

Protierozní opatření

- technická

Tomáš Dostál

katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

B602, dostal@fsv.cvut.cz

Základní pravidla PEO:

*... je snazší a levnější
problémům předcházet než
řešit jejich následky*



nátrž, povodeň, Botič, 2004



nevhodná orba po spádnici,
Benešovsko

(zabránit vzniku povrchového odtoku,
erozních a transportních procesů a nikoliv
zachycovat a těžit sediment / sanovat strže,
břehy nádrží, nátrže břehů toků, apod.)

základní zásady PEO:

1. trvalá ochrana půdního povrchu před přímým účinkem dešťových kapek

- trvalý travní porost (sklon nad 20%)
- nastýlka (mulč)
- vhodné plodiny

2. zamezení soustředování plošného povrchového odtoku

- nepřekročení přípustné délky svahu

3. zajištění míst přirozeného soustředování povrchového odtoku

- zatravněné údolnice, ...



„ideál„

na základě USLE = (popis erozních procesů)

$$G = R * K * L * S * C * P$$

ovlivňovat lze:

R – srážky ?????

K – půda → dlouhodobě (zvyšování podílu organické složky, nepoškození struktury)

L – délka svahu – přerušení, příkop, cesta, mez, ...

S – sklon svahu – urovnávky, terasy

C – vegetace – změny osevního postupu, zatravnění, zalesnění, ...

P – technická opatření (agrotechnika, použitá mechanizace, postupy)

opatření proti vodní erozi:

1. organizační
2. agrotechnická a vegetační
3. **technická**
4. hrazení bystřin a strží
5. ochrana strmých svahů

- urovnávky
- PE meze
- PE příkopy, průlehy
- hrázky
- terasy
- cesty s PE fci
- nádrže
- zatravnění údolnic



Erozní rýhy a
plošná eroze
(NRCS, USA)

PROČ? = účel TPEO

- vyrovnaní terénních nerovností
 - snížení podélného sklonu
 - zkrácení délky svahu
 - ochrana před přítokem „cizích“ vod
 - neškodné odvedení povrchového odtoku
 - zpomalení povrchového odtoku a zachycení sedimentu
 - ochrana intravilánů
- navíc vždy, když PEO nelze dosáhnout „měkčími“ prostředky

TPEO

- zabírají méně prostoru, umožňují využívat pozemek bez omezení plodin a technologií
- investiční akce – (projekt, stavební povolení, kolaudace)
- vlastnické vztahy k pozemku
- nutno řešit vlastníka, správce – údržba, dotace, ...

Z hlediska návrhu – dimenzují se

Je třeba počítat na návrhové hodnoty – doba opakování,

EPIZODA (průtoky, objemy, ...)

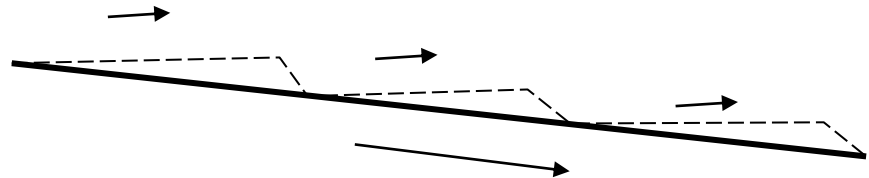
Vždy řešit v kontextu a souvislostech – kam bude voda svedena a zaústěna

terénní urovnávky

- odstranění vertikálních nerovností
- omezení možnosti soustřeďování povrchového odtoku

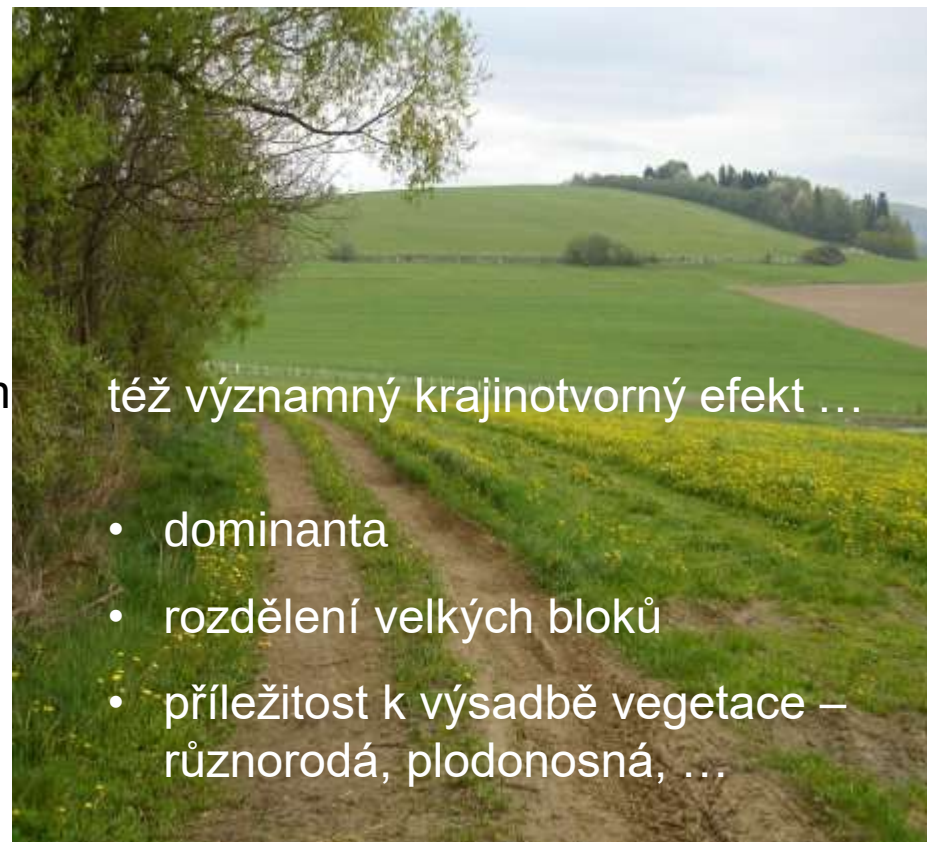
→ jen omezená účinnost, menší sklony

→ jen na hlubokých půdách



protierozní meze

- vrstevnicová orientace
- historické -vzniká postupně naoráváním
- stupeň (např. výška 1 – 2 m, sklon 1:1,5)
- efekt – snížení sklonu svahu
- stabilizace zatravněním, snosy kamene, vegetace



též významný krajínotvorný efekt ...

