

# Antropogenní geomorfologie

## Poznámky k přednášce

### *Poznámky z uvedených podkladů zpracoval Karel Kirchner:*

Bílková, D., Cílek, V., Hromas, J. (2002): Podzemí v Čechách, na Moravě, ve Slezsku. Olympia Praha, 272 s.

Czudek, T. (1997): Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. Sursum Tišnov, 213 s.

Červinka, P. (1995): Antropogenní transformace přírodní sféry. UK Praha, Karolinum, 68 s.

Demek, J. (1984): Obecná geomorfologie III. UJEP Brno, 139 s.

Demek, J. (1987): Obecná geomorfologie. Academia Praha, 476 s.

Kukal, Z. (1983): Přírodní katastrofy. Horizont Praha, 264 s.

Kužvart, M., Pešek, J., René, M. (1986): Geologie ložisek nerostných surovin. UK Praha, 150 s.

Kukal, Z., Reichmann, F. (2000): Horninové prostředí České republiky. ČGÚ Praha. 189 s.

Lacika, J. (1997): Geomorfológia. Technická Univerzita vo Zvolene, Zvolen, 172 s.

McGuire, B., Mason, I., Kilburn Ch. (2002): Natural hazards and environmental change. Arnold London, 187 s.

Nemčok, A., Pašek, J., Rybář, J. (1974): Dělení svahových pohybů. Sborník geologických věd, hydrogeologie, inženýrská geologie, 1974, s. 77-97.

Přichystal, A., Náplava, M. (1995): Záhada Býčí skály aneb jeskyně plná otazníků. Amaprint Třebíč, 176 s.

Podborský, V. a kol. (1993): Pravěké dějiny Moravy. Vlastivěda moravská. Země a lid. Sc. 3. MVS Brno, 543 s.

Svoboda, A. (2001): Brněnské podzemí. R-atelier Brno, 166 s.

Svoboda, K. (1990): Tajemné megality. Svědkové doby kamenné. Horizont Praha, 176 s.

Zapletal, L. (1969): Úvod do antropogenní geomorfologie I. UP Olomouc, 278 s.

Citované práce obsahují další příbuznou literaturu, další citace jsou uvedeny přímo v textu.

# I. Antropogenní geomorfologie - Úvod

Dílčí věda obecné geomorfologie

Zvyšující se vliv lidské činnosti, člověk geomorfologickým činitelem, antropogenní tvary součástí složka kulturní krajiny, tvary i ovlivněné procesy. Území ovlivněné člověkem až 85% zemského povrchu. Zvýšení těžby nafty více jak 180 krát, antropogenní podíl na plaveninách a splaveninách v řekách je asi  $7 \cdot 10^6$  za rok, antropogenní denudace představuje  $1 \cdot 10^{10}$  za rok – **42%** celkové hodnoty denudace (podle údajů z poloviny 70 let 20.stol.).

**Význam:** - při hodnocení dynamiky současných geom. procesů je nezbytné přihlídnout k ovlivnění člověkem, - studium interakce přírodních a antropogenních procesů základ pro prognózování, - antropogenní tvary reliéfu jsou progresivní části reliéfu a jejich počet stoupá, - poznání antropogenních tvarů základ pro studium vazeb mezi přírodními a antropogenními složkami v kulturní krajině

Význam **abiotického prostředí** a jeho ovlivnění člověkem zdůrazněn

**v geologii:**

Američan G.P. Marsh (1864): kniha Man and Nature, v roce 1885 The Earth as modified by human action“ (vlivy na organický i anorganický svět)

Hodnocení horninového prostředí mez. konference v **Princetonu (USA) 1955** – sborník Man`s role in changing face of the Earth) – doceněna úloha horninového prostředí

**B.L. Turner a kol. (1990):** Earth as transformed by human action – úloha člověka v přeměně Země

**1965** – Environmental Geology – úloha geověd v ochraně životního prostředí (Springer)

**1991** – **mezinárodní konference evropských ministrů ŽP Dobříš** – požadavek na zhodnocení situace ŽP v Evropě sborník 1995 „ Europe`s environment, the Dobříš Assesment, horninové prostředí je připomenuto

**v ČR – významná úloha ČGS Praha v rámci MŽP**

Soubor geologických map životního prostředí v měřítku 1:50 000

Mapa - Vliv těžby na životní prostředí 1:500 000, Reichman ed. ) vliv 169 ložisek rudních a nerudních surovin na ŽP

**Geofond ČR** – Registry vrtů, svahových deformací, ložisek, poddolovaných území apod.

**v geomorfologii:**

Poprvé použil pravděpodobně názvu **antropogenní geomorfologie** (anthropogene geomorphologie) E. Fels (1934) v Německu,

**první údaje o antropogenních tvarech** dále v Anglii R.L. Sherlock (1923): The influence of the man as an agent in geographical change. Geographical Journal 61.

Antropogenní geomorfologie **součástí učebnic** obecné geomorfologie (Luis, Klimaszewski, Machtschek, Thornbury, Faibridge, Panov, H.F. Garner, Demek, Lacika) i učebnicí fyzické geografie (Gadner 1977, Ordway 1972, Flint-Skinner 1977). Antropogenní geomorfologii jsou věnovány i samostatné učebnice – Zapletal 1969, Demek 1984, Dov Nir 1983, Goudie 1983, Červinka 1996.

**Antropogenní geomorfologie byla v minulosti rozvíjena** na katedrách geografie Př.F. Olomouc (Zapletal, Duda), Př.F. Brno (Konečný), Geografický ústav ČSAV Brno (Demek, Stehlík, Ivan, Hrádek, Loučková, stala se součástí geomorfologického mapování (Czudek, Balatka, Sládek). Na katedře FG a GEO PřF. V Ostravě (Buzek) studium ovlivnění eroze půdy působením lidské činnosti. Na katedře FG a GEO PřF. Ku Praha - Červinka, Kliment.

Zhodnocení výzkumů antropogenní geomorfologie Zapletal (1968,1969), Konečný 1978, Kirchner 1979, Ivan-Kirchner 1988).

### **Antropogenní geomorfologie**

- *studuje tvary reliéfu (geneticky stejnorodé plochy a tvary), vytvořené lidskou činností a procesy, které způsobují jejich vznik, vývoj a zánik v prostoru a čase.*
- *charakterizuje morfologii a složení antropogenního reliéfu, zabývá se genezí a antropogenními geo. procesy, kterými reliéf vzniká, vyvíjí se a zaniká.*
- *antropogenní morfogeneze – všechny přímé a nepřímé vlivy lidské společnosti na reliéf pevnin a dna oceánů (v užším pojetí)*
- *studium vzhledu, vzniku a stáří antropogenních tvarů reliéfu, prostorovo- časový aspekt registrace, hodnocení a prognózy (v širším pojetí)*

antropogenní transformace reliéfu – komplexní působení člověka na reliéf a jeho důsledky

### **Uplatnění pojmu horninové prostředí a jeho zakomponování do antropogenní geomorfologie:**

Prostředí tvořené horninami – upřesnění vůči ostatním termínům:

**Zemská kůra** - svrchní část litosféry mocnost od několika km (oceány) až do 70-80 km (mladá pásemná pohoří - orogény), oddělena Mohorovičičovou diskontinuitou od svrchního pláště

**Litosféra** – 100 až 120 km zemská kůra a svrchní plášť plouvou na plastičtější astenosféře

**geosféra** – volné použité ve smyslu sféry kde se odehrávají geo- procesy (litosféra, hydrosféra, spodní část atmosféry, pedosféra)

**horninové prostředí** vliv člověka : **definice** (Kukal- Reichmann 2000): *horninové prostředí je nejsvrchnější částí zemské kůry. kde se projevuje nebo může projevit lidská činnost. Je tvořeno pevnými horninami, nezpevněnými zeminami, půdou a vším, co se v nich nachází, tedy nerostnými surovinami, podzemní vodou i plyny v pórech hornin a půd.*

**Definice:**

*Antropogenní geomorfologie se zabývá vzhledem, genezí a stářím tvarů reliéfu, vytvořených přímo i nepřímo působením lidské činnosti ve vazbě na horninové prostředí.*

**Tvary povrchové i podpovrchové**

**otázka dosahu lidské činnosti** tj. dolní hranice horninové prostředí : stavební a hornické práce, **hluboké vrty**, Kola 12 262 m, vrt KTB (1991-94) 9100 m, Kontinentale Tiefbohrung v Horní Falci městečko Windischeschenbach

husté sítě vrtů v prospekčních oblastech vápenec, žel. rudy, uran

**Příbram** –max. hloubka dolů 1838 m Jáma č. 16 (stříbro, barevné kovy uran), Kutná Hora – max. hloubka 550 m (stříbro, barevné rudy), Zdice max. hloubka 1180 m (sed. železné rudy)

Světové max. 3780 m v Jihoafrické republice

**Zajímavost** velkolom ČSA dno v hloubce 160-200 m pod okolním terénem, okolní nadm. výška 230 , dno lomu 30 m n.m.

Dolní hranice horninového prostředí klade Kukal a Reichmann (2000) do hloubky 5 km.

## II. Terminologické problémy antropogenní geomorfologie

### Základní členění

**Zapletal** – **přímé** antropogenní procesy probíhají podle vůle člověka a s využitím techniky (**agradace** konvexní tvary reliéfu,, **degradace** konkávní tvary, **planace** antropogenní plošiny, **exkavace** tj. vytváření podzemních prostor vyjímáním horniny a zemin tzv. antropogenní suterén)

- **nepřímé** antropogenní procesy (podmíněny nejen člověkem ale i přírodou, složité. Poklesy, sesuvy, posuvy, deformace terénu do stupňů, diagenese, odprýskávání, eroze a denudace.

**Milkov** (1974) přímé a podmíněné antropogenní procesy. **Kotlov** (1977) procesy přírodní, přírodně-antropogenní (kvalitativně i kvantitativně ovlivněny činností člověka), procesy antropogenní (vyvolané činností člověka).

**Demek** (1977): působení člověka na reliéf 1. přímé nebo nepřímé ovlivňování přírodních geomorfologických procesů (urychlování, zpomalování), 2. neúmyslným vytvářením povrchových tvarů, 3. plánovitým vytvářením nových a tvarů (tzv. technogenních tvarů)

**Ivan, Kirchner** (1988): - **antropogenní tvary** vzniklé technogenními procesy s podtypem modifikovaných a tvarů (např. haldy rozřezané stržemi, zářez postížený sesouváním), - nepřímé AT vznikají **vyvolané a. tvary** (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 (urychlená eroze i sedimentace, vliv přehrad, regulace vodních toků apod.).

*V naší přednášce budeme vycházet z ovlivnění přírodních procesů (endogenních i exogenních) činností lidské společnosti, vznikají nepřímé a. procesy a antropogenně modifikované přírodní tvary nebo vyvolané a. tvary (či přírodně-antropogenní t., antropogenně podmíněné t.).*

### III. Klasifikace antropogenních tvarů

Podle tvaru, velikosti (kubatury, plošné rozlohy, a výšky, hloubky), petrografického složení, barvy, polohy v terénu, podílu antropogenního faktoru na jejich vzniku, podle stáří a vegetačního, jak zapadají do celkového rázu krajiny.

**Tvar:** **konvexní** (vypuklé, vyšší nadm. výška než původní reliéf), základní tvar v půdorysu bodový, lineární, plošný, **konkávní** (vyduté, vhloubené), nadm. výška nižší než původní přírodní reliéf, základní tvar v půdorysu bodový, lineární, plošný, antropogenní terénní zrcadla (ploché tvary díky antr. sedimentaci), **smíšené**

**Morfologie:** např. haldy kuželovité, kupovité, hřbetové, hřebenovité, tabulové, terasovité, lomy stěnové jámová, etážové, valy symetrické, asymetrické, nesmí být samoučelná.

**Petrografické složení:** haldy hornické, energetické, průmyslové (chemické, hutní) podle hořlavosti.

**Vznik:** genetická klasifikace, těžební, průmyslové, zemědělské, vodohospodářské, sídelní, dopravní, vojenské, oslavné, pohřební, rekreační.

**Velikost:** makrotvary (haldy, poklesové kotliny, terasy, náspy), mikrotvary (pinky, sejpoviště, mohyly, rýhy), hranice smluvní

**Velikost:** číselné vyjádření plošná rozloha všech tvarů, kubatura konvexních tvarů, hloubka konkávních, výška konvexních tvarů

**Stáří:** tvary živé tj. vznikající, vyvinuté-zralé

**Rychlost vývoje:** vyšší rychlost než u přírodních, technogenní tvary řadově dny, měsíce, roky. Zanikání tvarů trvá stovky až tisíce let.

**Poloha** v povrchové části zemské kůry: povrchové, hlubinné (podzemní, podpovrchové)  
Poloha v rámci rozsáhlejších tvarů: haldy rovinné, svahové, kamenolomy stěnové, jámové.

**Vegetační kryt:** bez vegetačního krytu, ozelenělé přirozeně, uměle.

**Podle typu rekultivace:** lesní, zemědělská, vodní

**Celkový ráz krajiny:** estetické hledisko, hygienické hledisko.

## IV. Rámcový vývoj působení lidské společnosti na reliéf

Neuvědomělé působení, před 3 mil. let člověk jako nový činitel, převaha přírody nad člověkem raně civilizační typ

V různých částech země se působení časové liší vzhledem k různé úrovni vývoje společnosti.

### **Paleolit** (*starší doba kamenná*)

Starý paleolit 1 000 000- 250 000 př.n.l

Střední paleolit 250 000 - 40 000 př.n.l.

Mladý paleolit 40 000- 8 000 př.n.l.

Svrchní fáze mladého paleolitu 22 000 až 18 000 př.n.l. vrchol posledního zalednění, který přešel v pozdní glaciál (18 000 – 9 000 př.n.l., pozdní paleolit)

Poslední glaciál Würm začíná před asi 115 000 lety

Narušení reliéfu nepatrné, získávání materiálu k výrobě kamenných nástrojů (čepele, rydla, škrabadla) primární naleziště pazourku, glaciální sedimenty.

### **Mezolit** (střední doba kamenná, konečný paleolit) 8 000 - 6 000 př.n.l.

Počátek holocénu

### **Neolit** (*mladší doba kamenná*) 5 700,5 500 – 3 700 př.n.l.

Žárové zemědělství, příprava půdy k setí brázdící tyče, dřevěné či parohové kopáče, později hákové oradlo, keramika, kácení lesů, pastevectví, dlouhé stavby, sběr přírodních plodin, těžba a štípání rohovců, objev studny v Mohelnici, výstavba rondelů – sociokulturní architektura,

Atlantik

### **Eneolit** (pozdní doba kamenná) 3 700 – 1 900 př.n.l.

Zemědělství - oradlo, chov domácích zvířat, lov, první uplatňování mědi, později zlata a stříbra k výrobě šperků, zbraní, nástrojů, přísun soli, jantaru, vyhledávání přírodních zdrojů Epiatlantik

### **Doba bronzová** 1 900 – 750 př.n.l.

Těžba kovů (měď, cín), rýžování zlata, kovolitectví-slévačství, zvyšující se hustota osídlení, opevněná hradiska, pohřbívání – mohyly, zachovány v oblasti Ždánického lesa a Chřibů a na Znojemsku (Bošovice průměr 16 m, výška 150 cm), zemědělství, chov domácích zvířat, hrnčířství.

