Československé geografické společnosti, 93, č. 3, Praha: Academia, s. 183–198.
- Marešová, K. (1966): Žárové hroby z doby římské z Hrubčic (okr. Prostějov). Sborník prací FF Brněnské univerzity, E, 11, Brno: UJEP, s. 43–50.
- Marsh, G. P. (1864): Man and nature: Physical geography as modified by human action. New York: Charles Scribner, 594 s.
- Martinec, P., a kol. (2003): Atlas map vlivu útlumu hlubinné těžby černého uhlí v české části hornoslezské pánve na povrch a životní prostředí. Documenta Geonica, Ostrava: Ústav Geoniky AV ČR, Milan Čermák Publishers, 109 s.
- Martinec, P., a kol. (2005): Atlas uhlí české části Hornoslezské pánve. Ostrava: Anagram, s. r. o., 64 s.
- Martinec, P., a kol. (2006): Vliv ukončení hlubinné těžby uhlí na životní prostředí. Ostrava: ÚGN AV ČR v nakl. Anagram, 128 s.
- Matoušková, M. (2004): Antropogenní transformace říční sítě. In.: Měkotová, J., Štěrba, O. eds.: Říční krajina se zaměřením na problematiku řek a okolní krajiny. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 318 s.
- Menclová, D. (1976a): České hrady. I. díl. Praha: Odeon, 450 s.
- Menclová, D. (1976b): České hrady. II. díl. Praha: Odeon, 559 s.
- Metlička, M. ed. (2005): Archeologie doby hradištní v Čechách. Sborník příspěvků z pracovního setkání badatelů zaměřených na výzkum doby hradištní v Čechách. Plzeň: Západočeské muzeum v Plzni, 279 s.
- Michaeli, E. (2001): Georeliéf Hornádskej kotliny. Geografické práce, roč. IX, č. 2, Prešov: Prešovská univerzita, 153 s.
- Migoń, P., Hrádek, M., Parzóch, K. (2002): Extrémné events in the Sudetes Mountains, their long-term geomorphic impact and possible controlling factors. Studia geomorphologica Carpatho-Balcanica vol. XXXVI, Krakow: Univerzitet Jagielonski, s. 29–49.
- Mikulík, O. ed. (2004): Soubor map vlivu útlumu hlubinné těžby černého uhlí na krajinu a životní prostředí Ostravska. Brno: Ústav Geoniky AV ČR, 115 s.
- Milkov, F. N. (1974): Antropogennyye Landshafty: Struktura, Metody I Prikladnye Aspekty Izucheniia Mezhvuzovskii Sbornik Naučnykh Trudov, Voronež: Voronežskij universitet, 141 s.
- Minár, J. (1998): K niektorým problémom geomorfologického mapovania. Geografický časopis, r. 50, č. 3–4, Bratislava: SAV Bratislava, s. 247–259.
- Minár, J. (2002): Prejavy katastrofických geomorfologických procesov v reliéfe Devínskej Kobyly. Geomorphologia Slovaca II, 2002, č. 2, Bratislava: Asociácia slovenských geomorfologov pri SAV, s. 16–22.
- Minár, J., Mentlík, P. (2007): GIS jako všeobecný a specifický nástroj geografického výzkumu. Miscellanea Geographica, Universitatis Bohemiae Occidentalis, 13, Plzeň: Západočeská univerzita, s. 47–52.
- Montgomery, D. R. (2007): The Erosion of Civilizations. Los Angeles: University of California Press, 285 s.
- Morávek, P., a kol. (1992): Zlato v Českém masivu. Praha: Vydavatelství ČGÚ, 203 s.
- Moučková, P. ed. (2006): Těžba a její dopady na životní prostředí. Sborník konference 21.-23.3.2006, Lísek, Bystřice nad Pernštejnem, Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s r. o., 97 s.
- Mužík, F. (2004): Antropogenní tvary reliéfu v jv. části geomorfologického okrsku Královský hvozď. In: Vilímeček, V., Křížek, M., Engel, Z. (eds.): Geomorfologický sborník 3: stav geomorfologických výzkumů v roce 2004. Sborník prací z mezinárodního semináře 26.-28. 4. 2005 v Peci pod Sněžkou. Praha: UK v Praze, s. 49–50.
- Nanson G. C., Knighton A. D. (1996): Anabranching rivers: their cause, character and classification. Earth surface processes and landforms 21, s. 217–239
- Nemčok, A., Pašek, J., Rybář, J. (1974): Dělení svahových pohybů. Sborník Geol. věd., Ř. HIG, 11, Praha: Český geologický ústav, s. 77–97.
- Neset, K. (1984): Vlivy poddolování. Praha: SNTL, 344 s.
- Neústupný, E. (2007): Metoda archeologie. Plzeň: Aleš Čeněk, s. r. o., 206 s.
- Nir, D. (1983): Man, a geomorphological agent. Jerusalem, Boston, London: Keter Publishing House, 165 s.
- Nováček, V. (1982): Vliv lidské společnosti na reliéf v severozápadním okolí Brna. Sborník ČSGS, sv. 87, č. 2, Praha: Academia, s. 166–170.