- dominanta
- rozdělení velkých bloků
- příležitost k výsadbě vegetace – různorodá, plodonosná, ...

Klatovsko, ukázka pozemkových úprav

- ✓ pokud není dodržena vrstevnicová orientace, nutno doplnit svodným prvkem
- ✓ svodné prvky = hydrotechnické = (příkopy, průlehy)
- ✓ i pro zlepšení funkce – sama mez nemá retenční funkci
- ✓ travní pás nad mezí (nad příkopem) zachytí splaveniny

Mez nová:

Nízká hrázka, zachycující povrchový odtok

S výsadbou vegetace – často ekologický prvek v krajině (kameny, ...)

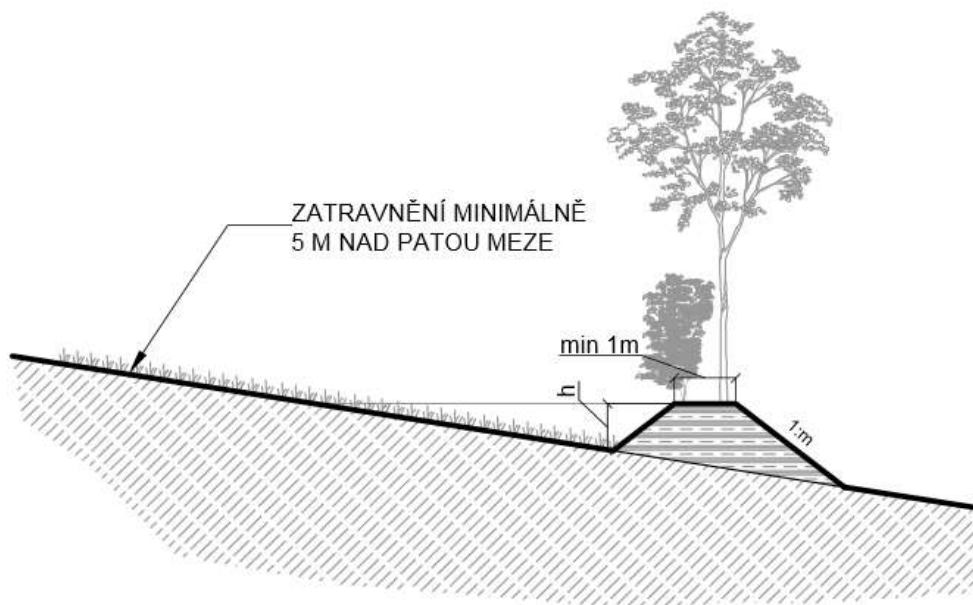
Mírný sklon, aby vodu odváděla

Vhodné je doplnění svodným prvkem = příkopem x průlehem

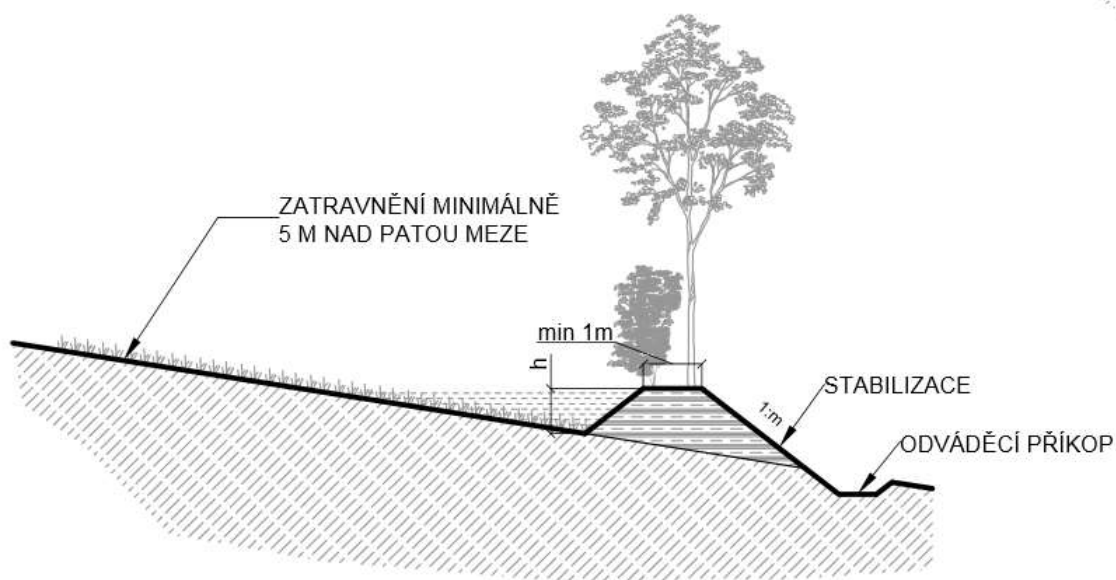
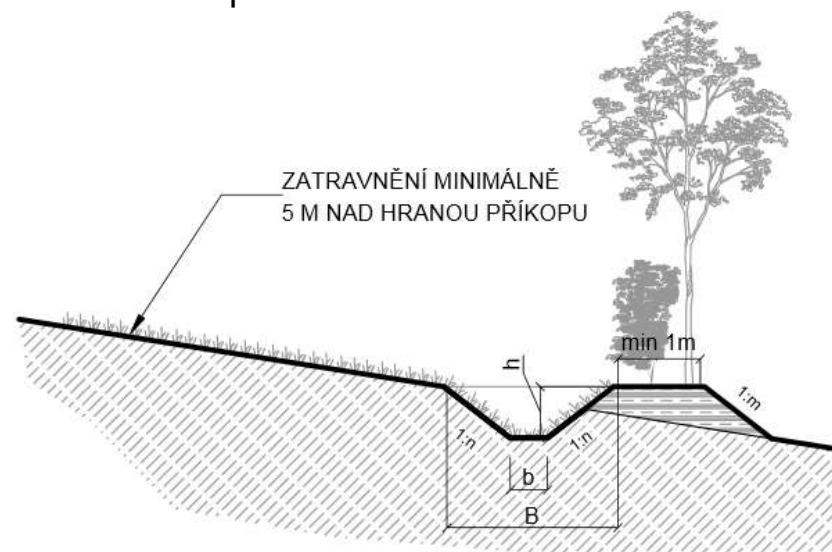
Nad mezí, příkopem, průlehem travní pás – zachycování splavenin

