

Ovlivnění přírodních geomorfologických procesů

Vliv lidské společnosti na reliéf Země - základní způsoby:

přímé nebo nepřímé ovlivňováním přírodních geomorfologických procesů

- urychlování
- zpomalování

Endogenních procesů

Exogenních procesů

Podrobnější klasifikace přímého na nepřímého ovlivnění exogenních geomorfologických procesů a příslušný vznik tvarů – antropogenní (technogenní) tvary a nepřímé antropogenní tvary – podrobněji viz další snímek a přednáška č. 1

Základní třídění antropogenních tvarů podle A. Ivana a K. Kirchnera (1988)
doplněno

1. antropogenní tvary vzniklé technogenními procesy – technogenní tvary

- **modifikované antropogenní tvary** - podtyp - (např. haldy rozřezané stržemi, zářez postižený sesouváním)
- **Druhotná antropogenní modelace** antropogenních tvarů – např. řízená těžba z důlních odvalů, divoké vybírání uhlí z důlních hald

2. nepřímé antropogenní tvary:

- **vyvolané antropogenní tvary** – na daném místě by nemohly vzniknout bez přispění člověka (např. poklesové sníženiny v oblastech těžby, pinky, abraze na březích vodních nádrží)
- **antropogenně modifikované přírodní tvary** – vznikly procesy, jejichž intenzita byla ovlivněna člověkem, nebo vznikl nový proces (např. urychlená eroze či sedimentace, vliv přehrad, regulace vodních toků apod.).

Ovlivnění endogenních geomorfologických procesů

Endogenní geomorfologické procesy - vyvolány časoprostorovými chemicko-fyzikálními a napěťo-přetvárnými změnami v zemském tělese.

Jejich následkem je

- ❑ *přeměna horninového materiálu* (metamorfóza, tavení, alteraci),
 - ❑ *deformace hornin a horninových masívů* (např. vrásnění, rozvolňování, konzolidace apod.)
 - ❑ *pohyby ker zemské kůry.*
-
- **Tektonické a neotektonické procesy,**
 - **Zemětřesení**
 - **Vulkanická činnost**

Ovlivnění endogenních procesů lidskými aktivitami nejčastěji v oblastech:

- ❑ velké zatížení zemského povrchu (velké kubatury zástavby, objemy vody - přehradní nádrže)
- ❑ intenzivní podpovrchová těžba nerostných surovin
- ❑ oblasti s velkoobjemovým čerpáním podzemní vody

Další aktivity

Endogenní geomorfologické procesy výrazně ovlivňují také aktivity, které **vyvolávají velké otřesy (např. vypouštění a napouštění vodních nádrží, jaderné výbuchy či jiné velké exploze).**

K výraznému ovlivnění endogenní pochodů dochází i v **oblastech podzemního skladování surovin** (např. ropy a zemního plynu - podzemní zásobníky) **či odpadních látek.**

Základní typy ovlivňování endogenních procesů

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

Přerozdělení statických tlaků na povrchu reliéfu

K přerozdělení statických tlaků na zemském povrchu, které tak ovlivňuje endogenní geomorfologické pochody, dochází *nejčastěji při realizaci velkých staveb*, které zatěžují svou vahou podloží.

Působení vyvolává kombinované ovlivnění endogenních procesů – vznik zemětřesení (***indukovaná seismicity***) a prohyby – deformace povrchu reliéfu

Mezi takové projekty patří například:

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

Vybrané příklady

Klasický příklad – přehrada Hoover Dam v kaňonu Boulder

Řeka Colorado. Výstavba 1931. Napouštění v roce 1935, ukončení 1939.

Délka přehrady 200 km, hloubka až 150 m, objem $37,5 \text{ km}^3$, hmotnost $3,75 \cdot 10^{10}$. Hráz délka 379 m, výška 221 m. Přehradní nádrž Mead.



Údolí před výstavbou – název Black Canyon – 1904



Letecký snímek Hooverovy přehrady s mostem Hoover Dam Bypass Bridge – z roku 2010 - spojuje Arizonu a Nevadu s Las Vegas

https://cs.wikipedia.org/wiki/Hooverova_p%C5%99ehrada#/media/Soubor:Hoover_Dam,_Hoover_Dam_Bypass_Bridge_2010-10-12.jpg



Po napuštění byla v letech 1940-41 provedena nivelace opakovaná – prohnutí zemské kůry 0,78 m.

