

2. ročník, předmět: Úvod do inženýrské geologie

**DYNAMICKÁ  
INŽENÝRSKÁ  
GEOLOGIE**  
**pomůcka k výuce**

**Ing. Jan Novotný, CSc.**  
***Přírodovědecká fakulta UK, ÚHIGUG***

***SG-Geotechnika,a.s., Geologická 4, Praha 5***  
**tel: 724 330 154, e-mail: [novotny@geotechnika.cz](mailto:novotny@geotechnika.cz)**

# Klasifikace geodynamických jevů

## *podle původu faktorů:*

- **PŘÍRODNÍ - ENDOGENNÍ**
  - SOUČASNÉ POHYBY ZEMSKÉ KŮRY - tektonické pohyby
  - ZEMĚTŘESENÍ
  - VULKANICKÁ ČINNOST
- **PŘÍRODNÍ - EXOGENNÍ**
  - ZVĚTRÁVÁNÍ HORNIN
  - VODNÍ EROZE / ABRAZE
  - MECHANICKÁ SUFOZE
  - KRASOVÉ JEVY
  - VĚTRNÁ EROZE
  - SVAHOVÉ POHYBY
- **ANTROPOGENNÍ**
  - ROZPOJOVÁNÍ A PŘEMÍSTOVÁNÍ HORNIN
  - SEDÁNÍ STAVEB, PORUŠENÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY
  - DEFORMACE VLIVEM HLOUBENÍ BÁŇSKÝCH DĚL
  - SVAHOVÉ POHYBY ZAPŘÍČINĚNÉ VLIVEM ČLOVĚKA
  - SEISMICKÉ OTŘESY
  - ZMĚNA HYDROGEOLOGICKÝCH POMĚRŮ (ZVÝŠENÍ X SNÍŽENÍ HLADINY PODZEMNÍ VODY)
  - TECHNICKÉ ZLEPŠOVÁNÍ HORNIN

# Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:

*přírodní endogenní* : *přírodní exogenní* : *antropogenní*

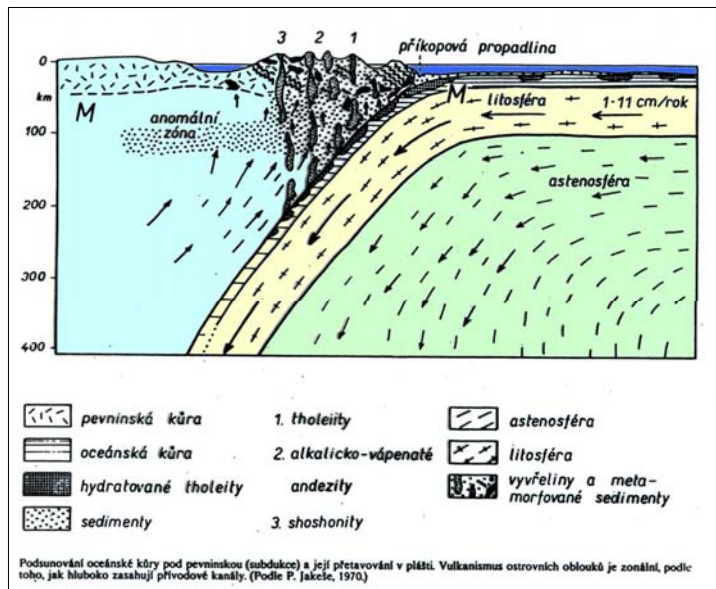
## PŘÍRODNÍ – ENDOGENNÍ:

### SOUČASNÉ POHYBY ZEMSKÉ KŮRY

= tektonické pohyby

- mechanické pohyby částí zemské kůry a vnějšího pláště, které způsobují změnu struktury geologických těles a zemského povrchu

### Subdukce pevninské desky a její přetavování v plášti



Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
*přírodní endogenní* : *přírodní exogenní* : *antropogenní*

## PŘÍRODNÍ – ENDOGENNÍ:

### ZEMĚTŘESENÍ

- OTŘESY ZEMSKÉHO POVRCHU, KTERÉ MAJÍ SVŮJ PŮVOD VE VĚTŠÍ NEBO MENŠÍ HLOUBCE POD ZEMSKÝM POVRCHEM





Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
*přírodní endogenní* : *přírodní exogenní* : *antropogenní*

## **PŘÍRODNÍ – ENDOGENNÍ:**

### **ZEMĚTŘESENÍ**

#### **INTENZITA ZEMĚTŘESENÍ**

- **Intenzita zemětřesení** je veličina charakterizující velikost zemětřesení na základě pozorovaných makroseismických účinků, tj. **podle přímých účinků na budovy, půdu, podle pocitů lidí, chování zvířat apod.**

#### **INTENZITA ZEMĚTŘESENÍ-STUPNICE**

- Mercalli - Cancani - Sieberg **MCS (1912)**
- Wood a Neumann **MM (1931)**
- Medvěděv-Sponheuer-Kárník **MSK-64**

Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
*přírodní endogenní* : *přírodní exogenní* : *antropogenní*

## ZEMĚTŘESENÍ

### MAGNITUDO ZEMĚTŘESENÍ

- **Magnitudo** charakterizuje celkové množství energie uvolněné v zemětřesném ohnisku - veličina určená ze záznamu zemětřesení matematickým vztahem. Největší zjištěné magnitudo je 8,9.

Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
*přírodní endogenní* : *přírodní exogenní* : *antropogenní*

## **VULKANICKÁ ČINNOST**

- VÝSTUP ROZTAVENÉ HORNINY NEBO PLYNŮ Z HLOUBKY ZEMĚ NA POVRCH, PŘIČEMŽ DOCHÁZÍ I K VYVRHOVÁNÍ ÚLOMKŮ A BLOKŮ STARŠÍCH PEVNÝCH HORNIN



Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
přírodní endogenní : **přírodní exogenní** : antropogenní

# PŘÍRODNÍ – EXOGENNÍ ZVĚTRÁVÁNÍ HORNIN

- FYZIKÁLNÍ
- CHEMICKÉ (BIOLOGICKÉ)

**(KLIMATICKÁ PODMÍNĚNOST)**



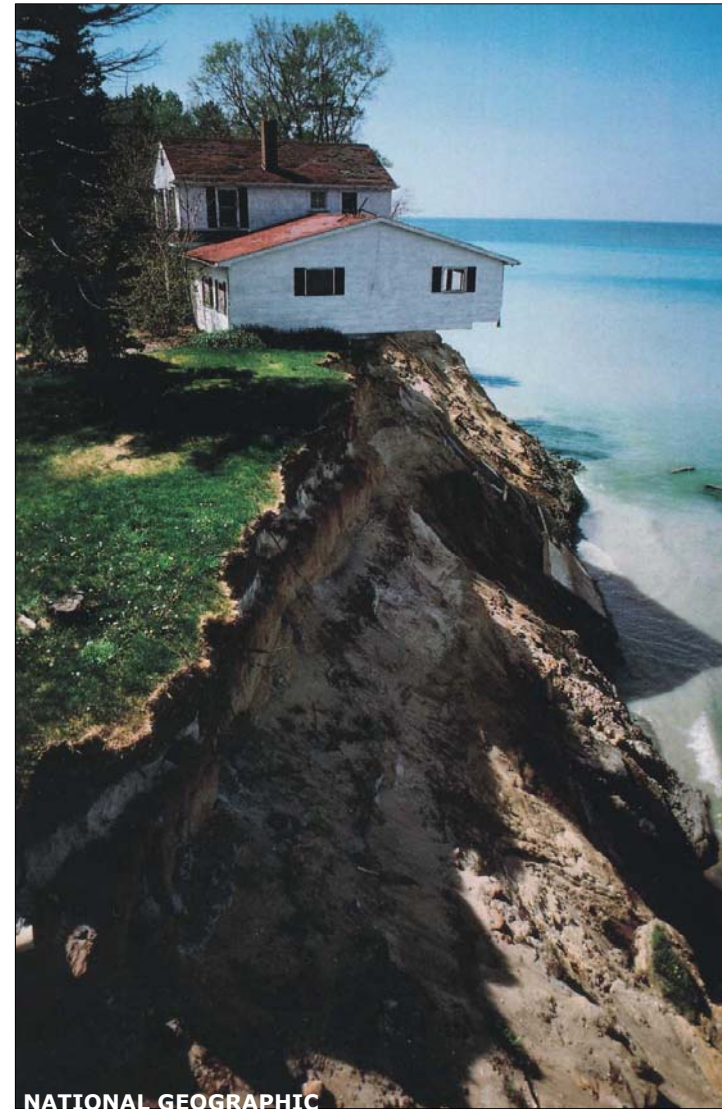


Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
přírodní endogenní : **přírodní exogenní** : antropogenní