Západní Čechy, Plzeňsko, Klatovsko (řadově desítky až stovky mohyl).

### **Starší doba železná** – halštatská 750 – 400 př.n.l.

Bronzové srpy byly nahrazeny železnými, rolnictví, chov, pastevectví, čtyřkolové vozy. Masové používání železa, kovolitci, diferenciaci společnosti. Na Moravě horákovská kultura. Pohřbívání ve velkých mohylách. Zemnicové chýše, později obnovována hradiště (např.

Leskoun, Plaveč, nové hradiska a opevnění Morkůvky, Borkovany – Ždánický les, Jevišovice).

Jeskyně **Býčí skála** (podle Přichystal Náplava 1995 ).

vchod pod 52 m vysokou skalní stěnou, stará výtoková jeskyně Jedovnického potoka (ztrácí se v Rudickém propadání), jeskyně Rudického propadání, Býčí skály a spodní patra j. Barová vytéká u křižovatky v Josefově. Přístupno prvních 320 m tzv. **Předsíň** nálezy již v paleolitu po tzv. Šenkův sifon, nynější vchod vystřílen Aloisem z Lichtenštejna v roce 1796.

**Dr. Jindřich Wankl** - zahájení výzkumů v 1867, 1872 prokopal Předsíň a nálezy interpretoval jako pohřeb halštatského velmože. Nález: dvě velká žároviště, vrstva vypáleného vápence až několik metrů silnou, vrstev zuhelnatělého obilí a uhlí, nad uhlím spečené předměty, obilniny, látky, železo, přes 40 zbytků koster většinou žen, trupy koní bez hlav a nohou

již více jak 100 let diskuze Wankel

- pohřeb náčelníka,
- bohatá prospektorská či podnikatelská skupina (kováři, žele. rudy),
- - v letech 1980 85 nová interpretace (Nekvasil, Stloukal, Weber) úkryt obyvatelstav, které zahynulo pod spadnutým stropem (náhodný výbuch)
- - obětní síň obětiště s možnou přítomností kovárny

Vápenec byl intepretován jako sintr

Mohyla Hlásnica, Šaratice – mohyla Kopeček (obvod 90 m, výška 5 m).

**Doba laténská - mladší doba železná**– 400 př.n.l. – 0 n.l.

**Keltové**, obdělávání půdy železné srpy, rotační mlýnky, hrnčířský kruh, oradlo s železnou radlicí, železářství – kladivo, poříz, kleště. Hradiska – oppida, stezky, dálkový obchod, mince. Řemesla, dobývání kovů, nerostů. Umělecká řemesla.

Hradiska – Podmokly, **Stradonice** plocha 80 ha, **Hrazany** 30 ha plocha, hradby široké 5- 10 m, výška 4- 5 m, **Staré Hradisko** na Prostějovsku nejdůležitější na Moravě, plocha 37 ha, hradba 2800m dlouhá, hradby až 8 m široké, již na mapě Komenského z roku 1627 podle nálezů jantaru, odhad až 2500 obyvatel, **Hostýn** (19 ha, strategické hradisko, – koncentrace obyvatelstva, mocenská střediska.

**Doba římská** 1 až 4. stol. n.l.

Zánik oppid, sídliště vesnického typu, pronikání germánského obyvatelstva, řemesla, zemědělství, hradisko Mušov (podlažní topení, vodovod, 9-10 ha, mohutné opevnění, příkop, X. legie,

**Doba stěhování národů** 4. až 6 stol. n. l.



Pronikání Slovanů, r. 375 nápor Hunů další řetězová reakce ostatních národů, 451 zastaven nápor Hunů v bitvě na Katalaunských polích menší hustota osídlení než v době římské

**Staroslovanské období až starší doba hradištní 6. až 8 stol. n.l.**

**Raný středověk** (doba slovanská, hradištní) 6.-12. stol.

zahrnuje i střední doba hradištní - Velká Morava 9 .stol. n. l. až počátek 10 stol. n..l.

Hradiska, pohřbívání do mohyl, zánik Velké Moravy kolem roku 905

## V. Významné prehistorické vlivy člověka na reliéf

**Těžba** – pazourek **Krzemionky** u Ostrowa Swietokrzyskiego (střední Polsko) asi 1000 těžebních míst v hloubce 4-10 m, radiolarit ve **Vídni-Maueru** (v provozu v období 5700 až 2000 mladší a pozdní doba kamenná)

Hornické dobývání nebylo raritou v Evropě - zde registrováno 250 děl

**ve světě: Lion Cavern** ve Swaziland hornická štola, těžba hematitu (jako barevný pigment) odhad 120 000 let

**Qena** nilská delta Egypt, těžba rohovce z říčních písků, až 2 m hluboké jámy, 35 000 počátek mladého paleolitu,

### Česká republika - hornická činnost - nerudy

neolitické jámové lomy na mramor na **Bílém kameni** u Sázavy (průměr 5.10 m, hloubka 1-3 m, těženo kamennými sekeromlaty)

**Tušimice** – těžba křemence v šachticích až 4 m, hlubokých s horizontálními chodbami, mladší a pozdní doba kamenná

**Hlinsko u Lipníka**, lom Podhůra, jámy o hloubce 1,2 až 3 m průměr 2-5 m, těžba prachovců a drob na sekeromlaty a sekerky (asi 3000 – 2600 př.n.l.),

Nejrozsáhlejší pravěké těžební pole **Krumlovský les** (Vedrovice, Jezeřany-Maršovice). Plocha 100 ha, těžební revíry,, jámy průměr až 10 m, hloubka 4 m, dobývání rohovců. Těžba zřejmě začala v v pozdní době kamenné, nejrozsáhlejší dobývání až ze starší doby bronzové, smysl gigantické těžby je zatím záhadou (podrobněji Oliva, M., Neruda, ., Přichystal, A. 1999: Paradoxy těžby a distribuce rohovce z Krumlovského lesa. PA, XC, Praha).

**Želešice**-zelené břidlice, rohovce u **Olomučan** v Moravském krasu, **Stránská skála** – těžba rohovců z vápenců,

### Hornická činnost - rudy

2000 (1900) – 750 doba bronzová pravděpodobná těžba **mědi** v západních Čechách a v Krušných horách

z Rakouska dobývání mědi **Mitterberg** (1800-300 př.n.l., šachty hliuboké až 100-105 m, štoly do 400 m).

### Megalitické stavby

Od roku 5500 př.n.l. (neolit) až 1500 př.n.l. kamenné památníky megalitické kultury

Tvary megalitů (obrovité vztyčené kameny): - **menhir** svisle zapuštěný, hrubě opracovaný, - **stěla** štíhlejší opracovaný kámen, **kromlechy** – do kruhu seřazené menhiry, kamenné prstence, **trilit** – napodobení brány, **dolmen** – dva nebo více vztyčených kamenů pokrytých plochými kameny (stoly, přístřešky, hroby), **henge** – seskupení velkých menhirů, kruhů a řad pro kultovní a astronomické účely, **megalitické hroby** – typ dolmenů, chodbové hroby, hroby kryté naspem nebo mohylou (hrobové mohyly)

*České menhiry (podle Svobody 1990) - české menhiry lze s určitou pravděpodobností považovat za menhiry podle analogií se západoevropskými lokalitami.*

Nálezy v sz. Čechách mezi Labem a Vltavou a Ohří a Berounkou, celkem zaznamenáno **23** lokalit

Nejvýznamnější menhiry: **Chabry** – Ládevská ul. Praha, 1,5 m vysoký kámen (v okolí keltské nálezy, šňůrová keramiky, zvoncové poháry), **Klobouky** – (severně Slaného) náš nejvyšší menhir 3,5 m, původně obklopen 6 až 12 menšími kameny, diskuze k pravosti menhiru, v okolí archeologické nálezy (Keltové...), **Ledce** (jv. Slaného dva kameny 0,7 a 0,8 m)

Samostatná skupina menhirů **soutok Otavy a Volyňky** u Strakonice část zničena, v oblasti keltské nálezy.

**Kounovské kamenné řady** – asi 1,7 km sv. od obce Kounov (plošina na kopci Rovina 526 m, (podloží opuka), 2500 křemencových kamenů, výška od 2 dm až do 1 m, 16 rovnoběžných řad s-j. směru délka 200 až 300 m, vzdálenost mezi řadami 16 až 30 m. V prostoru žádné archeologické nálezy, teorie K. Žebery – zbytky zvětrávací kůry, zvětrávání, později vybírány a vymezovány hranice pozemků.

Největší výskyty menhirů:

#### **Velká Británie**

Stonehenge, Salisbury, Avebury,

jedna z největších prehistorických mohyl **Silbury Hill** při řece Kennet (2800 př.n.l.), 40 m výška, základna na ploše 40 ha, hmota odhad 328 000 m<sup>3</sup>

#### **Francie**

- Bretaň, (např. Carnac, 400 ha, 5730 menhirů, výšky menhirů 4 – 7 m), bretaňská žula, neolit, eneolit.

Egypt – pyramidy, střední a jižní Amerika

#### **Vliv zemědělství, zavlažování**

Vodní dílo **Saa el-el Kafara** 30 km jižně od Káhiry (2650 až 2465 př.n.l.), hráz vysoká 12 m, dlouhá 108 m, zachovalá.

Přehrada pro zásobování **Ninive** (705 až 981 př.n.l.), kamenná přehrada **Šan-si** (asi 240 př.n.l.) Čína, hráz vysoká 30 m.

## VI. Ovlivnění endogenních geomorfologických procesů

Ovlivnění nekonsolidovaných pokravných útvarů a konsolidovaných hornin (těm bude věnována pozornost).

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

### VI. 1. Přerozdělení statických tlaků

– výstavba velkých vodních nádrží, urbanizovaných celků (městských aglomerací). Zatížení povrchu např. vodou – prohýbání povrchu, pohyby podél zlomů, doprovod antropogenní zemětřesení.

**Klasický příklad – přehrada Boulder (Hoover) dam** na řece Colorado. Napouštění v roce 1935, ukončení 1939. Délka přehrady 200 km, hloubka až 150 m, objem  $37,5 \text{ km}^3$ , hmotnost  $3,75 \cdot 10^{10}$ . Po napouštění byla v letech 1940-41 provedena nivelace opakovaná – prohnutí zemské kůry 0,78 m. Začaly otřesy zemské kůry v letech 1937-44 asi 6000 otřesů. Zjištěna závislost mezi otřesy a max. hladinou vody v nádrži, úprava přítoku výstavbou dalších nádrží Fleming Gorge a Glen Canyon, zemětřesení na polovinu.

**Přehrada Vaiont**, Itálie. Klenbová hráz 265,5 m, objem  $0,17 \text{ km}^3$ , hloubka 130 m. Stavba zakončena v roce 1960, otřesy při napouštění, vápence, dolomity, zlomy, při poklesu hladiny otřesy ustaly, 9.10. 1963 deště - max. zdvih obrovský sesuv, 165 m vysoká vlna, směrem k řece Piavě ztratila výšku, 2117 m mrtvých

Složité vztahy vzniku antropogenně podmíněných zemětřesení a výstavby a provozu vodních nádrží. Závislost není vždy jednoznačná.

Pro vznik antropogenně podmíněných zemětřesení nutné předpoklady:

0,3 % ze zhruba 11 000 přehrad s přehradním tělesem vyším než 10 m, u přehrad s přehradní zdí vyšší než 90 m již 10 %, u přehrad s výškou 140 m 21 %.

Podle Demka (1984): vznik zemětřesení je podmíněn:

1. napětím v zemské kůře a přítomností zlomů
2. výskytem rozpukaných hornin s možností infiltrace vody do hloubky
3. výskyt heterogenních hornin na dně nádrže – umožnění pohybu do hloubky pod tlakem
4. litologickým složením podloží, v sedimentech dochází k sesedání bez průvodní seismiky

Počátek seismických jevů souvisí s napouštěním přehradní nádrže, při zvyšování vodní vrstvy rostly počty a intenzita zemětřesení

**Přírodní poklesy zemského povrchu nejsou obvykle rychlejší než 0,5 mm za rok**, poklesy ovlivněné lidskou činností mnohonásobně rychlejší

**Pokles dna Orlické přehrady 0,12 mm za rok** (zaměřil Mačák 1980), kolem staveniště Temelína byla v 90 letech zjištěna epicentra zemětřesení reakce zemské kůry na zatížení přehradním jezerem orlické přehrady

**Sídelní aglomerace - poklesy zemské kůry** - v městě a v okolí kompenzační zdvihy (např. Moskva poklesy 12 mm v letech 1936-50). Komplex jevů: hmotnost objektů, odstraňování hornin při ražbě podzemních prostor, odčerpávání podzemní vody, v létě přehřátí a sesedání půdy při ochlazení. Např. vysoká budova na Smolenském nám. v Moskvě deprese o poloměru 120 m, hloubka 50 cm.

Tabulka: Rychlost poklesů zemského povrchu podmíněných lidskou činností (podle Kukala 1990 a Kukala, Reichmanna 2000)

oblast	druh lidské činnosti	rychlost poklesu v mm za rok
delta Pádu s Benátkami	čerpání podzemních vod	5-10
Wilmington, USA	těžba ropy a plynu	740
Las vegas, USA	čerpání podzemních vod	35
Taipei	čerpání podzemních vod	100
Ekofisk, Severní moře	těžba ropy a plynu	30-70
jezero Mead, Colorado	přehradní jezero	20
Toktogul, řeka Narin	přehradní jezero	20-30
Kariba, řeka Zambezi	přehradní jezero	12,7
Orava, Slovensko	přehradní jezero	5,0

## VI. 2. Přerozdělení dynamických tlaků

Vyčerpávání a načerpávání množství tekutin – typický příklad z Denveru USA, čerpání vody v roce 1962 do hlubokého vrtu (3671 m), situován v tektonickém pásmu, zemětřesení. Vhánění slané vody do vrtů k vytěžení ropy – aktivizace zlomů, vznik zemětřesení (Kalifornie),

**Vyčerpávání ropy a zemního plynu** (Groznyj 1971), **podzemní vody** (prohnutí zemské kůry Las Vegas v letech 1935-50 36 cm).

Tabulka: Rychlost poklesu zemského povrchu v některých světových velkoměstech (podle Kukala 1990)

velkoměsto	příčina poklesu	období	celkový pokles (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

### **Gazifikace uhlí, těžba soli, těžba uhlí – důlní otřesy.**

**Podzemní jaderné výbuchy** – Nevada pokusný polygon, zemětřesení, výbuch o síle 0,1 až 1,2 megatun TNT vyvolal zemětřesení o M 5-6., vertikální pohyby na povrchu až 1,2 m, horizontální 0,15 m, oživen= zlomy 0,3 – 8 km.