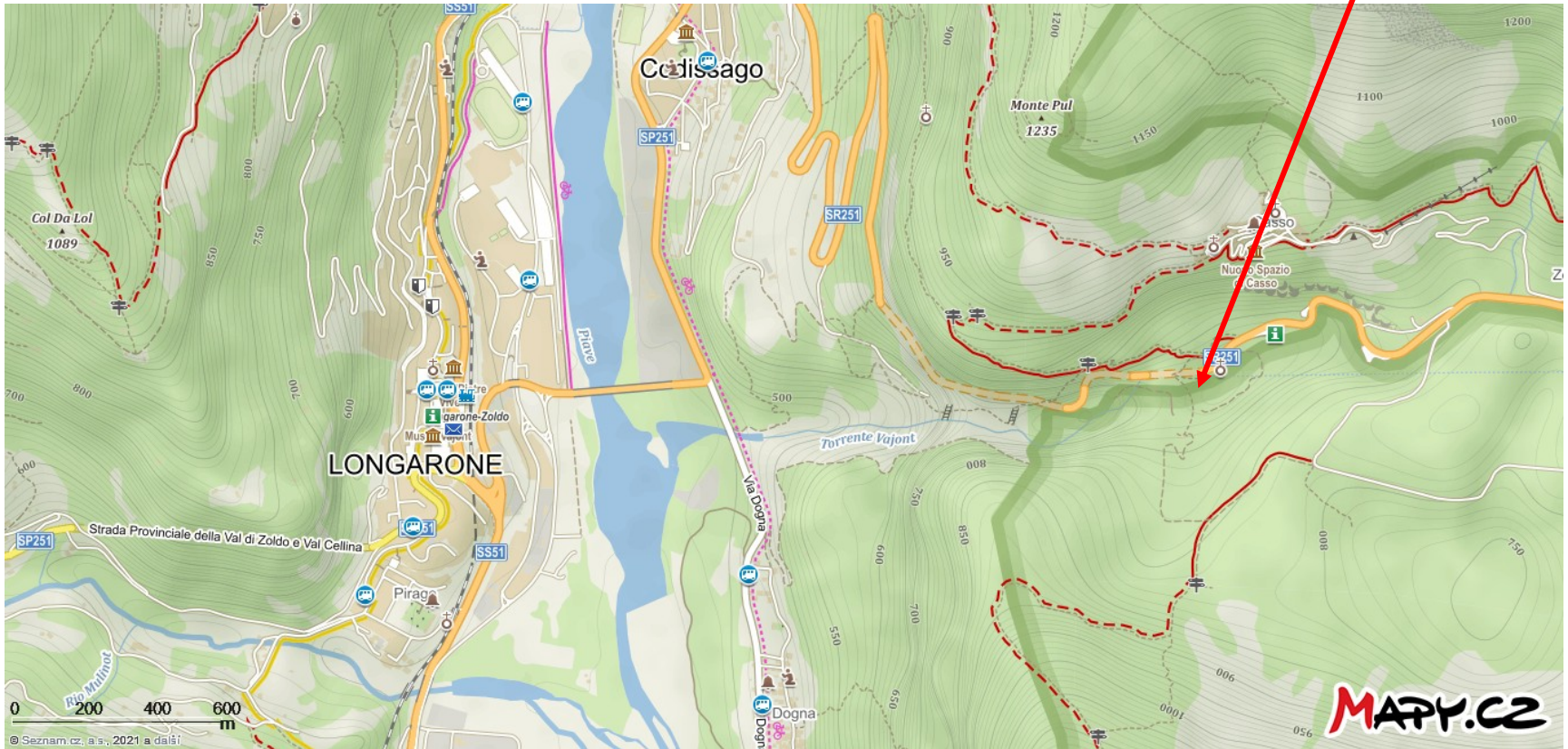
Začaly otřesy zemské kůry v letech 1937- 44 asi 6000 otřesů.

Zjištěna závislost mezi otřesy a max. hladinou vody v nádrži, úprava přítoku.

Další opatření:

Výstavba dalších nádrží Fleming Gorge a Glen Canyon, zemětřesení snížení na polovinu.

Přehrada Vajont



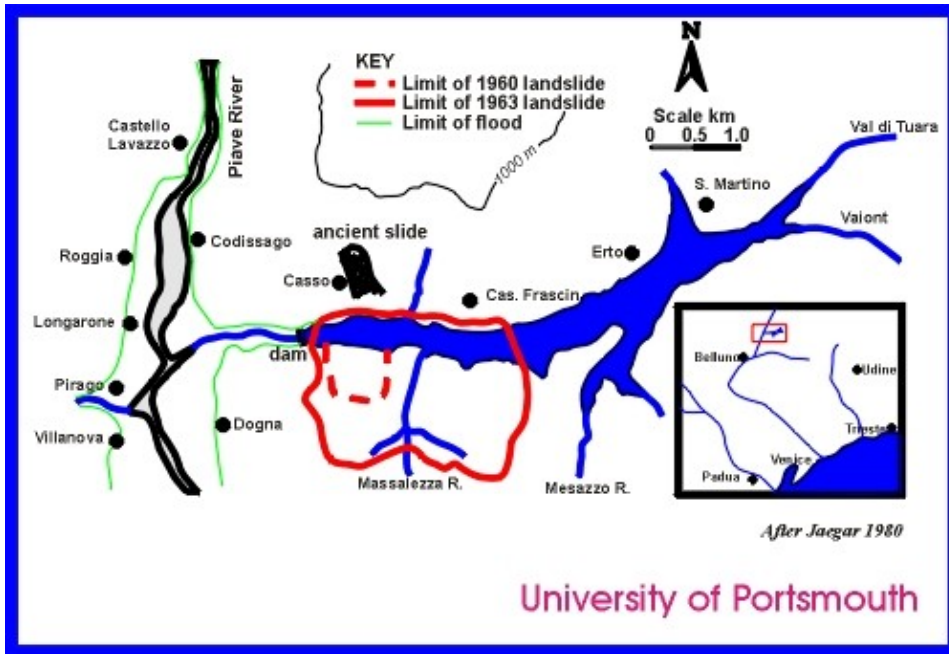
Itálie – říčka Vajont – přítok řeky Piavy.

Klenbová hráz 265,5 m, objem 0,17 km³ , hloubka 130 m. Stavba 1956 – 1961, otřesy při napouštění, vápence, dolomity, zlomy.

Při poklesu hladiny otřesy ustaly **avšak 9.10. 1963 deště** - max. zdvih obrovský sesuv, 165 m vysoká vlna, sesuv, 100 mil m³ objem, rychlost 100 km. hod⁻¹

vlna vysoká 165 m, přelilo se 40 mil m³

Směrem k řece Piavě ztratila výšku, 2117 m mrtvých



Tal des Lago di Valont im Oktober 1963. In den Stausee stürzten die Felsmassen des Monte Toc.



