

4. Přednáška

Činitelé a mechanismus erozních procesů

klimatický a hydrologický

geologický a půdní

vegetačního krytu

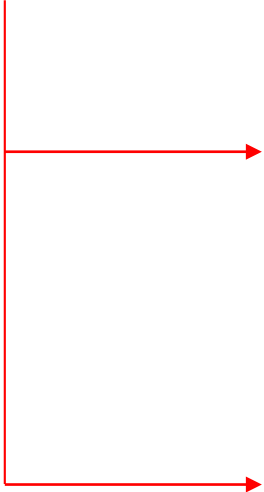
morfologický

hospodářsko-technický

Přehled erozních činitelů:

- vodní eroze je způsobena vzájemnou interakcí pěti faktorů/činitelů (nezaměňovat s faktory USLE):





4) vegetačního krytu

Druh vegetace a průběh jejího vývoje

5) Hospodářsko technický

*Způsob využívání půdy, metody
obhospodařování, technické zásahy v území, ...*

Land-use = využití území

Úzce koresponduje s USLE, ale není to totéž ...

Mechanismus vodní eroze:

- obecně jde o třífázový proces (**uvolnění x transport x uložení**)

1. fáze: rozbití a transport půdního agregátu **kapkou**, uvolnění částice půdy

2. fáze: transport částice vzniklým **povrchovým odtokem**

3. fáze: usazení v místech poklesu průtočných rychlostí

Činitel klimatický a hydrologický

Klima

Srážky

Plošný povrchový odtok

Soustředěný povrchový odtok

(výskyt **srážek** – intenzita, kinetická energie, četnost výskytu, úhrn, rozdělení během roku..., *vlhkost* – stabilita půdních agregátů, *směr a rychlost větrů, teplota*)

Srážky:

Pevné:

Kapalné

- z hlediska eroze jsou méně významné...,potenciálně nebezpečný je odtok při jarním tání sněhu ve vyšších polohách
- záleží na fyzikálních charakteristikách sněhu (vodní kapacita sněhu, výška sněhové pokrývky..)

Srážky:

Kapalné:

- příčinou rozrušování půdních agregátů je kinetická energie kapek (déšť má 100 x větší energii než plošný povrchový odtok a 10 x větší než soustředěný povrchový odtok)
- nejdůležitější srážky jsou **přívalové srážky** (krátká doba trvání – do 180 min., vysoká intenzita, malá plocha)
- Dlouhotrvající srážky (regionální) – po nasycení půdního profilu také působí erozi. Eroze je nižší – nižší intenzita srážky, méně uvolněných částic pro transport, povrchový odtok si je nedokáže uvolnit...

Přívalový déšť.... Foto: Dostál



Srážky:

Déšť lze nazývat **přívalovou srážkou** jestliže (L.S. Berg):

Trvání (min)	5	10	15	20	25	30	40	45	50	60
H_s (mm)	2,5	3,8	5,0	6,0	7,0	8,0	9,6	10,25	11	12
I (mm·min ⁻¹)	0,50	0,38	0,33	0,30	0,27	0,27	0,24	0,23	0,22	0,20

Trvání (min)	120	240	720	1440
H_s (mm)	18	27	45	60
I (mm·min ⁻¹)	0,15	0,11	0,06	0,04

V mírném klimatickém pásu však obvykle do 180 min a 10-80 mm

Srážky:

Z hlediska eroze je důležitá velikost kapek a rychlost dopadu na povrch půdy.

- řada vztahů, např. (Holý M., 1994):

$$D_{\text{stř}} = 1,06 \cdot i^{0,199}$$

i ...intenzita deště ($\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$)

$D_{\text{stř}}$...střední průměr kapek (mm)

$$V_k = 13\sqrt{d}$$

d ...průměr kapek (cm)

V_k ...rychlost dešť. kapek ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Ve skutečnosti jsou hodnoty ovlivňovány aktuálními podmínkami (vítr..)

Velikost kapek – max. 5 – 6 mm

Rychlost dopadu kapek – max. 9 m/s (cca 32 km/h)

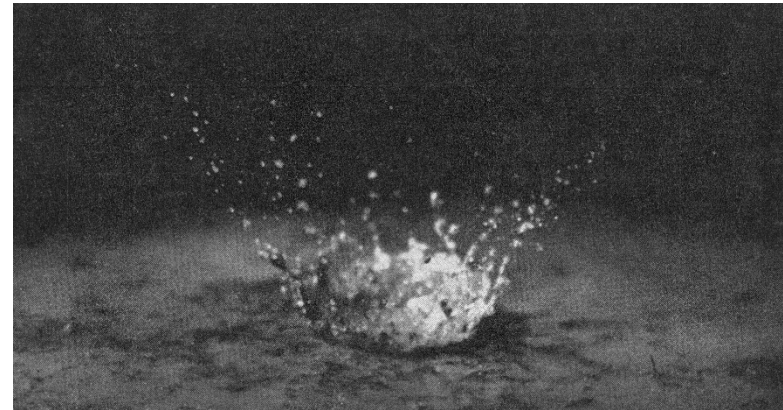
Tvar kapek:

kulová částice do $d = 0,28$ mm



0,28 – 1,0 mm – elipsoid

toroid do $d =$ cca 5 – 6 mm



Kinetická energie: $KE_d = (206 + 87 \log i) H$ (J/m²)

Kde KE_d je kinetická energie deště (J/m²), i – intenzita (cm/h), H – úhrn deště (cm)