- Nováček, V. (1983): Kamenolomy, hlinišťe a pískovny v SZ okolí Brna. Sborník prací 1, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 215–228.
- Novák, J. (1988): Měkké dolování zlata na řece Opavě, Studie z dějin hornictví, 20, Praha: Národní technické muzeum, s. 37–55.
- Novák, J., Sedlák, V. (2004): K problematice určení mezního úhlu vlivu dobývání v poklesové kotlině. Acta Montanistica Slovaca, roč. 9, č. 2, Košice: Technická univerzita Košice, s. 85–89.
- Nováková, J., Pečírka, J. (1959): Antika v dokumentech, Praha: Státní nakladatelství politické literatury, 441 s.
- Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., Sombroek, W. G. (1991): World map on the status of human-induced soil degradation: an explanatory note. International Soil Reference and Information Centre, 41 s.
- Oliva, M. (1999): Pravěká těžba silicitu ve střední Evropě. Pravěk, NŘ 8 (1998), Brno: Archeologický ústav, s. 3–83.
- Oliva, M. (2004): Výzkum pravěké těžby rohovce v Krumlovském lese. Acta Musei Moraviae, Scientiae sociales, XC, Brno: Moravské zemské muzeum, s. 161–185.
- Oliva, M., Neruda, P., Přichystal, A. (1999): Paradoxy těžby a distribuce rohovce z Krumlovského lesa. Památky archeologické, 90, Praha: Academia, s. 229–318.
- Opravil E. (1983): Údolní niva v době hradištní. Stud. Archeol. Úst. ČSAV v Brně, 11/2, Brno: Archeologický ústav ČSAV, s. 1–79.
- Opravil E. (1992): Rekonstrukce životního prostředí. XXI. Mikulovské sympozium 1991, Brno: Archeologický ústav ČSAV, expozitura Opava, s. 249–261.
- Panizza, M. (1992): Geomorfologia. Bologna: Pitagora, 397 s.
- Panizza, M. (1996): Environmental Geomorphology (Developments in Earth Surface Processes). Amsterdam: Elsevier, 284 s.
- Panoš, V. (2001): Karsologická a speleologická terminologie. Žilina: Knížné centrum, 352 s.
- Panoš, V., Pučálka, R. (1989): Posouzení krasově hydrogeologických poměrů okolí grafitového dolu Bližná. Brno: Geografický ústav ČSAV, 22 s.
- Panoš, V., Pučálka, R. (1990): Těžba grafitu a kras v Českokrumlovské vrchovině. Sborník Československé geografické společnosti, 95, č. 1, Praha: Academia, s. 1–12.
- Parise, M., Gunn, J. eds. (2008): Natural & anthropogenic hazards in karst areas: Recognition, Analysis, Mitigation, New York: GSL Publishing, 202 s.
- Pašek, J., Matula, M., a kol. (1995a): Inženýrská geologie I. Praha: Česká Matice Technická, 347 s.
- Pašek, J., Matula, M., a kol. (1995b): Inženýrská geologie II. Praha: Česká Matice Technická, 610 s.
- Patera, A., Nacházel, K., Fošumpaur, P. (2002): Nádrže a vodohospodářské soustavy 10. Praha: Vydavatelství ČVUT, 217 s.
- Pečírka, J. (1979): Dějiny pravěku a starověku I, Praha: SPN, 607 s.
- Pécsi, M. ed. (1985): Environmental and Dynamic Geomorphology. Studies in Geography in Hungary, 17, Budapest: Akadémiai Kiadó, 220 s.
- Pécsi, M. (1986): Environmental geomorphology in Hungary. In: Pécsi, M., Lóczy, D. eds.: Physical geography and geomorphology in Hungary. Budapest: Geographical Research Institute, Hungarian Academy of Sciences, s. 117–122.
- Pécsi, M., Kordos, L. (1987): Holocene environment in Hungary. Budapest: Geographical research institute Hungarian academy of science, 150 s.
- Pelka-Gosciniak, J. (2007): Procesy eoliczne a starych i nowych obszarach uprzemyslowionych Wyzyny Slaskiej. Acta Geographica Silesiana 1, Sosnowiec: Uniwersitet Slaski, s. 41–44.
- Peškař, J., Tejral, J. (1990): Bohatý knížecí hrob z doby římské u Mušova, AR XLII, s. 548–563.
- Petránek, J. ed. (1983a): Encyklopedický slovník geologických věd I. Praha: Academia, 920 s.
- Petránek, J. ed. (1983b): Encyklopedický slovník geologických věd II. Praha: Academia, 852 s.
- Petrová, A., Kirchner, K., Andrejkovič, T., Hofírková, S., Ivan, A. (2001): Vliv hospodářské činnosti na reliéf a krajinu ve východní části Národního parku Podyjí. In: Létal, A., Szczyrba, Z., Vysoudil, M.: Česká geografie v období informačních technologií. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 196–202.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E., Siever, R. (1987): Sand and sandstone. New York: Springer-Verlag, 527 s.
- Píč, J. L. (1903): Starožitnosti země České. II. Čechy na úsvitě dějin. 2. Hradiště u Stradonic jako historické Marobudum. Praha: vlastním nákladem, 74 s.
- Plachý, S. (1984): Sledování průvodních projevů povrchové těžby prostředky DPZ. Zprávy Geografického ústavu ČSAV 21, č. 3, Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 37–47.
- Plachý, S. (1995): Podzemní uskladňování plynu. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 145 s.
- Plášek, O., a kol. (2004): Železniční stavby. Brno: CERM, 291 s.
- Pleiner, R., Rybová, A. eds. (1978): Pravěké dějiny Čech. Praha: Academia, 870 s.
- Podborský, V. (2006): Dějiny pravěku a rané doby dějinné. Brno: Masarykova univerzita, 325 s.
- Podborský, V., a kol. (1993): Pravěké dějiny Moravy. Vlastivěda moravská. Země a lid. Sv. 3. MVS Brno, 543 s.
- Podborský, V., a kol. (2005): Pravěk mikroregionu potoka Těšetický/Únanovky. K problematice pravěkých sociálních struktur. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 262 s.
- Podborský, V. (2006): Dějiny pravěku a rané doby dějinné. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 325 s.
- Podhrázká, J., a kol. (2008): Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., 24 s.

- Potter, P. E. (1974): Sedimentology: Past, present and future. Die Naturwissenschaften, Volume 61, Issue 11, Berlin, Heidelberg: Springer s. 461–467.
- Procházka, R., Kohoutek, J., Peška, J. (2007): Přerov horní náměstí. Od pravěkého hradiska ke středověkému městu. Archeologické památky střední Moravy, 15, Olomouc: Archeologické centrum Olomouc, 75 s.
- Příbýl, V. (1995): Testing selected methods of geomorphological analysis when studying dynamics of relief-building processes. Acta Universitatis Carolinae. Geographica, Praha: Univerzita Karlova v Praze, s. 57–78.
- Přichystal, A. (2000a): Stone raw materials of the Neolithic-Aeneolithic polished artefacts in the Czech republic: The present state of knowledge. In: Contributions to the Geology and Petrology of Crystalline Complexes. Krystalinikum, 26, Brno: Moravské zemské muzeum, s. 119–136.
- Přichystal, A. (2000b): Neolitické-eneolitické broušené artefakty v České republice z hlediska kamenných surovin. Pravěk NŘ, 10, Brno: Moravské zemské muzeum, s. 41–70.
- Přichystal, A. (2001): Pravěké hornictví na území České republiky. Sborník „Ve službách archeologie II“, Brno: Moravské zemské muzeum Brno, s. 167–171.
- Přichystal, A. (2002): Zdroje kamenných surovin. In Paleolit Moravy a Slezska. 2. aktualizované vydání, Brno: Archeologický ústav AV ČR, s. 68–83.
- Přichystal, A. (2004): Česká naleziště surovin na výrobu kamenných štípených artefaktů v pravěku. Památky archeologické, XCV, Praha: Archeologický ústav AV ČR, s. 5–30.
- Přichystal, A. (2007): Pravěké doly na rohovec byly i u Olomoučan. Rovnost – blanenský deník, č.280, Týden u nás, roč. 17, č. 50, s. 5.
- Přichystal, A., Poborský, V. (2000): Hodnocení Wankelova nálezu v Býčí skále na konci 20. století. Universitas č. 2, 2000, Brno: Masarykova univerzita v Brně, s. 24–32.
- Přichystal, A., Náplava, M. (1995): Záhada Býčí skály aneb jeskyně plná otazníků. Třebíč: Amaprint Třebíč, 176 s.
- Rathjens, C. (1979): Die Formung der Erdoberfläche unter dem Einfluss des Menschen: Grundzüge der anthropogenetischen Geomorphologie. Stuttgart: Teubner Verlag, 160 s.
- Riezner, J. (2007): Agrární formy reliéfu a jejich vegetace v kulturní krajině Jesenicka. Disertační práce, Brno: Masarykova univerzita v Brně, 170 s.
- Rozložník, L., Havelka, J., Čech, F., Zorkovský, V. (1987): Ložiská nerastných surovin a ich vyhľadavanie. Bratislava: Alfa, 693 s.
- Rozsypal, A. (2001): Kontrolní sledování a rizika v geotechnice, Bratislava: Jaga media, 220 s.
- Rubín, J., Balatka, B., a kol. (1986): Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Praha: Academia, 385 s.
- Rybová, A., Drda, P. (1994): Hradiště by Stradonice: Rebirth of a Celtic Oppidum. Praha: Institute of Archaeology, Czech Academy of Sciences, 152 s.
- Rybová, A., Drda, P. (1998): Keltové a Čechy. Praha: Academia, 196 s.
- Řehoř, M., Ondráček, V., Lang, T. (2007): Pokusné plochy na výsypkových lokalitách severočeské pánve – dílčí výsledky výzkumu. Uhlí, rudy, geologický průzkum, č. 2, Praha: ZSDNP, s. 14–18.
- Říha, J., a kol. (2008): Úvod do rizikové analýzy přehrad. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 355 s.
- Sádlo, J., Tichý, L. (2002): Sanace a rekultivace po důlní těžbě. Tržné rány v krajině a jak je léčit. Brno: ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády, 35 s.
- Sádlo, J., Pokorný, P., Hájek, P., Dreslerová, D., Cílek, V. (2005): Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny Českých zemí. Praha: Malá skála, 247 s.
- Sadowski, J., Suchanek, P. (2002): Fortyfikacje Węgierskiej Górki. Węgierska Górka: Interfon, 175 s.
- Salaš, M., Šabatová, K. eds. (2007): Doba popelnicových polí a doba halštatská. Příspěvky z IX. konference, Bučovice, Brno: Masarykova univerzita v Brně, 330 s.
- Sedlák, P., Bár, R., Smolová, I. (2004): Detekce těžebních tvarů reliéfu v okolí Žulové a Vápenné pomocí DPZ. Sborník referátů konference GIS Seč 2004 GIS ve veřejné správě, Litomyšl: Invence, CD-rom.
- Sekula, F., Lazar, T., Bauer, V., Szentirmai, Z. (2007): Die Trends und neue Ansichten bei der radioaktive Abfallentlagerung in der Erdkruste. Acta Montanistica Slovaca. r. 12, č. 1, Košice: Technical University of Kosice, s.
- Shaler, N. S. (1905): Man and the Earth. New York: Duffield & Co, 240 s.
- Sherlock, R. J. (1923): The Influence of Man as an Agent in Geographical Change. The Geographical Journal, vol. 61, no. 4, Blackwell Publishing on behalf of The Royal Geographical Society, s. 258–268.
- Shroder, J. F., Bishop, M. P. (2003): A perspective on computer modeling and fieldwork. Geomorphology, volume 53, Issues 1–2, s. 1–9.
- Schama, S. (2007): Krajina a paměť. Praha: Argo: Dokořán, 704 s.
- Schenk, J. (1997): Časový faktor, důležitý prvek při zkoumání dynamiky vývoje poklesové kotliny. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 94 s.
- Schnitter, N. J. (1994): A History of Dams. The useful Pyramids. Rotterdam: Balkema, 266 s.
- Schumm, S. S., Lichty, R. W. (1965): Time, space and causality in geomorphology. American Journal of Science 263, s. 110–119.
- Siguhara, K., Matsui, H., Sato, T. (1999): In-situ Experiments on Rock Stress Condition and Excavation Disturbance in JNC's geoscientific Research program in Japan in Proceedings of the International Workshop on the Rock Mechanics of Nuclear Waste Repositories (Vail, Colorado), s. 159–183.