**Podzemní zásobníky plynu** (podle Plachý, S. 1995: Podzemní uskladňování plynu. Vysoká škola chemicko-technologická Praha, 145 s.)– skladování plynu, skladování letních přebytků pro pokrytí zvýšené spotřeby v zimě, potřeba uskladnit 20-25% objemu roční spotřeby, nejpříjemnější způsob podzemní uskladňování

od poloviny 19.století rozmach výroby potřeba skladování svítiplynu (plynojemy – chicagský s kapacitou 600 000m<sup>3</sup> ,

#### **zemní plyn –**

- využití vytěženého ložiska

1915-16 využití vytěženého ložiska Wellandský okres státu Ontario Kanada, USA podzemní zásobník na ložisku Zoar-Erie ve státě New York kapacita 62 mil. m<sup>3</sup> , na konci 70 let v USA 400 podzemních zásobníků plynu s celkovou kapacitou 212 mld. m<sup>3</sup> plynu.

- Další cesta hledání vhodných geologických struktur, které by byly schopny plyn přijmout podzemní zásobníky akviferového typu první pkus v USA v roce 1946, rozpukané vápencové souvrství v hloubce 170 m na pomezí států Kentucky a Indiana, nepodařilo se vytěsnit vodu, v roce 1950 ve státě Iowa ve vrstvách pískovců v hloubce 530-580 m uskladněno 530 mil. m<sup>3</sup> ,

akviferové struktury – zásobníky v poréznicích strukturách vodonosné propustné vrstvy, voda vytlačena přetlakem plynu

– kavernové podzemní zásobníky  
*- loužením mohutných ložisek soli, - kaverny vytvořené výbuchem, - hornickým způsobem (rubáním) volné podzemní prostory staré opuštěné hlubinné doly nebo speciálně vyrubané, - zmrazením okolní horniny (zmrzlá voda v pórech vytváří bariéru pro uhlovodíkové látky)*

Pohyby nadloží související s funkcí zásobníku zásobník Hrušky opakovaná geodetická měření od roku 1978 periodické oscilace odpovídající tlakovým cyklům, nárůst náklonu 0,4 až 0,5 mm za rok, náklony celého území s poklesem do centra propadliny, recentní pohyby podél tektonických poruch, těžba uhlí v Jihomoravském lignitovém revíru

**Lobodice** – podzemní zásobník akviferového typu, 1965-1990 svítiplyn, od roku 1990 zemní plyn

klastické sedimenty spodního badenu, těsnící hornina bádenské jíly

**PZP Tvrdonice**, ložisko Hrušky – původní plynové ložisko, vybudován v letech 1972-74, uskladňování v hloubkách 1600 m baden, 1250 m sarmat, 1100 m sarmat

**PZP Štramberk** – plynové ložisko Příbor –jih, karpatský horizont, zahájen provoz v roce 1983

**PZP Dolní Dunajovice** – (stejnojmenné ložisko) 1989 – ložiskovou nádržní horninou jsou bazální klastika eggenburgu, pískovce

**PZP Háje (Příbram)** – kavernový podzemní zásobník, budován hornickým způsobem, zahájení provozu v roce 2000

**PZP Třanovice** – oblast ložiska Horní Žukov-Třanovice-Mistřovice, plynové ložisko, 1949-82 těžba, na žukovském hřebetu tři pohřbená údolí jako stratigrafický typ pasti, klastický materiál spodní baden, nadloží spodnobádenské tégly

## VII. Ovlivnění exogenních geomorfologických procesů

### *Urychlení geomorfologických procesů*

#### **VII. 1. Urychlené zvětrávání**

změny ve složení atmosféry a hydrosféry, kyselost srážek, povrchových vod i půdy, hnojení, meliorace, závlahy, znečištění podzemních vod odpady

– urychlení mechanického i chemického zvětrávání, kultivace zemědělských půd, **mechanické rozvolnění** hornin a zemin při těžbě – antropogenní zvětrávání, rozvolnění při **vojenských akcích** – bombardování, odstřelování

Působením lidské činnosti se zvětrávání a tvorba půd urychluje 10 x ve srovnání s přírodními procesy

Přírodní rychlost vzniku půd na pevných horninách, .....milimetry za 1000 let, ne nezpevněných horninách 1-2 cm za 1000 let

Podle společnosti British Coal (1991) – rekultivační práce – na britských uhelných ložiscích je zvětrávání až 100 x rychlejší u neporušených hornin 1-2 cm za 10 let

**Chemické zvětrávání:** zvětrávání stavebních kamenů (možná aplikace na lomové stěny a odkryvy) tzv. nemoci kamenů, velkoměstská atmosféra má negativní vliv na zvětrávání – urychlení

Důležité je určit přítomnost sádrovce  $\text{CaSO}_4$ , který se tvoří reakcí kyseliny sírové s minerály hornin. Zvětrávání ve znečištěném ovzduší **několik stadií:**

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

**Hlavní role** : vlhkost v kameni a obsah kyseliny sírové v ovzduší

na rozpad má vliv střídavé zvlhčování a vysušování, zmrazání a rozmrazání, biologické procesy

Nové poznatky prokazují, že na zdrojích síranů v kůrách se více podílí atmosférická depozice než vztlínání vody

Různé horniny reagují různě na zvětrávání např. vápence na pražském židovském hřbitově zvětrávají střední rychlostí 1 cm za sto let, náhrobky z křídových pískovců ještě rychleji.

#### **Urychlení chemického zvětrávání**

vliv na vznik nových minerálů a chemického ovlivňování horninového prostředí

- **působí důlní vody, vody protékající starými haldami, nečištěné odpadní vody průmyslových podniků (možná kontaminace povrchových i podzemních vod)**



- kyselá dešť a kyselá důlní vody (nižší hodnota pH – vyšší koncentrace vodíkových iontů) – reakce s karbonatickými 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 (arsen beryllium, volný hliník) zdroje půmysl ,zemědělství, doprava, sídelní aglomerace ukládání odpadů –staré zátěže,

Při hnojení anorganickými hnojivy fosfáty, nitráty, pesticidy, fosfáty dochází k nadměrnému obohacení horninového prostředí, vymývání do povrchových vod – eutrofizace

Nepříznivý vliv fosfátů - na sebe váží rizikové prvky kadmium, vanad

## VII. 1. 1 Bilance a hmot a rychlost eroze v horninovém prostředí ČR (podle Kukala a Reichmanna 2000)

**Eroze** (přírodní včetně urychlené eroze) - vodní eroze průměry plavenin (suspenze) 1985-1995 (údaje ČHMÚ)

Labe v Hřensku 440934 t, Morava ve Strážnici 270 000 t, Odra v Bohumíně 160 000 t plavenin celkem 870 000 t plavenin ročně – jako splaveniny podle různých studií asi 1/10 množství tj. asi 1 mil. t – materiál v roztoku a v suspenzi je v poměru 1:1 připočteme další 1 mil t **celkem 2 mil t** (nejsou zahrnuty katastrofické události)

Přepočet hmotnosti na objem (objemová hmotnost  $1 \text{ g.cm}^{-3}$ ) 2 mil tun odpovídají  $2 \text{ mil m}^3$ , (plocha ČR  $80\,000 \text{ km}^2$ ) úbytek mocnost vrstvičky **0,025 mm**.

Obvykle se počítá rychlost za 1000 let tj. 2,5 cm za 1000 let pro ČR.

Číslo poměrně nízké pro Evropu podle Garrels a Mc Kenzie 6-7 cm za 1000 let na jiných kontinentech až 23,2 cm za 1000 let.

**proč:** - nejsou započítány katastrofické události, - erodovaný materiál se ukládá ještě na území republiky, - možná dotéká více látek v roztoku, - území ČR je dosti zalesněné

### Spotřeba materiálu lidskou činností:

V průmyslových zemích se spotřebuje ročně 20 t materiálu (energetické suroviny se pálí, rudy se promění ve výrobky, nerudy ve stavebnictví).

1997 – vytěženo 162 mi. t nerostných surovin (hnědé uhlí, černé uhlí, stavební kámen)

Včetně ropy, plyn, podzemní vody - asi 200 mil. počet obyvatel 10 mil asi 20 t na člověka

Přepočet na objem: objemová hustota  $2,5 \text{ g.cm}^{-3}$  ročně spotřebováno 80 mil.  $\text{m}^3$  nerostných surovin, přepočet na plochu ČR: ročně zmizí vrstvička o **mocnosti 1 mm**

**Člověk spotřebuje 40 krát** více nerostných surovin než je množství materiálu odneseného erozí

### **Procesy způsobující narůstání objemu a hmotnosti horninového prostředí**

Eolická sedimentace **přírozená eolická sedimentace 0,01 cm** za 1000 let – malé množství hraje malou roli.

Eolická sedimentace ovlivněná lidskou činností je podstatně vyšší (Praha 600 cm za 1000 let, Podkrušnohoří 1400 cm za 1000 let).

Ze sborníku Europe's Environment dlouhodobý průměr pro celou Evropu 4 cm za 1000 let.

Podle Moldana (1991) rychlost **atmosférické depozice podmíněné člověkem 0,1-0,2 mm** za rok (průměr 0,15).

Sedimentace nespálených a recyklovaných odpadů (podle Statistické ročenky zůstalo na našem území 50 mil t odpadů předpoklad že část spálena a recyklována zbude 40 mil. t

Objemová hustota  $1 \text{ g.cm}^{-3}$  tj. 40 mil  $\text{m}^3$  odpadů, kdyby se všechny rozprostřely vznikne **vrstvička 0,5 mm mocná.**

**Celková bilance** - horninového prostředí nárůsty **0,65 mm**, **úbytek 1,025 mm**, **negativní bilance** podíl zejména těžba nerostných surovin, podstatným činitelem bilance je člověk proto hodnocení v krátkých časových etapách

## VII. 2 Urychlení svahových procesů

**Svahové pohyby** – porušení stability svahu. V *geomorfologii* je širší pojetí – každý pohyb horninových částic po svahu, v *inženýrské geologii* svahové pohyby v užším smyslu gravitační svahový pohyb oddělen od pohybu, kdy materiál odnášejí transportační média (voda, led, sníh vítr). Označovány jako pohyby gravitační –výsledek svahová deformace.

Příčiny svahových pohybů – úklon svahu, zatížení svahu, zvýšení obsahu vody v půdě, sutích horninách, soudržnost narušována zamrzáním, zvětráváním, změny porostu, odstranění vegetace.

kritický úhel sklonu  $25^\circ$  .

Rozdělení svahových pohybů podle rychlosti (Varnes 1978):

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 min.
velmi rychlý	0,3 m za minutu až 3 m za sec
mimořádně rychlý	větší než 3 m za sec.

Ochrana proti svahovým procesům: zachycení a odvedení povrchové vody, vyčerpání všech studní, odvodnění drenážemi pod povrchem, terénní úpravy, odlehčení v odlučné oblasti

technická opatření: kotvení, rozrušování smykových ploch, injektování, zajišťování pilotami, opěrné zdi.

*Členění svahových pohybů podle Nemčoka, Paška, Rybáře (1974):*

**A Ploužení** - pomalého tečení hmoty - dlouhodobý, zpravidla nezrychlující se pohyb horninových hmot, přičemž hranice vůči pevnému podloží je ve většině případů nezřetelná. Velikost posunů hmot je zanedbatelná.

### **A I Podpovrchové ploužení**

**1a) Rozvolňování skalního svahu** vznikem puklin, lemujících tvary svahu a dna erozivního údolí. (uvolňování napjatosti po odlehčení říční erozí)

**1b) Rozvolňování svahu otevíráním tahových trhlin** v jeho horní části. Počáteční stadium porušení stability svahu. Otevírání tahových trhlin a pootáčení dílčích bloků.

**1c) Rozvolňování - deformace vysokých horských svahů**, provázené roztrháním horských hřbetů (tzv. zdvojené hřbety) a stupňovitými poklesy.

**2a) gravitační vrásnění - vrásnění (shrnování) sedimentárních vrstev** podél okrajů platformních pánví. Výrazné formy gravitačních vrás v hnědouhelných slojích a jílovitých souvrstvích jsou známy z terciérních pánví Českého masívu.

**2b) Gravitační vrásnění - údolní antiklinály, vytlačování měkkých hornin ve dně říčních údolí.** Pod účinkem různé váhy nadloží se přeskupují podložní měkčí horniny do oblastí odlehčené, tj. směrem k údolí. údolní antiklinály, bulging, naduřování vrstev pod dne údolí

**3a) Blokové pohyby - po plastickém podloží.** Horní část svahu tvoří skalní horniny, dolní část plastické jílovité horniny. Posouvání bloků skalních hornin a jejich zabořování a pootáčení – cambering. Blokové rozsedliny a bloková pole.

**3b) Blokové pohyby - podél předurčené plochy.** Posouváním bloků pevných hornin po rovinné ploše, popř. po tenké vložce plastické horniny, vznikají blokové rozsedliny a bloková pole.

## **A II Povrchové ploužení**

**1a) Povrchové ploužení** - mnohotvárný proces i na nejmírnějších svazích (např. se sklonem 2-3°). Účinky gravitace i klimatické vlivy. Pstíženy pokryvné útvary, někdy i zvětrávající povrchové partie pevného podloží. *Periodicky se opakující dílčí přemísťování nezpevněných hornin* po svahu, podmíněné 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).

- *slézání svahových hlín, slézání sutí, - hákování, - soliflukce, kamenné ledovce,*

**B Sesouvání** - relativně rychlý, krátkodobý klouzavý pohyb horninových hmot na svahu podél jedné nebo více průběžných smykových ploch. Výslednou formou sesuvného pohybu je „sesuv“.

### **B I Sesouvání podél rotační smykové plochy**

**a) Sesouvání podél rotační smykové plochy.** Sesuvy podle rotační smykové plochy (rotační sesuvy) se vytvářejí v homogenních jílovitých horninách a pahorkatinách a nížinných oblastech na březích řek, jezer a moří.

### **B II sesouvání podél rovinné smykové plochy**

**a) sesouvání zemin podél rovinné smykové plochy** - Smyková plocha předurčena, geologické nebo tektonické rozhraní (nejčastěji to bývá rozhraní mezi podkladem a pokryvnými útvary), planární sesuvy.

**b) sesouvání skalních hornin podél rovinné smykové plochy**, probíhající konformně se svahem. Jde o vrstevní plochu, břidličnatost nebo tektonickou zlomovou plochu. Planární sesuvy ve skalních horninách.

### **B III Sesouvání podél složené smykové plochy**

**a) Sesouvání podél složené (kombinované) smykové plochy.** Sesuvy podél složené, zakřivené a rovinné smykové plochy (rotačně planární sesuvy) se vyskytují zejména v horizontálně uložených jílovitých, prachovitých a slinitých sedimentech.

**b) Sesouvání 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 posunuje jako souvislý blok, v předpolí se vytlačuje val.

**C 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. Bude-li podíl vody ve stékající směsi vyšší než podíl horninových hmot, nebudeme již tento proces považovat za svahový pohyb.