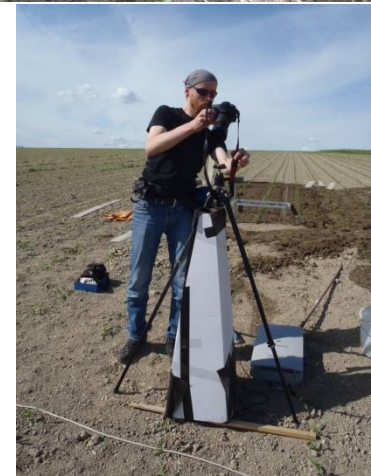
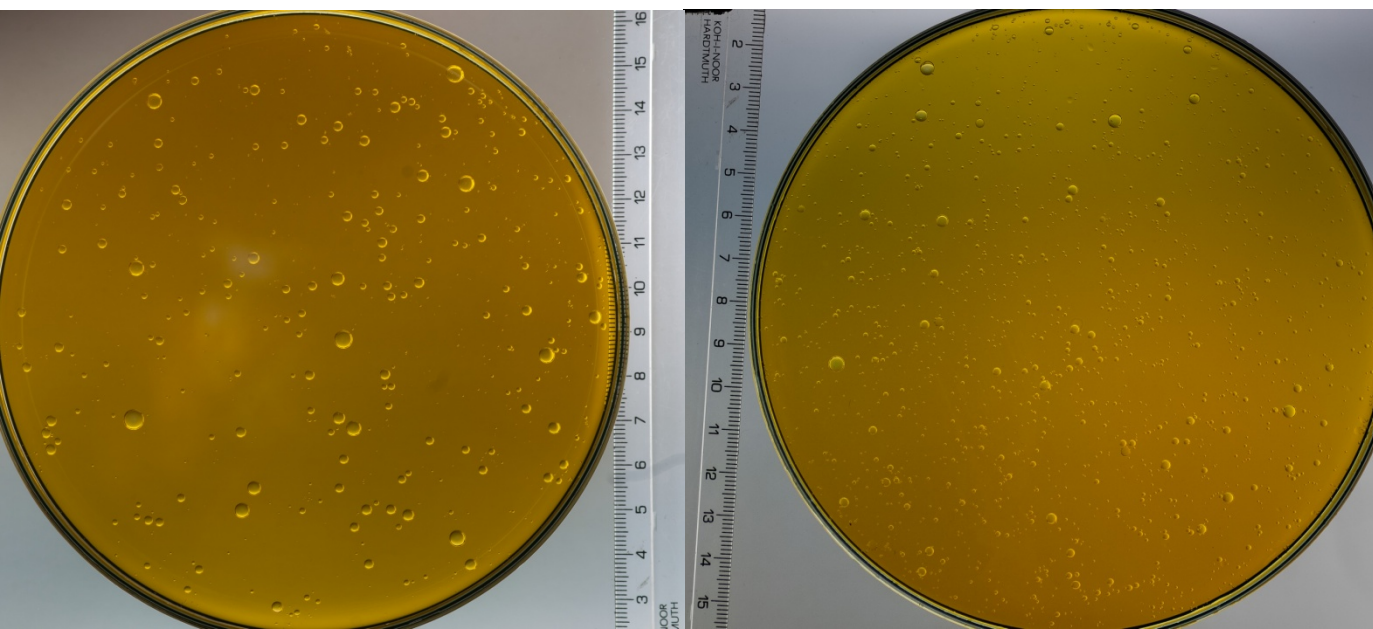
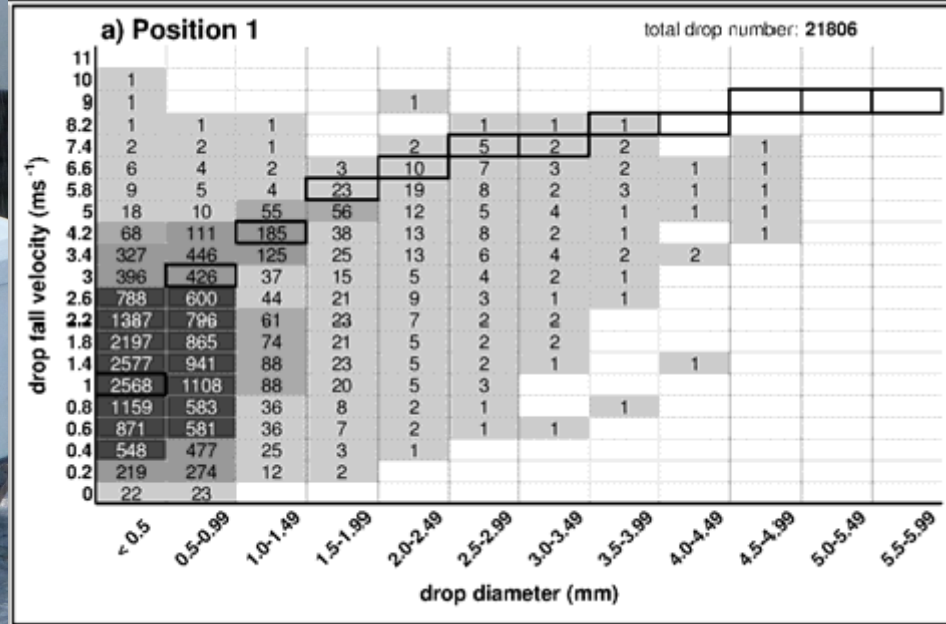
Erozivita: $E_d = f(KE_d, i)$

