

# Ovlivnění přírodních geomorfologických procesů

## Ovlivnění exogenních geomorfologických procesů

- Urychlené zvětrávání
- Urychlení svahových procesů
- Urychlení fluviálních procesů a procesů na vodních nádržích
- Urychlení kryogenních procesů
- Urychlení eolických procesů
- Urychlení marinních a lakustrinních procesů
- Urychlení geomorfologických procesů spojených s působením podzemní vody

### ***Zpomalení přírodních procesů***

- Svahových procesů
- Fluviálních procesů
- Marinních a lakustrinních procesů
- Eolických procesů

# Urychlené zvětrávání

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

## Urychlení mechanického 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, na 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

## 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  $\text{CaSO}_4$ , tvorba 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, zmrzáání a rozmrzání, biologické procesy***

Nové poznatky prokazují, že na zdrojích síranů v kůrách se více podílí atmosférická depozice než vzlínání 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 průmysl, 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**

# 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 –vysledek svahová deformace.

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

**kritický úhel sklonu 25°**

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.

## Dopady svahových procesů:

- A. výrazné modelační účinky a změny reliéfu v měřítku mezotvarů (např. změny horských svahů, vznik jezer hrazených sesuvem, rozpady vrcholových hřbetů)
- B. negativní dopad na obyvatelstvo, jeho majetek
- C. negativní dopad na veřejnou infrastrukturu:
  - dopravní stavby – silnice, železnice
  - vodohospodářské stavby – přehrady (např. Šance, Stanovnice)
  - technické vedení a stavby - vodovody, energetická vedení, veřejné komunikační sítě, produktovody
- D. působení na krajinu a její složky (např. narušení a změny vegetačního krytu, změny vodních poměrů, dopady na estetiku krajiny).

## **Aktivační faktory – porušení svahu**

geologické, hydrogeologické, hydrologické a geomorfologické podmínky

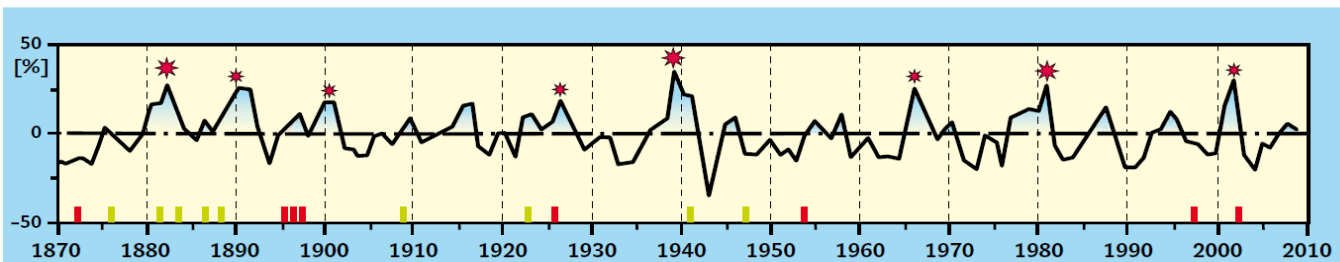
Spouštěcí faktor v podmínkách mírného klimatu střední Evropy

*klimatický faktor:*

- dlouhodobá srážková aktivita spojená s nasycením horninového masívu
- extrémní srážkové periody
- rychlé jarní tání sněhové pokrývky

+ *antropogenní aktivity*

**Srážky** - středně hluboké a hluboké sesuvy v jílovitých horninách sedimentárních pánví Českého masívu aktivovány po *dlouhodobé srážkové bilanci* – tj. víceleté období abnormálních dešťových srážek sestavení křivek tzv. dvouletých nebo tříletých postupných srážkových úhrnů a jejich dobrá korelace s nasycením horninového masívu a aktivací sesuvů (podle Rybáře 2010)



Křivka dvouletých rozptýlených ročních úhrnů srážek pro území středních a severních Čech; v procentech je vyjádřena odchylka od dlouhodobého průměru. Větší hvězdičkou je označeno oživení sesuvné činnosti velkého rozsahu, menší hvězdičkou oživení lokálního významu. Na dolní ose je znázorněn výskyt největších letních povodní (červeně) a povodní předjarních (zeleně) podle Rybář 2010.