**a) Stékání svahových jílovitých a hlinitopísčitých zemin** v podobě proudů (zemní, bahnité proudy) jde-li o rychlost m za den pak hovoříme o **sesuvu proudového tvaru**

**b) Stékání hlinitých a úlomkovitých svahových** uloženin na strmých svazích vysokých pohoří působením **přivalových vod** – mury, seli

**c) Stékání vodou prosycených povrchových partií pokryvných útvarů v období tání sněhu** a ledu nebo po nadměrných deštových srážkách. Výsledné formy se v sovětské literatuře označují jako „oplyviny“, „splyvy“, v anglické jako „flowage“. Bývá postižena povrchová vrstva svahových hlín.

**D Řícení** - náhlý krátkodobý pohyb horninových hmot na strmých svazích, postižené hmoty rozvolní a ztrácejí krátkodobě kontakt s podložím, volný pád i ostatní druhy pohybu, ploužení, sesouvání, od paty svahu - stékání a sesouvání.

**a) sesypávání** - náhlé přemístění drobných drolicích se úlomků poloskalních hornin až zemin kutálením a valením po svahu

**b) opadávání úlomků** - náhlé přemístění úlomků skalních hornin pohybujících se nejdříve volným pádem, poté valením nebo posouváním po svahu, padání ze strmých skal, při úpatí kužele, haldy, osypy.

**c) odvalové řícení** - náhlé přemístění skalních stěn v horských a vysokohorských oblastech, převážně volným pádem. Nejdříve separování bloků nebo části horninového masívu, zpravidla podle systému tektonických ploch, následuje jeho uvolnění a volný pád, provázený ohlušujícími zvukovými efekty a větrnou smrští (tlakovou vlnou). Skalní proudy.

**d) planární řízení** - náhlé přemístění skalních hmot v horských a vysokohorských oblastech, přičemž se kombinuje kluzný pohyb po předurčené ploše s volným pádem (planární řízení). Akumulační formy jsou podobné jako u předcházejícího typu.

*Vedlejší kritéria klasifikace:*

**1. podle věku :**

- **recentní (současný)** - pohyb probíhající za současných klimatických a morfologických podmínek;
- **fosilní (starý)** - pohyb probíhá za jiných než současných klimatických a morfologických podmínek, např. v pliocénu nebo v pleistocénu

**2. 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

**3. podle geneze:**

- **přírozený** (samovolný) - pohyb vznikl na přirozených svazích bez zásahu člověka
- **uměle vyvolaný** (antropogenní) - pohyb vznikl na přirozených svazích nebo v zářezech a násypch lidskou činností

**4. podle vývojového stadia: - stadium počáteční; - pokročilé; - závěrečné;**

**5. 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;

**6. 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;

**7. podle půdorysu:**

- **proudového tvaru** - délka deformovaného území mnohonásobně převyšuje šířku;
- **plošného (areálního) tvaru** - délka se rovná přibližně šířce;
- **frontálního (lineárního) tvaru** - šířka mnohonásobně převyšuje délku;

**8. 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).

### **Lidská činnost - narušení stability svahů :**

- zemní práce – zářezy, násypy, stavby, výkopy pro vedení inženýrských sítí,
- těžba nerostných surovin, lomy
- změny vodního režimu, vegetační kryt, zavodňování, odlesňování, výstavby vodních nádrží
- vibrace a otřesy na svazích

Sesouvání 80% v současné době aktivních sesuvů spojeno s lidskou činností

Množství příkladů – železnice, silnice

**Sesuvy** kolem dálnice Praha Brno, vývoj v zářezu, vyvolání a urychlení sesouvání. Příklady uvádí Kukal (1982), Záruba –Mencl (1969), Špůrek (1972, Studia geographica 19)

Obrovské sesuvy vzniklé při stavbě Panamského kanálu (zářez Culebre).

**Sesuvy** na březích přehradních nádrží (Brněnská přehrada, Šance, Nechranice) – oživení starých a vznik nových sesuvů.

**Sesuvy** v lomech – klasický příklad lom na pokrývačské břidlice u obce Elm (Švýcarsko), lom se zařezal 50 m hluboko, vznik vrstevního sesuvu délka 180 m, výška 60 m, v roce 1881 pak mohutný sesuv typu kamenito-bahenního proudu o délce 1,5 km, šířce 400-500 m a mocnosti 5-50 m, 112 000 m<sup>3</sup>, rychlost pohybu 180 km/hod, pohřbena osad Untertal zničena část Elmu, zahynulo 115 osob.

Sesuvy v povrchových lomech v bývalém SSSR na Urale, Baturlinský lom sesuv o hmotě 1 mil m<sup>3</sup>, délka 630m, šířka 120 m.

**Bahenní proudy** – oblast Kavkazu (sely), Krkonoše mury,

Klasický příklad **Aberfan** ve Walesu, halda nad městem na svahu o sklonu 13°, mnoho pramenů, halda č. 7 nevhodně situována, v roce 1966 sesedání haldy, pokles vrcholu, bahenní proud rychlost 15-30 km/hod, 10 m mocná vrstva na okraji města, zahynulo 144 obyvatel.

### VII. 3. Urychlení fluviálních procesů a procesů na vodních nádržích

**Narušení vegetačního krytu** (odlesnění, požáry, rekreační a sportovní účely, pastva apod) – hlavní příčina ovlivnění fluviálních procesů, přivalové deště, odnos pod přirozeným lesem je malý, podle Bennetta (1955) odnos v lese 0,001 mm/rok, travnatý porost 0,006 mm/rok, kukuřice 13,3 mm/rok, vykácení lesa a přeměna na kukuřičné pole zvýšení eroze 11 600 x.

Plošná urychlená eroze (nesoustředěný odtok), plošný splach

Stružková urychlená eroze (lineární), stružky

Stržová urychlená eroze, strže

Boční eroze, laterální

**ČR – odlesnění** v důsledku poškození lesních porostů, urychlená vodní eroze plošná, stržován (Jizerské hory, Krušné hory, Moravskoslezské Beskydy)

**Povodí Trkmanky** podle Vaníčka (1963) odnos z povodí 3,3 mm/rok přirozená tvorba 0,1 mm/rok

**Kolonizace vrchovin** 11.-12. stol, urychlená eroze v horní části povodí, sedimentace povodňových hlín v údolních nivách na středních a dolních tocích (vrstvy 3-5 m)

**Úpravy koryt vodních toků** – zvýšení spádu, zvýšení eroze, napřimování toků Labe v úseku Jaroměř – Mělník v letech 1800-1950 zkráceno ze 400 km na 178 km.

**Morava** – Litovelské Pomoraví, anastomóza, náhony, rozdělování průtoku na náhon, zánik anastomózního říčního typu a vznik typu s hlavním tokem korytem řeky Moravy

**Napřímení toku** – zvýšení eroze- zařízení koryta- pokles hladiny podzemních vod- konsolidace povrchu nivy- změna nivní vegetace

**Sedimentace v korytě** – zvyšování dna řeky - zvyšování hrází **Chuang che** 15 – místy 75 m nad terénem

Zavlažovací kanály – čistá voda vyšší erozní schopnost – zpevňování břehů

Fluviální procesy ovlivňovány

- výstavba technických zařízení na řekách (jezy, přehrady, úpravy koryt, náhony) .- **přímo**
- transformací vegetačního krytu
- transformací podmínek povrchového odtoku (úpravy reliéfu, např. výstavby parkovišť, úpravy koryt)
- transformací struktury půdy (orba, pastva, vysoušení, meliorace)

Účinek ovlivnění se projevuje

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



Protierozní opatření, obecně organizační – specializace výroby, agrotechnická – orba po vrstevnici (snížení hodnoty eroze o  $\frac{1}{2}$ , pásové obdělávání půdy snižuje hodnotu eroze o  $\frac{1}{4}$ , eroze je téměř přerušena terasováním svahů, samovolný vznik teras.

Rekultivace, hrazení bystřin – soubor prací, terasování toku, vegetační prostředky.

## **Velké vodní nádrže a jejich vlivy**

### *Ovlivnění f. procesů v úseku nad přehradou*

Degresivní akumulace, šíří se proti toku, vlna akumulace se šíří na řece Syrdarja až 0,6 km/rok, na řekách v rovině se šíří desítky až stovky km.

### *Ovlivnění f. procesů v úseku pod přehradou*

Uvolnění energie, voda bez sedimentů, zahloubení koryta

### *Vznik abrazních a akumulačních procesů*

*Vznik nových nebo oživení starých svahových procesů*

*Usazování sedimentů na dně nádrže*

*Ovlivnění endogenních procesů*

Sedimentace v přehradních nádržích je asi 100 x rychlejší než v jezerech přírodních (průměrná rychlost sedimentace 0,1-0,3 cm za rok)

Rychlost v cm za rok: Hooverova přehrada 50, Asuánská přehrada 15, Slapy 4, Lipno 2, Nechranice 20.

## VII. 4 Urychlení kryogenních procesů zvl. termokrasových

**Dlouhodobě zmrzlá půda** (permafrost) horniny s teplotou po dobu více než 2 roky pod bodem mrazu, kryogenní tvary souvisí se střídavým promrzáním a táním a s fázovými přeměnami vody, sezónní permafrost (měsíce)

Narušení rovnováhy permafrostu – změna tepelné bilance (dochází k deformaci sněžného, rostlinného, půdního pokryvu, narušení povrchového odtoku )

**Syngenetický led** (polygony ledových klínů a čočky rovnoměrně rozloženy v souvislosti se sedimentací), **epigenetický led** – rozložen při povrchu jednorázové zamrzání

### *Degradace permafrostu z boku*

Termoeroze, termoabraze, vedoucí k termoplanaci reliéfu

Tání ledových klínů (prohlubně – strže v místech polygonů ledových klínů – mezi prohlubněmi jádra polygonů, bajdžarachy – vývoj amfiteatrální deprese, **termokar** – ústup stěny nižší úroveň polární nížiny

### *Degradace permafrostu z hora*

Mírné svahy a rozvodí

Tání polygonů ledových klínů, vypuklá jádra – výrazná jádra bez vegetace , bajdžarachy - celková sníženina d'ujod'a, hromadění vody – sníženina alas, v hloubce bez promrzání talik, - zanikání jezera, promrzání pingo, spojování v termokrasová údolí

Narušení rostlinného a půdního krytu, zvětšení radiační bilance, zvýšení průměrné roční teploty, zvětšení mocnosti činné vrstvy permafrostu

- kácení lesa, požáry, - urbanizace, - těžební práce, - vedení produktovodů

## VII. 5 Urychlení eolických procesů

### **Větrná eroze , sedimentace**

Příčina – změny vegetačního krytu, větrný odnos (deflace), působení v suchých a polosuchých oblastech zemědělské obdělávání, jarní období – půda bez ochrany

Prašné bouře (černé bouře)

USA, 1935 Kansas, prašný mrak do výšky 1,6 km, obsah 35 000 t/km<sup>3</sup>

Bílé Karpaty, Vizovická vrchovina

Desertifikace, Sahara, zejména pastva rozšíření do oblasti Sahelu, růst 1 km ročně, oblast jezera Bajkal

Antropogenní průmyslové krajiny - rychlost eolické sedimentace cm za 1000 let New York 110, Praha (celoroční průměr) 600, Podkrušnohoří (celoroční průměr) 1400, průměr pro Evropu 4. pro Severní Ameriku 6,5.

## VII. 6 Urychlení marinních a lakustrinních procesů

**Přímé** ovlivnění – výstavba hrází na mořském nebo jezerním pobřeží, reakce na jiném místě pobřeží

**Nepřímé** – např. snížení množství materiálů přinášejících vodními toky (zadržení v přehradách, regulace, řek, těžba štěrku z pobřeží), dochází ke zvýšení abraze, např. zachycení sedimentů Nilu v Asuánské přehradě - rozrušování nilské delty

Těžba na šelfu (ovlivnění energie vln, zásah do sedimentačních procesů)

Abrazní procesy na přehradách

Vytvoření rovnovážného profilu svahu

**Přírodní podmínky** – vlastnosti hornin, morfografické vlastnosti svahu, hydrologické podmínky (vodní proudy, led), klimatické poměry (vítr)

**Antropogenní podmínky** – režim nádrže, výstavba objektů na březích, ochranná opatření na březích, činnost na přilehlých svazích, plavba a s tím spojená vznik vln,

## VII. 7. Urychlení geomorfologických procesů spojených s působením podzemní vody

Aktivizace sufoze, čerpání podzemní vody, soustředěný odtok z asfaltových ploch, v kanalizačních systémech, ztráty vody při zavlažování

**Cíle studia antropogenně urychlených procesů** – vypracování základů a metod, metod řízení, základem je geomorfologické prognózování (jaké procesy působí, jejich dynamika, možnost výskytu dalších urychlených geomorfologických procesů), znalost přírodních procesů.

## VII. 8. Zpomalení přírodních exogenních procesů

- **svahových procesů** (odvádění vody přitékající na ohrožené území, odvádění vody z ohroženého území, zaplnění trhlin v terénu, drenážování vrty, štoly)

technické, biotechnické prostředky (terasování svahů, odvodňování, zatravnění, zalesňování), vegetace odvádí vodu, snižuje vlhkost, technická opatření kotvené zdi, piloty, gabiony, přitížení paty svahu,

- **fluviálních procesů**, zvyšování infiltrace (vsakovací pásy), biotechnické prostředky (břehové porosty), technické prostředky (zachycování plavenin a splavenin)

- **marinních a lakustrinních procesů**, biotechnické a technické prostředky (vlnolamy, mola, výhony, ochranné zdi)

- **eolických procesů**, pěstitelské metody (pěstování jednoletých výškově rozdílných rostlin), umělé zábrany (přenosné ploty), ochranné lesní pásy – větrolamy.

## VIII. Antropogenní geomorfologické procesy a tvary

### Terminologická problematika

Podle různě se projevujících vazeb – výsledky činnosti člověka v krajině tvoří několik kategorií:

1. **Uniformizace** – nepřírozeně sjednocené různé typy krajiny nebo tvarů
2. **Simplifikace** – odstraňování rozmanitostí
3. **Denaturalizace** – odstraňování přírodních prvků a tvarů z krajiny
4. **Devastace** – ničení přírodních i kulturně historických hodnot
5. **Degradace** – znehodnocování přírodní sféry z hlediska přírodních složek a zájmů ochrany přírody
6. **Deteorizace** – zhoršování přírodní sféry z hlediska z hlediska přírodního prostředí
7. **Destrukce** – narušení vztahů v přírodní sféře

Obecné rozdělení antropogenních procesů

1. antropogenní zvětrávání
2. antropogenní transport
3. antropogenní degradace
4. antropogenní agradace
5. antropogenní exkavace
6. rekultivace

**Povrchové přemísťování hornin a zemin** – největší při výstavbě liniových dopravních staveb (dálnice a produktovodů – ropovody) podle Kukala a Reichmanna (2000) odhad ročního přemísťování hornin a zemin v ČR **100 mil. m<sup>3</sup>**.

Ropovod Ingolstadt- mezi Rozvadovem a Uhy u Kralup n.V. – délka 168 km začátek výkopů říjen 1994 skončení v červenec 1995, hloubka výkopu 1,8 – 5 m, střední hloubka 3 m, přemístěno více než 1,5 mil. m<sup>3</sup>, průměrná hustota 2 g.cm<sup>-3</sup> – přemístěno 3 mil. tun zvětralých i pevných hornin. Tranzitní plynovod a ropovod na území ČR délka přes 2000 km, přemístění materiálu odhad 5-8 mil. m<sup>3</sup>. Stavba dálnice Praha – hranice Slovenska (260 km) přemístěno nejméně 26 mil. m<sup>3</sup>.