Charakteristiky deště – podstatné pro vznik a průběh eroze

- velikost kapek (průměr)
 - počet kapek
 - pádová rychlost

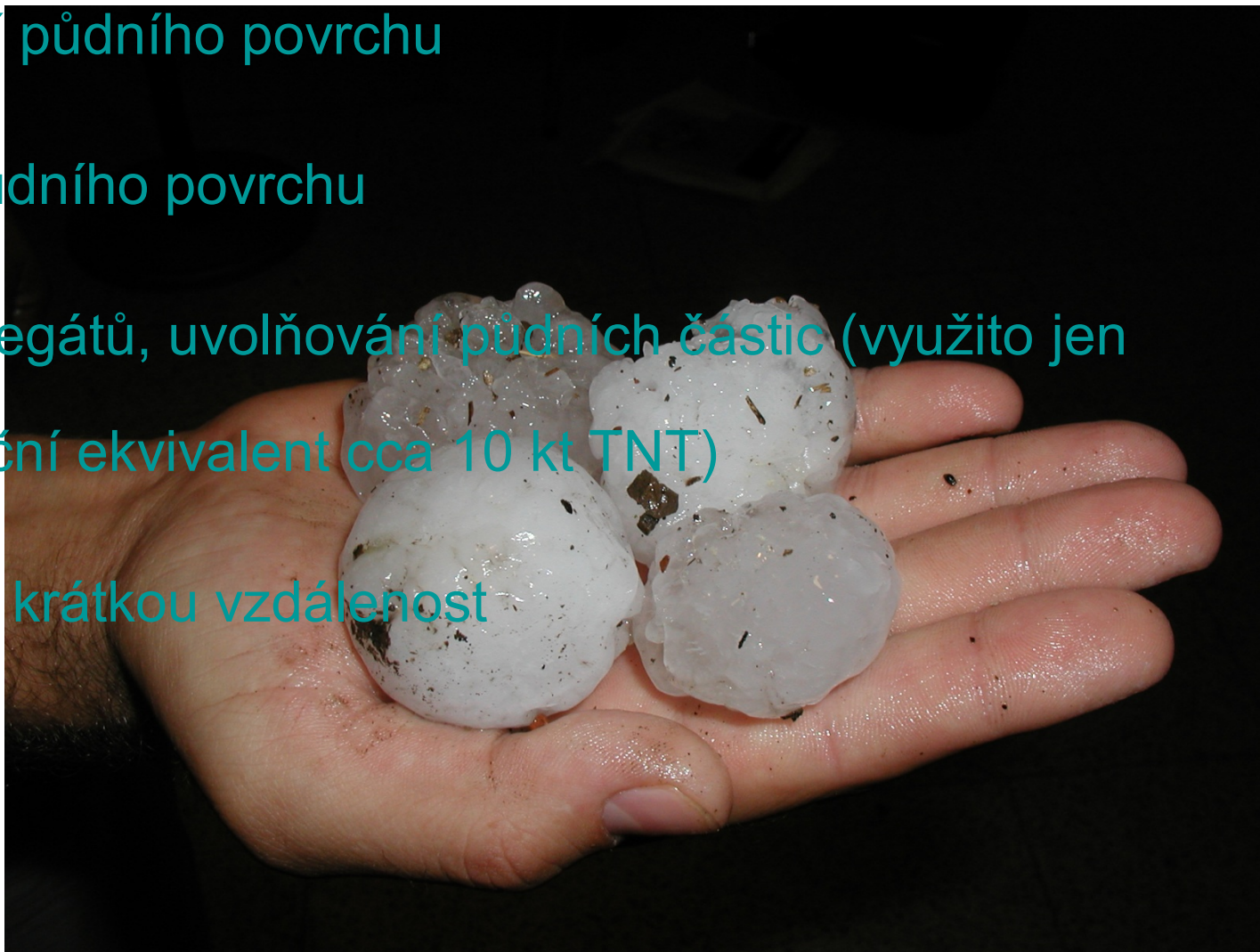
Lze měřit:

- laserový distrometr
- dopad kapek do mouky (měří se průměr kapek)
- dopad kapek na piják (měří se průměr skvrny vůči kalibrované)
- dopad kapek do oleje (měří se průměr kapek (automatizovaný postup – fotografie a vyhodnocení pomocí GIS)
- dopad kapek na membránu (měření zvuku)



Činnost kapek:

- bombardování půdního povrchu
- zhutňování půdního povrchu
- destrukce agregátů, uvolňování půdních částic (využito jen 0,2 % KE_d – roční ekvivalent cca 10 kt TNT)
- přemístění na krátkou vzdálenost



sníh

- zmrzlá půda
- erozi způsobuje povrchový odtok z tání
- menší kinetická energie
- povrch je rozbředlý, částice volné (mrazem)



Odtok a eroze způsobená
táním sněhu v povodí VN
Plumlov – 5.3.2013

Foto – Povodí Moravy

povrchový odtok

plošný

soustředěný

vznik povrchového odtoku

po vyčerpání

- *intercepce*
- *infiltrace*
- *povrchové retence*

vznik povrchového odtoku..... ?????

víme o tom něco ?????