- Sklenář, K. (1996): Tanec obrů: Není jen Stonehenge. Praha: Academia, 236 s.
- Sklenář, K., Sklenářová, Z., Slabina, M. (2002): Encyklopedie pravěku v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha: Libri, 427 s.
- Skřivánek, F. (1982): Umělé jeskyně a historické podzemí. Československý kras, 32, Praha: Nakladatelství ČSAV, s. 105–117.
- Slavíček, M., Šťastný, B. eds. (2008): Revitalizace vodního systému krajiny a měst zatíženého významnými antropogenními změnami. Praha: ČVUT v Praze, 230 s.
- Slaymaker, O. ed. (2000): Geomorphology, Human Activity and Global Environmental Change. Chichester: Wiley, 334 s.
- Smejtek, L., a kol. (2005): Pravěká Praha. Praha: Libri, 1038 s.
- Smolová, I. (2003): Antropogenně ovlivněný reliéf okrajové části České tabule. In: Geomorfologický sborník 2. Příspěvky z mezinárodního semináře Geomorfologie 03. Plzeň: Západočeská univerzita, s. 45–50.
- Smolová, I. (2004a): Extraction of Minerals in the Czech Republic and its Consequences for the Landscape. In: Kirchner, K., Wojtanowicz, J. (eds.): Cultural Landscapes. Brno: Regiograph, s. 75–84.
- Smolová, I. (2004b): Anthropogenic relief transformations as a consequence of extraction of minerals in the Orlická tabule Plateau (North-east Bohemia). In: Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Geographica 38. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 69–76.
- Smolová, I. (2006a): Těžební tvary – významná biocentra a zvláště chráněná území. Minerální suroviny, č. 3. Brno: Těžební unie, s. 40–44.
- Smolová, I. (2006b): Mining as a Landscape Shaping Factor. In: The Extractive Industry and the Environment in Central Europe (CD-rom). Brno: Těžební unie, s. 71–79.
- Smolová, I. (2008): Těžba nerostných surovin v ČR po roce 1989 a její relevantní geografické aspekty. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 195 s.
- Smolová, I., Vítek, J. (2007): Základy geomorfologie. Vybrané tvary reliéfu. Olomouc: Univerzita Palackého, 189 s.
- Spunar, P., a kol. (1995): Kultura středověku. Praha: Academia, s. 43–44.
- Stankoviánsky, M., a kol. (1989): Antropogénne zmeny reliéfu na území mesta (na príklade Moskvy a Bratislavy). Geografický časopis, 41, 4, Bratislava: Geografický ústav SAV, s. 389–402.
- Stankoviánsky, M. (1997): Antropogénne zmeny krajiny Myjavskej kopaničiarskej oblasti. Životné prostredie, 31, 2, Bratislava: Ústav krajinskej ekológie SAV, s. 84–89.
- Stankoviánsky, M. (1988): Exogenné reliéfortvorné procesy modelového územia Bzince pod Javořinou (Biele Karpaty). Sborník Československé geografické společnosti, sv. 93, č. 1, Praha: Academia, s. 9–19.
- Stankoviánsky, M. (2002): Quaternary changes in the course of the Hidra River in the Danube Lowland. In: Annals, Geographical Series, Tome 2. Targoviste: Valahia University, Faculty of Humanistic Sciences, s. 107–114.
- Stankoviánsky, M. (2002): Bahenné povodně – hrozba úvalin a suchých dolín. Geomorphologia Slovaca II, 2002, č. 2, Bratislava: Asociácia slovenských geomorfologov pri SAV, s. 5–15.
- Stankoviánsky, M. (2003): Gully erosion in the Myjava Hilly Land in the second half of the last millennium in the context of the Central-European area. Warszawa: Geographia Polonica, tom 76, no. 2, s. 89–107.
- Stankoviánsky, M. (2003a): Geomorfologická odozva environmentálnych zmien na území Myjavskej pahorkatiny. Bratislava: Univerzita Komenského, 152 s.
- Stankoviánsky, M. (2003b): Historical and present slope evolution in hilly farmland (on the example of the Myjava Hill Land, Slovakia). In: Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, VI, s. 91–97.
- Stankoviánsky, M. (2005): Geomorphic response to historical land use changes in the Myjava Hill Land, Slovakia. In: Landscapes – Nature and Man. Eds. J. Szabó, R. Morkūnaitė. Debrecen: University of Debrecen; Vilnius: Lithuanian Institute of Geology and Geography, s. 121–132.
- Staňa, Č. (2006): Velkomoravské pohřebiště v Rajhradě a Rajhradících. Brno: Archeologický ústav Akademie věd ČR, 236 s.
- Stehlík, O. (1975): Potenciální eroze půdy proudící vodou na území ČSR. Studia Geographica 42, Brno: Geografický ústav ČSAV, 147 s.
- Stehlík, O. (1981): Vývoj eroze půdy v ČSR. Studia geographica 72, Brno: Geografický ústav ČSAV Brno, s. 1–70.
- Strahler, A. H., Strahler, A. (2005): Introducing Physical Geography. London: Wiley, 752 s.
- Stloukal, M. (1962): Mikulčice: Antropologický materiál z I. pohřebiště I. Fontes Archaeologiae Moraviae, Tomus 03, Brno: ČSAV, Archeologický ústav, 100 s.
- Stloukal, M., Vyhnanek, L. (1976): Slované z velkomoravských Mikulčic. Praha: Academia, 207 s.
- Stoček, B. (1954): Základy hornictví. Praha: ČSAV, 607 s.
- Stolz, D. (2005): Hořovicko v raném středověku. In: Metlička, M. ed. (2005): Archeologie doby hradištní v Čechách. Sborník příspěvků z pracovního setkání badatelů zaměřených na výzkum doby hradištní v Čechách. Plzeň: Západočeské muzeum v Plzni, s. 180–202.
- Stuchlík, S., a kol. (2006): Borotice. Mohylové pohřebiště z doby bronzové. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 297 s.
- Suk, M., Ďurica, D., Obstová, V., Staňková, E. (1991): Hluboké vrty v Čechách a na Moravě a jejich geologické výsledky. Praha: Nakladatelství Gabriel, 171 s.
- Suk, M., Ďurica, D. (2005): Výzkumné vrty v geologické praxi. Uhlí, rudy, geologický průzkum, 3–4, Praha: ZSDNP, s. 3–17, s. 9–23.

