

Antropogenní geomorfologie

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 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 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
- oddrovená 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)
- kyselé deště a kyselé 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 –výsledek 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.

Rozdělení svahových pohybů podle rychlosti (Varnes 1978)

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 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. 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.

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 svahu otevíráním tahových trhlin v jeho horní části	2.	— rozvolnění svahu — roztrhání horských masivů — 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	5.	— gravitační vrásy — shrnutí
			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

Tabulka 2

Klasifikační schéma svahových pohybů — skupina sesouvání, stékání a řícení

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 — sjíždění po předurčené ploše — skalní sjíždění — sjíždění
	sesouvání podél složené a rovinné, smykové plochy	sesouvání podél složené a 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 svahových uložení	stékání jílovitých a hlinitopísčitých zemin	15.	— zemní proudy — bahnité proudy — zemní proudy v citlivých jílech — soliflukční proudy
		stékání hlinitých a úlomkovitých zemin působením přívalových vod	16.	— kamenité (balvanité) přívalové proudy — hlinitokamenité přívalové proudy — hlinité a bahnité přívalové proudy — mury
		stékání povrchových partií pokravných útvarů v období tání nebo po nadměrných srážkách	17.	— rusky „oplyviny“ — angl. „flowage“
řícení	sesypávání	přemísťování drobných úlomků polo-skálních 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 — sutové 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 sjížděním — slovensky zlomiská

A II Povrchové ploužení

1a) Povrchové ploužení - mnohotvárný proces i na nejmírnějších svazích (např. se sklonem 2-3°). Účinky gravitace i klimatické vlivy. Postiženy pokravné 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

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 *zemín* 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



c) 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.



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 m³, 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 m³, délka 630m, šířka 120 m.

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



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.



Josefovské údolí
Moravský kras

Hamerské vrásky NP Podyjí





Bosonohy





Vranov NP Podyjí





Kamenná kolonie Brno



Petrovy kameny

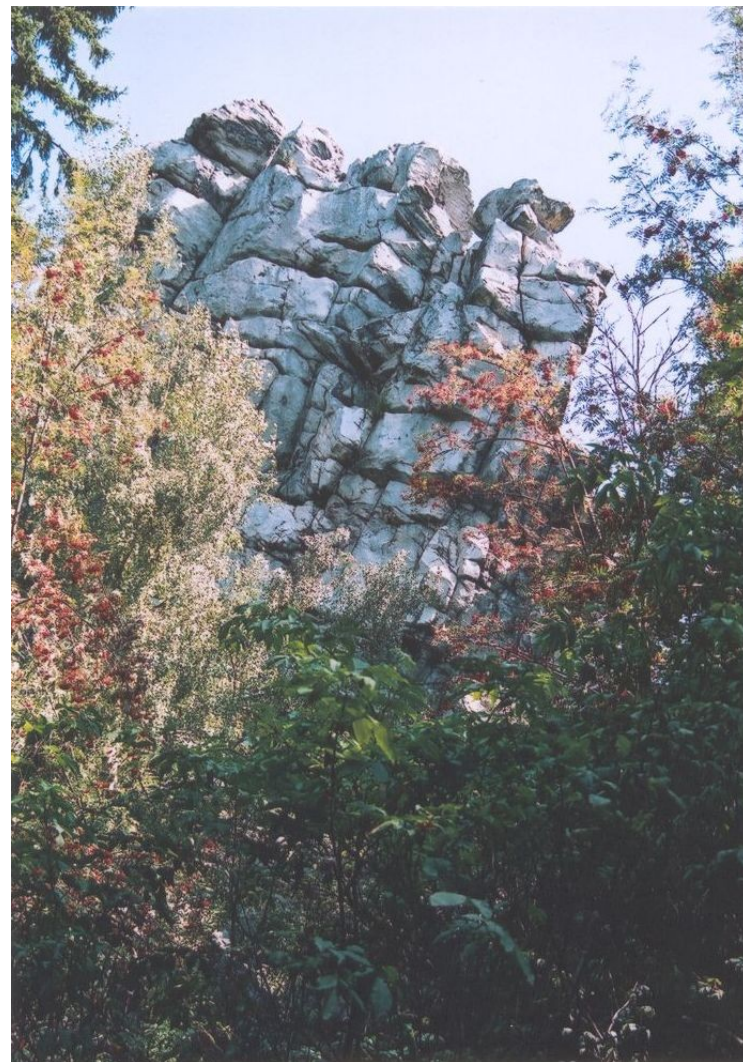


Malínská skála CHKO Žďárské vrchy





Dráteník – CHKO Žďárské vrchy



Malínská skála