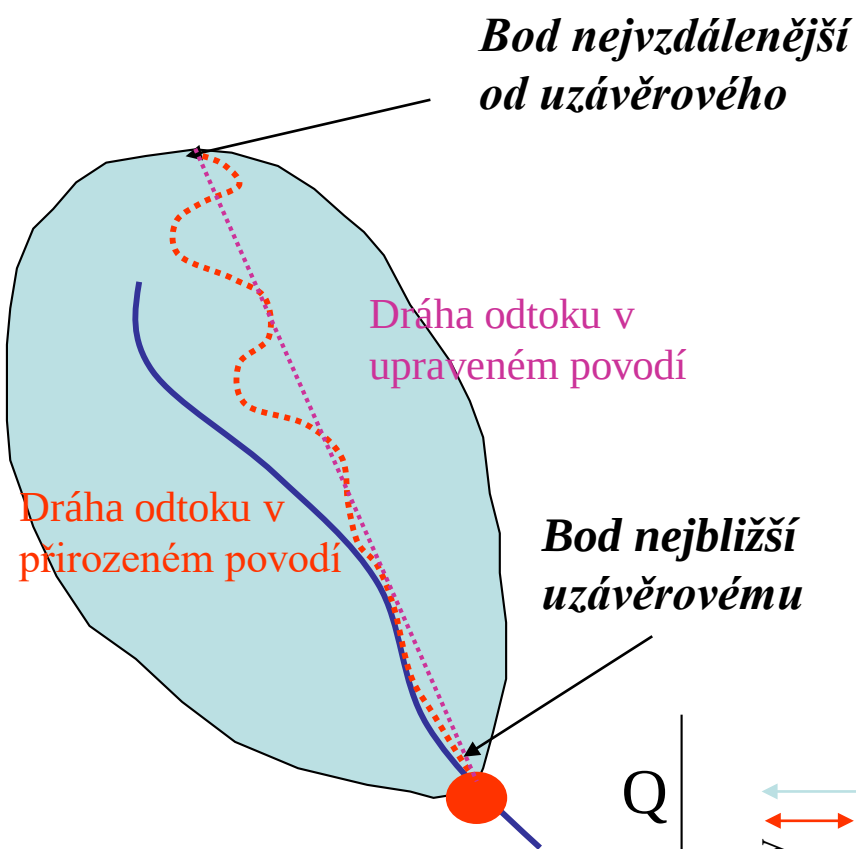
**co je to doba koncentrace ????? kritická doba
deště ?????**



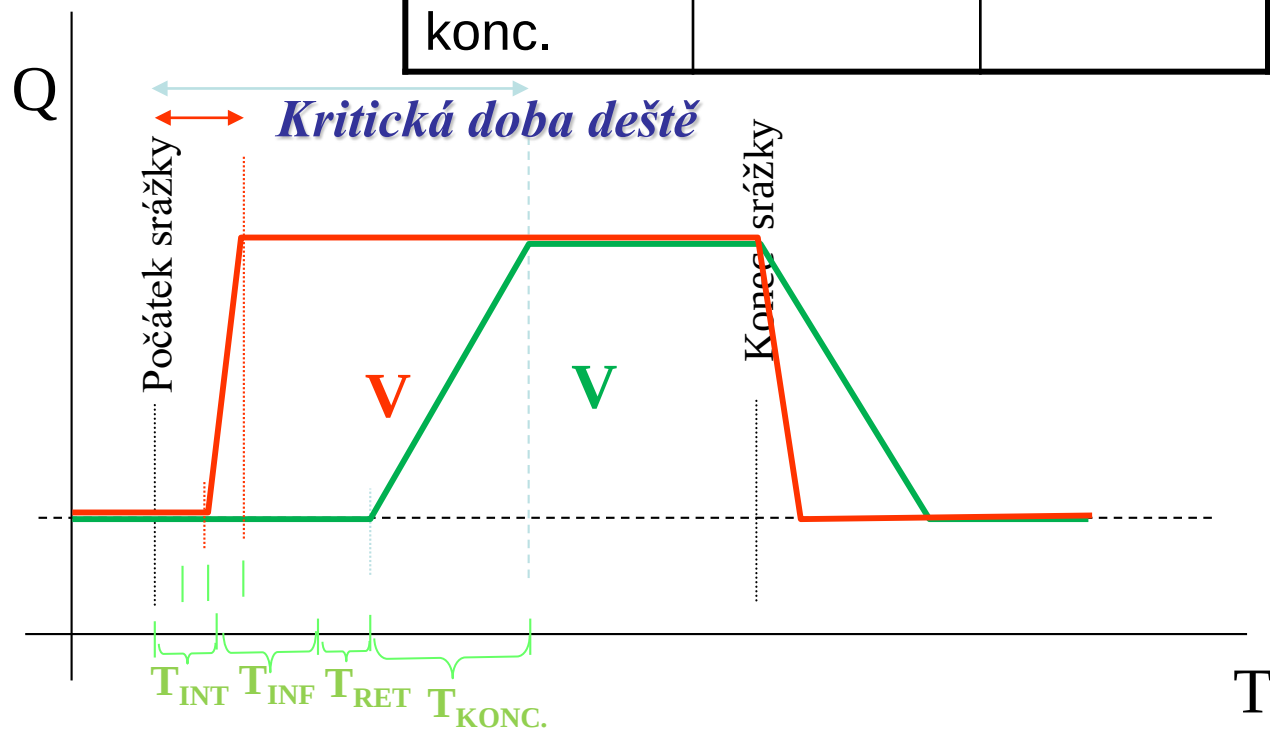
Vznik povodní

Malé povodí – přívalovou srážkou

**Velké povodí – regionální srážka, tání
sněhu**



LES/ ZPEVNĚNÁ PLOCHA	H(mm)	T(min)
intercepce	4 / 0	20 / 0
infiltrace	8 / 0,5	40 / 3
retence	3 / 1	15 / 5
	15 / 1,5	75 / 8
Doba konc.		50 / 10



Maximální možný průtok pro srážku dané intenzity nezávisí na způsobu využití území

Závisí na **době opakování....** na **trvání srážky....**

PŘÍKLAD

Nepropustné povrchy – max. průtok po **20 minutách** – taková srážka přichází
často

Povrchy s vysokou retencí – max. průtok po **více než 2 hodinách** –
výjimečná srážka

A nebo jiná možná prezentace faktů.....

stav povodí nemůže odvrátit nebezpečí povodní

Celková retence:

- les: 15 mm
- zastavěné území: 1,5 mm

Srážka 20 mm (cca Q_{10}) – rozdíl v odtoku: 5 x 18,5 mm – **významný**

Srážka 300 mm (cca Q_{100}) – rozdíl v odtoku: 285 x 298,5 mm - **zanedbatelný**

**Vliv stavu krajiny – významný do srážek s dobou opakování
cca 20 let**

A nebo ještě jiná prezentace....