### VIII.1 Těžební antropogenní (montánní) tvary

#### VIII.1.1 Obecná problematika

**Těžba surovin** – v roce 1997 bylo 594 ložisek vytěženo 162 mil. t nerostných surovin, celková plocha dobývacích prostorů v ČR k 1.1. 1994 1662 km<sup>2</sup>, tj. 2,1 % státu tento stav se příliš nezměnil.

## **Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) č. 439/1992 Sb**

**Nerosty** – za nerosty se podle zákona považují tuhé, kapalné a plynné části zemské kůry (§2). Nerostem nejsou vody s výjimkou mineralizovaných, z nichž se mohou průmyslově získávat vyhrazené nerosty, přírodní léčivé vody a přírodní minerální vody, léčivá bahna a ostatní produkty přírodních léčivých zdrojů, rašelina, bahno, písek, štěrk a valouny v korytech vodních toků, pokud neobsahují vyhrazené nerosty v dobyvatelném množství, kulturní vrstva půdy.

### **Nerosty vyhrazené a nevyhrazené (§3)**

**Vyhrazené nerosty** jsou:

- radioaktivní nerosty
- všechny druhy uhlí, ropy a hořlavého zemního plynu a bituminosní horniny (sedimenty prosycené přírodními uhlovodíky)
- nerosty, z nichž je možno průmyslově vyrábět kovy
- magnesit
- nerosty, z nichž je možno průmyslově vyrábět fosfor, síru a fluór nebo jejich sloučeniny
- kamenná sůl, draselné, borové, bromové a jodové soli
- tuha, baryt, azbest, slída, mastek, diatomit, sklářský a slévárenský 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 vápenec, pokud jsou blokově dobyvatelné a lešitelné a travertin
- technicky využitelné krystaly nerostů a drahé kameny
- hallozyt, kaolín, keramické a žáruvzdorné jíly a jílovce
- sádrovec, anhydrit, živce, perlit a zeolit
- křemen, křemenec, vápenec, dolomit, slín, čedič, znělec, trachyt, pokud tyto nerosty jsou vhodné k chemicko-technologickému zpracování nebo zpracování tavením
- mineralizované vody z nichž se mohou průmyslově získávat vyhrazené nerosty
- technicky využitelné přírodní plyny pokud nepatří mezi plyny uvedené k druhé odrážce

**Nevyhrazené nerosty** - jsou např. cihlářské suroviny, písky, štěrkopísky, horniny, které nelze blokově leštit, eventuálně tavit.

**Ložisko nerostů** (§4) – přírodní nahromadění nerostů, jakož i základka v hlubinném dole, opuštěný odval, výsypka nebo odkaliště, které vznikly *hornickou činností*

**Hornická činnost** – č.440/1992 Sb - §2

- vyhledávání a průzkum ložisek vyhrazených nerostů (výhradních ložisek)
- otvírka, příprava a dobývání a výhradních ložisek
- zřizování, zajišťování a likvidace výhradních ložisek
- úprava a zušlechťování nerostů prováděné v souvislosti s jejich dobýváním

- zřizování a provozování odvalů, výsypek a odkališť při činnostech při činnostech ve výše uvedených bodech
- zvláštní zásahy do zemské kůry (§ 34 Hor.zák.) – zřizování, provoz, zajištění a likvidace zařízení pro: *uskladňování plynů a kapalin* (podzemní zásobníky), *ukládání radioaktivních a jiných odpadů* v podzemních prostorách, *průmyslové využívání tepelné energie zemské kůry* s výjimkou tepelné energie vody vyvedené na povrch

**Nerostné bohatství (§5)** – tvoří ložiska vyhrazených nerostů, nerostné bohatství na území ČR je ve vlastnictví ČR

#### **Výhradní ložisko (§6)**

je vyhrazený nerost zjištěný v množství a jakosti, které umožňují očekávat jeho nahromadění na základě toho vydá MH osvědčení a výhradním ložisku a zašle je MŽP, OBÚ, orgánu územního plánování, stavebnímu úřadu a organizaci pro níž bylo provedeno vyhledání, nebo průzkum výhradního ložiska

**Ložisko nevyhrazených nerostů (§7)** – je součástí pozemku

#### **Chráněné ložiskové území ( CHLÚ) (§16)**

zahrnuje území kde jsou určeny zásoby vyhrazeného nerostu, či jejich bezprostřední okolí na kterém by stavby a zařízení, které nesouvisí s dobýváním výhradního ložiska mohly znemožnit, nebo ztížit jeho dobývání. CHLÚ se stanovuje po vydání osvědčení o výhradním ložisku. CHLÚ stanoví MŽP ČR po dohodě s MH, ČBÚ a orgány územního plánování a stavebním úřadem.

**Dobývací prostor (DP) (§25, 26)** - se stanovuje pouze pro výhradní ložiska. Na povrchu se stanoví uzavřeným geometrickým obrazcem jehož vrcholy se určují souřadnicemi. Může být vymezen hloubkově a může zahrnout jedno nebo více výhradních ložisek nebo jen jeho část a stanoví se pro dobývání výhradního ložiska určitého nerostu, nebo skupiny nerostů. DP stanoví OBÚ v součinnosti s dotčenými orgány státní správy, zejména v dohodě s orgány ŽP a orgánem územního plánování a stavebním úřadem.

k níž došlo.

**Nerostné suroviny** (podle Kužvart, Pešek, René 1986: Geologie ložisek nerostných surovin. UK Praha.) – nerosty a horniny obsahující prvky nebo jejich sloučeniny vhodné pro výrobu užitečných hodnot, příp. nerosty a horniny využitelné v průmyslu nebo zemědělství. *Ložisko* – abnormální koncentrace nerostné suroviny, kterou lze těžit současnou hornickou technikou s ekonomickým efektem.

rozdělení na rudy a nerudy.

**Rudy** – suroviny, jejichž zpracováním se získávají kovy

**1. Ložiska kovů černé metalurgie** – kovy černé metalurgie Fe, Mn, Cr, Ti, Ni, Co, Mo, W.

**2. Ložiska barevných kovů** – ke barevným kovům jsou přiřazovány: Al, Cu, Pb, Sn - cín, Sb - antimon, Hg.

**3. Ložiska drahých kovů** – zlato, stříbro

**4. Ložiska radioaktivních surovin** – uranové rudy

## **Nerudy**

### ***Nerudní suroviny***

- suroviny jež se používají v průmyslu v různě upravené podobě - minerály (masek, azbest, diamant), horniny (např. bentonit)
- suroviny, které slouží k získávání nekovových prvků (např. pyrit jako zdroj síry, fluorit jako zdroj fluoru)
- suroviny nerudního vzhledu, které jsou zdrojem kovů ale používají se i mimo sféru metalurgie bauxit jako zdroj žáruvzdorných surovin
- stavební suroviny (např. žula, písek, šterkopísek, cihlářská surovina)

### **Ložiska fosilních paliv – palivoenergetické suroviny**

fosilní paliva – kaustobiolity

***Kaustobiolity uhelné*** – vznikají ve fázi plynné (metan) a tuhé (rašelina, hnědé uhlí, černé uhlí, antracit)

***Přírodní uhlovodíky*** – plynná fáze (zemní plyn), kapalná fáze (ropa), tuhá fáze (např. asphalt)



## VIII. 1. 2 Těžební tvary

### *Těžba ovlivňuje přírodní sféru komplexně*

Rozdělení :

- *vlastní těžební tvary (lomy, šachty, štoly, haldy apod.)*
- *průvodní těžební tvary (poklesové kotliny, pinky apod.)*

Těžba **podle skupenství**: dobývání pevných, plyných a kapalných ložisek, někdy i dobývání podzemní vody

Těžba podle **polohy uložení**: povrchová, podzemní

Báňské závody **povrchově dobývajících – lom** (taky souhrn povrchových děl). Pokud lom leží pod úrovní zemského povrchu – povrchový důl.

Rozeznáváme **lomy uhelné, rudné, stavební suroviny** (hliniště, pískovny, šterkovny, kamenolomy).

Největší lom na měděnou rudu na světě Bingham v Utahu (nedaleko Salt Lake City). Hutě jsou na březích Velkého solného jezera. Délka lomu 3,2 km, šířka 2,5 km, hloubka 800 m.

V JAR v Kimberley odtěžen pahorek Kolesberg Kopje, těžba diamantů, The Big Hole. Těžba probíhala v letech 1871-1914. V průběhu těžby vytěženo 22,5 mil. tun zeminy. Průměr 500 m, hloubka 230 m.

V ČR povrchové doly v SHP.

**Povrchové doly** – složité antropogenní tvary – těžební fronta (svíslá stěna, nebo několika stupňovitě uspořádaných horizontálních vrstev tvaru ústupů (tzv. řezů). U řezu – pracovní plošina, svah (určen fyzikálně-mechanickými vlastnostmi hornin a zemin a výškou). Délka řezu desítky metrů až km.

### **Vlastní sníženina dolu**

#### **Výsypky** (vnitřní, vnější)

**Vnější výsypky** – na povrchu terénu – výsypka převýšená. Hrana vnější převýšené výsypky se nesmí přiblížit k povrchovému dolu na vzdálenost menší než 500 m. na výsypce probíhají současné modelační procesy.

**Hornické haldy** – rozlišování – *odvaly - hlubinný materiál, výsypky* – materiál z povrchových dolů.

Těžba užitkových nerostů z hloubky pod úrovní terénu – **jámové lomy**

Nad celkovou úrovní terénu stěnové lomy – stupňovité dobývání, stupeň vyšší než 10 m – patrový lom. Oprám – povrchový uhelný lom (dno často zaplněné vodou)

**Kamenolomy** – Jakubčovice, Leskoun,

**Pískovny, šterkovny** – těžba a úprava suroviny

### ***Hlubinné doly***

Soubor průmyslových budov a zařízení pro těžbu užitkových nerostů podzemním (hlubinným) způsobem. Povrchové části i soustavu podpovrchových děl – šachty, štoly, komory.

Dobývací prostor, ložisko se otevírá důlními díly (štoly, šachty).

Štola – horizontální, nebo ukloněná chodba – těžba nebo průzkum

Šachta – strmá, zpravidla svislá, někdy šikmá chodba – doprava, osob, suroviny, hlušiny, pomocných materiálů, odvod vody, plynů, přívod vzduchu (větrací šachta). Těž použití jáma (např. větrací).

### **Ochranný pilíř.**

Komory – prostory větších rozměrů (jsou chráněny uhelnými pilíři,

Šachty hloubka v jižní Africe 3950 m, v Indii 3800 m.

Zakládání vyrubaných prostor, rubanina, výpěrky z prádla, apod.

### **Těžební haldy**

*podle polohy*

Rovinné (umístěné na rovině nebo na plošině)

Svahové (na svahu)

Vyrovnávací (ve sníženinách, poklesové kotliny)

*Podle tvaru*

Hřebenovité, kuželovité, tabulovité

**Vznik drobných tvarů na svazích** – eroze, sesuvy, bahenní proudy

Procesy v haldách – zpevněné lavice, sesedání, dutiny, závrtovité sníženiny, hoření

Vytlačování plastického podloží v předpolí hald – ohrožení stability haldy

**Poklesové kotliny** – průběh poklesové křivky závisí na mocnosti nadloží, fyzikálně-mechanických vlastnostech hornin, úklonu vrstev, hloubce dobývání, mocnosti sloje. Vznik trhlin, sesuvů.

Hloubka poklesové kotliny – dosahuje až 90% mocnosti vyrubané sloje, pokud je těžena na zával. Při ručním zakládání činí sesedání 50-60% při plavené zakládce 10-20%. Obvykle poklesy trvají 5-6 let, během prvního roku je dosaženo 50% celkové hloubky poklesu. Na druhý rok 25%, třetí 13%, čtvrtý 8%, pátý 3%, šestý 1% (podle Zapletala 1969).

**Mokrý a suchý** (s poklesem dna se snižuje i hladina podzemní vody) poklesové kotliny

Donecká pánev, Podmoskevská pánev pokles několik metrů, průměr kotlin stovky km.

Kuzněcká pánev hloubka poklesových kotlin až 70 m.

Poklesy terénu, poruchy pohybu pozemních vod, výrony plynů.

**Pinky** sníženiny vzniklé rychlým prosednutím, propadnutím a zřícením důlních děl.

Poklesy na ropných polích, těžba plynu, zplynování.

### VIII. 1. 3 Vývoj těžby uhlí a těžební tvary v ČR

První zmínka o dolování hnědého uhlí – městská kniha duchcovská 1403 První zpráva o povolení dobývání uhlí 1463 (mezi Unhoští a Berounem v Přílepech – černé uhlí).

1570 – Žacléř, 1590 Markušovice u Svatoňovic, 1619 Břasy u Rokycan, hnědé uhlí u Sokolova, 1613 u Mostu

zahájeno dobývání na Rosicku 1760, nález uhlí 1765 Vrapice a Buštěhrad – kladenský revír, těžba na Kladensku 1772.

1772 – odkrývá se kounická sloj na Rakovnicku, na Slánsku, pánev radnická, merklínská, plzeňská, svatoňovická.

1773 nález uhlí u Trmic – SHR

1763 první nález uhlí, první těžba 1782, hrabě Wilczek zakládá první důl v Ostravě, počátek těžby na Karvinsku 1794, Orlové 1817.

Hodonínsko – Čejč 1841.

Černé uhlí v roce 1848 429 152 tun, v roce 1902 10 119 615 tun

Průměr v letech 1925-1933 je 13 429 420 tun (z toho 75,6 % v ostravsko-karvinské pánvi)

Počátek 80 let vrchol těžby černého uhlí 25-28 mil tun, hnědé uhlí a lignit 75-80 mil tun.

1990 černé uhlí 30,7 mil t, 1998 19,5 mil t

hnědé uhlí 1990 78,4 mil t, 1998 51,3 mil t

Největší změny reliéfu jsou spojeny s povrchovou těžbou hnědého uhlí v **SHR**

**Plocha zabraná v SHR** pro těžbu a výsypky 26 000 ha (260 km<sup>2</sup>), z toho plocha vnitřních a vnějších výsypek 8 000 ha.

**V Sokolovském revíru** je plocha zabraná pro těžbu a výsypky 10 000 ha.

Celkový objem zbytkových jam v SHR po ukončení těžby 3,5 miliardy m<sup>3</sup>, celková plocha jezer v případě zatopení jam 3600 ha.

Skrývka v roce 1992 (podle údajů VÚHU Most) k vytěžení 1 t hnědého uhlí – odtěžit a přemístit 7,8 t nadložních hornin, v roce 1997 již 7,95 t nadloží.

**OKR – celková plocha 850 km<sup>2</sup>**, 350 km<sup>2</sup> ovlivněno těžbou s ní souvisejícími činnostmi. Hlušina, kaly. Při současné těžbě okolo 20 mil. t uhlí je roční produkce kalů 1,8 mil. t. Prašnost v ovzduší ročně se dostává v ostravské průmyslové aglomeraci do ovzduší 80-120 tis. t prachu, sedimentuje zčásti zde a částečně odnášen do okolních regionů.