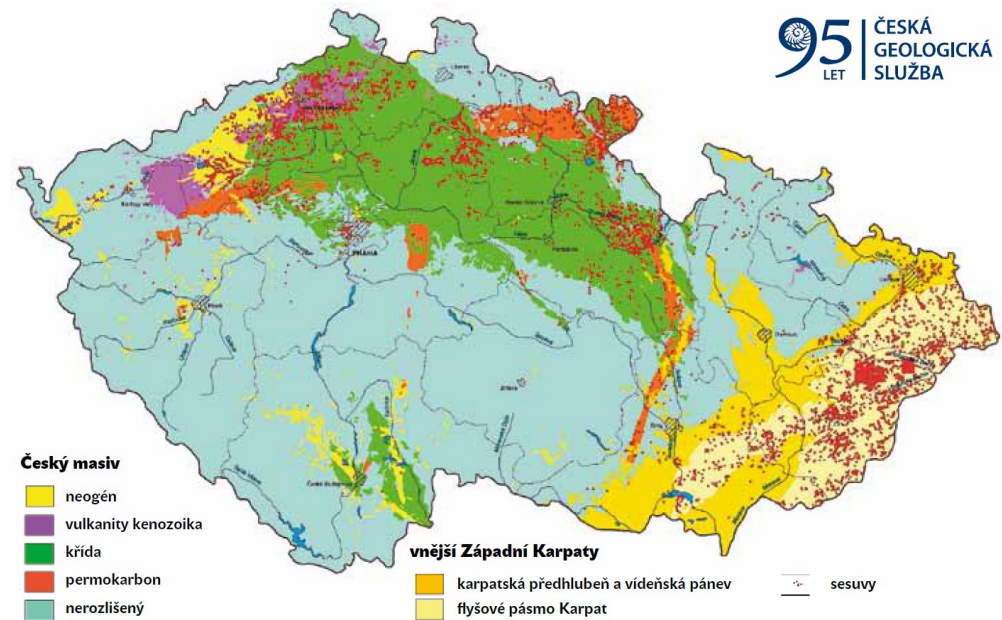
- V souvislosti s *dlouhodobými srážkami* kulminovaly sesuvné jevy v letech 1882 až 1883, 1939 až 1941, 2002 až 2003 (podle Rybáře 2010)
- *Rychlé jarní tání sněhu a dešťové srážky* v dubnu 2006 způsobily v menším měřítku vznik svahových deformací na Moravě.
- *Extrémní dešťové srážky* podmínily vznik i aktivaci sesuvů na Moravě v roce 1997, v menší míře v roce 2010 a 2014.

Dostupnost údajů o svahových deformacích

Databáze ČGS

<http://www.geology.cz/svahovenestability> – registrováno více než 14 000 svahových nestabilit.

Registr svahových nestabilit představuje široce dostupný zdroj kvalitních a verifikovaných prostorových informací o svahových nestabilitách pro potřeby státní správy, samosprávy i občanů ČR (Krejčí a kol. 2014).



Geologická mapa ČR s vymezením sesuvů podle Krejčí a kol. 2014.



# Členění svahových pohybů podle Nemčoka, Paška, Rybáře (1974)

Tabulka 1

Klasifikační schéma svahových pohybů — skupina ploužení

základní skupiny svahových pohybů	základní typy svahových pohybů	příklady nejrozšířenějších typů a jejich charakteristika	číslo příkladu	názvy výsledných svahových deformací	
ploužení	podpovrchové (hlubinné)	rozvolňování skalního svahu vznikem puklin lemujících tvary svahu a dna erozivního údolí	1.	— projevy uvolňování napětí — něm. „Entspannungsklüfte“	
		rozvolňování svahů	rozvolňování svahu otevíráním tahových trhlin v jeho horní části	2.	— rozvolnění svahu — roztrhání horských masívů — otevření tahových trhlin
			deformace vysokých horských svahů provázené roztrháním horských hřbetů a stupňovitými poklesy svahů	3.	— zdvojené hřbety — rozpad horského hřebenu
				4.	— něm. „Sackung“ — shrnutí — hlubinné ohýbání vrstev — gravitační vrásy
		gravitační vrásnění	shrnutí vrstev podél okrajů pánví	5.	— gravitační vrásy — shrnutí
			vytlačování měkkých hornin ve dně údolí	6.	— údolní antiklinály — bulging — naduřování vrstev pode dnem údolí
	blokové pohyby	blokové pohyby po plastickém podloží	7.	— bloková pole — cambering	
		blokové pohyby podél předurčené plochy	8.	— rozsedliny — bloková pole — posuvy	
	povrchové	povrchové ploužení	9.	— slézání suti — slézání svahových hlín — povrchové ohýbání vrstev — vyvlečení a hákování vrstev — plošná soliflukce — kamenné ledovce	