Přechodový prvek – kombinace hrázky a průlehu x příkopu

Omezení využití pozemku – řešit přejezd



Ideální varianta – rovnost výkopu a
násypu, příkop nad mezí – voda
nepřekročí mez







terasování

- ochrana extrémně svažitých pozemků (cca nad 20 %)
- na hlubokých až velmi hlubokých půdách

výrazný zásah do

- pedologie
- morfologie
- biologie krajiny



- krajní řešení
- extrémně náročné – technicky i finančně
- pouze ve výjimečných případech → zvláštní plodiny (vinice, sady, ...)



terasa = plošina + svah



ukázka – vinice jižní Morava

stupňovité zemní

- stupeň je zemní, stabilizován vegetačně nebo rohoží
- sklon závisí na zemině – stabilita svahu ...
- jednodušší, ale větší zábor plochy stupněm

stupňovité s opěrnými zdmi

- stupeň stabilizován opěrnou zdí
- materiál kámen, beton, ...
- technicky náročnější, ale úspora místa

terasy

terasy

úzké

- výsadba 1 – 2 řad révy nebo ovocných stromů
- sklonitější území

široké

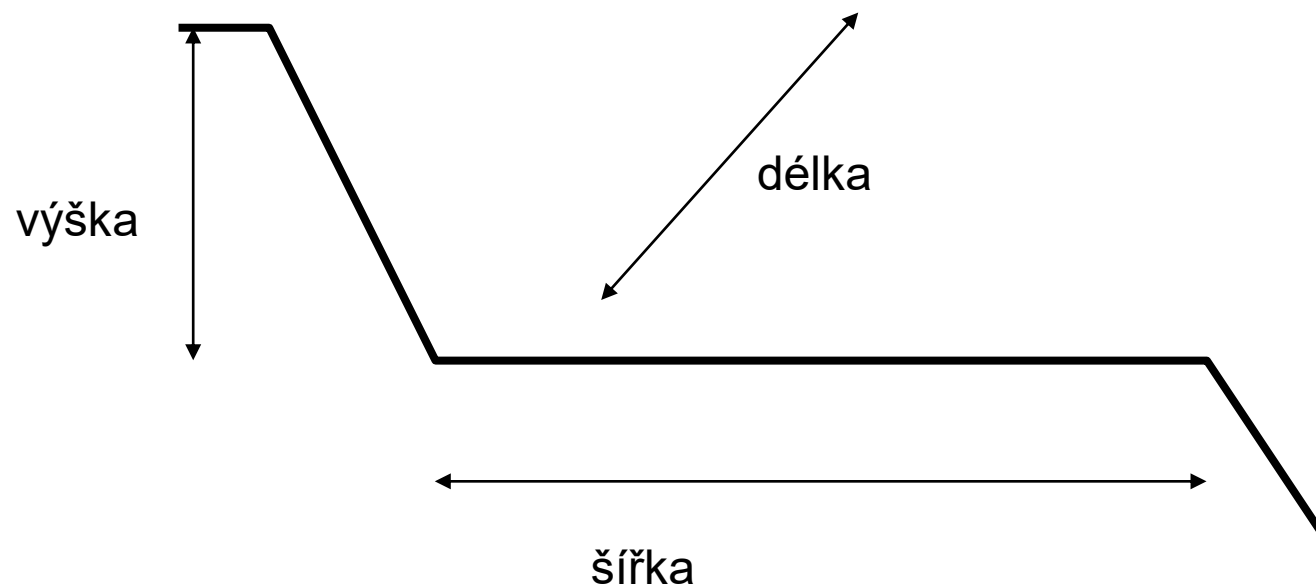
- výsadba 3 a více řad révy nebo ovocných stromů
- pro méně sklonitá území
- hlubší půdy, větší přesuny hmot

terasové dílce

- neparalelní, délka nemusí být převládajícím rozměrem
- nejmenší šířka – cca 20 m
- v nepravidelném terénu



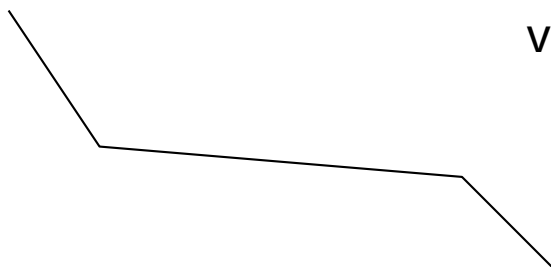
terasa – charakterizována délkou a šířkou