Rozsah **dobývacích prostorů v OKR**: 319 km<sup>2</sup>, rozsah poddolovaného území 150 km<sup>2</sup>. Z toho ostravská část – 60 km<sup>2</sup>, karvinská část - 50 km<sup>2</sup>, jižní - 40 km<sup>2</sup>.

OKR - od roku 1782 do 1996 vytěženo 1,419 mld. t uhlí, produkce hlušiny 0,8-0,9 mld. t, narušeno území na ploše 26 km<sup>2</sup>, na ploše 5,5 km<sup>2</sup>, je uloženo na odvalech 226 mil t hlušiny, odkaliště s plochou 4,7 km<sup>2</sup> obsahují 28,106 mil m<sup>3</sup>

Nepříznivé faktory související s těžbou černého uhlí v OKR:

- trvalý zábor zemědělské půdy
- rychlé poklesy povrchu
- změny reliéfu krajiny, pokrývání přírodního povrchu hlušinou, uložiti popílku a odkališti
- změny vlastností půdy
- vznik trhlin a jiného mechanického narušení nadloží uhelných slojí
- narušení hydrologického režimu, důlní vody, zvyšování hladiny podzemní vody
- emise metanu

### **Odvaly v OKR**

Ke konci roku 1994 uloženo na odvalech 141,1 mil m<sup>3</sup> hlušín v okrese Ostrava – město 73,9 mil m<sup>3</sup> , 115 odvalů, Frýdek-Místek 21,9 mil m<sup>3</sup> , 21 odvalů, okres Karviná 45,3 mil m<sup>3</sup> , 143 odvalů.

**centrální odvaly** – spojený odval v Heřmanicích – objem 15 349 000 m<sup>3</sup> , centrální odval Zárubku 11 125 000 m<sup>3</sup> ,

**Nejvyšší kuželové haldy** dosahovaly 80 – 90 m, sniženy technickými úpravami. Halda Trojice (dominanta města) 80 m nad úrovní terénu a 110 m nad úrovní městského centra, halda Vítězný únor 61 m výška (Ostrava-Přívoz)

### **Typy hald na Ostravsku:**

kuželové haldy – terénní dominanty, veliký tlak na podloží, až 80 m výška, teplotně aktivní

haldové kupy – rozhrnování vrcholu kuželovky, dosypávání do stran bočními výsypkami

tabulové haldy – tabulová plošina převládá nad svahy hald

terasové haldy – nižší, lemují koryta řek, snižování nebezpečí záplav (Ostrava-Petřkovice)

svahové haldy - svah haldy je vyvinut částečně, sypání probíhalo k přírodnímu svahu

hřbetové haldy – úzký protáhlý hřbet díky konstrukci lanové dráhy pro dopravu hlušiny

vyrovnávací haldy – vyrovnávání poklesů terénu nebo jeho navýšení

ploché haldové pokryvy – vertikálně nevýrazné ale plošně rozsáhlé

haldy přechodného typu

**Dnešní tvar** je závislý na způsobu sypání, plánování tvaru i výšky a rozlohy, neplánované zásahy v odběru hlušiny, působení exogenních procesů – tvorba tzv. kamenných moří, suťových kuželů, strží,

haldové požáry – vznik dutin, dosypávané haldy,

převládají starší haldy, jsou početně zastoupeny ale rozsahem jsou významné současné odvaly, využití hald

Prohořelé haldy těženy náspy komunikací (rudná, Mariánskohorská ul), úpravy terénu Fifejdy.

Mechanické a chemické zvětrávání karbonských hornin – vznik síranů a uvolňování kovů. Kontaminace povrchových a podzemních vod promýváním.

## **Uhelné kaly**

Kalové nádrže

Vedlejší produkt úpravy uhlí vznikají práškovité uhelné kaly (obsah popela do 45%, síry do 1%. Jsou složeny z uhlí a horninových částic do velikosti 1 mm.

V roce 1996 zaujímaly kalové nádrže 2,823 km<sup>2</sup>, bylo v nich deponováno 11,07 mil t uhelných kalů a 0,574 mil t kontaminovaných uhelných kalů. Celkem v roce 1996 na Karvinsku a Petřvalsku 26 průmyslově využitelných kal. nádrží, a Ostravsku 8, v DP Paskov jedna.

Uhelné kaly se člení do dvou kategorií – kaly s obsahem popela 50-60%, nedokonalé zpracování flotačních hlušin a surových kalů, plně využitelné, - kaly s obsahem popela pod 50%, jsou nasyceny chemickými škodlivinami při sorbčním čištění koksárenských vod, zvláštní dopad – dekontaminace.

Kaly z usazovacích nádrží těženy klasicky (bagr-auto) energetické využití, koksárenské směsi, cementárny. Nádrže dolu Darkov a ČSA hydrotěžba do roku 2008.

## **Deformace zemského povrchu**

*Ostravská část* - dobývány sloje malých mocností poměrně hluboko (až 1300 m), poklesové kotliny rozsáhlé, poměrně ploché a nehluboké. Těžba ukončena k roce 1994, předpokládané poklesy 0,2 m. Skutečné poklesy vlivem dobývacích prací z let 1985-1994 největší hodnota dosáhla 1 m, na velmi malých plochách (Hrabůvka, Zábřeh n.O., Heřmanice obec Rychvald).

*Karvinská část* – sloje mocnější (až 4 m), uloženy blíže k povrchu několik set metrů, poklesy výraznější a poklesové kotliny hlubší (více než 10 m max. až 20 m).

Předpokládané poklesy na základě těžebních záměrů 1996-2010 poklesy až 10,5 m, západně od řeky Olše aj. od nového mostu přes Olši v Darkově. V ostatních částech prognózní poklesy až 6 m.

*Jižní oblast frýdecko-místecká* (Paskov, Staříč) – těžby posledních 25 let, odezva na povrchu málo zřetelná, poklesy mírné, výjimečně hlubší než 1 m.

## **Rychlé poklesy:**

1998 propadnutí těžní věže na Karvinsku

Poklesy, vodorovné pohyby

Předpokládané a skutečné vertikální pohyby

## **Charakteristika aktivních dolů v rámci Karbon Invest a.s.**

*Karbon Invest, a.s.*

### **I. Českomoravské doly, a.s.**

Důl ČSM (Stonava)

- 2 těžební závody (Sever, Jih)
- výstavba od 1958
- těžba od 1968
- nejvýhodnější část karvinské pánve
- plocha dobývacího prostoru 22,1 km<sup>2</sup>
- roční těžba 2,39 milionu tun (2002)

- uhlí těženo ze sušských a sedlových slojí karvinského souvrství (ležmé uložení o mocnostech slojí 1,5-4 m)
- základní dobývací metoda - směrné stěnování z pole na řízený zával
- hlavní produkt – uhlí vhodné pro koksování
- zaměstnanců – 4 118 (z toho přibližně 70 % v podzemí) – (2002)
- odštěpný závod Stonava – zrušen k 31. 12. 2002

## II. Ostravsko-karvinské doly, a.s.

### Důl ČSA (Karviná)

- severovýchodní část karvinské pánve
- od 1995 – skupinový důl – sloučení Dolu Doubrava s původním Dolem ČSA (struktura po sloučení – důlní závod Doubrava, důlní závod Jan-Karel)
- veškerá těžba je směřována na úpravnu uhlí Jan-Karel
- rozloha dobývacího prostoru 26,1 km<sup>2</sup> (katastry Karviné, Doubravy, Orlové)
- ležmé uložení uhelných slojí, severozápadní až severní směr (východní ve východní části důlního pole), vrstvy sušské a sedlové (mocnost 1,5 – 6,5 m), sedlové slojí – v centrální části dobývacího prostoru
- značná tektonická členitost důlního pole (dílčí poruchy poklesového charakteru o amplitudách od desítek cm i výrazné kerní tektoniky v řádu stovek metrů)
- hornické práce – 700-1000 m pod povrchem
- základní dobývací metoda – směrné stěnování z pole
- roční těžba – 2,8 milionu tun uhlí (energetické i koksovatelné uhlí)
- těžba a úprava kalů z nádrže Doubrava I. (plán její rekultivace)

### Důl Darkov (Karviná-Doly)

- od 1958 Velkodůl 1. máj (závod 1)
- 1982 – v provozu závod 2 – Darkov (centrem – název od 1991)
- 1960 - v provozu závod 3 – 9. květen (samostatný 1990-1995)
- aktuálně – 3 důlní závody
- důlní pole – 25,94 km<sup>2</sup> na katastrech Stonavy, Karviné, Horní Suché
- východní část karvinské pánve (sedlové, sušské, doubravské sloje ležmého uložení směrem k severu a východu)
- těžba energetického i koksovatelného uhlí (roční těžba 4,28 milionu tun uhlí)
- základní dobývací metoda - směrné stěnování z pole na řízený zával
- místní úpravna (UK 1) – největší, nejmodernější úpravna uhlí v revíru
- 5 500 zaměstnanců (z toho 3 676 v podzemí)

- rekultivace – Darkov, terénní úpravy Karvinského potoka u kostela Sv. Petra z Alkantary, areál bývalých Kateřinských kalových nádrží (rybaření), práce v lokalitě Lipiny

### Důl Lazy (Orlová-Lazy)

- 2 důlní závody (závod Lazy, závod Dukla), 2 úpravny
- Důl Lazy (v letech 1950-1991 Důl A. Zápotocký)
- Důl Dukla – první důl na Ostravsku, kde byla využívána mechanizovaná výztuž a razicí kombajny
- 1995 sloučeny doly Lazy, Dukla a Farntišek (ukončil těžbu 1999)

- plocha dobývacího prostoru 17,46 km<sup>2</sup> (z toho Lazy - 6,07 km<sup>2</sup> a Dukla - 11,39 km<sup>2</sup>), v jihozápadní části karvinské pánve
- zaměstnanců 4 677 (z toho 3 256 v podzemí)
- roční těžba 3,36 milionu tun (2002)
- dobývá se v karvinském (mocné sloje, až 6 metrů) i ostravském (nízké mocnosti slojí – závod Dukla) karbonském souvrství; energetické i koksovateľné uhlí (převažuje)

#### Důl Paskov (Staříč)

- jediný činný důl v ostravské části OKR
- 1 důlní závod (Staříč)
- Důl Paskov (těžba od 1965), Důl Staříč (těžba od 1970)
- Důl Paskov vznikl 1994 sloučením obou dolů
- dobývací pole 40,4 km<sup>2</sup> (katastr Paskova, Chlebovic, Staříče, Sviadnova)
- od 1998 útlum na dole Paskov, omezen provoz na povrchu ve Sviadnově
- zaměstnanců 3 400 (z toho 2 400 v podzemí)
- roční těžba 1,1 milionu tun (spodní hrušovské a svrchní petřkovické sloje ostravské souvrství v úrovni 600 m pod povrchem, postupně se těží i níže, mocnost slojí – 120 cm)
- těžba – klasická technologie s využitím trhací práce (nebezpečí průtrži), výlučně koksovateľné uhlí nejvyšší kvality, úpravna v Paskově
- v provozu cvičná štola

#### Důl Barbora (Karviná)

- vytěženo, uzavřeno 2002

#### 8.1.4 Vliv těžby uranu na horninové prostředí a reliéf

Těžba uranu v roce 1989 2500 t v roce 1997 – 580 t

po dobu těžby uranu vzniklo v ČR 38 hlušinových odvalů – *Jáchymovsko, Tachovsko, Slavkovsko, Stráž pod Ralskem, Příbramsko, Dolní Rožínka Okrouhlá Radouň (nedaleko Jindřichova Hradce)* a jinde celkem zabírají 43,1 mil. m<sup>3</sup> a plochu 2,4 mil. m<sup>2</sup> (Kukal, Reichmann 2000). Dále existují stovky menších hald v místech geologického průzkumu odhad objemu asi 1 mil. m<sup>3</sup>. Plochy s odkališti a po úpravě uranových rud.

Při průzkumu či těžbě uranových rud bylo vyhloubeno 213 šachet, vyraženo 482 štol, průzkumných šachtic 464. Rozsah hornických prací při průzkumu a těžbě uranu za posledních 50 let je srovnatelný s rozsahem rudného hornictví v ČR za celou historii.

**Stráž pod Ralskem - Hamr** – chemická těžba uranu z křídových sedimentů, za období 1970-1996 bylo vytěženo 14 000 t uranu a pod povrch vtlačeno 4,5 mil. t chemikálií (nejvíce 4 mil t kyseliny sírové, dále kyselina dusičná, čpavek, kyselina fluorovodíková).

Ovlivnění složení podzemních vod, kromě vyluhování uranu byly vyluhovány železo, hliník, a jiné složky, znečištění podzemních sulfáty, amoniak, hliník, železo, znečištěno 190 km<sup>3</sup> podzemních vod. Odvaly hlušiny zabírají 13,2 ha, objem 1,3 mil. m<sup>3</sup>, odkaliště zabírají plochu 331,5 ha.

**Jáchymov** – ložisko otevřeno více než 20 šachtami, nejhlubší Rovnost (hloubka 707, 6 m), těžba probíhala v letech 1946-62, likvidační práce dokončeny v roce 1964. vyrubáno 15 mil m<sup>3</sup> materiálu. Odkaliště úpravny Eliáš, odkaliště v Nejdku – kontaminace povrchových i podzemních vod. Životní prostředí ovlivňují výrony radonu.

**Příbram** – 21 šachet, nejhlubší č. 16 dosáhla hloubku 1838 m. na úrovni 21. patra PZ plynu. Při těžbě u Bytízu vzniklo 7 poklesů (celková plocha 11 710 m<sup>2</sup>, poklesy se projeví až do hloubky 15. patra (v jednom zmizela kuchyně trestaneckého tábora i se 3 kuchaři) postupné rekultivace.

25 odvalů o ploše 130 ha na nich uloženo 28,5 mil. m<sup>3</sup> rubaniny. Postupné rekultivace.

**Rudní revír Rožná – Olší** – ložiska Rožná, Olší, Slavkovice-Petrovice. Od roku 1957 první těžba na ložisku Rožná, 1959 Olší, 1964 Slavkovice-Petrovice.

Celkem vytěženo horniny 37,47 mil. t, hloubka jam v Rožné až 1200 m, Olší 750 m, Slavkovice 340 m.

Ložisko Olší uzavřeno v 1989, Slavkovice-Petrovice v roce 1970.

Ovlivnění životního prostředí těžbou uranu v Rožná-Olší.

