

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 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 a 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 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)**
- kyselý dešť a kyselý důlní vody (nižší hodnota pH – vyšší koncentrace vodíkových iontů) – reakce s karbonátovými horninami, vznik různých tvarů zvětrávání je urychlován i znečištěnou atmosférou - oxidy síry a dusíku - (vápence, dolomity, vápenné pískovce) – vznik kůry zvětrávání, následně dutiny, výklenky, převisy

- obsahy těžkých kovů v nebezpečných 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 g.cm^{-3}) 2 mil tun odpovídají 2 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 mil. 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. 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 g.cm^{-3} tj. 40 mil 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° .

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, vytačování 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 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.

A II Povrchové ploužení

1a) Povrchové ploužení - mnohotvárný proces i na nejmírnějších svazích (např. se sklonem 2-3°). Účinky gravitace i klimatické vlivy. Pstíženy 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 vlhkosti 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 pokravnými 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 posouvá 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 pokrývných 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 říčení - 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 říčení - náhlé přemístění skalních hmot v horských a vysokohorských oblastech, přičemž se kombinuje kluzný pohyb po předurčené ploše s volným pádem (planární říčení). Akumulační formy jsou podobné jako u předcházejícího typu.

Vedlejší kriteria 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:

- **přirozený** (samovolný) -pohyb vznikl na přirozených svazích bez zásahu člověka

- **uměle vyvolaný** (antropogenní) - pohyb vznikl na přirozených svazích nebo v zářezích 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 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, haldy 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 fluviaálních procesů a procesů na vodních nádržích

Narušení vegetačního krytu (odlesnění, požáry, rekreační a sportovní účely, pastva apod) – hlavní příčina ovlivnění fluviaálních procesů, přívalové 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 Vanička (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- zaříznutí 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 terémem

Zavlažovací kanály – čistá voda vyšší erozní schopnost – zpevňování břehů

Fluviaální procesy ovlivňovány

- výstavba technických zařízení na řekách (jezy, přehrad, 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 1/2, pásové obdělávání půdy snižuje hodnotu eroze o 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 čocky rovnoměrně rozloženy v souvislosti se sedimentací), **epigenetický led** – rozložen při povrchu jednorázové zamrzání

Degradace permafrostu z boku

Termoeroze, termoabrazie, 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'ujoda, 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/km³

Bílé Karpaty, Vizovická vrchovina

Desertifikace, Sahara, zejména pastva rozšíření do oblasti Sahelu, růst 1 km ročně, ooblast 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 přinášných vodními toky (zadrženi v přehradách, regulace, řek, těžba štěrku z pobřeží), dochází ke zvýšení abraze, např. zachyceni 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, zatravnňování, 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.