Letecká fotografie po katastrofě – přehrada a městečko Langarone

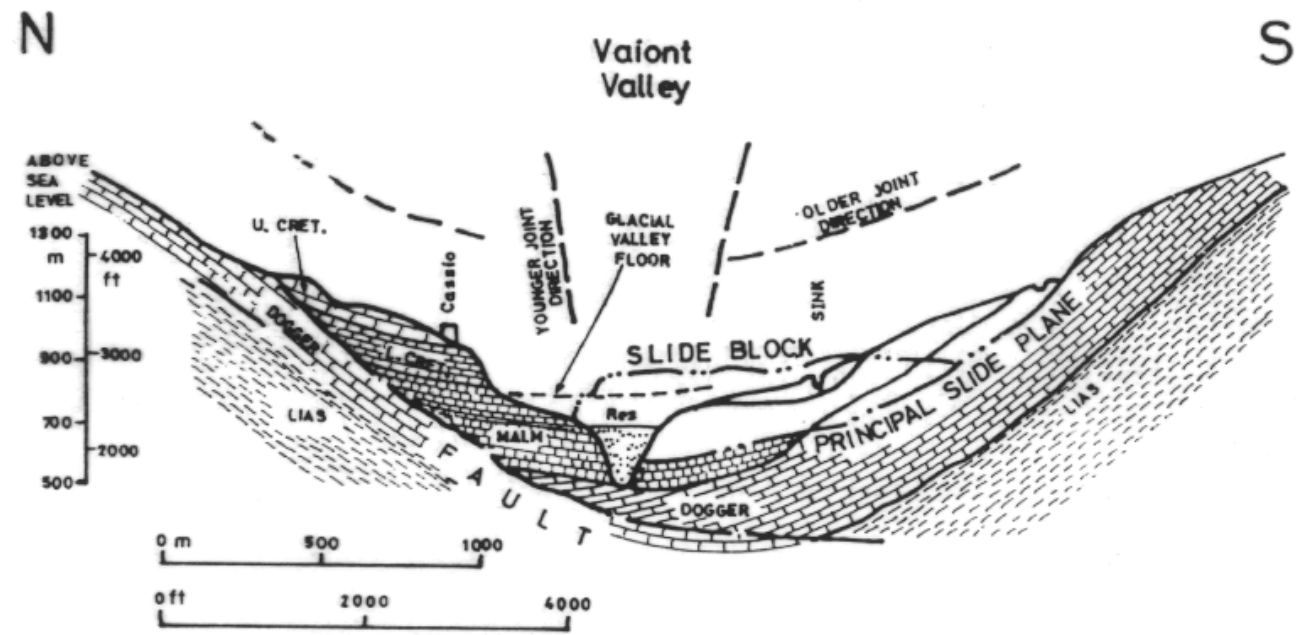
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Vajont_\(p%C5%99ehradn%C3%AD_hr%C3%A1z\)#/media/Soubor:Disastro_Vajont.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vajont_(p%C5%99ehradn%C3%AD_hr%C3%A1z)#/media/Soubor:Disastro_Vajont.jpg)



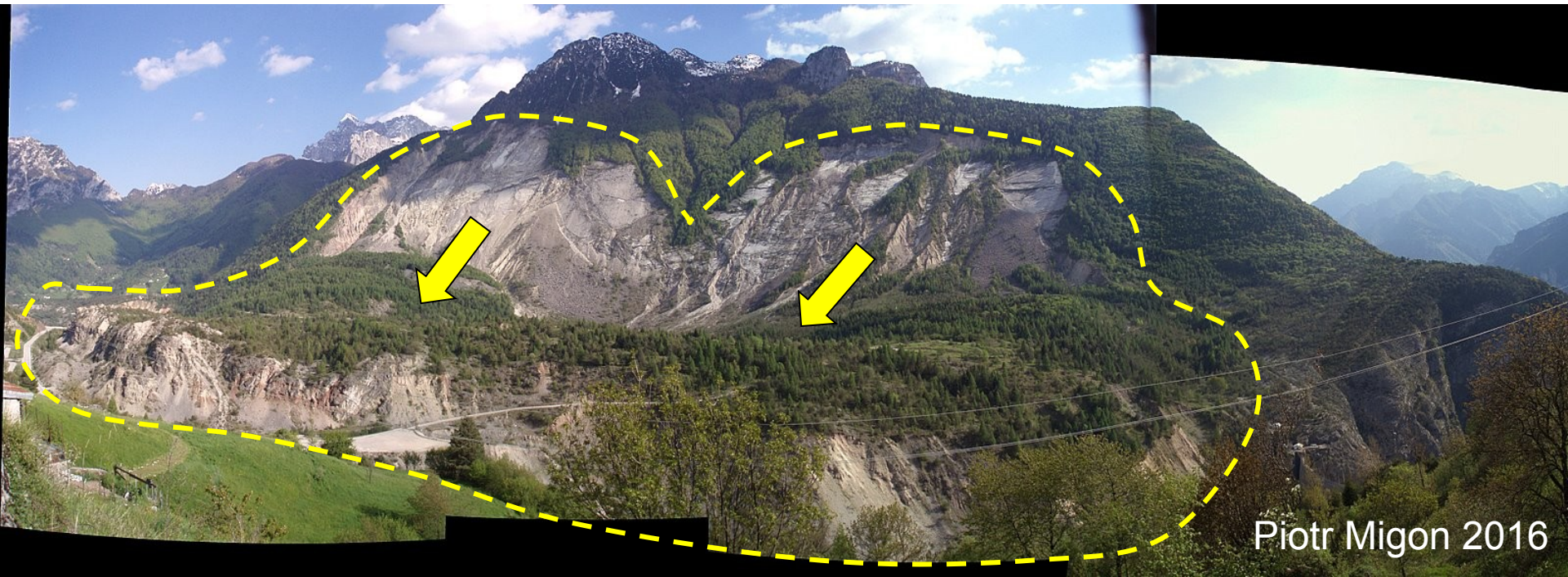
Přehrada Vaiont – po sesuvné události

Vajont (Italian Alps)

- major landslide disaster in October 1963
- landslide filling of a reservoir → overflowing of the dam and downstream flood
- site selection and inadequate management as reasons of disaster