Povodeň = průtok Q , objem V

Srážka = Intenzita I (mm/h), množství (výška) H (mm)

Q_{20} způsoben srážkou₂₀ (dáno dobou trvání) (ZJEDNODUŠENÍ !!!)

ale po ODLESNĚNÍ...

Q_{20} je způsobeno R_5

Je to stále Q_{20} nebo již Q_5 ???

Významné změny ve využití krajiny mohou způsobit změny v době opakování událostí – častější výskyt povodní

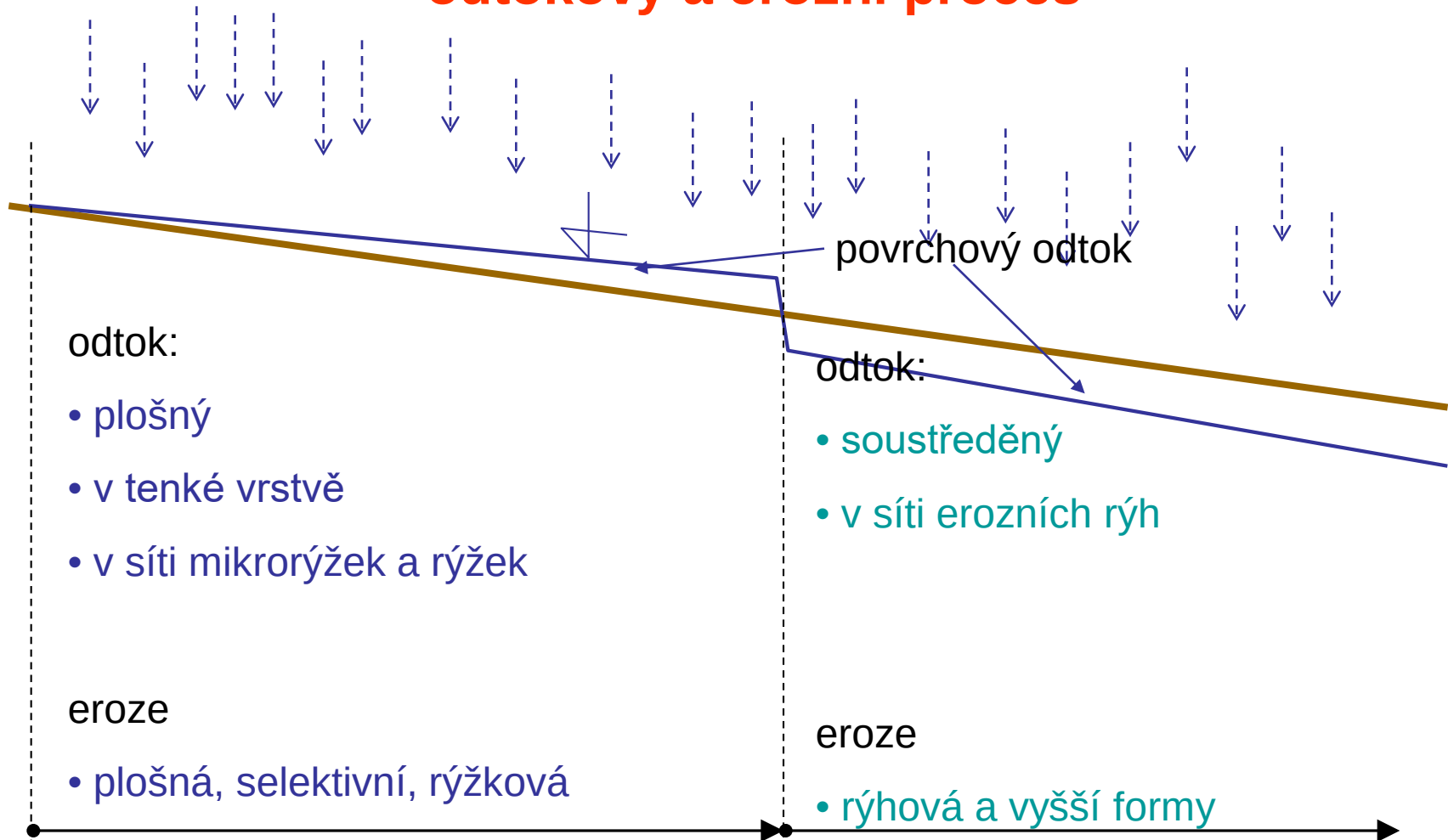
závěr:

- do epizod s dobou opakování cca 20 let – změny ve využití území jsou významné
- Významné epizody – vliv vegetace a stavu krajiny je malý k odtoku dojde