## VODNÍ EROZE



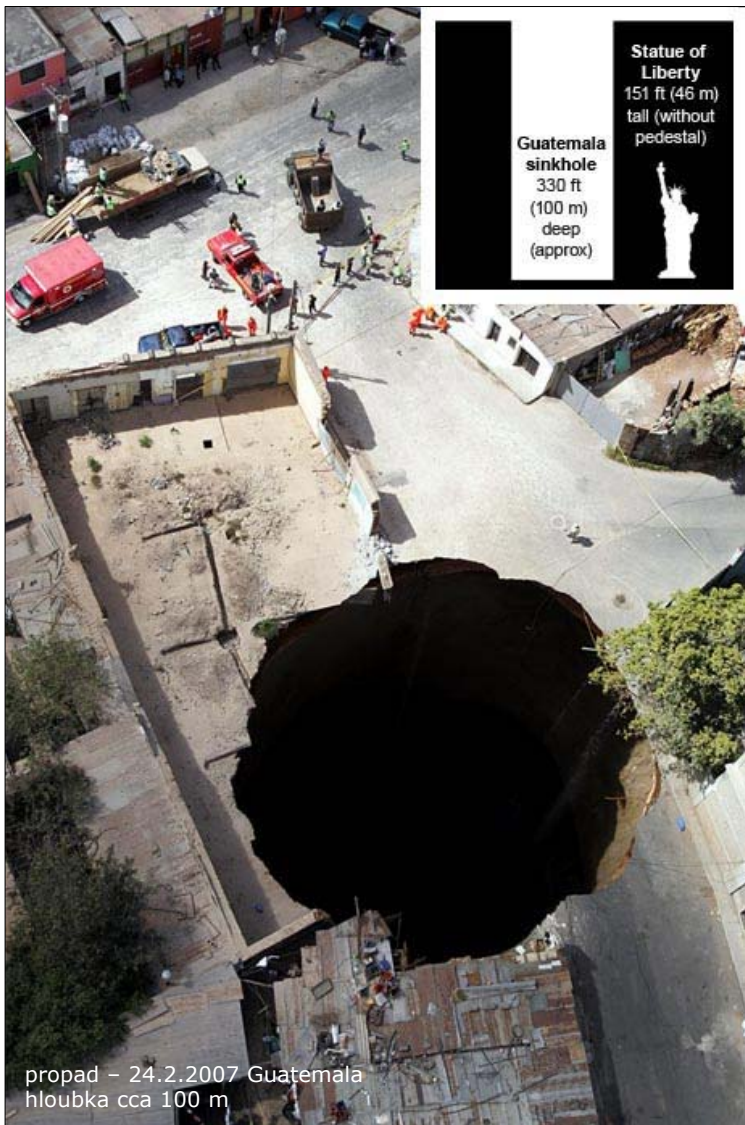
## VODNÍ ABRAZE





Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
přírodní endogenní : přírodní exogenní : antropogenní

## KRASOVÉ JEVY



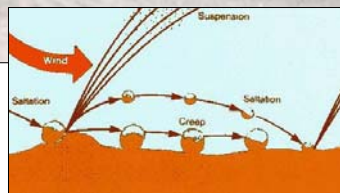
## MECHANICKÁ SUFOZE





Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
přírodní endogenní : **přírodní exogenní** : antropogenní

## VĚTRNÁ EROZE



## SWAHOVÉ POHYBY

La Conchita, California, USA, 1995

Foto: R.L.Schuster



Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
přírodní endogenní : přírodní exogenní : antropogenní

## ANTROPOGENNÍ - ROZPOJOVÁNÍ A PŘEMÍSTĚOVÁNÍ HORNIN

Severočeská pánev- podélný průřez delty

foto: M.Prokš





Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
přírodní endogenní : přírodní exogenní : antropogenní

## SEDÁNÍ STAVEB, PORUŠENÍ ZÁKLADOVÉ PŮDY



**PISA**- Zahájení stavby 1173  
4. patro - 1178 - práce se zastavily  
1272- práce obnoveny  
7. patro - 1278 - náklon 0,6 stupně - Práce se zastavily  
1360-1370 - práce obnoveny - náklon 1,6 stupně  
1817-náklon 5 stupňů  
1990 - 5,5 stupně



**Kanada, 60. léta** - překročení únosnosti základové půdy - kolaps sila

Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
přírodní endogenní : přírodní exogenní : antropogenní

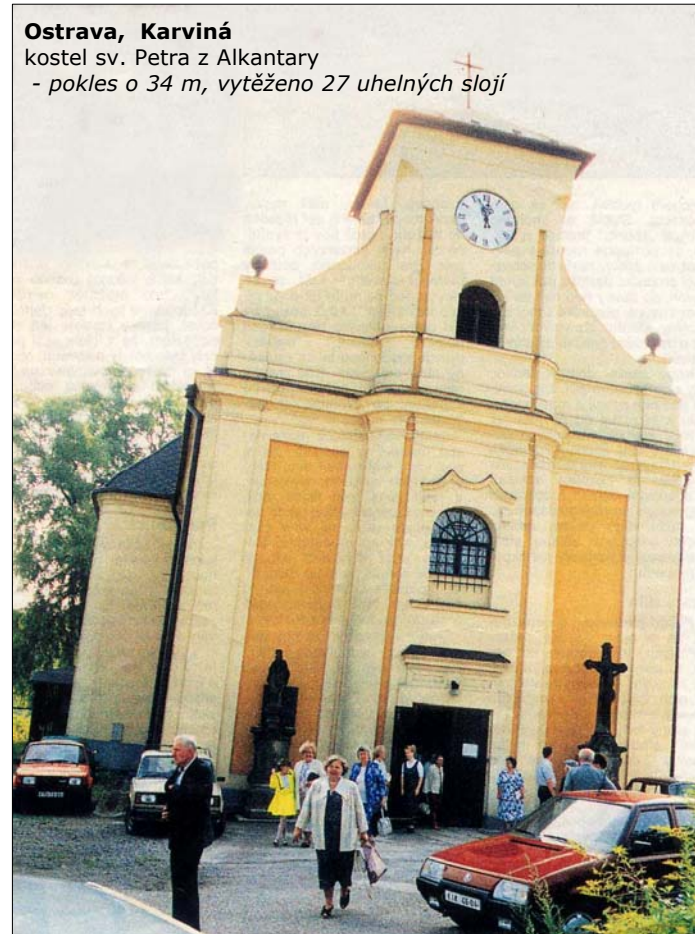
## DEFORMACE VLIVEM HLOUBENÍ BÁŇSKÝCH DĚL