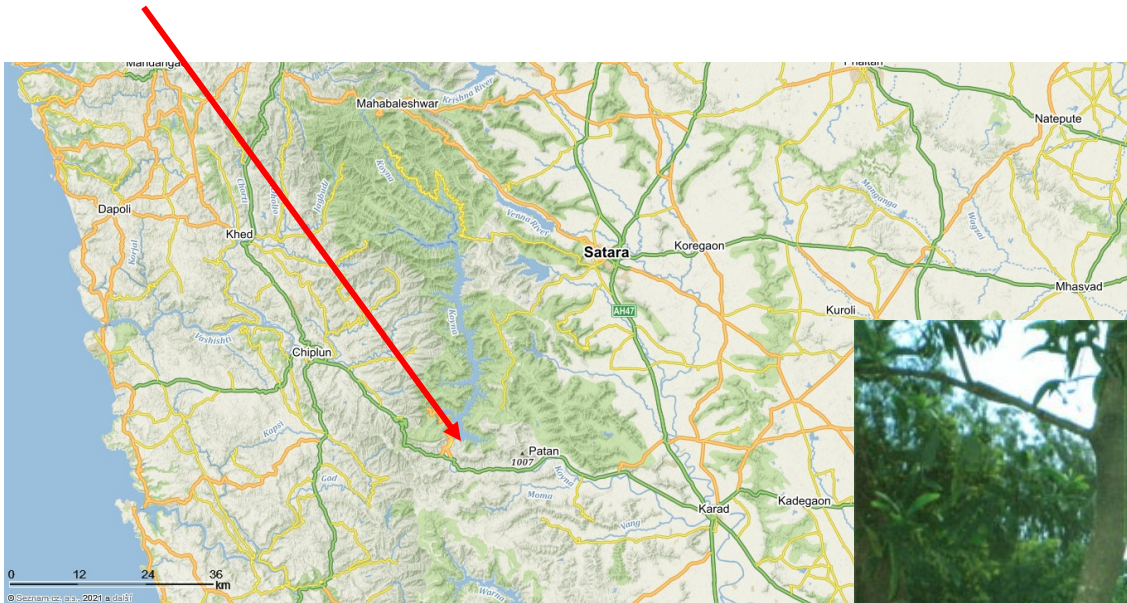


Geological section of Vaiont Valley, Italy (after Kiersch, 1964).



Vodní nádrž Koyna – Indie.

Dekkánské tabule u města Koyna. Stavba vodní nádrže ukončena v roce 1961. **103 metrů vysokou hrází**, za kterou se vytvořila vodní plocha o celkovém objemu 2,8 km³. **Přehradní jezero 60 km dlouhé.**



Po naplnění přehrady v roce 1967 (11. prosince 1967 - došlo k *zemětřesení* o magnitudu 6,6 s epicentrem 3 kilometry jižně od vodní nádrže. Tzv.

Koynanagar earthquake

Důsledkem otřesů byl vznik trhlin a zlomů o délce 10 až 60 metrů s šířce od několika centimetrů do 0,4 metrů. Při zemětřesení zahynulo 177 obyvatel.

Opatření injektáž trhlin, snížení hydrostatického tlaku v hrázi, posílení nepřetokové části hráze, posílení přelivové části hráze.



Afrika - indukovaná seismická u **vodní nádrže Kariba**, řeka Zambezi, státy Zambie-Zimbabwe. Výstavba v letech 1956 – 59.

Hráz 128 metrů vysoká, 180 km³ vody. Délka jezera 280 km.

Seismická aktivita byla v regionu i před napuštěním přehrady, ale po jejím dokončení se několikanásobně zvýšila.

Největší otřesy jsou registrovány při naplnění vodní nádrže na maximální vodní stav a dosahují magnituda až 5,8.



Asuánská přehrada

Sypaná hráz pyramidového tvaru z žulového kamene a jádrem z cementu a jílu. Hráz – šířka základny je 980 m, horní část hráze měří 40 m. Hráz - vysoká 111 m. Nazývána též Nová asuánská přehrada.

Základní kámen byl položen **9. ledna 1960** a stavba byla slavnostně ukončena **15. ledna 1971**. Nádrž objemu 165 km³ se začala plnit už v průběhu stavby roku 1964 a plné kapacity přehrady bylo dosaženo až roku 1976.

Přehrada - délka 500 km a šířka 35 km.



Seizmická činnost v oblasti - tlak vody způsobuje otřesy - odborníci se obávají protržení hráze následkem zemětřesení. Bezprostřední nebezpečí zatím nehrozí- hráz nepoškodilo ani zemětřesení o síle 5,3 stupňů Richterovy škály v roce 1981, jehož epicentrum bylo vzdáleno 55 km od přehrady.

Další negativa – změna mikroklimatu, zabránění povodním, ale zamezen přínos sedimentům – úrodné bahno , využívání umělých hnojiv, zanášení zavlažovacích kanálů plevelem a řasami



Na území České republiky se velká přehrada v mezinárodní klasifikaci, tj. vodní nádrž s hrází vyšší než 100 metrů nenachází.

Největšími vodními nádržemi jsou vodní nádrž **Dalešice na Jihlavě s hrází vysokou 99,5 metrů**, vodní nádrž **Orlík s největším zadržovaným objemem vody** a vodní nádrž **Lipno s největší vodní plochou**.



Dalešice: Délka vzdutí: hlavní nádrž 22 km, vyrovnávací nádrž 7 km

Zatopená plocha: 480 ha a 118 ha

Objem zadržované vody: 127,3 mil. m³ a 17,1 mil. m³

Stálý objem: 59,5 mil. m³ a 5,6 mil. m³

Hlavní hráz: délka v koruně 300 m, šířka v koruně 8 m, šířka v základnové spáře 300 m, maximální výška hráže nad základnovou spárou 99,5 m, kubatura hráže 1,95 mil. m³

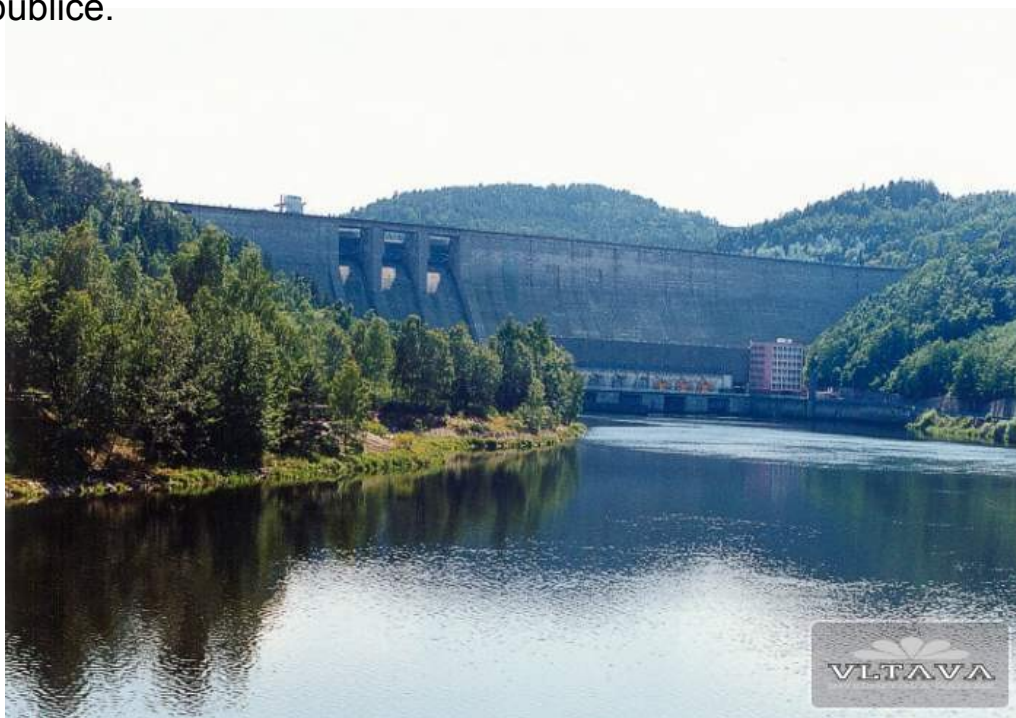
Hráz vyrovnávací nádrže: délka 185 m, šířka v koruně 7,75 m, šířka v zákl. spáře 32 m, výška 49 m, kubatura betonu 89 400 m³