## Členění svahových pohybů podle Nemčoka, Paška, Rybáře (1974)

základní skupiny svahových pohybů	základní typy svahových pohybů	příklady nejrozšířenějších typů a jejich charakteristika	číslo příkladu	názvy výsledných svahových deformací
sesouvání	sesouvání podél rotační smykové plochy		10.	— rotační sesuvy — sesuvy podle rotační smykové plochy
	sesouvání podél rovinné smykové plochy	sesouvání zemin podél rovinné smykové plochy	11.	— planární sesuvy — sesuvy podle rovinné smykové plochy — sesuvy podle předurčené (pre-disponované) smykové plochy
		sesouvání skalních hornin podél rovinné smykové plochy	12.	— planární sesuvy ve skalních horninách — sjiždění po předurčené ploše — skalní sjiždění — sjiždění
	sesouvání podél složené smykové plochy	sesouvání podél složené, zakřivené a rovinné, smykové plochy	13.	— rotačně planární sesuvy — sesuvy podél složené smykové plochy
		sesouvání po horizontální nebo mírně ukloněné smykové ploše	14.	— laterální sesuvy
stékání	stékání jílovitých a hlinitopísčitých zemin	stékání jílovitých a hlinitopísčitých zemin	15.	— zemní proudy — bahnité proudy — zemní proudy v citlivých jílech — solifukční proudy
		stékání hlinitých a úlomkovitých zemin působením přivalových vod	16.	— kamenité (balvanité) přivalové proudy — hlinitokamenité přivalové proudy — hlinité a bahnité přivalové proudy — mury
		stékání povrchových partií pokravných útvarů v období tání nebo po nadměrných srážkách	17.	— rusky „oplyviny“ — angl. „flowage“
řícení	sesypávání	přemístování drobných úlomků polo-skalních hornin až zemin kutálením a valením po svahu	18.	— drolení — sesypy
	opadávání úlomků	náhlé přemístění úlomků skalních hornin volným pádem, poté valením a posouváním po svahu	19.	— opadové kužele — suťové kužele — haldy — úsypy — osypy — kamenná moře — padání kamenů
	odvalové řícení	náhlé přemístění skalních stěn převážně volným pádem	20.	— skalní zřícení — odvalové zřícení — odvaly
	planární řícení	náhlé přemístění skalních stěn, přičemž se kombinuje kluzný pohyb po předurčené ploše s volným pádem	21.	— sesutí — planární skalní zřícení — skalní zřícení kombinované se sjižděním — slovensky zlomiská

# 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.

### 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 měkké horniny do oblasti 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. Blokované rozsedliny a blokovaná pole.

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

## Povrchové ploužení

**Povrchové ploužení** - mnohotvárný proces i na nejmírnějších svazích (např. se sklonem 2-3°). Účinky gravitace i klimatické vlivy. Postiženy povrchové útvary, někdy i zvětrávající povrchové partie pevného podloží.

*Periodicky se opakující dílčí přemístování 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**

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 p1anární 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 přívalových vod – mury, seli**





# Stékání vodou prosycených povrchových partií pokravných 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.



## Bahenní proudy

– oblast Kavkazu (sely), Krkonoše mury,

Klasický příklad **Aberfan** ve Walesu, halda nad městem na svahu o sklonu 130, 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.



## Gruzínská vojenská cesta



*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 Kukul (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.

# Příklady

## Aktivace svahových pohybů jaro 2006

Přelom března a dubna 2006, tání extrémně vysoké sněhové pokrývky a vydatné dešťové srážky sesuvy v karpatské části ČR i na dalších lokalitách, *řada nových sesuvů i aktivace starších sesuvných území.*

Celkový počet sesuvů zdokumentovaných v dubnu 2006 byl ve Zlínském kraji 47, v Jihomoravském kraji 6. Nejpostiženějším územím se stala oblast mezi Uherským Hradištěm, Zlínem, Vizovicemi a Uherským Brodem.



**Růžďka** aktivace sesuvu vzniklého v červenci 1997 (zařazen do III. kategorie a stabilizován. Rodinný dům pana Škrabánka. Stav 12.4.2006



**Vsetín – Za díly** Délka zemního proud je 105 m, šířka dosahuje až 21 m v dolní části, ve střední části je proud užší 5-7 m. Mocnost akumulace v dolní části deformace je 2-2,5 m. Výška odlučné hrany je do 5 m . Stav 12.4.2006



**Lidečko –Račné** aktivace starého sesuvného území. Sesuv dosahuje délku 90 m, šířku 12-13 m.. Stav 12.4.2006

**Nejničivější sesuv - místní část Hluboče, Broumov-Bylnice, až 750 m dlouhý zemní proud, přecházející do bahnotoku, značné škody na lesních porostech, infrastruktuře**