- podélný sklon 1 – 3 %
- svah náleží k plošině výše položené

příčný sklon

pozitivní



voda odtéká

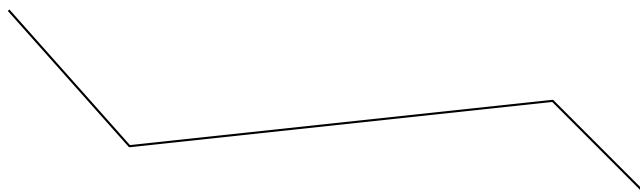
nulový



voda může stagnovat

nevhodné pro těžké půdy = zamokření

negativní



jen úzké terasy na lehkých a středních
půdách

nebezpečí zamokření a sesuvů

CHARAKTERISTIKY:

výška teras – teoreticky do 8 m, běžně 2 – 6 m.

sklony svahů: 1:1 (nízké), nad cca 2,5 m 1:1,25 – 1:1,5

- svahy – zpevněné vegetací
= osetí trávou (ohumusování + osetí) nebo hydroosev
- posouzení stability:
 - ✓ svahy vyšší než 6 m
 - ✓ svážná území a jílovité půdy
 - ✓ jindy – pokud je požadavek nebo pochybnost

související objekty:

- lavičky na svazích (pojezdné, příčný sklon pozitivní 3 – 7 %)
- obratiště (šířka 12 m)
- odvodnění (drenáž)
- protierozní příkopy k ochraně před vnější
- sjezdy a nájezdy,...



Ukázka pěstování rýže na terasách (Čína)



Kutnohorsko,
obec Grunta....



Oblast Wachau -
Rakousko



Široké terasy - vinice





prvky hydrografické = hydrotechnické

protierozní příkopy

zachycování a odvádění povrchového
odtoku a splavenin



záchytné (obvodové) – vnější vody

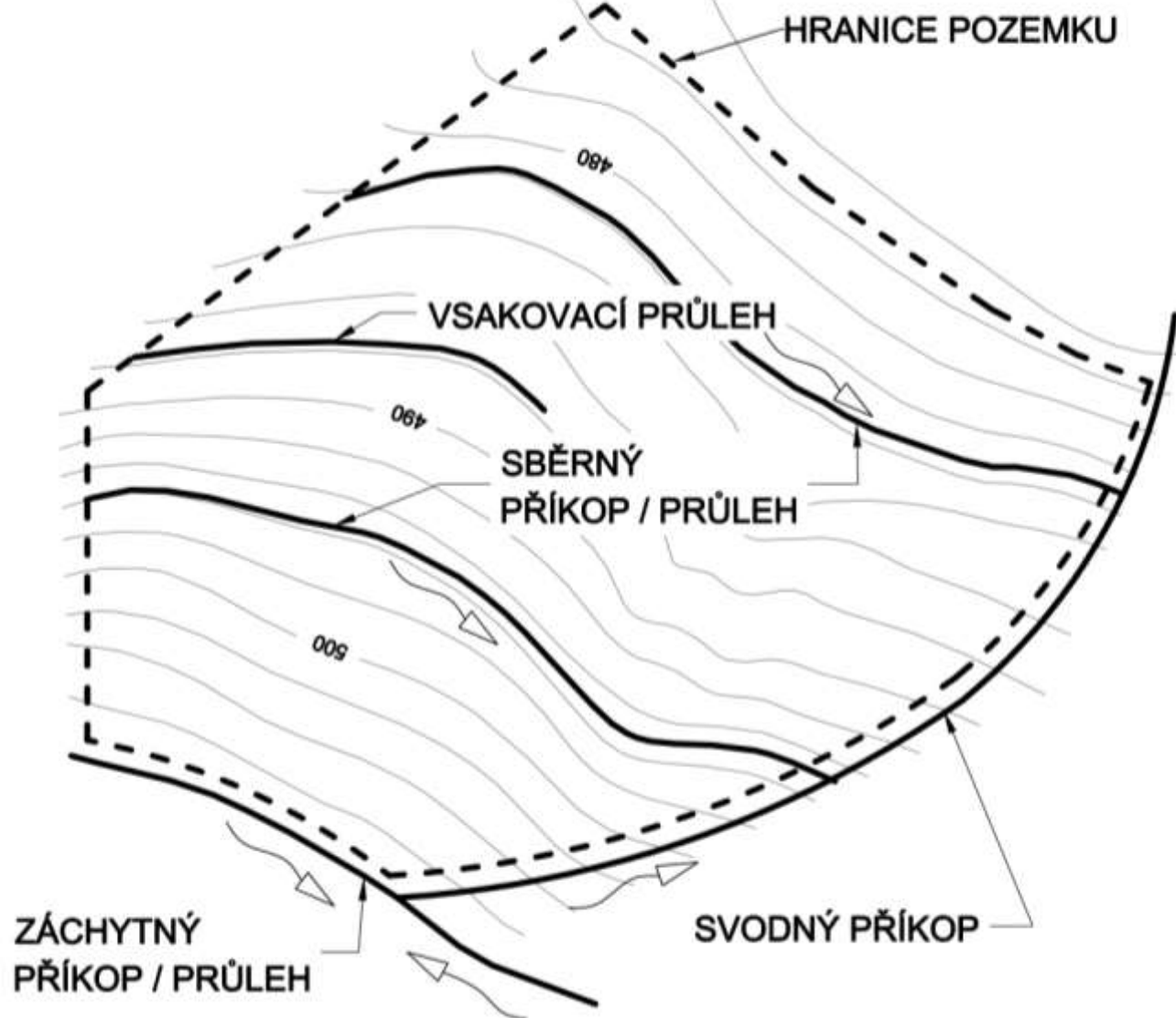
sběrné – vnitřní vody (omezení délky pozemku)