propady starých důlních děl



poklesy celých oblastí

**Ostrava, Karviná**  
kostel sv. Petra z Alkantary  
- pokles o 34 m, vytěženo 27 uhelných slojí





**Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:**  
*přírodní endogenní* : *přírodní exogenní* : *antropogenní*

## **SWAHOVÉ POHYBY**



**Výstavba dálnice D8, 2006** – sesuvy ve výsypkách

## **SEISMICKÉ OTŘESY** (indukovaná a technická seismicita)



**Indie** Koyna 1967, M 6,6-6,7

Klasifikace geodynamických jevů - podle původu faktorů:  
*přírodní endogenní* : *přírodní exogenní* : *antropogenní*

## ZMĚNA HYDROGEOLOGICKÝCH POMĚRŮ

**Mexico City** - Čerpání z vodonosných horizontů jezerně-říčních málo zpevněných třetihorních a čtvrtohorních sedimentů

**1900-1940 sedání cca 1,5 m + 1940-1960 sedání až 7 m = 9 m**

**Benátky, Itálie**

## TECHNICKÉ ZLEPŠOVÁNÍ HORNIN





# Klasifikace svahových pohybů

## **SVAHOVÝ POHYB**

- Přemísťování horninových hmot po svahu účinkem zemské tíže

## **KLASIFIKACE SVAHOVÝCH POHYBŮ PODLE RŮZNÝCH AUTORŮ**

- Záruba, Menci 1954
- Nemčok, Pašek, Rybář 1974
- Varnes 1978

# Klasifikace svahových pohybů

**NEMČOK, PAŠEK, RYBÁŘ 1974**

## **SVAHOVÝ POHYB**

- Přemísťování horninových hmot po svahu účinkem zemské tíže

## **4 SKUPINY SVAHOVÝCH POHYBŮ**

- PLOUŽENÍ
- SESOUVÁNÍ
- STÉKÁNÍ
- ŘÍCENÍ

## **PLOUŽENÍ**

- Pomalý, z geologického hlediska dlouhodobý, zpravidla se nezrychlující pohyb horninových hmot na svahu, přičemž hranice vůči pevnému podloží je ve většině případů nezřetelná. Velikost posunů hmot je vzhledem k prostorovým rozměrům postiženého horninového masívu zanedbatelná.

# Klasifikace svahových pohybů

*ploužení* : *sesouvání* : *stékání* : *řícení*

## TYPY PLOUŽENÍ

### ROZVOLŇOVÁNÍ SVAHU

- VZNIKEM PUKLIN LEMUJÍCÍCH TVARY SVAHU A DNA EROZIVNÍHO ÚDOLÍ - EXFOLIACE (1)
- OTEVÍRÁNÍM TAHOVÝCH TRHLIN V JEHO HORNÍ ČÁSTI (2)

### ROZVOLŇOVÁNÍ SVAHŮ

#### – DEFORMACE VYSOKOHORSKÝCH SVAHŮ

PROVÁZENÉ ROZTRHÁNÍM HORSKÝCH HŘEBENŮ A STUPŇOVITÝMI POKLESY SVAHŮ (3)

### GRAVITAČNÍ VRÁSNĚNÍ

#### – DEFORMACE VYSOKOHORSKÝCH SVAHŮ

PROVÁZENÉ ROZTRHÁNÍM HORSKÝCH HŘEBENŮ A STUPŇOVITÝMI POKLESY SVAHŮ (4)