Zákaz vstupu – sesuvná turistika



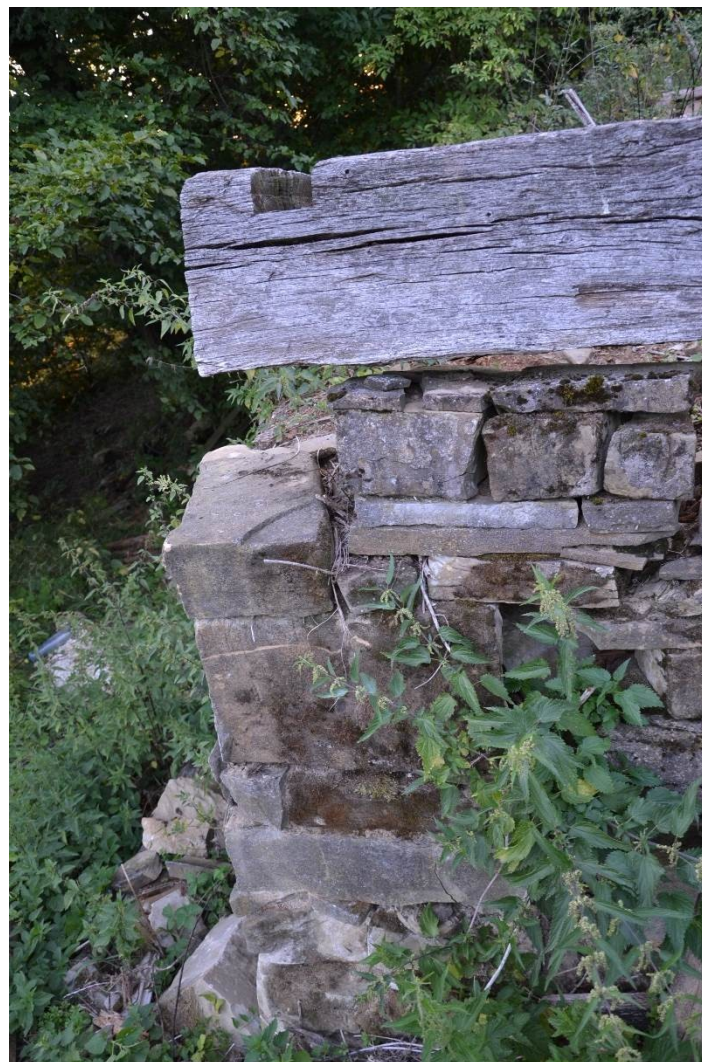
Odlučná oblast sesuvu Hluboče



Střední transportní část svahové deformace



Akumulační část sesuvu



Stav lokality Hluboče v oblasti střední části sesuvu – původní obytné stavení – 29.8.2017

# Aktivační fáze svahových pohybů 2010 – spouštěcí faktor extrémní srážky

Květen 2010 vzniklo 150 svahových deformací po třídních srážkách - cca 300 mm

**Svahová deformace Gírová – Bukovec** vysoce destruktivní účinky – nejrozsáhlejší v karpatské části ČR

Hluboká svahová deformace aktivována 18. května 2010 na jz. svahu Gírové. Spouštěcím faktorem byly extrémní srážky v období 15.- 18. května (244,6 mm srážek) s denním průměrem 61 mm/den.

Mohutná odlučná stěna až 25 m vysoká, celková délka sesuvu 1130 m, šířka 300 m, přemístěno 2,8 mil m<sup>3</sup> sesuvné hmoty (Baroň a kol. 2011). Sesuv začíná ve výšce 730 m n. m. a končí v 570 m n. m. Sesuvem zasažená plocha je odhadována na 30–35 ha. Ohrožena komunikace do obce Hrčava, škody na lesních porostech.



Lokalizace sesuvu Baroň a kol. 2011



Až 30 m vysoká odlučná stěna sesuvu. Foto J. Klimeš



Střední část svahové deformace Gírová foto R. Bojko



## ***Aktivace svahových deformací - září 2014 jižní Morava***

12. až 14. září na jižní Moravě několik srážkových vln s extrémními úhrny srážek. Např. dne 13.9. na stanici Dolní Věstonice srážky 139 mm za 24 hodin (ČHMÚ 2014).

Byly aktivovány sesuvy půdy mezi Dolní Věstonicemi a Pavlovem, v obci Bulhary a ve Strachotíně. Pohyby svahu ve Strachotíně během víkendu 13. a 14. září vedly k evakuaci 15 obyvatel z celkem 8 domů.

Hejtman Jihomoravského kraje Michal Hašek vyhlásil v dané oblasti stav nebezpečí, a to od 15. září do 14. října.