svodné – odvod vody do recipientu

jednotlivě nebo v systému – paralelně nad sebou (vzdálenost menší než přípustná
délka svahu)

otevřené, lichoběžníkové, zpevněné x nezpevněné

dimenzování $\rightarrow Q_1 - Q_{100}$



Návrh

- Nutno dimenzovat
- Na návrhovou událost = srážku = odtok
- Návrhový průtok (hydrogram, nebo jen hodnota - kulminace)
- Výpočet – metodou SCS-CN, intenzitním vzorcem nebo některým ze simulačních modelů
- Stabilizace: zpevněný x nezpevněný
- Záleží na hloubce x podélném sklonu x průtoku
- Kritické rychlosti, tečná napětí (viz úpravy toků)
- Stabilizace – nutno příkop čistit = hladké tvrdé nebo bez opevnění, štěrk je problematický
- Objekty: propustky, zaústění, spádové objekty

ZÁCHYTNÉ

Na hranici pozemku,
nepustit vodu na chráněný pozemek,
zachytit, odvést

Nezpevněné

Mírný sklon

Dimenzuje se na $Q_5 - Q_{50}$

SBĚRNÉ

V rámci pozemku,
Zachytit a odvést vodu před dosažením kritické délky
svahu

Nezpevněné

Mírný sklon

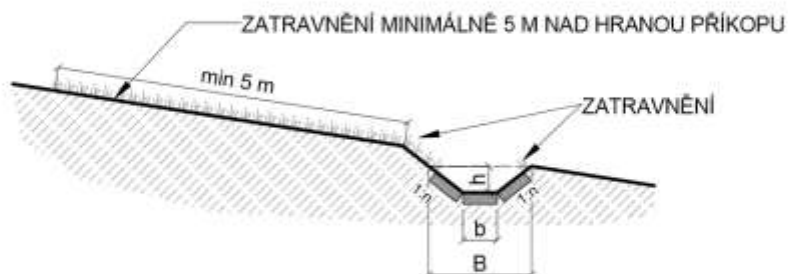
Dimenzuje se na $Q_5 - Q_{10-20}$

Řešit přejezdy na pozemku

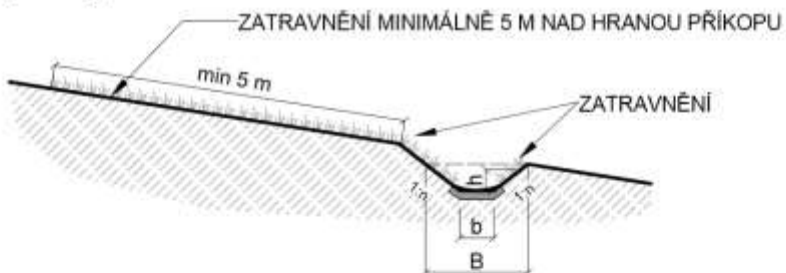
SVODNÉ

Bezeškodný odvod vody až do recipientu
Zpravidla opevněné – po spádnici

PŘÍKOP - OPEVNĚNÍ POMOCÍ BETONOVÝCH TVÁRNIC příčný řez



PŘÍKOP - OPEVNĚNÍ POMOCÍ ŽLABOVEK příčný řez



PŘÍKOP - BEZ OPEVNĚNÍ příčný řez







Kombinace příkopu s
biokoridorem





Příkopy svodné – těžká stabilizace





příkopy - riziko zanášení, nutnost objektů

- proto lépe průlehy

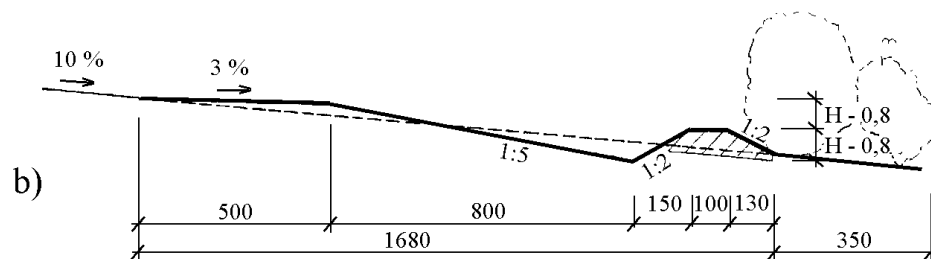
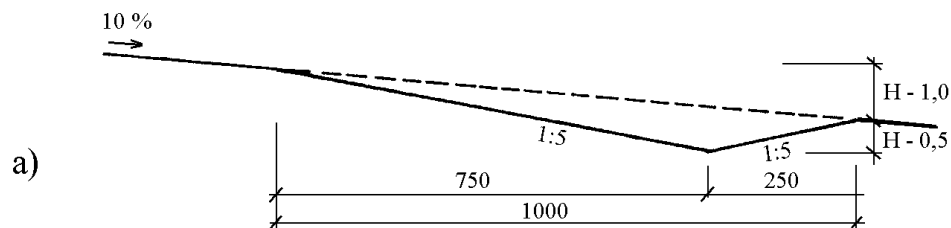
průlehy