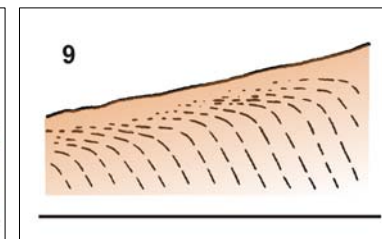
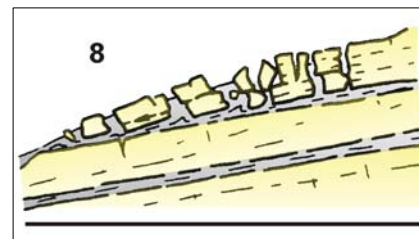
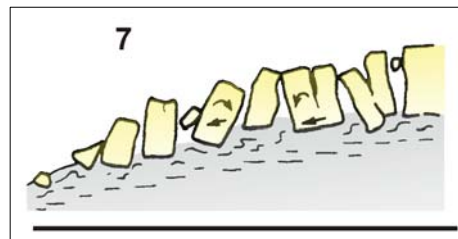
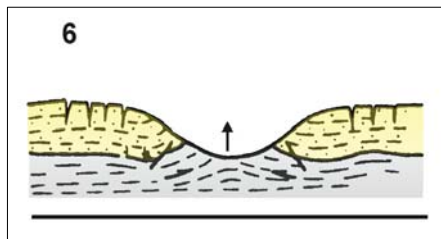
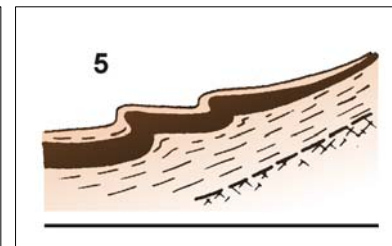
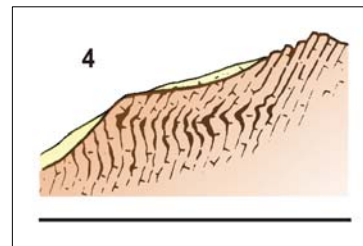
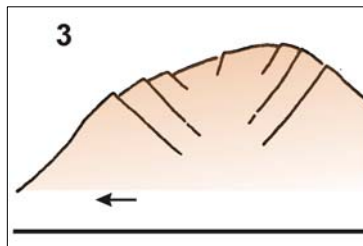
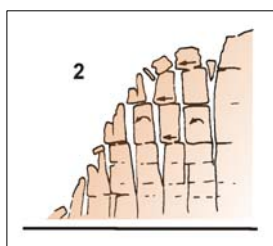
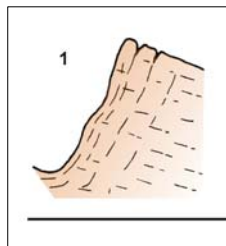
### GRAVITAČNÍ VRÁSNĚNÍ – SHRNOVÁNÍ VRSTEV PODÉL OKRAJŮ PÁNVÍ (5)

### GRAVITAČNÍ VRÁSNĚNÍ – VYTLÁČENÍ MĚKKÝCH HORNIN VE DNĚ ÚDOLÍ (6)

### BLOKOVÉ POHYBY PO PLASTICKÉM PODLOŽÍ (7)

### BLOKOVÉ POHYBY PODÉL PŘEDURČENÉ PLOCHY (8)

### POVRCHOVÉ PLOUŽENÍ (9)





## **SESOUVÁNÍ**

- relativně rychlý, krátkodobý klouzavý pohyb horninových hmot po svahu podle jedné nebo více průběžných smykových ploch
- část hmoty se nasune na původní terén
- výslednou formou je **sesuv**

# Klasifikace svahových pohybů

ploužení : **sesouvání** : stékání : řízení

## TYPY SESOUVÁNÍ

**SESOUVÁNÍ** PODÉL ROTAČNÍ SMYKOVÉ PLOCHY (10)

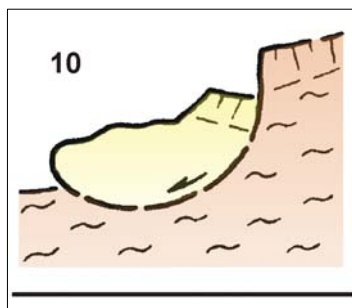
**SESOUVÁNÍ** ZEMIN PODÉL ROVINNÉ SMYKOVÉ PLOCHY (11)

**SESOUVÁNÍ** SKALNÍCH HORNIN PODÉL ROVINNÉ SMYKOVÉ PLOCHY (12)

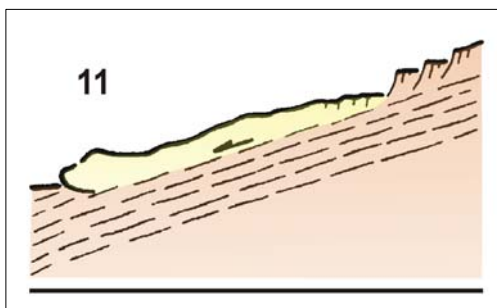
**SESOUVÁNÍ** PODÉL SLOŽENÉ SMYKOVÉ PLOCHY (ZAKŘIVENÁ A ROVINNÁ SMYKOVÁ PLOCHA) (13)