- Summerfield, M. A. (1991): *Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms*. Harlow: Pearson Prentice Hall, 573 s.
- Svoboda, A. (2001): *Brněnské podzemí*. Brno: R-atelier Brno, 166 s.
- Svoboda, A. (2005): *Brněnské podzemí, kniha druhá*. Brno: R-atelier s. r. o., 207 s.
- Svoboda, J. (2003): *Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku, 1978–2003*. Brno: Archeologický ústav AV ČR Brno, Krásná Lípa: Národní park České Švýcarsko, Děčín: Oblastní muzeum Děčín, Dolnověstonické studie 9, 328 s.
- Svoboda, J. (2007): Habrůvka (okr. Blansko). Jeskyně Býčí skála. Neolit. Dokumentace a datování skalních maleb. 2. fáze projektu. Přehled výzkumů 48, Brno: Archeologický ústav AVČR, s. 357–358.
- Svoboda, K. (1990): *Tajemné megality. Svědkové doby kamenné*. Praha: Horizont, 176 s.
- Szczypek, T., Wach, J. (1991): Human impact and intensity of aeolian processes in the Silesian-Cracow Upland (Southern Poland). *Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl.* 90, s. 171–177.
- Szczypek, T., Wach, J. (1999): Human impact and development of a modern scarp dune. In Schirmer W. ed.: *Dunes and fossil soils. GeoArcheoRhein* 3, Monster, s. 177–186.
- Šarapatka, B., Dlapa, P., Bedrna, Z. (2003): *Kvalita a degradace půdy*. Olomouc: Vydavatelství UP, 246 s.
- Šarič, R., Štěpánek, P. (1999): *České megality*. Praha: Nakladatelství MATERNA, 64 s.
- Šlezinger, M. (2006): *Říční typy. Úvod do problematiky úprav toků. Práce a studie Ústavu vodních staveb FAST VUT v Brně, sešit 9*, Brno: Akademické nakladatelství CERM, 299 s.
- Šimek, E. (1930): *Velká Germanie Klaudia Ptolemaia. I*. Praha: FF UK, 159 s.
- Šimek, E. (1935): *Velká Germanie Klaudia Ptolemaia. II*. Brno: FF, 236 s.
- Šimek, E. (1949): *Velká Germanie Klaudia Ptolemaia. III*. Brno: MU, 268 s.
- Šimek, E. (1953): *Velká Germanie Klaudia Ptolemaia. IV*. Brno: Brněnská univerzita, 763 s.
- Škvor, J. (1984): Antropogenní ovlivnění reliéfu Prokopského a Dalejského údolí. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica* XIX, No. 1, Praha: Univerzita Karlova v Praze, s. 17–25.
- Šmerda J. (1998): Poznámky k problematice dolování železných rud u Citonic, Plavče, a Přímětic na Znojemsku. *Sborník příspěvků ze semináře K dějinám hornictví a důlních prací na Vysočině*. Jihlava: Střibrná Jihlava, s. 34–37.
- Šmíd, M. (2007): *Rmíz u Laškova. Pevnost kultury nálevkovitých pohárů. Archeologické památky střední Moravy*, 14, Olomouc: Archeologické centrum Olomouc, 88 s.
- Šňupárek, R. (2000): Geotechnical aspects of an underground interim storage of spent nuclear fuel. In: *5th International Symposium on Tunnel construction and underground structures. Book of Proceedings*. – Ljubljana, Naravoslovnotehniška fakulteta, s. 11–18.
- Šňupárek, R., Souček, K. (2000): *Chemické stabilizační injekce horninového masivu. Uhlí, rudy, geologický průzkum*, 48, č. 6, Praha: ZSDNP, s. 14–18.
- Špičák, A., Förster, A., Horsfield, B. (2005): *Drilling the Eger Rift (Workshop Report)*, *Scientific Drilling*, 1, s. 44–45.
- Špárek, M. (1972): *Historical catalogue of slide phenomena*. *Studia geographica* 19, Brno: GGÚ ČSAV Brno, 180 s.
- Stehlík, O. (1981): *Vývoj eroze půdy v ČSR*. *Studia geographica*, 72, Brno: Geografický ústav ČSAV Brno, 37 s.
- Štulc, M., Götz, A. (1994): *Krajina a životní prostředí pohledem geografie*. Praha: Český ekologický ústav, 90 s.
- Štýs, S. (1980): *Rekultivace a životní prostředí v SHD*. Most: SHD, 79 s.
- Štýs, S. (1990): *Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 186 s.
- Štýs, S. (1997): *Česká škola rekultivací*. In: *Sborník referátů, Konference „45 let české rekultivační školy“*, Most, 16.–18. 9. 1997, Most: VÚHU, s. 29–45.
- Štýs, S. (1998): *Návraty vypůjčených krajín*. Praha: Bílý slon, 47 s.
- Štýs, S. (2000a): *Proměny měsíční krajiny v srdci Evropy*. Most: Ecoconsult Pons Most, 64 s.
- Štýs, S. (2000b): *Z historie českých rekultivací*. *Energie*, č. 9, s. 70–73.
- Štýs, S. (2001): *Rekultivace severočeského hnědouhelného revíru v proměnách času*. In: *Sborník referátů, Mezinárodní konference – 50 let sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí*, 14.–18. 5. 2001, Teplice: SD a. s.
- Štýs, S., a kol.: (1981): *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. Praha: SNTL, 678 s.
- Štýs, S., Drlík, R. (1964): *Asanace a rekultivace území postižených uhelnou těžbou*. Ostrava: VŠ báňská, 125 s.
- Štýs, S., Helešicová, L. (1992): *Proměny měsíční krajiny*. Praha: Bílý slon, 256 s.
- Švehlík, R., Švehlík, Z. (1964): *Větrná eroze na severozápadních svazích Bílých Karpat*. *Rostlinná výroba*, 10, č. 8, Praha: ČSAV s. 849–858.
- Švehlík, R. (1985): *Větrná eroze půdy na jihovýchodní Moravě*. *Knižnice Zabraňujeme škodám*, sv. 20. Praha: Česká státní pojišťovna a Státní zemědělské nakladatelství, 75 s.
- Švehlík, R. (2002): *Větrná eroze na jihovýchodní Moravě*. *Sborník přírodovědného klubu v Uherském Hradišti*, Zlín: Muzeum jihovýchodní Moravy, 64 s.
- Thomas, L. W. (1956): *Man's role in changing the face of the Earth*. Chicago: University of Chicago Press, 1193 s.
- Tejral, J. (1970): *Počátky doby římské na Moravě z hlediska hrobových nálezů*, *Študijné zvesti AÚSAV*, 18, Nitra: AÚ SAV, s. 107–193.