zachycování

infiltrace

odvádění

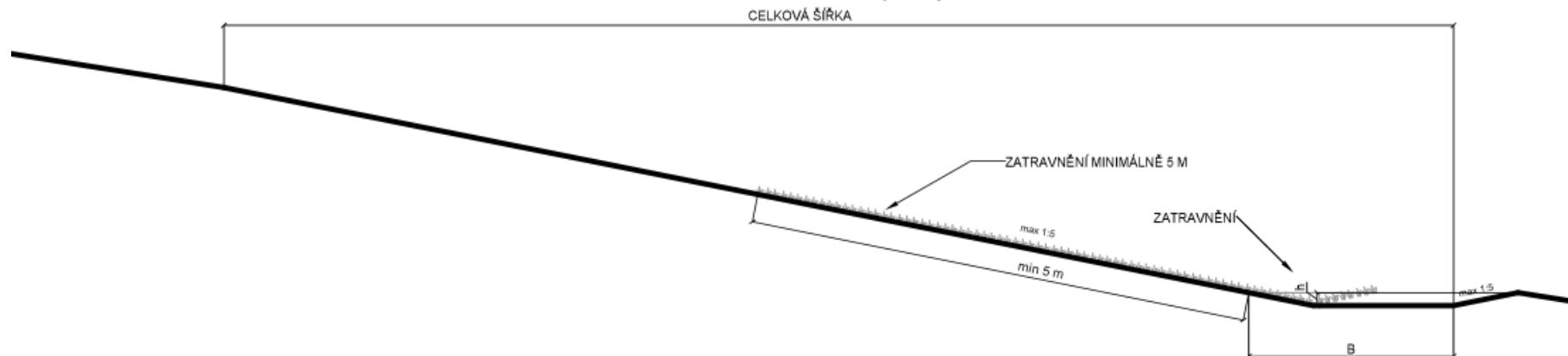
(krátkodobého povrchového odtoku)



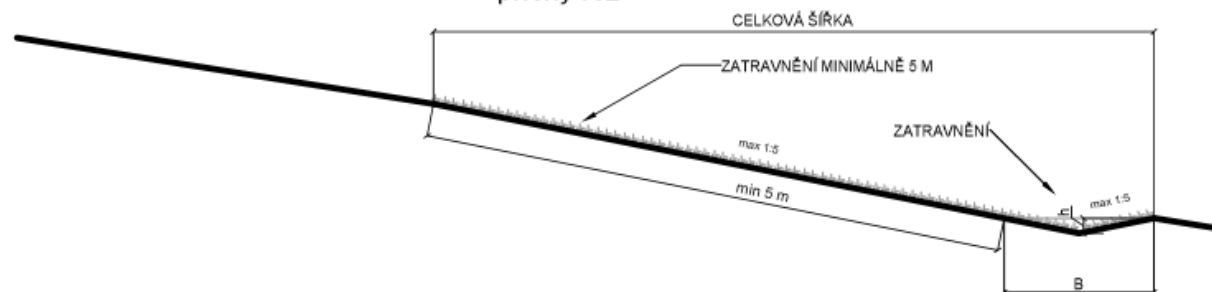
Toto není průleh – odpovídá to spíše mezi se svodným prvkem

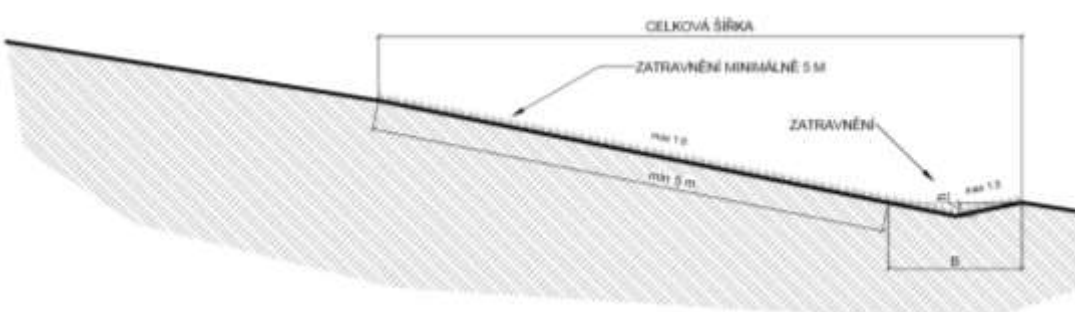
mělké, široké, zpevněné vegetací, mírné sklony svahů (1:5 – 1:10) - přejezdne

PRŮLEH - LICHOBĚŽNÍKOVÝ PROFIL příčný řez

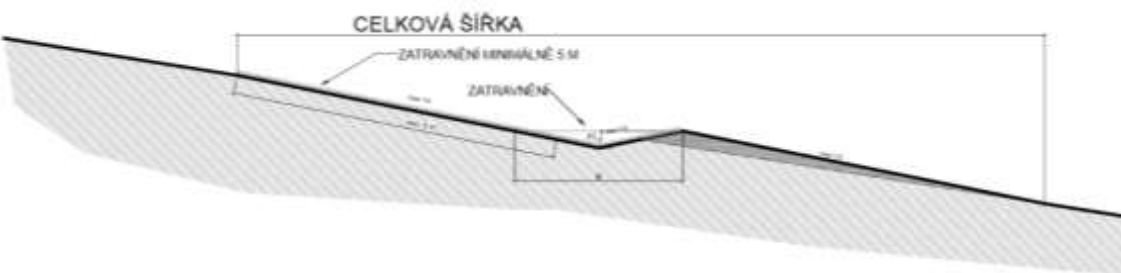
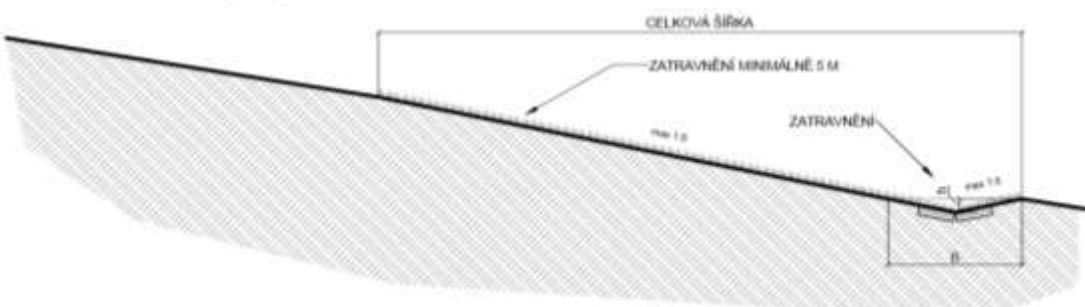