**SESOUVÁNÍ** PODÉL SLOŽENÉ SMYKOVÉ PLOCHY (HORIZONTÁLNÍ NEBO MÍRNĚ UKLONĚNÁ PLOCHA) (14)

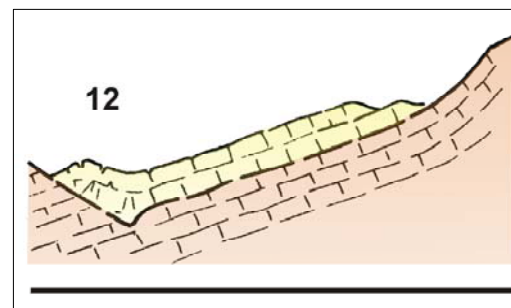
rotační sesuvy



planární sesuvy v zeminách

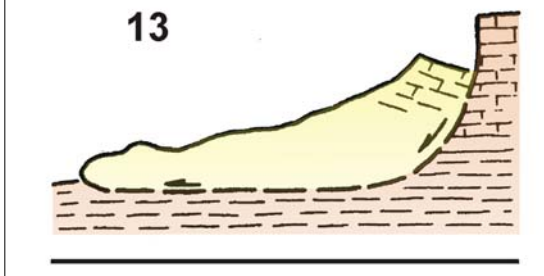


planární sesuvy v horninách

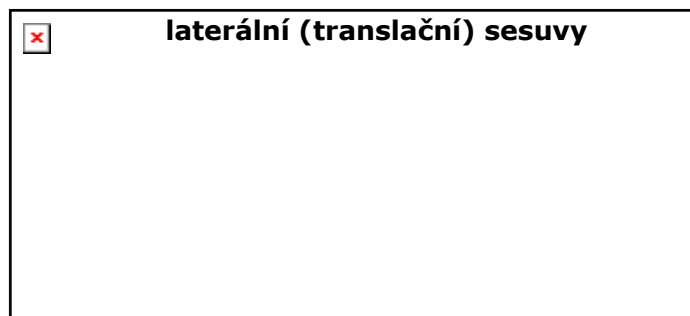


rotačně planární sesuvy

13



laterální (translační) sesuvy



## STÉKÁNÍ

- krátkodobý pohyb horninových hmot ve viskózním stavu. Podstatná část hmot vyteče z odlučné jámy a přemístí se po povrchu terénu na velkou vzdálenost. Stékající hmoty jsou ostře oddělené od neporušeného podloží
- výslednou formou je proud

# Klasifikace svahových pohybů

ploužení

:

sesouvání

:

**stékání**

:

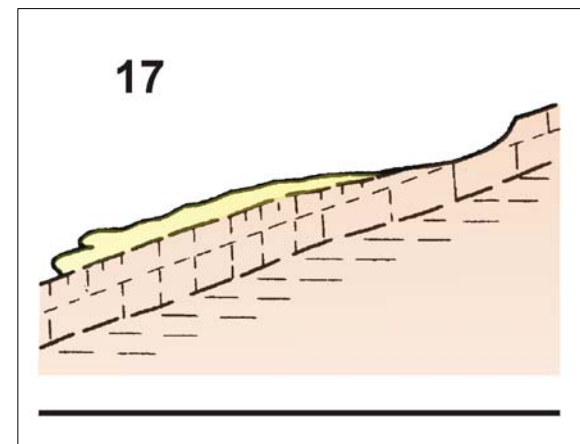
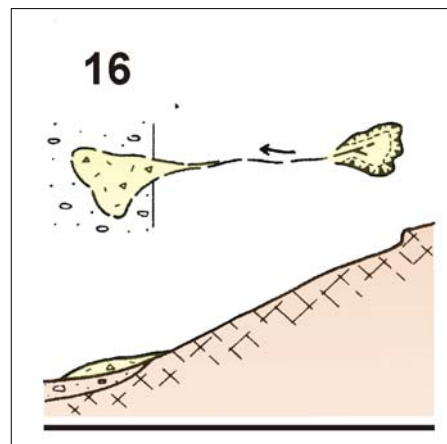
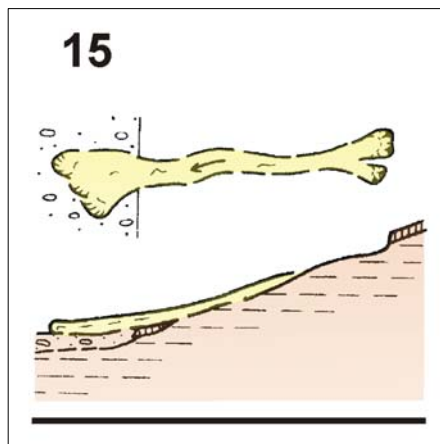
řícení