- **přímé vlivy** – poklesy terénu Rožná nejhlubší až 28 cm, Olší 10 cm – změny hydrogeologické situace



- **důlní vody** – pokusné loužení kyselinou sírovou, v současnosti vytéká 35-40 litrů důlních vod, které jsou čištěny od uranu a radia. Do roku 1968 nebylo organizováno čištění, do vodních toků v okolí uniklo 1900 kg uranu.
- **odvaly** – Slavkovice-Petrovice, Olší-Drahonín zvýšené obsahy sirníku, arsenu, mědi, uranu, radia, 4 odvaly plocha 24 ha. Kontaminanty nejsou šířeny do okolí. Rekultivace. Odval na Rožné použit k rekultivaci odkališť.
- **odkaliště** – vysoké obsahy radia, nemají vliv na podzemní vody, zabezpečena drenážním systémem, roční čerpání 470 tis. m<sup>3</sup>. Změny hydrologické a hydrogeologické situace. na ploše 30 ha se usadilo 12 mil. t materiálu, na sypaných hrázích 5 mil t haldoviny. nepříznivý vliv – prašnost a zvýšená radiace. Překrývání haldovým materiálem, zeminou a rekultivace.

## VIII. 2 Průmyslové antropogenní (industriální) tvary

Vznikají při průmyslové výrobě i při výstavbě průmyslových komplexů (zarovnávání – planace - , zvyšování, vyrovnávání terénu. *Vznik průmyslových plošin*

**Průmyslové haldy** z materiálu při provozu průmyslu

Podle odvětví – hutnické, energetické, chemické

Podle složení – struska, chemické látky, popílek,

Kalové nádrže – odkaliště

**Podzemní prostory** průmyslových komplexů (podzemní haly elektráren, sklepy pivovarů, vinných závodů, průmyslová výroba – umělé antropogenní jeskyně za II. světové války např. Radobýl, Stránská skála,

V průmyslových oblastech se pod závody zvyšuje teplota zemin a horní (např. pod hutěmi o více než 100° C, dochází ke konsolidaci zemi a hornin a k poklesům až o 0,2-0,3 m, podzemní zplyňování uhlí (teploty 600-1500° C) vznik trhlin a poklesů terénu (až o desítky metrů)

### **VIII. 3 Zemědělské antropogenní (agrární) tvary**

Tvary vznikající při zemědělské výrobě - hlavní činitel orba, obnažený povrch – urychlené zvětrávání, svahové, erozní i eolické procesy. Orba působí k zhlazování přírodních tvarů – **vytváření plošin polí.**

#### **Protierozní opatření**

Vsakovací pásy, obdělávané průlehy (široké mělké příkopy k zachycování vody), zachytné příkopy, záchytné hrázky,

#### **Zemědělské (agrární terasy)**

**Gravitační** (ve svazích větších jak  $15^\circ$ ), vznikají při orbě (klopení brázd po svahu, hranice pozemku rovnoběžné s vrstevnicemi), samovolný vznik.

**Stavěné** agrární terasy (budování z kamene na sucho,

*Průlehovité terasování* (průlehy mělké a značně široké příkopy s předhrázkou pro zadržování vody, vedené po horizontálních liniích), délka nepřesahuje 800 m, šířka 6 – 9 m, hloubka 35 – 50 cm. Sklon svahů 10 – 12%.

*Hrázkové terasování* – hrázky se stavějí pluhly anebo speciálními stroji, výška 20 až 50 cm, rozměry v základně 1 – 10 m, budují se na svazích o sklonu menším než 30%, 300 až 450 m délka, někdy až 900 m.

*Stupňovité terasování*, svahy se sklony více než 15%, obvykle 30 – 90 %. V případě proměnlivého sklonu mají terasy stejnou výšku a mění se šířka, nebo je stejná šířka a mění se výška terasy. Vodorovné terasy pro rýžové pole.

**Stupně mezi terasami – zemní (většinou do výšky 3 m), zdivo, kamení,**

**Vybírání kamení z polí akumulací tvary** – zemědělské agrární haldy, různé tvary – protažené valy, na Českomoravské vrchovině nazývány – kamenice. Nálezy na lesní půdě. Na Valašsku dosahují výšku 2,5 – 3 m, Nízký Jeseník,

Území svahy a terasami krasové oblasti, horské oblasti světa se zavlažováním, pěstování rýže.

Svahy s pastvou – drobné terasovité prtě. Příznačné pro svahy o sklonu  $23 - 31^\circ$ , vzdálenost mezi teráskami závisí na druhu dobytka, typu rostlinstva, mikroreliefu svahu.

Sanace strží.

## VIII. 4 Vodohospodářské antropogenní tvary

**Vnitrozemské** (regulace řek, výstavba vodních nádrží, zavlažování, úprava a překládání koryt apod.)

### **Pobřežní (litorální)**

Vnitrozemské – starověk, zavlažovací systémy, vodovody, nádrže,

### **Současnost –**

- protipovodňové systémy
- rybníky a rybníční sítě
- výstavba kanálů – zavlažování, odvodňování
- přehrady a přehradní kaskády

**přehrady** – komplexní vliv, samotná hráz, mohutný akumulací tvar (např. Želivka výška hráze 58 m, délka 810 m). Štola přivádějící vodu 52 km, regulační vodojem v Jesenici 100x145 m.

Lipno (4870 ha), Orlik 2723 ha), Švihov (1670 ha), Slapy (1392 ha),....Vranov 765 ha.

**rybníky** – Rožmberk (489 ha), Horusický (416 ha), Bezdrev (394 ha). Velké Dářko (205 ha)

**kanály** např. vltavsko-dunajský tzv. Schwanzerberská stoka (1823, délka 50 km, hloubka průměrná 1 m, šířka 2 m, doprava dřeva).

Opatovický kanál – východní Čechy, zásobování rybníků.

Nejdelší kanál Císařský (Čína), 1782 km.

**Nivy** – protipovodňové hráze, např. dolní tok řeky Mississippi celková délka hrází 3500 km, ochrana měst, půdy

Regulace – zkracování toků, v ČR za posledních 100 let zkrácena délka vodních toků o 1/3 tj. 9000km.

### **Odvodnění půdy – meliorace**

Vodní náhony – energie, mlýny, hamry, pily, valchy

### **Pobřežní tvary**

**Systémy hrází** – Nizozemsko, poldry. Změna pobřežní linie – stěny lomů, doky, mola, hráze apod. zavážení pobřežních zátok a zálivů.

**Průplavy** – např. Panamský délka 81,6 km, šířka 150-305 m, hloubka průměrně 13 m.

Nejdelší průplav Suezský 161 km.

## VIII. 8 Sídlní antropogenní (urbánní) tvary

Sídlní procesy při výstavbě sídel

Degradace, odkopávky – vyrovnávání terénu – **sídlní plošiny**

Agradace – zarovnávaní sníženin usazeninami – **sídlní roviny**

Antropogenní usazeniny různé mocnosti např. Moskva 22 – 24 m, San Francisko 23 m, Paříž 20 m. kulturní pahorek.

Otrokovice – navrženo až 3 m nových sedimentů při výstavbě Bahňáku a centra, Praha – přízemí románských domů je v současnosti 2-4 m pod terénem.

II. světová válka – vyvážení sutin z rozbombardovaných měst – vznik **suťových** (ruinových) pahorků – z Berlína vyvezeno 3 10 mil. m<sup>3</sup>, suťové pahorky u Lipska, Mnichova, Stuttgartu. Ruinové pahorky ze starověkých měst (ve střední Asii nazývány tepe, v Orientu tells)

**Únikové pahorky** – pro zvýšení nadm. výšky sídel před záplavami, sev. Evropa, umělé ostrovy,

**Skládky** – komunální odpady, urbánní deponie, staré zátěže,

**Definice odpadu** zní takto: „*Odpad je věc, které se chce její majitel zbavit, nebo též movitá věc, jejíž zneškodnění je nutné z hlediska péče o zdravé životní podmínky a ochrany v životního prostředí*“.

Podle závažnosti a rizika jsou vymezeny i speciální druhy odpadu: zákon č. **238/1999 Sb.**:

**Zvláštní odpad** - je takový odpad, který vyžaduje zvláštní režim při nakládání s ním, zejména z důvodů národohospodářských nebo z důvodů ochrany životního prostředí.

**Nebezpečný odpad** - odpad, který pro své fyzikální, chemické nebo biologické vlastnosti vyžaduje odpovídající zacházení. Svými vlastnostmi (zejména toxicitou, infekčností, dráždivostí, výbušností, hořlavostí, chemickými vlastnostmi, karcinogenními, teratogenními a mutagenními vlastnostmi) je nebo může být nebezpečný pro zdraví obyvatelstva nebo pro životní prostředí.

Způsob využití a zneškodňování odpadů vliv na horninové prostředí:

**Skládkování** odpadu je zneškodňování odpadů trvalým uložením na skládkách, úložištích, složištích, odkalištích, odvalech a výsypkách.

**Skladování** je dočasné umístění odpadu mezi jednotlivými činnostmi při nakládání s ním po dobu nezbytně nutnou z provozních, organizačních, technologických nebo přepravních důvodů u producentů odpadu.

**Sanace starých skládek** - v nevyhovujícím prostředí starých lomů a pískoven.

Ovlivnění horninového prostředí ostatní metody zneškodňování odpadů: **fyzikální a chemické metody** (zpevňování, tepelné zpracování bez přístupu vzduchu, neutralizace, oxidace, redukce), **biologické metody** (využívající biologických reakcí), **spalování** (proces rozkladu odpadu za přístupu vzduchu) nebo **jiné způsoby** (např. recyklace).

Spalování, zpevňování i další metody mohou působit na horninové prostředí dokonce velmi silně.

**Sídelní podzemní prostory** – antropogenní suterén – středověká města, skalní města (Vardzija, Gruzie), katakomby, Paříž, Řím,

Podzemní prostory v oblastech České tabule (sluje, sklepení, obydlí), jeskyně Klácelka u Liběchova z roku 1844, Blanická jeskyně ve vrchu Milenka u Rudky u Kunštátu (postavy sv. Václava a blanických rytířů).

Podzemní prostory u hradů skalní hrad Sloup, Pařez, soustava vězení hradu Sovince

## VIII. 9 Dopravní antropogenní (komunikační) tvary

Vytvářeny při výstavbě povrchové a podzemní dopravní sítě

Při výstavbě silnic a železnic **destrukční tvary** – **dopravní průkopy** – výkopy, zářezy, odkopy

**Akumulační tvary** - dopravní násypy, dopravní haldy

*Podzemní stavby* – tunely, metro,

*Výstavba letišť* - letištní plošiny

Úvozy, zeminy, skalní horniny

Nezpevněné komunikace – zdroj eroze na lesní půdě

Poklesy v důsledku výstavby podzemních prostor

Parkoviště

## VIII. 10 Oslavné antropogenní (celebrální) tvary

Oslavné účely, zemní, kamenné vyjádření úcty k zemřelému, který je pochován jinde, uctění památky padlých, či zemřelých v cizině – **pseudomohyly**

Prázdné hroby – **kenotafy**

**Oslavné pahorky**

Např. pahorek Kosciuszka (1820, výška 27 m) u Krakova, Štefánikova mohyla u Brezové pod Bradlom



## VIII. 11 Vojenské antropogenní (militární) tvary

Historické, současné, povrchové, podzemní konvexní, konkávní, lokální, lineární

Obranné valy, hradby

Obranné příkopy (značné rozměry), zákopy (násep k ochraně), okopy (pro jednotlivce)

Hradní příkopy

**Pevnostní města** s obrannými valy a příkopy Olomouc – neznatelné, Terezín,

**Krátery po granátech** (Vietnam, 20 mil výbuchových kráterů o průměru 6-16 m, a hloubce 1,6 – 6 m). Krátery po atomových bombách Nevada – kráter průměr 400 m, hloubka 106 m.

Rozdíl mezi přirozenou sníženinou a kráterem (vyvýšený val).

Pozůstatky po bombardování z II. světové války (Přerovsko , 120 tvarů)

Zákopy z II. světové války, zbytky v lesích, zanikají

**Vojenské terény** – střelnice, výcvikové prostory

Podzemní vojenské tvary – jeskyně, chodby, sklady, podzemní pevnůstky

Obranné linie z konce 30 let minulého století – ŘOP

Ženičně technické zátarasý – pohraniční pásma

Příklady – Zmijevyjské valy na Ukrajině – obranné valy a příkopy (až 16 m výška), délka několik tisíc km (5.- 7. stol)

Keltské obranné valy, Jablunkovské valy, pozůstatky napoleonských válek na Slavkovsku (Santon – kopec přemodelovaný Francouzi)

## VIII. 12. Pohřební antropogenní (funerální) tvary

Při pohřbívání a s tím spojených zvycích  
Historické a současné tvary, povrchové a podzemní tvary

Ve všech kulturách se udržoval kult mrtvých a s ním spojené pohřbívání. Na území Brna osídlení již před 30 000 lety – hroby pod Červeným kopcem, na Francouzské ulici, Žabovřeskách

**Slovanské hroby od 5. století** – Pisárky, Maloměřice, Židenice, Komín, cihelna u Lidické ulice, v Obřanech, na Starém Brně, ve Starém Lískovci, na Starých zámčích u Líšně, v Králově Poli, v Černých Polích, v Černovicích, ul Radnická a Starobrněnská ulici a na Zelném rynku

**Křesťanství** – duchovní centrum kostel

Povrchové – konvexní

**Pohřební mohyly** – navršení zemin, úlomků hornin, kuželovitý, kupovitý, stolovitý tvary  
**pyramidy**

**kurgany** – malá výška, velká rozloha

**skupiny mohyl - mohylníky**

**hroby a jejich skupiny – hřbitovy**

**katakomy**

### *Dělení křesťanských pohřebišť*

- výlučná
- příležitostná
- veřejná

existovaly vždy souběžně vedle sebe

**Výlučná pohřebiště** - především hrobky v kostelech (významné osobnosti církevní i světské), části klášterních hřbitovů - rezervované pohřbům členů řádu a jeho laických příslušníků. Od poloviny 18. století - specifické hřbitovy vojenské a vězeňské (často části hřbitovů veřejných). Dnes - čestná místa na hřbitovech veřejných pro osobnosti.

**Příležitostná pohřebiště** - nutnost urychleného pohřbení, dočasné pohřby (obětí živelných pohrom, epidemií, válek) Později přenášeny na patřičné hřbitovy.

**Veřejná pohřebiště** – obklopovaly farní kostel, ohrazeny zdí.

### **Území města Brna**

Veřejné hřbitovy - **Nejstarší brněnský hřbitov** - velkofarní kostel *sv. Michala*, oblast ul. Dominikánské, Starobrněnské a části Dominikánského náměstí. Ve 13. století **hřbitov u baziliky sv. Petra na Petrově**. Ve 14. století ještě rozšířen, ale od 16. století používán už jen málo. V roce 1785 byl zrušen vůbec.

Kolem roku 1220 založen *kostel sv. Jakuba* (kolonisté němečtí, flanderští a valonští), farní právo 1231 farní právo - osadníci pohřbíváni až do roku 1293, úprava hranic farností pak pohřbíváni podle farní příslušnosti.

**Řada hřbitovů mimo městské hradby - sv. Martina** se hřbitovem (oblast kolem hotelu Grand), *kostel Všech svatých* (doložen už v roce 1269) v oblasti Pekařské ul., Provaznický kopeček. Poškozen při obléhání brna Švédy v roce 1645. Pekařská a Úvoz - špitál, u něhož roku 1238 hřbitov a později kostelík *sv. Jana Křtitele*. V 1645 byl Švédy kostelík spálen a hřbitov zrušen.