- Tejral, J. (1971): Příspěvek k datování moravských hrobových nálezů ze sklonku starší a počátku mladší doby římské, *SlA*, 19, s. 27–93.
- Tejral, J. (1993): Na hranicích impéria (doba římská), In: Podborský, V., a kol.: *Pravěké dějiny Moravy*, Brno: Muzejní a vlastivědná společnost, s. 424–470.
- Tejral, J. (1999): Zum Stand der archäologischen Forschung über den römischen militärischen Eingriff in Gebieten nördlich der Donau. *Přehled výzkumů 39* (1995–1996), s. 81–164.
- Tejral, J. (2004): Mušov und Czarnówko. Bemerkungen zu weiträumigen Verbindungen zwischen germanischen Herrschaftszentren. In: H. Friesinger – A. Stuppner (edd.), *Zentrum und Peripherie – Gesellschaftliche – Gesellschaftliche Phänomene in der Frühgeschichte*. Wien, s. 327–387.
- Thomas, L. W. (1956): *Man's role in changing the face of the Earth*. Chicago: University of Chicago Press, 1193 s.
- Tichý, L. (2004): Rekultivace vápencových lomů. *Vesmír*, 83,6, Praha: Academia, s. 315–319.
- Tichý, L. ed. (2005): *Rekultivace blízké přírodě*. Brno: ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády, 48 s.
- Transgas – zpravodaj státního podniku Český plynárenský podnik – o. z. Transgas Praha., *Mimořádné číslo/ročník XXII*.
- Trifonov, V. G., Karakhanyan, A. S. (2004): *Geodinamika i istoriya tsivilizatsii*. Moskva: Nauka, 668 s.
- Třeštík, D. (2001): *Vznik Velké Moravy. Moravané, Čechové a střední Evropa v letech 791–871*. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 384 s.
- Turnbull, S. (2008): *Velká čínská zeď 221 př. n. l. – 1644 n. l.* Praha: Grada Publishing, a. s., 64 s.
- Ulrychová, E. (2005): Raně středověká hradiště na Jičínsku. In: Metlička, M. ed. (2005): *Archeologie doby hradištní v Čechách. Sborník příspěvků z pracovního setkání badatelů zaměřených na výzkum doby hradištní v Čechách. Plzeň: Západočeské muzeum v Plzni*, s. 203–255
- Vachon, J. (2000): *Little Big Inch Pipelines. The Most Amazing Government-Industry Cooperation Ever Achieved*. Houston: Texas Eastern Transmission Corporation A Duke Energy Company, 53 s.
- Vančura, M. (1998): *Geografické aspekty transformace českého průmyslu*. *Folia geographica*, Prešov: Prešovská univerzita, s. 72–78.
- Vaníček, V. (1963): *Biologické úpravy vodních toků a říční eroze*, Praha: SNTL, 224 s.
- Vaníček, V. (1979): *Implementation of Czechoslovak Conservation Strategy in The Region of the Bohemian-Moravian Uplands. Práce a studie, ochrana přírody a krajiny*, 11, s. 157–173.
- Váška, J., a kol. (1993): *Hodnocení protierozní odolnosti výsypkových zemin bez vegetační úpravy v SHR*. Praha: ŠEL, spol. s. r. o., 102 s.
- Váška, J., a kol. (2000): *Hydromeliorace, TK 16, řada C*, Praha: ŠEL, spol. s. r. o., 224 s.
- Varnes, D. J. (1978): *Slope movement types and processes*. In: Schuster R. L., Krizek R. J. eds.: *Landslides, analysis and control*. Transportation Research Board, Sp. Rep. No. 176, Washington: Transportation Research Board, s. 11–33.
- Verner, M. (2008): *Objevování starého Egypta*. Praha, Litomyšl: Nakladatelství Ladislav Horáček, Paseka, 408 s.
- Vika, S., Imetchenov, A. B., Ovčinnikov, G. I., Snytko, V. A., Szczypek, T. (2006): *Eolovyje i abrazionnyje procesy poberežij i zaliva Proval na Bajkale*. Irkutsk: Ulan Ude, 57 s.
- Vilímek, V. (1995): *Natural hazards in the Cordillera Blanca Mts., Peru*. *Acta Montana IRSM AS CR, ser. A., No. 8/97*, Praha: Institute of Rock Structures and Mechanics ASCR, s. 71–86.
- Vítek, J. (2001): *Příroda bez hranic – Příhraniční krajinou od Jizerských hor po Beskydy. Ústí nad Orlicí: OFTIS s. r. o.*, 152 s.
- Viturka, M., Toušek, V., Tonev, P. (2003): *Posouzení stavu, využitelnosti a možného dalšího rozvoje průmyslových zón kraje Vysočina*. In: *Sborník referátů z VI. mezinárodního kolokvia o regionálních vědách*. Brno: Masarykova univerzita, s. 215–228.
- Vlček, V. ed. (1984): *Vodní toky a nádrže*. Praha: Academia, 316 s.
- Vokáč, M., Kuča, M., Pichystal, A. (2005): *Využití amfibolického dioritu brněnského masivu v pravěku jižní Moravy*. In: *Cheben, I., Kuzma, I. (eds.): Otázky neolitu a eneolitu našich zemí 2004. Zborník referátov z 23. pracovného stretnutia bádateľov pre výzkum neolitu a eneolitu Čiech, Moravy a Slovenska. Skalica 21.–24. 9. 2004*. Nitra: Univezita Konštantína Filozofa v Nitre, s. 359–367.
- Volf, V. (2004): *Výstavba ropovodu MERO IKL v Bavorsku a České republice. Kralupy nad Vltavou: Mero*, 90 s.
- Votruba, L. (2002): *Nejstarší přehradý doby předkřesťanské*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 29 s.
- Vopasek, S. (2005): *Dějiny hornictví aneb jak to bylo s uhlím na Ostravsku*. Ostrava: Repronis, 60 s.
- Votruba, L. (2002): *Nejstarší přehradý doby předkřesťanské*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká vědecko-technická vodohospodářská společnost, 29 s.
- Voženílek, V. (1992): *Vzhled a geneze georeliéfu v oblasti Moravské brány a jeho zpracování počítačovou technikou. Kadidátská disertační práce*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 122 s.
- Voženílek, V. (1998): *Eroze půdy a modely jejího hodnocení*. *GEOInfo*, č. 2, Ostrava: Computer Press, s. 34–35.
- Voženílek, V. (2000): *Spatial Databases for Geomorphological Mapping by GPS Techniques*. *Acta Universitatis Palackianea Olomouensis, Facultas Rerum Naturalum, Geographica 36*, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 97–105
- Vráblíková, J., a kol. (2007): *Možnosti trvale udržitelného hospodaření v antropogenně postižené krajině. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem*, 123 s.
- Vráblíková, J., a kol. (2008): *Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem*, 154 s.