Aktivní projevy a nejvýraznější impakt na krajinu

***Sesuv východně Dolních Věstonic*** ohrožující komunikaci, v horní části vinohrady, ve spodní části rybářské karavany, pohrožení života či zdraví občanů. Frontální sesuvné území 320 m šířky a 70 metrů délky, zahrnuje dílčí aktivní mělce založený proudový sesuv. Je součástí rozsáhlé svahové hluboké svahové deformace.



Foto R. Novotný ČGS 2014

Foto R. Novotný ČGS 2014

Foto R. Novotný ČGS<sup>25</sup> 2014

**Sesuv Bulhary** - území je cca 300 m, přímo ohrožuje a trvale poškozují rodinné domy a může ohrozit život či zdraví občanů. Evakuovány 2 domy a 7 občanů.

Doporučení přeložení koryta Dyje, přetížení paty svahu – zdroj ČGS.



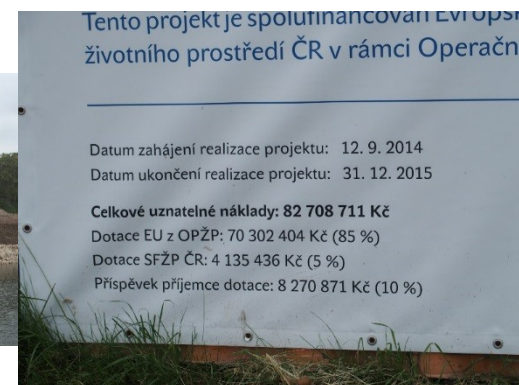
Lokalizace sesuvy Bulhary

Foto R. Novotný ČGS 2014

Odlučná hrana až 3 m vysoká

Odlučná oblast svahové deformace

Foto R. Novotný ČGS 2014



Celkový pohled na sesuvné území. Foto O. Krejčí

Sanace sesuvu Bulhary Foto O. Krejčí

Realizace a cenové relace sana

## Brněnská přehrada (dříve Kníničská)

Důvody pro stavbu – možnost regulace nestabilního toku řeky (povodně), získání zdroje vody pro město Brno, rekreační využití vodního díla a také řízení velikosti průtoku řeky pod přehradou, za účelem většího rozředění splašků z městské kanalizace.

V roce 1929 vydaly úřady povolení pro stavbu, krátce nato však byl původní projekt přepracován. Z tohoto důvodu došlo k zahájení stavebních prací až v roce 1936. Vystěhování přibližně 530 obyvatel Kníniček bylo dokončeno v roce 1937.

Povodně poškozovaly práci - nejničivější přišla v srpnu roku 1938 (rozsáhlé škody). V druhé polovině roku 1939 byla přehradní hráz před dokončením, a podzim 1939 povodňová vlna - zatopila celé údolí i se starou obcí Kníničky.