Na základě měření v oblasti **Orlické přehrady** byly **zjištěny poklesy dna vodní nádrže dosahující průměrné hodnoty 0,12 mm/rok** (Mačák, 1980).

S ohledem na stavbu jaderné elektrárny Temelín byla 90. letech 20. století provedena podrobná měření v lokalitě, při kterých byla zjištěna epicentra zemětřesení jako reakce zemské kůry na zatížení přehradním jezerem Orlické přehrady

Orlická přehrada

Její 450 m dlouhá hráz dosahuje v koruně výšky 91 m. Zadržuje jezero o ploše 2.732 ha, dlouhé na Vltavě 68 km, na Otavě 23 km a na Lužnici 7 km. Největší hloubka je 74 m. Jezero obsahuje 717 mil. metrů krychlových vody a je objemem zadržené vody největším v republice.



Poklesy zemského povrchu podmíněného lidskou činností – příklady přerozdělení statických i dynamických tlaků

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

Rychlost poklesů zemského povrchu podmíněných lidskou činností *Pramen: Kukul (1990), Kukul, Reichmann (2000)*

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

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

K přerozdělení statických tlaků na zemském povrchu dochází také při velkém zatížení podloží stavbou velkých urbanizovaných celků (městských aglomerací). Na malém prostoru dochází k zatížení stavbami, komunikacemi a doprovodnými investicemi.

V místech největšího zatížení (např. v místech výstavby mrakodrapů) dochází k prohnutí zemského povrchu, což kompenzuje na obvodu kruhová zóna kompenzačních zdvihů.

Při výstavbě velkých aglomerací se jedná o intenzivní antropogenní ovlivnění na relativně malé ploše.

Výstavba velkých obytných komplexů

- hloubení velkých podzemních objektů (např. podzemní parkování)
- odstraňování množství materiálu - sídelní plošiny postupným vyrovnáváním terénních nerovností.

Změna vegetačního krytu, čerpání podzemní vody i samotná výstavba (stavby, komunikace, trasy metra, podzemní kolektory) narušují přirozený hydrologický režim.

Negativní je zejména snížení přirozené infiltrace a odčerpávání podzemní vody.

Celkově dochází k velkému zatížení zemského povrchu, kdy měřené hodnoty dosahují řádově až desítek milimetrů za rok.

K podobnému zatížení dochází i při výstavbě velkých průmyslových areálů či velkých dopravních plošin.

Příklady přerozdělení statických tlaků – zatížení stavebními komplexy

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.



Ministerstvo zahraničních věcí
(Министерство иностранных дел) 1953.
172 m, Smolenské náměstí