- Vrána S., Štědrá, V. eds. (1997): Geological model of western Bohemia related to the KTB borehole in Germany. *Journal of Geological Sciences, Geologie*, 47, Praha: Czech Geol. Survey, 240 s.
- Vrána, K., a kol. (1998): *Krajinné inženýrství. Řada C, TK 13*, Praha: Český svaz stavebních inženýrů, 198 s.
- Waldhauser, J. (2001): *Encyklopedie Keltů v Čechách*. Praha: Libri, 591 s.
- Waldhauser, J. (1988): Čtyřúhelníkové valy u Třebeska na Příbramsku (Příspěvek k hypotéze J. V. Bezděky o vztahu keltských kultovních míst k dolování), *Vlastivědný sb. Podbrdská* 38–39/1987, s. 279–312.
- Whitte, A. (2003): *The Archaeology of people*. London: Routledge and Sons, 199 s.
- William, L. T. (ed.) (1956): *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago: The University of Chicago Press, 1193 s.
- Wilson, R. M (2005): Retrospective review: man's role in changing the face of the earth. *Environmental History* 10, 4, s. 564–566.
- Wohl, E. (2006): Human impacts to mountain streams. In: James, L. A. and Marcus, W. A. eds.: *The Human Role in Changing Fluvial Systems. Proc. 37th Internat. Binghamton Geomorphology Symp., Geomorphology*, 79, s. 217–248.
- Zákopčan, M. (2003): *Podzemní zásobníky plynu*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 124 s.
- Zamarovský, V. (1983): *Na počátku byl Sumer*. Praha: Panorama, 260 s.
- Zachar, D. (1980): *Erozie pody*. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, 528 s.
- Zapletal, L. (1968): Geneticko-morfologická klasifikace antropogenních forem reliéfu. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, tom. 23, *Geologica – Geographica*, 8, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 239–427.
- Zapletal, L. (1969): Úvod do antropogenní geomorfologie I. Olomouc: Univerzita Palackého, 278 s.
- Zapletal, L. (1971): Geografický výklad antropogenního reliéfu Severomoravského kraje. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, tom. 35, *Geographica XI*, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 49–127.
- Zapletal, L. (1973a): Nepřímé antropogenní geomorfologické procesy a jejich vliv na zemský povrch. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, tom 42, *Geographica-Geologica*, 13, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 239–261.
- Zapletal, L. (1973b): Kartografické vyjadřování antropogenních forem reliéfu v ČSSR. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, tom 42, *Geographica-Geologica*, 13, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 223–238.
- Zapletal, L. (1975): *Geomorfologie I. Úvod do geomorfologie – Geomorfografie*. Olomouc: Univerzita Palackého, 153 s.
- Zapletal, L. (1976a): Antropogenní geomorfologický efekt orografických celků ČSSR. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, tom. 50, *Geographica – Geologica*, 15, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 177–198.
- Zapletal, L. (1976b): Antropogenní reliéf Československa. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, tom. 50, *Geographica – Geologica*, 15, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 155–176.
- Zapletal, L. (1976c): Vliv člověka na zemský povrch okresních území Československa. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, tom. 50, *Geographica – Geologica*, 15, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 199–212.
- Zapletal, L. (1978a): Geografie sejpových pahorků na Zlatohorsku. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, tom. 58, *Geographica – Geologica*, 17, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 225–249.
- Zapletal, L. (1978b): Geografie kamenolomů, štěrkoven, pískoven a hlinišť v Československu, *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, Geographica – geologica* 17, Olomouc: Univerzita Palackého, s. 197–225.
- Záruba, Q., Mencl, V. (1969a): *Landslides and their control*. Amsterdam, London, New York: Elsevier, Praha: Academia, 205 s.
- Záruba, Q., Mencl, V. (1969b): *Sesuvy a zabezpečování svahů*, Praha: Academia, 224 s.
- Záruba, Q., Mencl, V. (1974): *Inženýrská geologie*. Praha. Academia, 512 s.
- Zelinka, J. (1997): Dôsledky mrazového zvetrávania Belianskej jaskyne. *Slovenský kras*, 35, Martin: Osveta, s. 141–146.
- Zelinka, J. (2003): Posúdenie vplyvu prírodných a antropogénnych faktorov na zmeny mikroklimatického režimu jaskyne Domica. *Aragonit*, 8, Žilina: Knižné centrum, s. 17–20.
- Žůrek, P., Kořínek, R., Kaláb, Z., a kol. (2008): *Historický Důl Jeroným v Čistě*. Ostrava: VŠB-TU, ÚGN AVČR, v. v. i., 81 s.

REJSTŘÍK

- abraze 88, 95, 183
 agradace antropogenní 96, 124, 142, 152–154
 agrární halda 138–139, 141
 agrární plošina 138, 139
 agrární sníženina 138, 139–140
 agrární terasa 138, 140–141
 agrární tvary 18, 138–142
 agrární val 138, 141–142
 antropogenní agradace 96, 124, 142, 152–154
 antropogenní degradace 96, 124, 142, 143, 152–154
 antropogenní speleologie 83
 antropogenní transport 96
 antropogenní zvětrávání 96
 areál 124
 areál podzemní průmyslový 124, 130–132
 areál sportovní 18, 251, 252–253, 258
 archeologická vykopávka 24, 260–261

 brod umělý 234

 církevní podzemí 18, 236, 241, 242
 čistírna odpadních vod 210, 215, 216–217

 ČOV 210, 215, 216–217

 dálniční těleso 48–49, 169–170, 171, 177
 degradace antropogenní 96, 124, 142, 143, 152–154
 doba bronzová 21, 22–23, 31, 32, 34, 41
 doba halštatská 23, 34, 41
 doba kamenná mladší 20–21, 31, 33
 doba kamenná pozdní 20–21, 33
 doba kamenná starší 19–20, 32
 doba kamenná střední 20
 doba laténská 23, 34
 doba měděná 21–22
 doba římská 26, 42
 doba železná 23–26, 34, 39
 dobývací prostor 51–55
 dok 234–235
 dok vojenský 234–235
 dolmen 18, 243, 244–245
 dopravní halda 152
 dopravní násyp 152, 156–158, 168
 dopravní odkop 158–159
 dopravní plošina 152–153, 154
 dopravní průkop 152, 159–160
 dopravní tunel 77, 152, 161–169, 173–175

 dopravní tvary 18, 48–50, 152–182
 dopravní výkop 179–180
 dopravní zářez 152
 dostihová dráha 251–252, 258
 dráha 18, 251–252, 257–258
 dráha dostihová 251–252, 258
 dráha sjezdová 18, 251, 257–258
 důl 10, 11, 22, 96, 97–100, 101, 107–109
 důl hlubinný 10, 11, 97–100, 101
 důl povrchový 97, 107–109
 důlní dílo 10, 66–67, 97–101

 ekodukt 171–172
 eneolit 21–22, 34, 38, 244
 eroze 30–31, 79–83, 86–89, 93, 94, 140, 141, 207
 eroze eolická 86–87, 94
 eroze fluvialní 79–83, 93

 funerální tvary 18, 24–25, 236–245

 gabion 90, 93
 garáž 172
 garáž podzemní 172
 golfové hřiště 254–255
 grotta 262–263