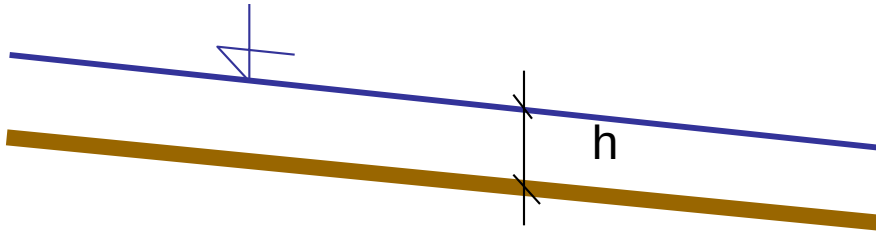
Velké zpevněné plochy zvyšují povrchový odtok

odtokový a erozní proces



L_p = přípustná délka svahu

plošný povrchový odtok



pro $h > 3 \times$ mediánový průměr dešťových kapek (3 – 5 mm) platí:

- přímé působení kapek na povrch půdy = 0
- zvýšení turbulence povrchového odtoku ($Re > 2500$)

medián – 50 % kapek je větších, 50 % kapek je menších

soustředěný povrchový odtok

(odtok v erozních rýhách)

$v > v_{kr}$ (krajní rychlost) (cca 0,2 – 0,3 m/s)

$T > T_{kr}$ (krajní napětí) (cca 2,5 Pa)

$Fr > Fr_{kr} = 1 + 3,5 * d_s$ (d_s = střední průměr zrna (mm))

charakter proudění:

- turbulentní ($Re > 2500$)
- bystřinné ($Fr > 15$)

Obečně přibližně platí:

30 – 40 % eroze (množství ztráty půdy) – eroze mezirýhová (plošná)

60 – 70 % eroze (celkové ztráty půdy) – eroze rýhová (soustředěná)

Činitel půdní a geologický

Geologické poměry

Půdní poměry

geologické poměry

přímý vliv

- výchozy snadno větrajících hornin na povrch (slepence, pískovce, břidlice, ...)
- vznik výmolů, strží

nepřímý vliv

geologický podklad ovlivňuje povahu
matečního substrátu a tedy i půdní
vlastnosti

půdní poměry

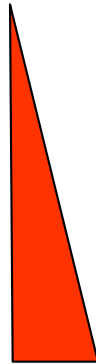
určují:

- **odolnost** povrchu půdy vůči destruktivnímu působení erozních činitelů (**ERODOVATELNOST**)
- **infiltraci** vody do půdy ➔ charakteristiky povrchového odtoku

z hlediska eroze:

textura půdy

- písčité půdy
- jílovité půdy
- hlinité půdy
- spraše



struktura půdy

- drobtovitá → infiltrace 85 %
- prachovitá struktura → infiltrace 30 %

Velmi záleží na charakteristikách srážky
(doba trvání a intenzita)

obsah organické hmoty – humus tvoří agregáty, zvyšuje stabilitu,
jak ho dodat a udržet ???

vlhkost půdy – vyšší vlhkost zvyšuje od počátku srážky hydraulickou
vodivost, přispívá ke stabilitě agregátů

vliv skeletu

- erodovatelnost

- infiltrace ($> 0,2 \text{ mm}$) – snižuje plochu povrchu pro infiltraci

- hrubý skelet – krytí povrchu, větší odtok – odtok menší
plochou, větší hloubka, rychlost x stabilizuje povrch a tvoří strukturu

Činitel vegetačního krytu

Vegetační poměry

- ochrana povrchu půdy před přímým dopadem dešťových kapek – menší uvolnění částic
- zpomalení povrchového odtoku – zvýšení drsnosti
- zvýšení infiltrace – menší povrchový odtok
- zastiňovací účinek – omezení výparu, zvýšení vlhkosti, stabilita agregátů
- mechanické zpevnění půdy kořenovým systémem – zvýšení drsnosti, snížení transportu

Protierozní působení vegetace - ochranné

- ❖ les
- ❖ trvalé travní porosty
- ❖ dočasné travní porosty
- ❖ úzkořádkové plodiny (obiloviny)
- ❖ širokořádkové plodiny (kukuřice)



Pŕdoochranný vliv začíná působit až od 50 % pokryvu (LAI, PPL)

plodina	dní po výsevu
ječmen jarní	46
brambory	59
kukuřice	68
cukrovka	75

ve skutečnosti – osevní postupy

pravidelné střídání plodin v rotaci 3 – 6 let

nutno respektovat následnosti z
hlediska:

- čerpání nebo dodání živin
- přenosu škůdců
- šíření plevelů
- agrotechnických lhůt (meziplodiny, poplody, ...)