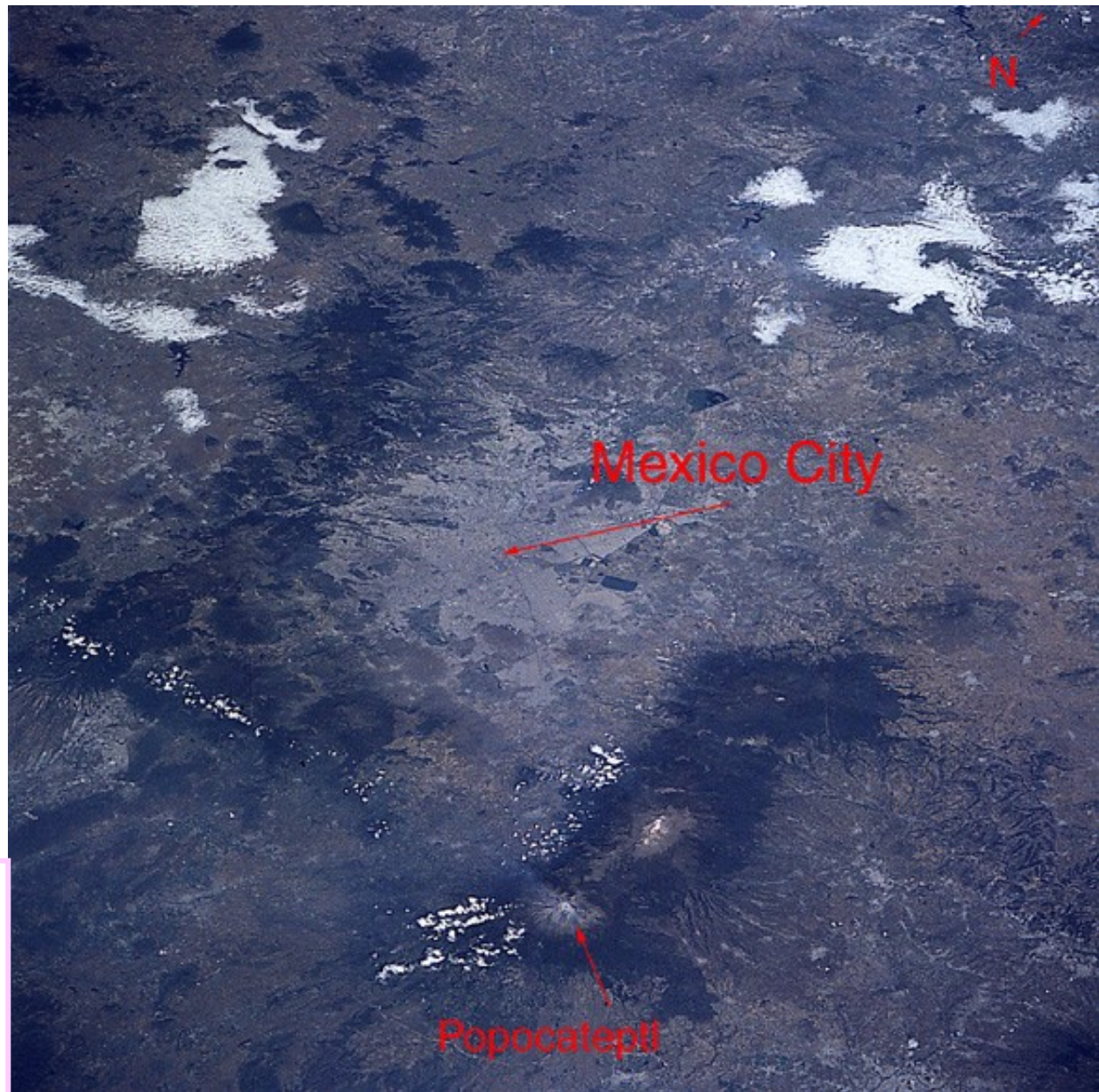
Sedm Stalinových sester

Příklad Mexico City Poklesy čerpání podzemních vod a zástavba

Author Piotr Migon

**Lake basin surrounded
by volcanic mountains
(Miocene - recent)**

120 x 60 km.



**By 1521 Spaniard conquerors
defeated Aztecs.
New city over the ruins**



**Tenochtitlán under
Mexico's city down town**

Author Piotr Migon

Author Piotr Migon



Pohled z Torre Latinoamericana k severu

Author Piotr Migon



Pohled z Torre Latinoamericana k západu



**Uncontrolled spread of the city
pumping of water enhanced by half of 19. Century
since (cca) 1940 problems with subsidence**

Author Piotr Migon



Sever ul. Alameda



Basilica de Guadalupe

Author Piotr Migon



**Building usually without any permission
Urbanization reaches foothill of volcanoes**



Přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře

K přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře dochází zejména

- *při vyčerpávání a načerpávání velkých množství tekutin*
- *při otřesech způsobených výbuchy či propady v místech hlubinných děl.*

Nejvíce antropogenních zásahů ovlivňujících přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře je v oblastech:

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

Narušení zemské kůry, které vede k přerozdělení dynamických tlaků, je četné v lokalitách

těžba ropy a zemního plynu Jejich čerpáním může dojít k takovému narušení, které vyvolá silné otřesy.

Registrovaná zemětřesení jsou v oblasti

ropných polí v Texasu,

oblasti Kaspického moře

Severního moře.

Těžba ropy a zemního plynu v Texasu (USA)

Na základě výzkumů Univerzity v Austinu - 162 zemětřesení o 3. či vyšším stupni Richterovy stupnice v Texasu v období 1975 a 2015 byla $\frac{1}{4}$ téměř jistě způsobena [těžbou ropy a zemního plynu](#), dalších 61 % pak „pravděpodobně“ – těžební společnosti zvýšily počty seismologických stanic k ověření.



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

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

Načerpávání tekutin do podzemí - příklad

- vtláčení odpadních vod v ***oblasti Denveru v USA.***
- ***V roce 1961 zde byl vyvrtán 3 671 metrů hluboký vrt,*** do kterého byly postupně pod tlakem čerpány tekuté odpady.
- Čerpání odpadů doprovázela od samého počátku seizmická aktivita. Za prvních sedm let načerpávání bylo naměřeno více než 600 otřesů s magnitudem i vyšším než 5. Průměrně bylo každý měsíc do vrtu vtlačeno 27 mil. litrů kapalných odpadů a registrováno více než 50 otřesů, jejichž ohniska ležela v hloubce 4,5 až 5,5 kilometru.

K načerpávání tekutin dochází i z důvodů **doplnění zásob podzemních vod.**

Pokusy se realizovaly například v oblasti Krymu (v okolí města Simferopol), kde po zdvihu hladiny podzemní vody ve vodonosných vrstvách o 5 až 12 metrů došlo k registrovanému zemětřesení s epicentrem v místě umělé infiltrace.

Gazifikace uhlí – podzemní zplyňování uhlí, vznik poklesových kotlin

Např. Lokalita Bořislav u Teplic SHP - izolovaná terciérní hnědouhelná pánvička, mocnost sloje od 3,5 do 4,0 m

Provoz tzv podzemního generátoru ovlivnil

- poklesy terénu v rozmezí 0,85 – 1,75 m.
- Ovlivnění chemismu a teploty podzemních vod (podrobněji Šafářová, Valeš 2010)

Poznámka možnost těžby černého uhlí na Frenštátsku

Ťěžba soli – hornická činnost, louhování ložiska

Ťěžba uhlí – důlní otřesy

Podzemní jaderné výbuchy

Nevadský testovací polygon

- od roku 1951 až do roku 1992 - pokusné atomové výbuchy celkem jich bylo provedeno 928 a předpokládá se, že další mohly být v kategorii tajných

Registrované otřesy (indukovaná seismicita) dosahují

- při výbuchu magnituda 5 až 6

Při této síle otřesů jsou dokumentovány

- Vertikální pohyby na povrchu o velikosti až 1,2 m,
- Horizontální posuny až o 0,15 m
- dochází také k oživení zlomů v délce až 8 km

střelnici na Nové Zemi (tzv. Severní novozemská střelnice),

Semipalatsinský výzkumný polygon (SIP) v Kazachstánu

SSSR nyní Kazachstán – povrché i podzemní atomové výbuchy, počátek testů 1949, 1991 uzavřeno.