 halda 77, 97, 118, 119–122, 124, 126–127, 138–139, 141, 152
 halda agrární 138–139, 141
 halda dopravní 152
 halda hřbetová 120
 halda hřebenovitá 119, 126
 halda kupovitá 119, 126
 halda kuželovitá 119, 126
 halda plochá 120
 halda průmyslová 124, 126–127
 halda svahová 120
 halda tabulová 120, 126
 halda terasová 120, 126
 halda těžební 97, 118, 119–122
 hlinišť 26, 97, 111, 113–114
 hlubinné úložiště 124, 136–137
 hlubinný důl 10, 11, 97–100, 101
 hluboké vrty 10–13
 hrad skalní 142, 147–148
 hradba 222, 225
 hradisko 22, 23, 25, 26, 28, 29, 39–41
 hradiště 25, 26, 27, 28, 29, 39–41
 hráz 41–47, 64–65, 83, 88, 127, 129, 183–186, 187–190, 191–192, 221, 255,
 hráz ochranná 80–81, 191–192, 194
 hráz vodní nádrže 41–47, 64–65, 83, 183–186, 187–190, 191–193, 221

 hráz zděná 188
 hráz zemní 187, 191
 hrob 236, 239, 243–244
 hrob megalitický 236, 243–244
 hrobka 24, 27, 236, 238–239, 242, 249
 hrobová jáma 24–27, 236
 hřbitov 236–237, 239–241
 hřbitov židovský 239–240
 hřiště 18, 251, 2552, 253–255
 hřiště golfové 254–255
 hypogeum 242

 chýše zemnicové 24, 26

 indukovaná seismičita 64, 67–69, 76
 industriální tvary 18, 124–137, injektáž 92

 jáma 24–27, 101, 236
 jáma hrobová 24–27, 236
 jeskyně 20, 25–26, 84, 85, 131, 262–263
 jeskyně umělá 262–263
 jez 183, 198–199, 203, 206–207

 kamenolom 31, 76, 78, 79, 97, 111–112
 kamenolom etážový 111
 kamenolom jámový 111, 113, 127
 kamenolom stěnový 111
 kanál 38, 89, 152, 159, 183, 191, 194–202, 209, 218
 kanál plavební 152, 194–196, 197–202
 kanál vodní 152, 159, 191, 194–202, 209
 kaverna 227
 kolektor 261–262
 komín 101
 komora 97, 100, 198–201, 203, 204–205, 208
 komora plavební 198–201, 203, 204–205, 208
 komunikační tvary 48–50, 152–182
 konstrukce mostní 176–179
 kosmodrom 152, 175–176, 235
 kostnice 236, 237, 242, 243,
 koupaliště 18, 251, 252, 255–256
 kráter 222–223
 kráter vojenský 222–223
 kromlech 18, 243, 250, 251
 krypta 18, 236, 241–242
 kulturní pahorek 142, 144–145
 kurhan 237

- laguna 128
 laténská kultura 23–24
 letištní plošina 152, 154–156, 220
 lodní výtah 200, 208–209
- megalitická stavba 18, 22, 246, 250
 megalitický hrob 236, 243–244
 meliorace 218–219
 menhir 18, 243, 245, 250–251
 metro 152, 173–175
 mezolit 20, 21
 militární tvary 18, 222–236
 mohyla 23–25, 222–223, 231–232, 236, 237–238, 244, 246–247
 mohyla pohřební 236
 mohyla výhledová 222–223, 231–232
 montánní tvary 18, 31–36, 96–123
 mostní konstrukce 176–179
 můstek skokanský 18, 251, 256–257
 mys umělý 154, 221–222
- nádrž 41–47, 64–65, 83, 183–194, 207, 218, 221, 255
 nádrž odkalovací 97, 122–124, 127–128, 191
 nádrž suchá 191, 192–194
 nádrž vodní 41–47, 64–65, 83, 129, 183–190, 194–193, 207, 218, 221
 náhon 194, 196–197, 207
 násep 152, 156–158, 168
 násep dopravní 152, 156–158, 168
 nekropole 239–241
 neolit 20–21, 31–34
 neolitická revoluce 20–21, 36
- období eneolitu 21–22, 34, 38, 244
 období mezolitu 20, 21
 období neolitu 20–21, 31, 33–34
 období paleolitu 19–20, 31, 33
 období staroslovanské 27
 období stěhování národů 27
 období středověku 28–29, 34
 obydlí skalní 142
 odkaliště 97, 122–124, 127–128, 191
 odkaliště průmyslové 124, 127–128
 odkalovací nádrž 97, 122–124, 127–128, 191
 odkop 158–159
 odkop dopravní 158–159
 odval 119
 odvodnění 90–91, 218–219
 ochranná hráz 80–81, 191–192, 194
 okop 222, 230, 235
 opevnění 26, 226–230
 oppidum 24–26, 39–41
 oprám 97, 107, 109–111, 127
 oslavná socha 18, 246, 247–249
 oslavné tvary 18, 246–251
 oslavný pahorek 18, 246–247
 ostrov 88, 143, 219–221
- ostrov umělý 88, 143, 219–221
 ovlivnění endogenních procesů 63–70
 ovlivnění exogenních procesů 70–95
 ovlivnění procesů 30, 63–95
- pahorek 18, 142, 144–147, 246–247
 pahorek kulturní 142, 144–145
 pahorek oslavný 18, 246–247
 pahorek ruinový 142, 145–146
 pahorek únikový 142, 146
 paleolit 19–20, 31, 33
 parkoviště 152, 153–154
 pevnost 222
 pevnost vojenská 222
 pilot 92, 103
 pinka 97, 116–117
 písečná bouře 86–87
 pískovna 97, 111, 114–115
 plavební kanál 152, 194–196, 197–202
 plavební komora 198–201, 203, 204–205, 208
 plošina 124–126, 132–133, 142, 152–156, 220
 plošina agrární 138, 139
 plošina dopravní 152–153, 154
 plošina letištní 152, 154–156, 220
 plošina průmyslová 18, 124–126
 plošina sídelní 142, 144
 plošina těžební 124, 132–133
 plynovod 132, 136, 179–180, 261
 poddolovaná území 68, 97, 116–117
 podmořský tunel 168–169
 podzemí církevní 18, 236, 241, 242
 podzemí sídelní 142, 149–151
 podzemní 67, 69–70, 124, 135–136, 142, 149–151, 172
 podzemní garáž 152–154, 172
 podzemní průmyslový areál 124, 130–132
 podzemní ropný tanker 124, 134
 podzemní úkryt 151–152
 podzemní výbuch 67–68
 podzemní zásobník plynu 67, 69–70, 124, 135–136,
 pohřebiště 24–27, 239–241
 pohřební tvary 18, 24–25, 236–245
 poklesová sníženina 97, 116, 127, 152
 poldr 191, 192–194
 polozemnice 27
 povrchový důl 97, 107–109
 požerák 207
 prachová bouře 86–87
 proces svahový 73–79, 90–93
 produktovod 132, 134, 136, 179–182, 261
 prostor dobývací 51–55
 prostor vojenský výcvikový 233–234, 235–236
 průkop 152, 159–160
 průkop dopravní 152, 159–160
- průmyslová halda 124, 126–127
 průmyslové tvary 18, 124–126
 průmyslové hlubinné úložiště 124, 136–137
 průmyslové odkaliště 124, 127–128
 průmyslové tvary 18, 124–137
 průmyslový suterén 124, 129–130, 134–136
 průplav 159, 194, 200–202
 průzkumný vrt 10–13, 103
 přehrada 41–47, 64–65, 83, 129, 183–193, 207, 218, 221
 přechod 183, 184, 203, 209–210
 přechod rybí 183–184, 203, 209–210
 přeliv 207–208
 přešlap 207–208
 příkop 26, 179, 194, 222, 232–233
 příkop hradní 232
 příkop obranný vojenský 222, 232–233
 příkopy odvodňovací 179
 pyramida 18, 237, 249–250
- rekreační tvary 18, 251–259
 rekultivace 123, 126
 revitalizace 55–62,
 revoluce neolitická 20–21, 36
 rondel 21
 ropný tanker 124, 134
 ropovod 132, 134, 180–182
 rov 236–237, 239
 rovina sídelní 142, 143–144
 ruinový pahorek 142, 145–146
 rybí přechod 183–184, 203, 209–210
- sanace 55–62, 90, 123, 128
 seismicita 64, 67–69, 76
 sejp 97, 118–119
 sesuv 73–79, 90–93
 sídelní plošina 142, 144
 sídelní podzemí 142, 149–151
 sídelní rovina 142, 143–144
 sídelní terasa 142, 143
 sídlení tvary 18, 26, 36–41, 142–152
 silniční tunel 77, 152, 161–165
 silo vojenské odpalovací 235
 síť 26, 210–211, 214, 215–216
 síť stoková 215–216
 síť vodovodní 26, 210–211, 214, 261
 sjezdová dráha 18, 251, 257–258
 skalní hrad 142, 147–148
 skalní obydlí 142
 skládka 128, 142, 146–147
 sklep 129, 149
 skokanský můstek 18, 251, 256–257
 sníženina 97, 116, 127, 138–140, 152
 sníženina agrární 138, 139–140
 socha oslavná 18, 246, 247–249,
 sníženina poklesová 97, 116, 127, 152
 speleologie antropogenní 83