Výlučná pohřebiště - krypty klášterních kostelů,

V letech 1228-1238 - *klášter dominikánský u kostela sv. Michala* (členové řádu, od poloviny 17. století až do roku 1784 i četní moravští feudálové např. Kounicové, Kolovratové aj., *kostel sv. Janů řád minoritů*, v kryptě *kostela P. Marie* u jezuitského kláštera pohřben rektor jezuitské koleje P. Martin Středa (obrana Brna před Švédy), pohřbívání do 1773-zrušení řádu.

*Augustiniánský klášter s kostelem sv. Tomáše* – zal. markrabě Jan Jindřich 1350 (pohřben Jan Jindřich 1375 i jeho syn Jošt (1411).

*Hrobka kapucínského kláštera* na Kapucínském náměstí (1648-1651), řádoví bratři, příznivci kláštera z rodu Zinzendorfů, Althanů, Waldorffů, Vrbnů aj., baron Trenck (1711-1749)

Veřejná i výlučná pohřebiště v Brně do poloviny 16. století dostačovala. Od 1580 hřbitov mimo hradby (oblast Joštovy ul. a Žerotínova náměstí). Židé vlastní hřbitov od poloviny 13. století do roku 1454 - před hradbami (prostor dnešního nádraží). Vypuzení Židů z královských měst zanikl.

**1784 nařízení vídeňské vlády** - z hygienických důvodů zrušit hřbitovy uvnitř osad a husté zástavby, od 20. prosince 1785 se přestalo i v Brně užívat hřbitovů uvnitř města.

Zřízen *velký hřbitov* - podél dnešní Kounicovy ulice. Na ploše bývalého hřbitova po roce 1897 postaven komplex budov kněžského alumnátu ( EF VUT), botanická zahrada, Tyršův sad, sokolský stadión, Husův sbor.

**1883 - Ústřední hřbitov** centrální veřejné pohřebiště – původní plocha více než 28 ha, projekt Aloise Prastofera (1846-1910). Obřadní síň - raně konstruktivistická stavba (1926 až 1927) projekt arch. Bohuslava Fuchse a arch. Josefa Poláška. 1926-1929 – krematorium, funkcionalistická architektura arch. Arnošt Wiesner. Dnes 3x větší plocha pohřbeno více než 300. 000 osob. Vymezena čestná pohřebiště (výlučná pohřebiště), historické vojenské hřbitovy, čestné pohřebiště popravených účastníků protifašistického odboje, společné pohřebiště rumunských vojáků, pohřebiště vojáků sovětské armády.

### **VIII. 13 Rekreační antropogenní tvary**

Koupaliště, přirozené, vyhloubené

Rozhledny

Sjezdové dráhy, turistické stezky, parkoviště, hřiště – s umělých nebo vyrovnaným povrchem, lyžařské můstky s komplexem zařízení, lanovky

### **VIII. 14 Telekomunikační tvary**

Systém objektů k přenosu televizního, rozhlasového, telefonního signálu, úpravy terénu, příjezdové komunikace

### **VIII. 15 Tvary vznikající lesnickou činností**

Systémy komunikací, dráhy po přibližování dřeva, miliřové plošinky

### **VIII. 16 Rekultivace**

Tvorba stavu, který by zajišťoval optimální fungování přírodních prvků a optimální životní prostředí, zabraňování negativním vlivům a náprava negativních vlivů

Soubor prací

Terénní úpravy, navážky úrodných zemin, výstavba komunikací, hydromeliorace (odvodnění nebo závlahy), hydrotechnické práce (obnova a tvorba hydrografické soustavy), půdní meliorace, protierozní opatření, biologické práce (zemědělské, ovocnářské, lesnické opatření) podle Štýse 1977.

## VIII. 17 Podzemní antropogenní tvary (antropogenní suterén)

**přírodní podzemní tvary** – krasové, (Mammoth cave v USA - 563,5 km, propast Voronaja na Kavkaze je hluboká 1710 m), pseudokrasové tvary (nerozpustné, nekrasové horniny) vznikají mechanickými procesy, vodní erozí nebo mechanickými (převážně gravitačními poruchami) skalních masivů

**přechodné podzemní tvary** – jeskyně upravené k užívání (pískovcové převisy, sluje - sklípky, komory, chlívký a skrýše), krasové jeskyně proměněny v podzemní sklady a továrny (Kůlna, Výpustek, Býčí skála a Michalka v Moravském krasu), jeskyně jako sklady trhavin v lomech

**antropogenní podzemní tvary – pestrá geneze**

### hornické tvary

opuštěná důlní díla (stařiny)

*historické rudní revíry* - Jílovsko, Jihlavsko, Kutnohorsko, Slavkovský les, Krušné hory, Krkonoše, Jeseníky, Zlaté hory).

*dobývání nerudných surovin* - uhlí, kaolin, jíly a jílovce, okry či speciální písky,

**podzemní lomy**, největší Maastricht (křídové pískovce, délka 240 km), Paříž (opuky), Londýn (vápence, délka 70 km), Řím (římské katakomby, těžba sopečných tufů, pak pohřbívání křesťanů)

**Praha** – podzemní lomy – opuka - pod Strahovem, Prosek – těžba křemenného písku, až 10 km délka, v současnosti částečně zavaleny, chodba Močálka 500 m)

podzemní lom - Richard u Litoměřic,

aktivní dobývání černého uhlí – Karvinsko

### sídelní tvary

- sklepy, chodby a katakomby pod historickými jádry měst, hradní sklepení, několik úrovní, propojování, vytvoření odvodňovacích systémů, únikové chodby

obytné objekty v kvádrových pískovcích, pískovcová skalní města

městské podzemí Praha (románské sklepy na Starém Městě), Brno, Znojmo (předpoklad až 30 km, prokázáno 12 km), Český Krumlov sklepy pod zámkem, Litoměřice (původní délka odhadována na 24 km, 3-4 patra, dnes přístupno prohlídkou 366 m), Plzeň (až 18 km), Tábor (až 14 km), Jihlava (4 ptra, délka až 25 km, podle sytarších pramenů až 56 km, hloubka až 22 m)

### vodohospodářské tvary

- základy městských kanalizací, vodovodní přivaděče, celé soustavy - jímání, vodovod i kanalizaci, kláštery: Strahovský klášter, barokní kláštery v Teplé, Plasech a Oseku. Cisterny – pro uchovávání vody na hradech (např. Karlštejn, Špilberk).

**Praha** kanalizace (délka 400 km), Rudolfova štola pod Letnou- 1102 m, šířka 70 až 120 cm, výška 220 cm, 1582 –3 z popudu Rudolfa II.,

**Brno** – 1976 se propadla část ul. Pekařská (vodovodní řád z roku 1872 praskl, žena nalezena až v roce 1992 na Kšírově ul)

tunel Schwarzenberského plavebního kanálu – 389 m délka, stavba 1821-22, plavení dříví již od roku 1824

**přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně** – Desná, údolní nádrž se sypanou hrází o výšce 56 m, horní nádrž na Mravenečnicku, hráz ve výšce 1350 m, výškový rozdíl je 525 m, dva tlakové přivaděče o délkách 14799 a 1477 m, průměr 3,6 m, vlkastejší elektrárna v podzemní kaverně délka 87 m, šířka 25,5 m, výška 50 m.

### **vojenské tvary**

pevnostní podzemní (podzemí hradů, pevností), barokní pevnosti Terezín a Josefov, Praha-Vyšehrad, obranné linie z konce 30 let 20. století, protiatomové kryty

**Josefov – část Jaroměře** vrcholné dílo pevnostního umění druhé pol. 18. století, doupatrový komplex podzemních prostor původní délka více než 45 km

Terezín – jedinečný pevnostní město z 18. století v čistém slohu francouzské fortifikační školy, v hloubce 3-5 m probíhá rozsáhlý podzemní systém až 28 km délka,

**čs. pevnostní systém**, dělostřelecká tvrz Dobrošov, délka podzemních chodeb a sálů téměř 2 km, hloubka až 40 m, dělostřelecká tvrz Hanička (Orlické hory), přebudována pprotiatomový kryt v letech 1969-75, dělostřelecká tvrz Bouda (oblast Suchého vrchu, Orlické hory),

### **pohřební tvary**

kryty pod románskými kostely, kláštery,

### **průmyslové tvary**

sklepy jako sklady potravin, pivovarnické a vinařské sklepy

Čejkovice – Templářské sklepy nejdelší sklepení v ČR pro uskladnění vína 650 m, Křížový sklep v Příměticích – hlavní chodba 110 m dlouhá a 6 m vysoká, podzemní továrny v bývalých lomech Richard u Litoměřic, Stránská skála u Brna,

### **dopravní tvary**

tunely, metro, Praha metro (max. hloubka 80 m, celková délka všech tras – A,B,C k roku 1999 je 52, 163 km,

### **jiné „rekreační“**

*tzv. grotty* - umělé napodobeniny skutečných přírodních jeskyní, původem z renesanční Itálie (repliky římských staveb u nás od 16. do 19. stol.) Trojský zámek, napodobení přírodní jeskyně v členitém terénu (zámecká zahrada v Blatné a v Nelahozevsi)

grotty sakrálního charakteru (lurdské jeskyně, betlémské jeskyně nebo Boží hroby a poustevny)

Rudka – jeskyně Blanických rytířů 100 m délka, sochy

## IX. Antropogenní reliéf a možnosti jeho hodnocení

### Přístupy

- **Reliéf jako složka krajiny** nebo životního prostředí při jejich komplexním výzkumu
- **Reliéf jako do určité míry samostatná složka krajiny** – kvalitativní hodnocení (hodnotové stupnice), – kvantitativní hodnocení

### Kvantitativní hodnocení

Hodnocení k určité diskrétní ploše (geometrický obrazec), vyjádření plochy pokryté antropogenními tvary, četnosti kategorií tvarů různé geneze, počtem tvarů v ploše tj. hustotou, Kombinace uvedených hledisek umožňuje zavedení různých hodnotících ukazatelů.

### Antropogenní geomorfologický efekt (Zapletal 1976)

Číselný údaj mocnosti abstraktní vrstvy, která by vznikla při rovnoměrném rozložení hmoty přemístěné antropogenním transportem zemin na celé uvažované území. Vypočítá se jako podíl objemu přemístěných hmot na zemském povrchu (hodnota v m).

Území republiky v měřítku 1:25 000, 1872 listů základní mapy

Mapu rozdělil čtyřúhelníky blízké čtvercům, na každé mapě 16 čtverců, plocha jednoho 529 ha. Na celém území 23 874 čtverců.

Pro každý čtverec byly změřeny plošné rozlohy a hloubky (kamenolomů, oprámů, šterkovišť, pískovišť, hlinišť, rozlohy a výšky hald, odvalů, výsypek, zastavěné plochy, komunikační tvary, hráze přehrad, rybníků, zemědělské tvary, - **celkem 480 000 údajů**.

K některým čtvercům se vázalo až 120 údajů.

$$e = a/b, \text{ kdy } a \text{ je } m^3 \quad a \text{ b je } m^2$$

b je plocha čtverce, a množství zeminy přemístěné agraací, degradací a planací.

Zjištění hodnoty vlivy antropogenně podmíněných procesů vedlo k další úvaze, v jaké relaci jsou k sobě druhotné kulturní lesy, louky apod. úvaha, že kulturní les je nejpřirozenější – 1 - Louka – 2 (zemědělské plochy pozměňují do 2x větší hloubky sídelní stavby do hloubky 8 x, u dalších tvarů přímo jejich objemové charakteristiky.

Výpočet koeficientu antropogenního geomorfologického efektu

### Metodika hodnocení podle Kirchner (1988)

Pro hodnocení antropogenních tvarů v západní části CHKO Žďárské vrchy

1. **Analytická etapa zpracována** – mapa antropogenních tvarů reliéfu – pracovní měřítko 1:25 000, na morfogenetickém principu, výsledné měřítko 1:50 000.
2. **Vyjádření hospodářských aktivit** – působí v celém území a s dostatečnou intenzitou a jsou typické pro danou oblast (těžba, sídelní aktivity - výstavba sídel, zemědělství – dovodnění a úpravy vodních toků). **Plošné** působení (odvodnění, výstavba), **lokálně** – těžba, liniově – úpravy vodních toků. Diskrétní plochy čtverec - 1x1 km. Plošné působení vyjádřeno v  $km^2$  a vztaženo k jednotce plochy, délka ovlivnění v km a vztažena

k celkové délce vodních toků ve čtverci. Vyjádřen stupeň ovlivnění v % a vyjádřen hodnotovými stupni (tabulka)

3. **Komplexní ovlivnění** – zpracování funkčních typů segmentů reliéfu podle intenzity ovlivnění (obr.). **Určující činnost výstavba sídel** – zanikají mikrotvary reliéfu, mezotvary jsou výrazně nebo zcela narušeny, nové tvary, ovlivnění na velkých plochách. Další **určující činnost úprava vodních toků**, zanikají mikrotvary a částečně i mezotvary, působení liniové. **Doplňující aktivity – odvodnění** – velké plochy, bez výrazného narušení mezotvarů, mikrotvary částečně zanikají, **těžba** – zánik mikrotvarů a mezotvarů – působení lokální. Vymezeno 5 funkčních typů segmentů reliéfu ovlivněného hospodářskými aktivitami

**Metodika Hrnčiarová (1986):** Riešenijs vybraných antropogénne podmienených problémov poľnohospodárskej krajiny. Kand.dis. práce. Ústav ex. biol. a ek. krajiny SAV Bratislava.

- **sestavení kvantifikace prvků** (skupiny antropogenních prvků se stejnými funkčními vlastnostmi – vodohospodářsko-meliorační prvky, dopravní prvky, stavební prvky, průmyslové prvky energovodní prvky

**modifikace metodiky antropogenního geomorfologického efektu**, diskretní plocha 1x1 km, do map 1:25 000. Terénní výzkum, - zatřídění do pěti skupin prvků

**měření ploch a délek**, liniové prvky průměrná hodnota šířky a reálná délka konstrukce analytických map v každém čtverci vyjádřeny hodnoty za všechny antropogenní prvky

interpretace

**intenzita plošných změn** suma za všechny druhy prvků

**rozmanitost druhu** antropogenních prvků počet kategorií prvků v jednotce plochy

**rozmanitost antropogenních zásahů** – kombinace skupin jednotlivých prvků (kategorizace s pomocí plošné dominance)

**typizace regionalizace s využitím výše uvedených kritérií**

1. Typy bez převládající antropogenních zásahů
  - 1.1. s velmi malou plošnou změnou
  2. typy vodohospodářsko-meliorační
    - 2.2. s velmi malou plošnou změnou
    - 2.3. se středně velkou plošnou změnou
    - 2.4. s velkou plošnou změnou
  3. typy vodohospodářsko- meliorační a dopravní
  4. typy stavební, průmyslové, vodohospodářsko-meliorační, dopravní
  5. typy stavební, průmyslové, vodohospodářsko-meliorační, dopravní, energetické

Podklady pro krajinářské studie, plány péče, ochranu přírody, plánovací proces.