**Rok vzniku:** 1940

**Objem stálého nadržení:** 7 600 000 m<sup>3</sup> (223 m n. m.)

**Objem zásobního prostoru:** 10 800 000 m<sup>3</sup> (229 m n. m.)

**Objem neovladat. prostoru:** 2 600 000 m<sup>3</sup> (230 m n. m.)

**Celkový (maximální) objem:** 21 000 000 m<sup>3</sup>

**Zatopená plocha:** 259 ha (max.)

**Délka nádrže:** 9,3 km

**Max. šířka:** 700 m

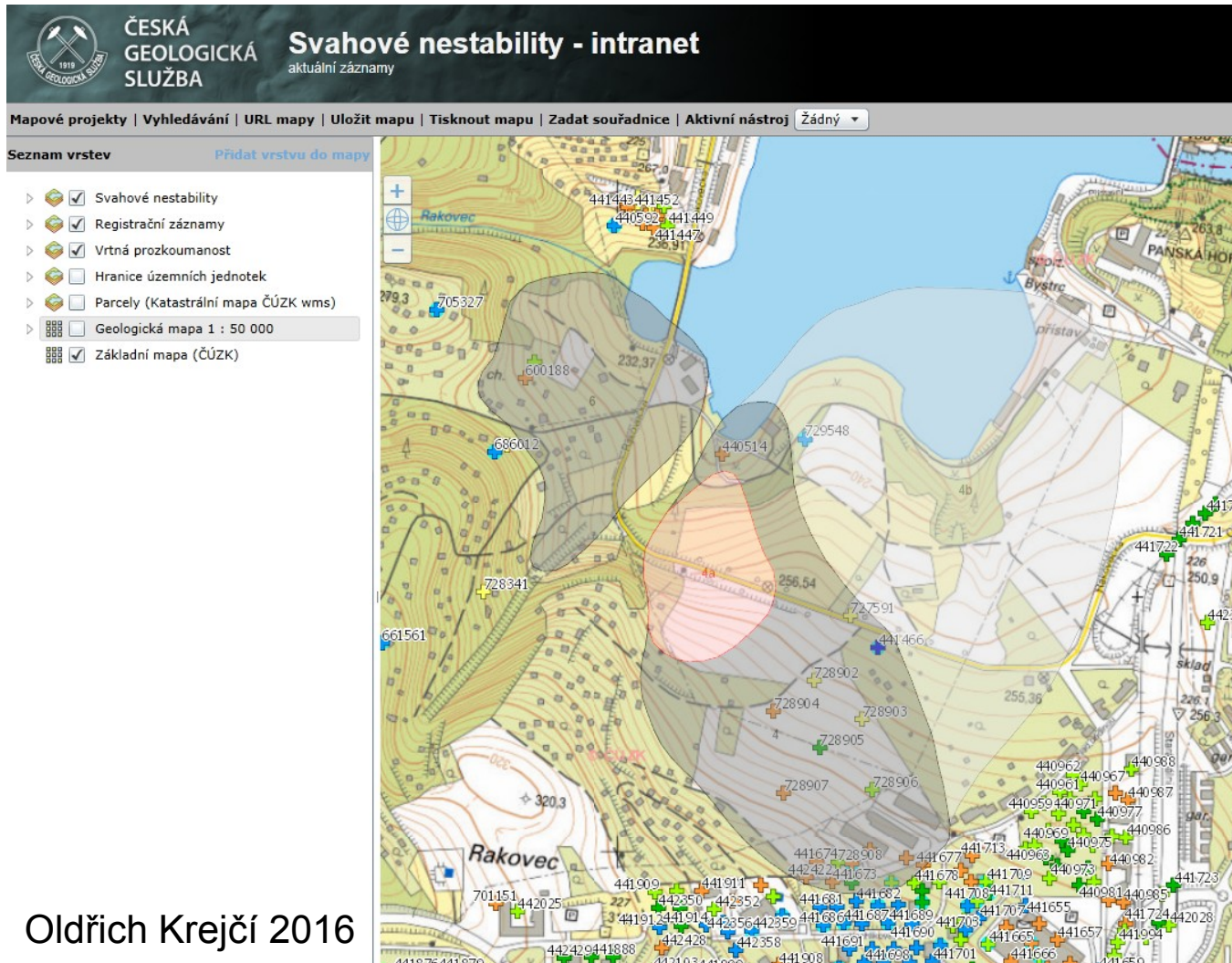
**Max. hloubka:** u hráze



**Typ hráze:** betonová gravitační  
**Nadm. výška v koruně:** 233,7 m n. m.  
**Délka hráze v koruně:** 120 m  
**Šířka hráze v koruně:** 7,14 m  
**Výška hráze nade dnem:** 23,5 m  
**Max. odtok přes přepady:** 400 m<sup>3</sup>/s  
**Průměr spodní výpustě:** 2 m  
**Kapacita spodní výpustě:** 48,5 m<sup>3</sup>/s  
**Typ turbíny:** Kaplanova vertikální  
**Výkon turbíny:** 2,88 MW  
**Vodní průtok:** 21 m<sup>3</sup>/s  
**Provozovatel:** ČEZ a.s.

# Sesuvy – Brněnská přehrada – Panorama - oblast Rakovec

Intenzivní srážky počátek března 2016 byl aktivován sesuv v oblasti výstavby Panorama nad přehradou



## Sesuv – Brněnská přehrada – Panorama - oblast Rakovec



Foto 17.3.2016



Foto 17.3.2016



Foto 17.3.2016



Foto 17.3.2016





Foto 17.3.2016



Foto 17.3.2016



Foto Oldřich Krejčí 2016

Vrtný průzkum 21.3. 2016

Skalní podloží zachyceno  
v hloubce 24,6 m.

Pod jílovitými svahovými  
hlínami až do hloubky  
23,6 m se nacházejí jíly  
(baden)

Smyková plocha  
zachycena v hloubce 10  
m.