- sportovní areál 18, 251, 252–253, 258
 sportovní tvary 18, 251–259
 staroslovanské období 27
 stavba megalitická 18, 22, 246, 250
 stezka 18, 49, 251, 259
 stezka turistická 18, 251, 259
 stěhování národů 27
 stoková síť 215–216
 strouha 194, 196, 219
 středověk 28–29, 34
 studna 26, 32, 101, 210, 213–214, 233
 suchá nádrž 191, 192–194
 suchý vojenský dok 234–235
 suterén 124, 129–130, 134–136, 149–151
 suterén průmyslový 124, 129–130, 134–136
 svahový proces 73–79, 90–93
 systém opevnění 226–230

 šachta 22, 31, 36, 97, 101–102, 130, 136, 172, 207, 215, 227, 238
 šachta ventilační 101
 šachta větrací 101
 štola 22, 31, 36, 91, 97, 102–103, 130, 151, 167, 196, 227
 štola dědičná 102–103
 štola odvodňovací 91

 tanker 124, 134
 tanker podzemní ropný 124, 134
 tanker ropný 124, 134
 tankoviště 134
 těleso dálnice 48–49, 169–170, 171, 177
 terasa 138, 140–141, 142–143
 terasa agrární 138, 140–141
 terasa sídelní 142, 143
 těžba surovin 21, 22, 23, 28, 31–36, 51–62, 132
 těžební halda 97, 118, 119–122
 těžební plošina 124, 132–133
 těžební tvary 18, 31–36, 96–123
 transport antropogenní 96
 tunel 77, 136, 137, 152, 161–169, 172–175, 202–203
 tunel dopravní 77, 152, 161–169, 173–175
 tunel podmořský 168–169
 tunel silniční 77, 152, 161–165
 tunel vodní 202–203
 tunel železniční 152, 165–169, turistická stezka 18, 251, 259
 tvary agrární 18, 138–142
 tvary dopravní 18, 48–50, 152–182
 tvary funerální 18, 24–25, 236–245
 tvary industriální 18, 124–137
 tvary komunikační 18, 48–50, 152–182
 tvary militární 18, 222–236
 tvary montánní 18, 31–36, 96–123
 tvary oslavné 18, 246–251,
 tvary pohřební 18, 24–25, 236–245
 tvary průmyslové 18, 124–137
 tvary rekreační 18, 251–259
 tvary sídelní 18, 26, 36–41, 142–152
 tvary sportovní 18, 251–259
 tvary těžební 18, 31–36, 96–123
 tvary urbánní 18, 26, 36–41, 142–152
 tvary vodohospodářské 18, 41–48, 182–221
 tvary vojenské 18, 222–236
 tvary zemědělské 18, 138–142

 úkryt 151–152
 úkryt podzemní 151–152,
 úl vojenský 233–234
 úložiště 124, 136–137
 úložiště podzemní hlubinné 124, 136–137
 umělá jeskyně 262–263
 umělá zátoka 218–219
 umělý brod 234
 umělý mys 154, 221–222
 umělý ostrov 88, 143, 219–221
 umělý val 20, 154, 221–222, 225–226
 umělý vojenský brod 234
 únikový pahorek 142, 146
 urbánní tvary 18, 26, 36–41, 142–152
 úvoz 159, 160
 území poddolované 68, 97, 116–117

 val 18, 20, 138, 141–142, 154, 221–222, 225–226, 232
 val agrární 18, 138, 141–142
 val umělý 20, 154, 221–222, 225–226
 val vojenský 222, 225–226
 větrolam 94–95

 vlnolam 95, 220–221
 vodní kanál 152, 159, 191, 194–202, 209
 vodní nádrž 41–47, 64–65, 83, 129, 183–190, 191–193, 207, 218, 221
 vodní tunel 202–203
 vodohospodářské tvary 18, 41–48, 182–221
 vodojem 210–211, 212–213
 vodovodní síť 26, 210–211, 214, 261
 vojenská pevnost 222
 vojenské odpalovací silo 235
 vojenské tvary 18, 222–236
 vojenský brod 234
 vojenský dok 234–235
 vojenský kráter 222–223
 vojenský obranný příkop 222, 232–233
 vojenský úl 233–234
 vojenský val 222, 225–226
 vojenský výcvikový prostor 233, 234, 235–236
 vrt 10–13, 32, 67, 97, 103–107, 136, 213
 vrt průzkumný 10–13, 103
 vrt těžební 104
 vrt vtláčecí 104
 vrt hluboký 10–13, 67, 136
 výkop 179–180
 výkop dopravní 179–180
 vykopávka archeologická 24, 260–261
 výsypka 119
 výtah lodní 200, 208–209

 zákop 222–223, 230–231, 235
 zářez 152
 zářez dopravní 152
 zásobník 69–70, 124, 135–136
 zásobník plynu 69–70, 124, 135–136
 zátoka 218–219
 zátoka umělá 218–219
 zdymadlo 200, 203–204, 208
 zemědělské tvary 18, 138–142
 zemní hráz 187, 191
 zemnice 24, 26, 39, 149
 zemnicové chýše 24, 26, 39
 zvětrávání antropogenní 96

 železniční tunel 152, 165–169

RNDr. Karel Kirchner, CSc.
doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.

Základy antropogenní geomorfologie

Výkonný redaktor prof. RNDr. Tomáš Opatrný, Dr.
Odpovědná redaktorka Mgr. Lucie Loutocká
Technická redaktorka Jitka Bednaříková
Návrh obálky Ivana Perůtková

Vydala Univerzita Palackého v Olomouci
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc
www.upol.cz/vup
e-mail: vup@upol.cz

Vytiskl Papírtisk, s. r. o.
Lindnerova 108/6, 779 00 Olomouc
www.papirtisk.cz

Olomouc 2010

1. vydání

Ediční řada – Učebnice

ISBN 978-80-244-2376-0