PRŮLEH - TROJÚHELNÍKOVÝ PROFIL příčný řez





PRŮLEH - TROJÚHELNÍKOVÝ PROFIL, OPEVNĚNÍ POLOVEGETAČNÍMI
TVÁRNICEMI
příčný řez



záchytné – ochrana pozemku před vnější vodou

sběrné

- **vsakovací** – nulový nebo malý podélný sklon, propustné půdy
- **odváděcí** – odvádění vody z pozemku

svodné – zatravněné dráhy soustředěného odtoku

- ⊙ při návrhu v systému – vzdálenost menší než přípustná délka svahu
- ⊙ nad příkopem travní pás – zachycení sedimentu před vstupem do hydrografické sítě

průlehy vsakovací –

- propustné půdy
- možno přidat drenáž – vhodné pro zajištění obdělávatelnosti

průlehy obecně – menší sklony (max. 15 % (????)), hluboké půdy

možno obdělávat, lépe zatravněné

sběrné průlehy zpravidla zaústěny do zatravněných údolnic nebo zpevněných příkopů





Zatravněné dráhy soustředěného odtoku – alespoň Q_{10}

→ údolnice odvodněna drenáží – nepoškodovat mechanizací



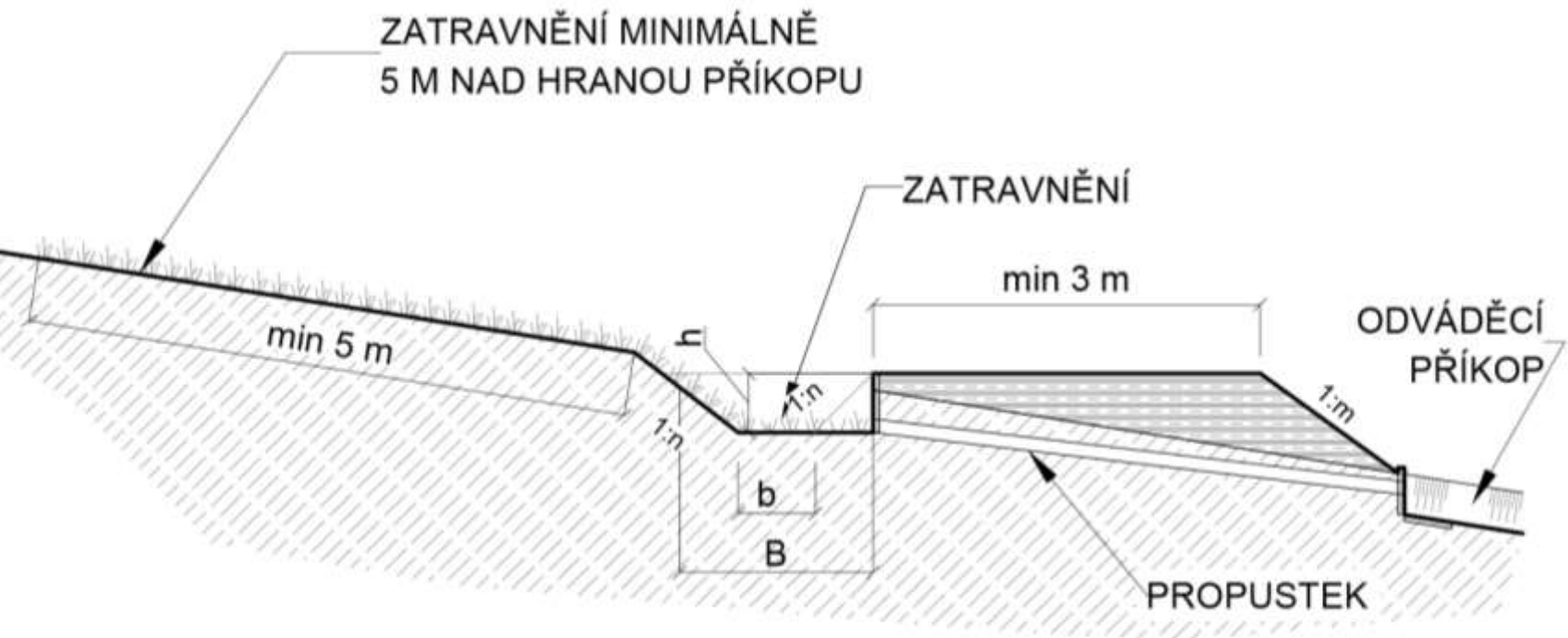
polní cesty s protierozní funkcí

- ✓ polní cesty s příkopy – vedeny vrstevnicově
- ✓ příkop (průleh) na straně ke svahu !