Foto Oldřich Krejčí 2016

Zároveň zahájeny sanační práce na haldě zeminy a komunikaci - 21.3.2016

**Stav lokality 18.7.2016**



## Stav lokality 18.7.2016



## Sesuv nedaleko lokality U kotvy – silniční násep

Vznik po intenzivních deštích začátek března 2016 – násep přes údolí vodoteče, příkré svahy, zvodnění,



Stav 5.3.2016



Stav 4.7.2016 - po provedené sanaci



Sesuv na D 8 u Dobkoviček mezi Velemínem a Litochovicemi nad Labem v Českém středohoří

**dne 7. června 2013** mohutný sesuv narušil stavbu posledního dálnice D8. Poškodil - rozestavěnou dálnici, mezi stanicemi Dobkovičky a Radejčín železniční trať spojující Lovosice a Teplice. Škody vznikly i v lomu Dobkovičky. Zemní proudový sesuv po rovinné smykové ploše, délky až 470 metrů a šířky do 200 metrů. Podle přerušené kanalizace pod sesuvem lze předpokládat, že smyková plocha probíhá i pod dálničním tělesem. Aktivace vydatné dešťové srážky.



Foto Karel Pech, 2013



Odtěžení části sesuvu,  
odvodnění, statické  
zajištění tělesa dálnice

Cena cca 380 mil Kč

17.12.2016 dálnice D8 otevřena



Prackovická estakáda



# **D Řízení**

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 drolících 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 řízení**

- 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.

Podle objemu pohybem aktivovaných hmot a v podmínkách České republiky skalní řízení lze členit (podle Krejčí O. a kol. 2015 VÝSKYTY SVAHOVÝCH NESTABILIT CHARAKTERU NEBEZPEČNÉHO SKALNÍHO ŘÍZENÍ V BRNĚ, ČGS.).

- opadávání pod 1 m<sup>3</sup>;
- opadávání do 10 m<sup>3</sup>;
- drobné skalní řízení do 100 m<sup>3</sup>;
- skalní řízení středního až velkého objemu n x 100 m<sup>3</sup>
- skalní řízení zvláště velkých objemů.

**Skalní sesuv** (terminologie dle ČGS) vzniká za využití predisponované plochy podloží ke smykovému pohybu, přičemž fáze pohybu po predisponované ploše je delší než dráha uražená vzduchem (například umělé zářezy ve skalních masivech podél liniových staveb).

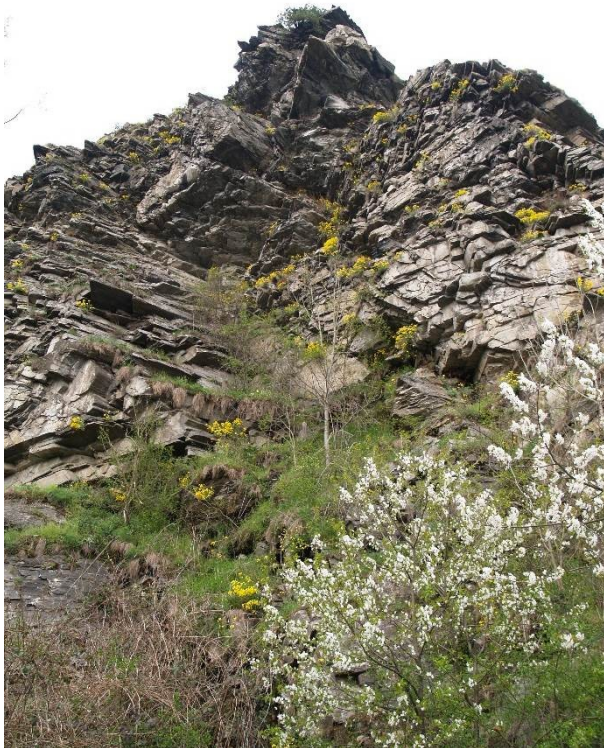
Vlastní řízení či skalní sesuv je rychlý proces, trvající vteřiny až desítky vteřin.

Přípravná fáze je dlouhodobá, trvající měsíce (malé objemy), stovky (střední objemy) i tisíce let (velké objemy).

# Josefovské údolí Moravský kras



# Hamerské vrásy NP Podyjí



# Vranov NP Podyjí

NP Podyjí – Býčí skála – přehrada  
Znojmo



14.4.2016

## Příklad – skalní řízení Bosonohy – podle O. Krejčí a kol. 2015



Až 10 m vysoké skalní defilé (celková výška strmého svahu až 20 m) plutonické horniny brněnského masivu – středně zrnité biotitické granodiority. Tyto horniny jsou výrazně tektonicky postiženy. Skalní stěna je značně narušená. Výrazné zvětrání je patrné zejména ve svrchních partiích odkryvu. Rozpad granodioritů na písčité eluvium zasahuje až do hloubky více než jednoho metru. Povrch skalní stěny je značně narušen a vlivem povětrnostních změn (vítr, déšť) dochází běžně k opadu drobných úlomků. Některé části odkryvu jsou částečně zpevněny přístavbami v zadních traktech domů. - neustále ohroženy pádem jednotlivých úlomků ( $\text{cm}^3$  až  $\text{dm}^3$ ) nebo dokonce zřícením větších horninových hmot o velikosti až několika  $\text{m}^3$ . Vegetace způsobuje svými kořeny rozevírání puklin a hlubokou erozi skalního defilé.