## TYPY STÉKÁNÍ

**STÉKÁNÍ** JÍLOVITÝCH A HLINITOPÍŠČITÝCH ZEMIN (ZEMNÍ PROUDY) **(15)**

**STÉKÁNÍ** HLINITÝCH A ÚLOMKOVITÝCH ZEMIN PŮSOBENÍM PŘÍVALOVÝCH VOD (PŘÍVALOVÉ PROUDY (DEBRIS FLOW)) **(16)**

**STÉKÁNÍ** POVRCHOVÝCH PARTIÍ POKRYVNÝCH ÚTVARŮ V OBDOBÍ TÁNÍ NEBO PO NADMĚRNÝCH SRÁŽKÁCH **(17)**





## ŘÍCENÍ

- náhlý, krátkodobý pohyb horninových hmot na strmých svazích, přičemž postihnuté hmoty se rozvolní a ztratí krátkodobě kontakt s podložím. Při pohybu se uplatňuje volný pád. Vzdálenost přemístěných hmot je vzhledem k prostorovým rozměrům říčeného materiálu mnohonásobně větší.

# Klasifikace svahových pohybů

ploužení : sesouvání : stékání : řícení

## TYPY ŘÍCENÍ

### **ŘÍCENÍ – SESYPÁVÁNÍ (18)**

PŘEMÍSTOVÁNÍ DROBNÝCH ÚLOMKŮ KUTÁLENÍM A VÁLENÍM PO SVAHU

### **ODVALOVÉ ŘÍCENÍ – OPADÁVÁNÍ ÚLOMKŮ (19)**

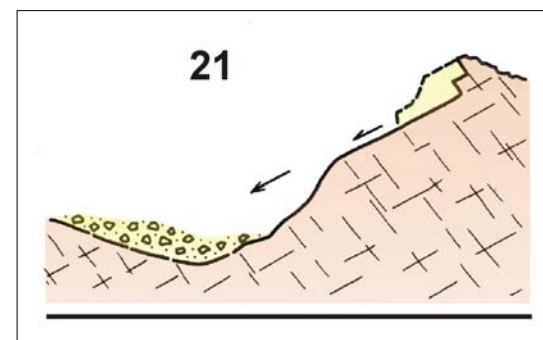
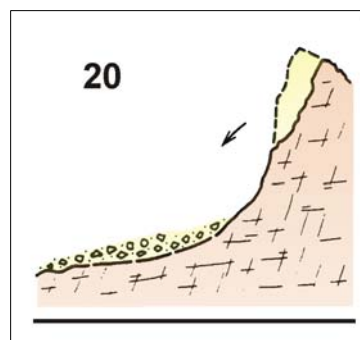
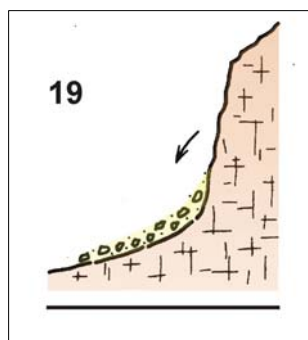
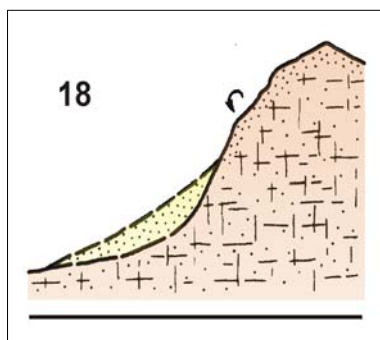
NÁHLÉ PŘEMÍSTĚNÍ ÚLOMKŮ VOLNÝM PÁDEM, POTÉ VÁLENÍM A POSOUVÁNÍM PO SVAHU (SUŤOVÉ KUŽELE, OSYPY, HALDY)

### **ODVALOVÉ ŘÍCENÍ – SKALNÍ ŘÍCENÍ**

NÁHLÉ PŘEMÍSTĚNÍ SKALNÍCH STĚN PŘEVÁŽNĚ VOLNÝM PÁDEM (20)

### **ODVALOVÉ ŘÍCENÍ – PLANÁRNÍ ŘÍCENÍ**

NÁHLÉ PŘEMÍSTĚNÍ SKALNÍCH STĚN, KOMBINUJE SE KLUZNÝ POHYB PO PŘEDURČENÉ PLOŠE S VOLNÝM PÁDEM (21)