Podzemní výbuch vznikl kráter hl. 100 m, průměr 408 m, tzv. jezero Čagan hovorově "Atomové jezero".



Přerozdělování dynamických tlaků v podzemí

Podzemní zásobníky plynu

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 000m³, **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. m³, na konci 70 let v USA 400 podzemních zásobníků plynu s celkovou kapacitou 212 mld. m³ plynu.

Další cesta hledání vhodných geologických struktur, které by byly schopny plyn přijmout

podzemní zásobníky akviferového typu – porézní struktury

První pokus 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. m³, **akviferové struktury – zásobníky v porézních 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.

Podzemní zásobníky plyny v ČR

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 hřbetu tři pohřbená údolí jako stratigrafický typ pasti, klastický materiál spodní baden, nadloží spodnobádenské tégly

PZP Dolní Bojanovice - dříve ložiska ropy a zemního plynu objevena v roce 1974, pět ložiskových objektech (původních ložiscích ropy a zemního plynu), které se nachází v hloubkách 750 až 2 070 metrů. Vtláčení plynu do zásobníku bylo zahájeno v roce 1999. Ložiskovou nádržní horninou podzemního zásobníku jsou bazální klastika eggenburgu a pískovce.

Seizmicita

Technickou seizmicitou se rozumí seizmické otřesy vyvolané umělým zdrojem i indukovanou seizmicitou.

Indukovaná seizmicita - vyvolané seizmické jevy podmíněné působením lidské činnosti změny napětí v zemské kůře – přerozdělení tlaků (v okolí přehrad, při vtláčení média do masivu a při odebírání média z masivu)

https://cs.gaz.wiki/wiki/Induced_seismicity

Posledně jmenovaná indukovaná seizmicita byla monitorována (bez měřitelného efektu) při testech s trháním uhelných slojí na Frenštátsku s cílem uvolnit metan.

Průmyslová seizmicita - ***seizmické otřesy buzené činností strojů***. Skupina otřesů vyvolaných umělým zdrojem je tvořena především vibracemi vzniklými při trhacích pracích, automobilovou a kolejovou dopravou, pulsací vodního paprsku, činností strojů a lidí nebo průmyslovou činností.

Doprava a průmysl nositel - velmi významných vibrací - technická seismicita – některé časově omezené, např. zhutňování podloží cest a parkovišť, těžká doprava po dobu výstavby, slabé trhací práce jako součást technologie úpravy horninového masivu atd.

Jiné mohou nabývat na intenzitě jako např. zvyšování mohutnosti dopravy a průmyslové aktivity.

V české části hornoslezské pánve je dokumentována důlně indukovaná seismicita již více než 100 let.

Nejsilnější důlní otřes vznikl na Dole ČSA v Ostravsko-karvinském revíru (OKR) v roce 1983 s magnitudem $M = 3,8$.

Např. nyní je seizmickou monitorovací sítí v karvinské části OKR

zaregistrováno až 50 tisíc jevů ročně, z toho přibližně 100–500 otřesů, jejichž energie je větší než $9 \cdot 10^3$ J (lokální magnitudo rovno asi jedné).

Přes útlum v objemu těžby v OKR není v současné době pozorován úměrný pokles počtu a intenzity jevů (např. Konečný et al., 2003). Je to způsobeno jednak tím, že *útlumový program vyvolává z ekonomických důvodů selektivní těžbu*, která ve svém důsledku přináší *vyšší zatížení důlních polí a složité geometrie vyrubaných prostor*, jednak postupem dobývání do větších hloubek i nutností dobývat zbytkové plochy uhelných slojí ve složitých podmínkách na styku dobývacích prostorů a ker oblastí, kde se dříve nadložní sloje často nedobývaly.

Situace se bude výrazně měnit s útlumem těžby na Ostravsku – viz další přednášky.

Datum	Lokální magnitudo	Oblast	Datum	Lokální magnitudo	Oblast
7. 3. 1997	2,7	důl Darkov	26. 2. 2001	2.2	Ostrava
15. 4. 1999	2,9	důl ČSA	13. 6. 2002	3.9	důl Doubrava
22. 4. 1999	2,2	důl ČSA- Doubrava	7. 10. 2003	2,1	důl Darkov
8. 1. 2000	2,5	Ostrava	11. 3. 2004	3,1	důl Lazy
25. 5. 2000	2,2	Ostrava	12. 7. 2004	2,7	Důl Doubrava
24. 8. 2000	2,7	Ostrava	12. 3. 2006	3,0	Ostrava

Největší antropogenně podmíněné otřesy v ČR za období let 1996 – 2006, pramen ČGS

Příkladem je otřes na dole Doubrava (13. 6. 2002, 12. 7. 2004) či na dole Darkov (7. 10. 2003). Při seismickém otřesu na dole **Lazy (11. 3. 2004) zahynulo celkem sedm horníků**. K závalu o délce 50 metrů došlo v hloubce 680 metrů pod zemským povrchem. Jednalo se o největší důlní neštěstí v České republice od roku 1990.

Poddolovaná území – oblasti s doloženou nebo předpokládanou existencí hlubinných důlních děl.

Mapování - od 1983, kdy byl vytvořen základ „Registru poddolovaných území“. Pro potřeby orgánů územního plánování ČR byly v letech 2002–2006 průběžně zpracovávány a aktualizovány grafické, mapové a datové údaje o jednotlivých poddolovaných územích celé ČR.

Poddolovaná území - řazena mezi tzv. území se zvláštními podmínkami geologické stavby, které mohou mít vliv na vypracování územně plánovací dokumentace a na životní prostředí.

V současné době v Registru poddolovaných území evidováno na území ČR celkem **5 670 objektů**

<http://www.geology.cz/extranet/sqs/dulni-dila/poddolovana-uzemi>

V současné době jsou poddolováním a následnými poklesy terénu nejvíce postiženy části **dobývacího prostoru Louky v oblasti Louckých rybníků na Karvinsku** poklesy terénu až o 380 cm (případně až 425 cm).