u TTP – periodická obnova drnu

hosp. výhodné je udržení jetele, který
mizí

Činitel hospodářsko technický

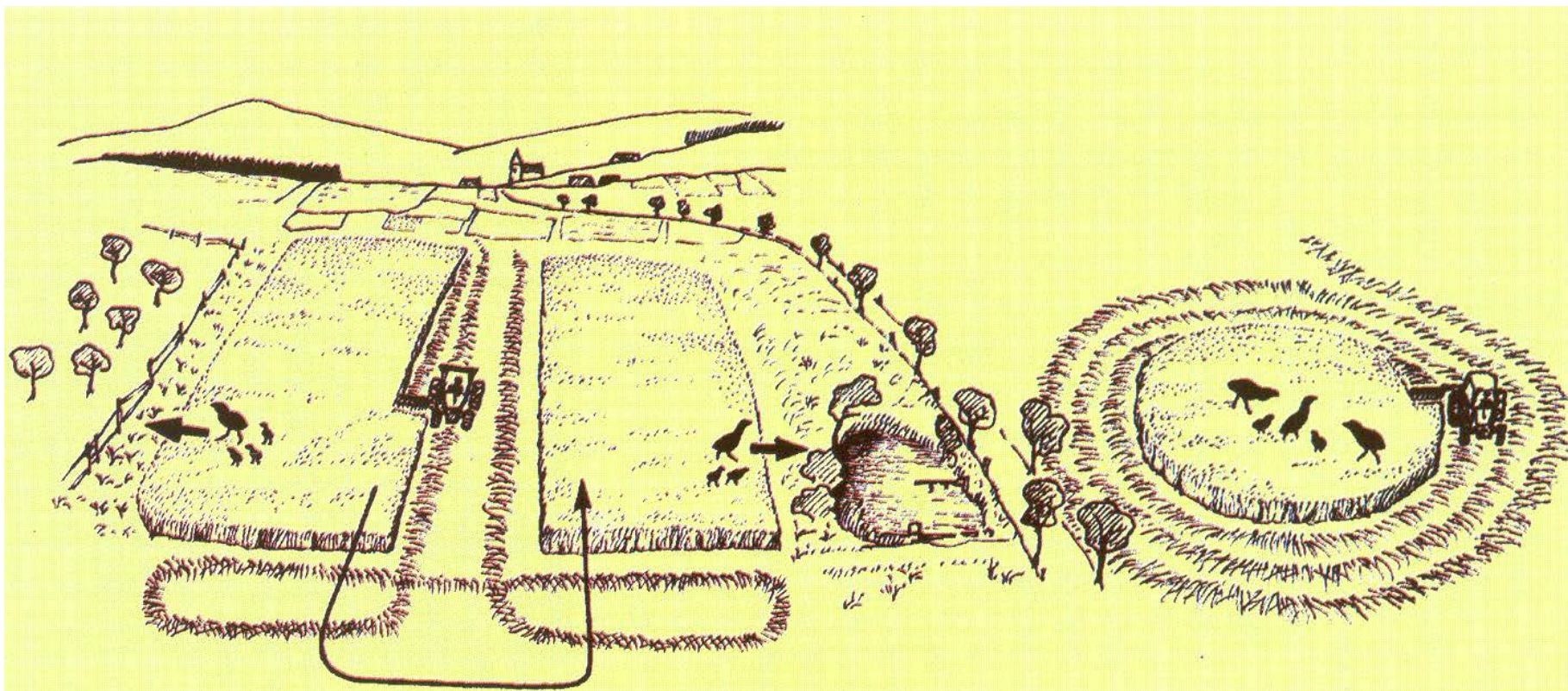
Způsob využívání pozemků

- polohové a tvarové uspořádání pozemků
- velikost pozemků
- polohové umístění kultur
- rotace plodin (střídání) – protierozní osevní postupy
- způsob obhospodařování (kultivace, hnojení, ...)
- technická opatření k odvádění povrchového odtoku
- technické zařízení k úpravě vláhového režimu
- stavební technologie při výstavbě dopravních zařízení, průmyslových a občanských staveb, ...

mimochodem....

... způsoby sečení z hlediska ochrany živočichů ...

(např. požadavek v rámci AEO – ochrana chřástala...)



Činitel morfologický

Sklon území

Délka svahů

Kombinace sklonu a délky svahů

Tvar svahů

Expozice svahů

**větší sklon a délka svahu = větší rychlost toku a
tangenciální napětí = větší destrukční účinek a
transportní schopnost...**

Sklon území

rozhodující činitel – vliv může být působením ostatních zeslaben, ale ne eliminován

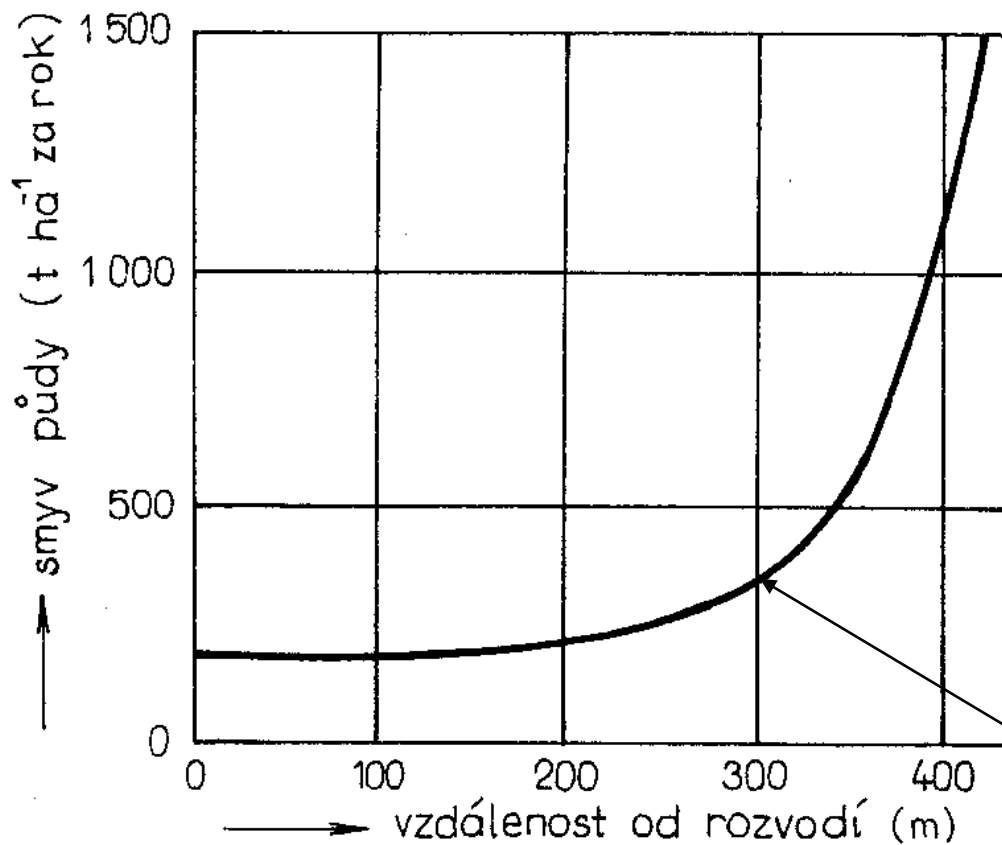
intenzita eroze roste s **T** (*tangenciálním napětím*) a **V** (*rychlost povrchového toku*) =
funkce převážně **sklonu**