# Klasifikace svahových pohybů

*ploužení* : *sesouvání* : *stékání* : *řícení*

**SVAHOVÝ POHYB – MASS MOVEMENT  
- SLOPE MOVEMENT**

**SESUV – LANDSLIDE**

**POUŽÍVÁNÍ TERMÍNU SESUV (LANDSLIDE)  
V ŠIRŠÍM VÝZNAMU MÍSTO „SVAHOVÝ POHYB“  
(MASS MOVEMENT)**

# Klasifikace svahových pohybů

ploužení

:

sesouvání

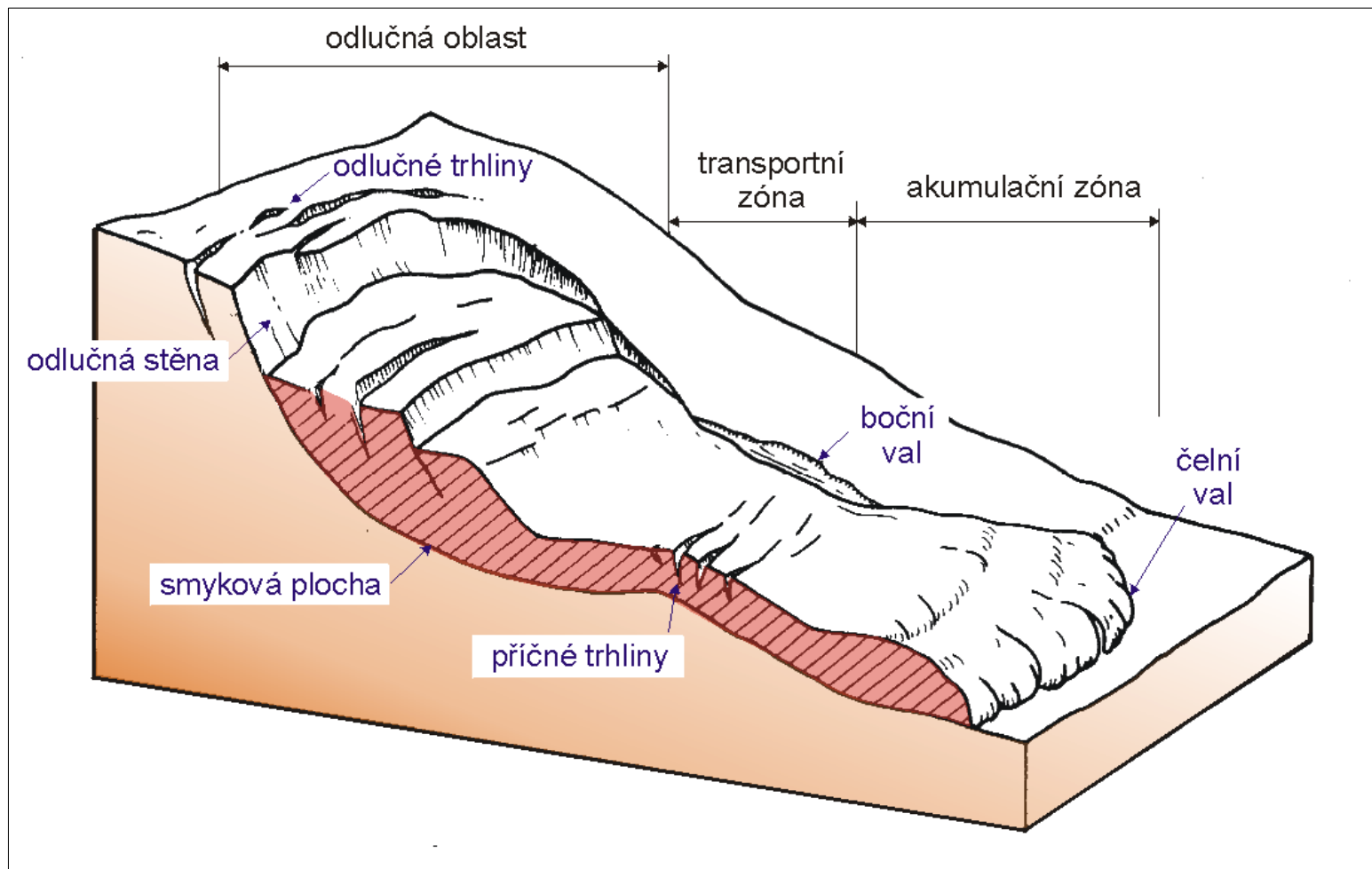
:

stékání

:

řízení

## Hlavní části sesuvu



# Klasifikace svahových pohybů

*ploužení : sesouvání : stékání : řízení*

## **PODMÍNKY VZNIKU SVAHOVÝCH POHYBŮ**

- přírodní poměry území, ve kterých se uskutečňují svahové pohyby

- **GEOLOGICKÉ POMĚRY**

- **GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY**

- **HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY**

- **KLIMATICKÉ POMĚRY**

## **FAKTORY VZNIKU SVAHOVÝCH POHYBŮ**

- přírodní nebo antropogenní procesy, které vyvolávají nebo ovlivňují změny přírodních podmínek