Doly ČSA a Darkov – ukončení těžby

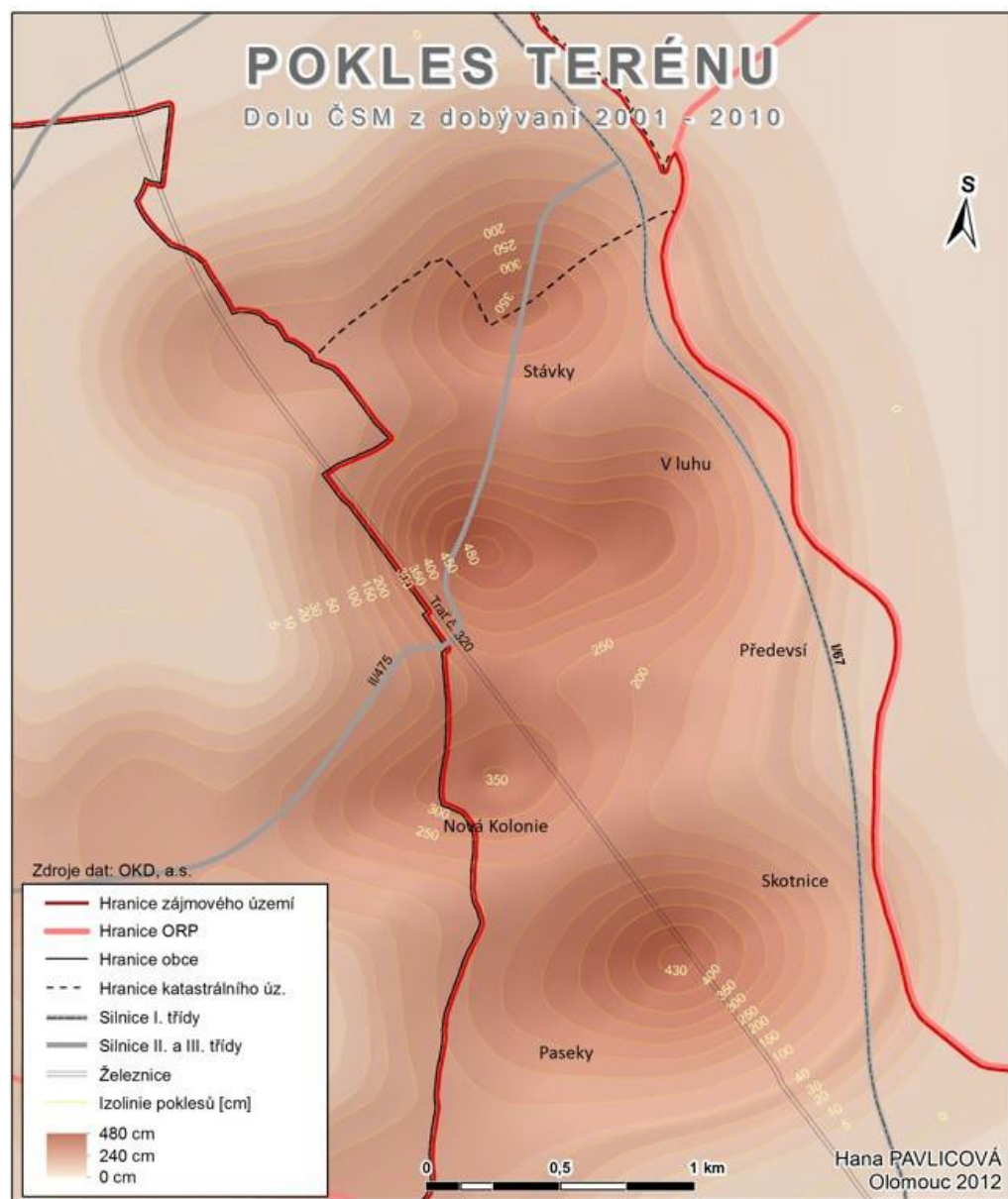
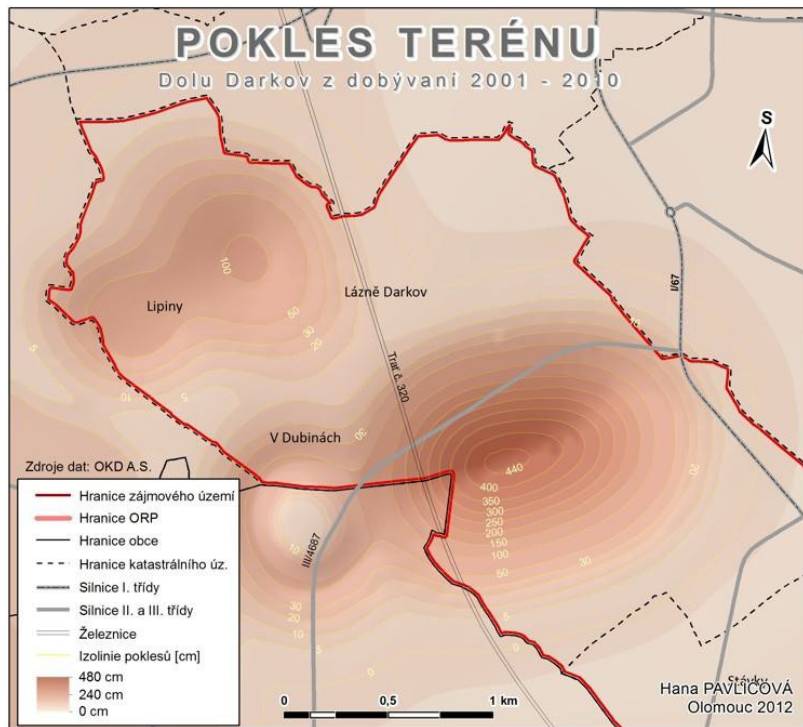
Do ukončení hornické činnosti se předpokládá prohloubení obou poklesových kotlin až na 8 metrů (případně až 12,5 m).



Louky Karvinsko - poddolované území – kostel Sv. Barbory, foto Pavlicová 2012



Bývalá česká škola



Poklesy terénu 350 – 480 cm v oblasti Dolu ČSM



Karviná - Kostel sv. Petra z Alkantary "šikmý" kostel v Karviné, pokles o 36 m, úklon kostela o $6,8^\circ$ na jih od svislé osy.

Dubňany – poklesy severně města v minulosti hlubinná těžba lignitu