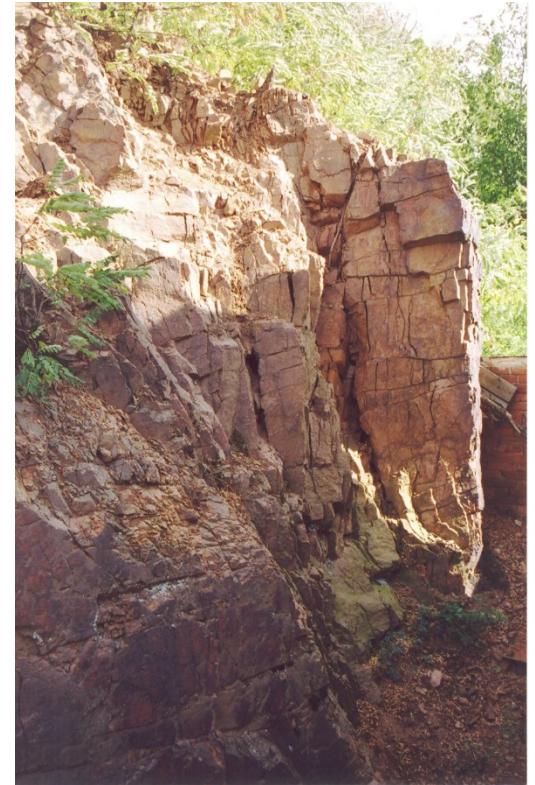


Foto O. Krejčí září 2010





Foto Krejčí duben 2015



Foto Krejčí září 2010



Foto Zvelebil prosinec 2006





## Kamenná kolonie Brno potenciální i aktivní skalní řícení



## Petrovy kameny

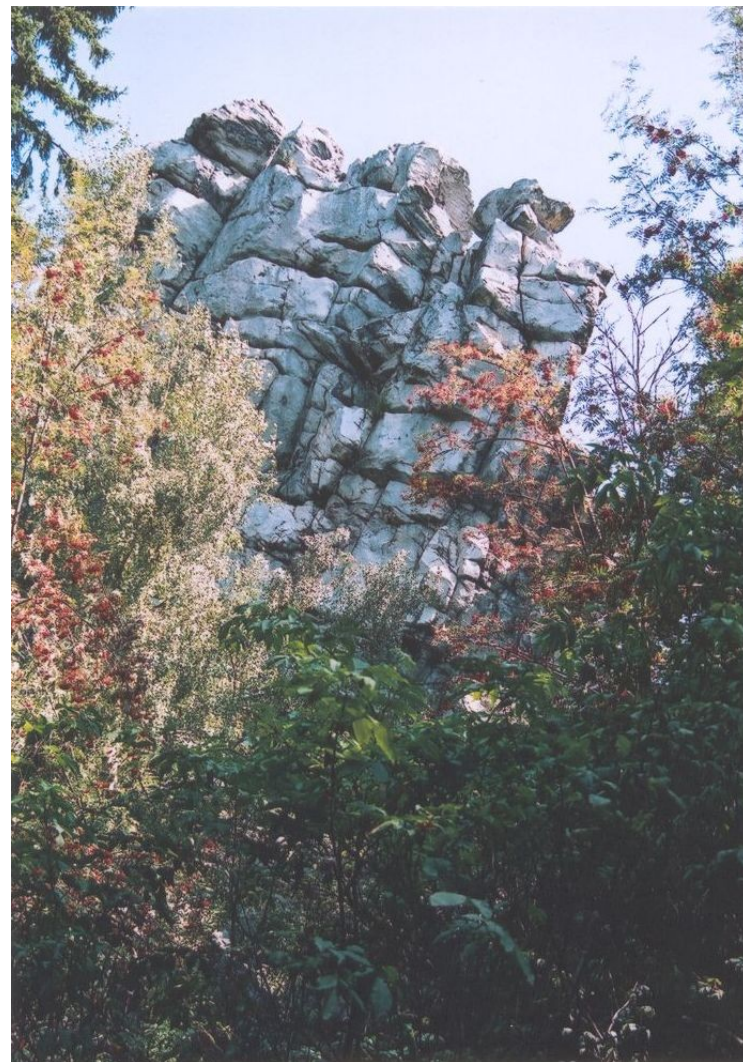


**Malínská skála**  
**CHKO Žďárské vrchy**





Dráteník – CHKO Žďárské vrchy



Malínská skála