kritický sklon svahu – „sklon, při němž dochází k nebezpečnému rozrušování půdního povrchu“ – *co to znamená ????*

v ČR – předpoklad – místo, kde odtok **plošný** přechází v **soustředěný** → eroze **plošná** ve **výmolnou**

Délka svahů

A.S.Kozmenko – vztah mezi intenzitou eroze a délkou svahu

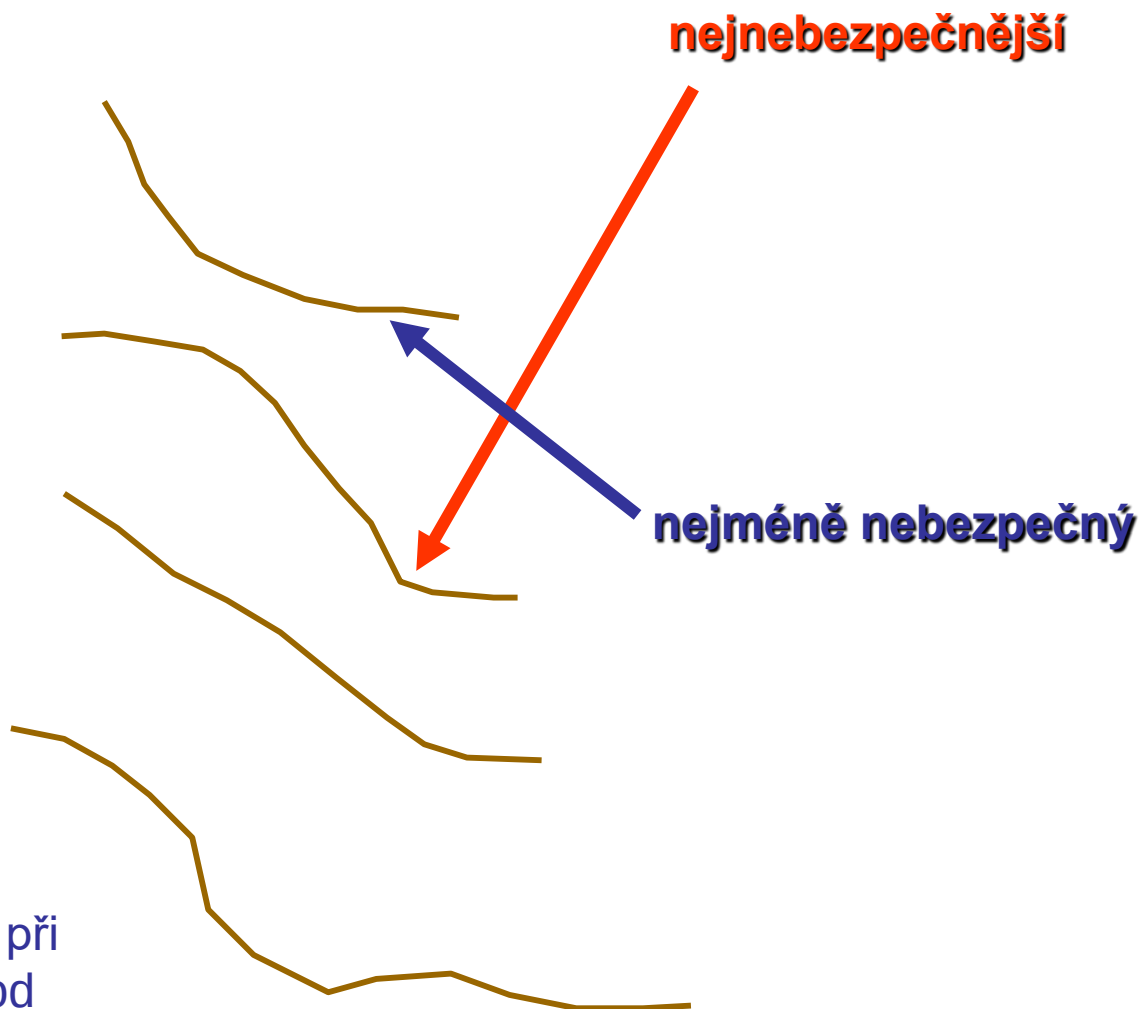


přechod plošné eroze ve výmolnou vlivem soustředění povrchového odtoku

Tvar svahů

tvary svahů:

- vyduté
- vypuklé
- přímé
- kombinované



maximální účinek eroze se projeví při kombinaci maximální vzdálenosti od rozvodnice a největšího sklonu

Expozice svahů

umístění vzhledem ke světovým stranám

sluneční expozice

- jižní a západní svahy –
 - rychlejší tání sněhu
 - vymrzání vegetace
 - intenzivnější rozrušování půdního substrátu
 - rychlejší vysychání půdy, rychlejší rozklad organických látek = snížení soudržnosti

význam expozice je prokázán, ale v podmínkách ČR ho nelze přeceňovat ...

hlavní příčinou: přívalové srážky – na expozici tolik nezáleží

Děkuji za pozornost