cesty v násypu

- i funkce protierozních hrázek (!!!)
- více zařízení v jediném koridoru (ÚSES, PEO, komunikace,...) – snazší lokalizace a realizace







protierozní hrázky

✓ výška 1 – 1,5 m

✓ nepřeléváné

✓ na úpatí pozemků

- cílem je zachytit odtok a sediment
svahy a koruna = stabilizace vegetací,
+ jednoduchý vypouštěcí objekt



ochranné nádrže = sedimentační nádrže, poldry

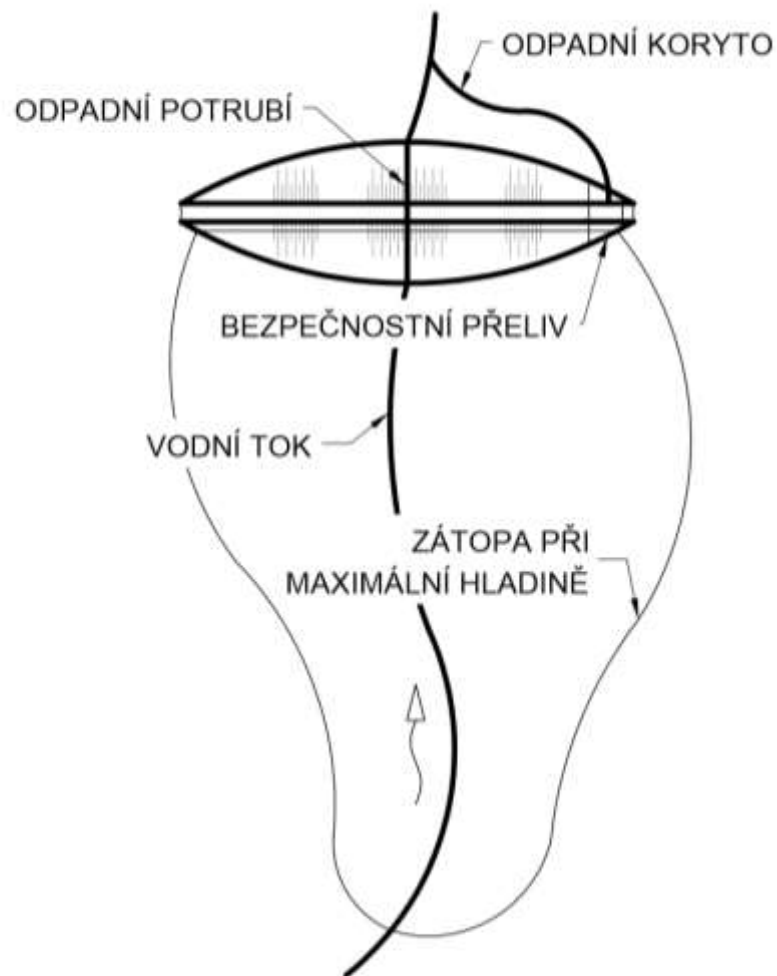
s trvalým nadržáním

bez trvalého nadržení

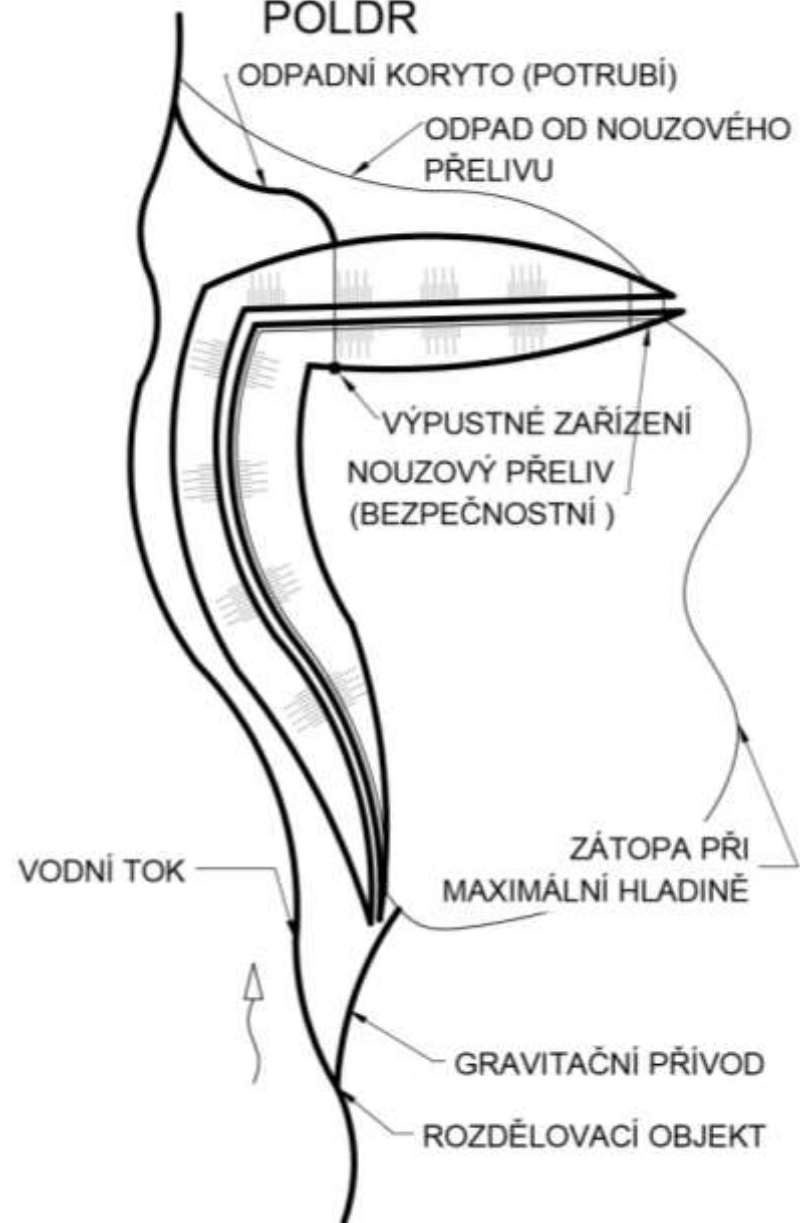
ochrana cenných území (intravilánů, objektů,...)

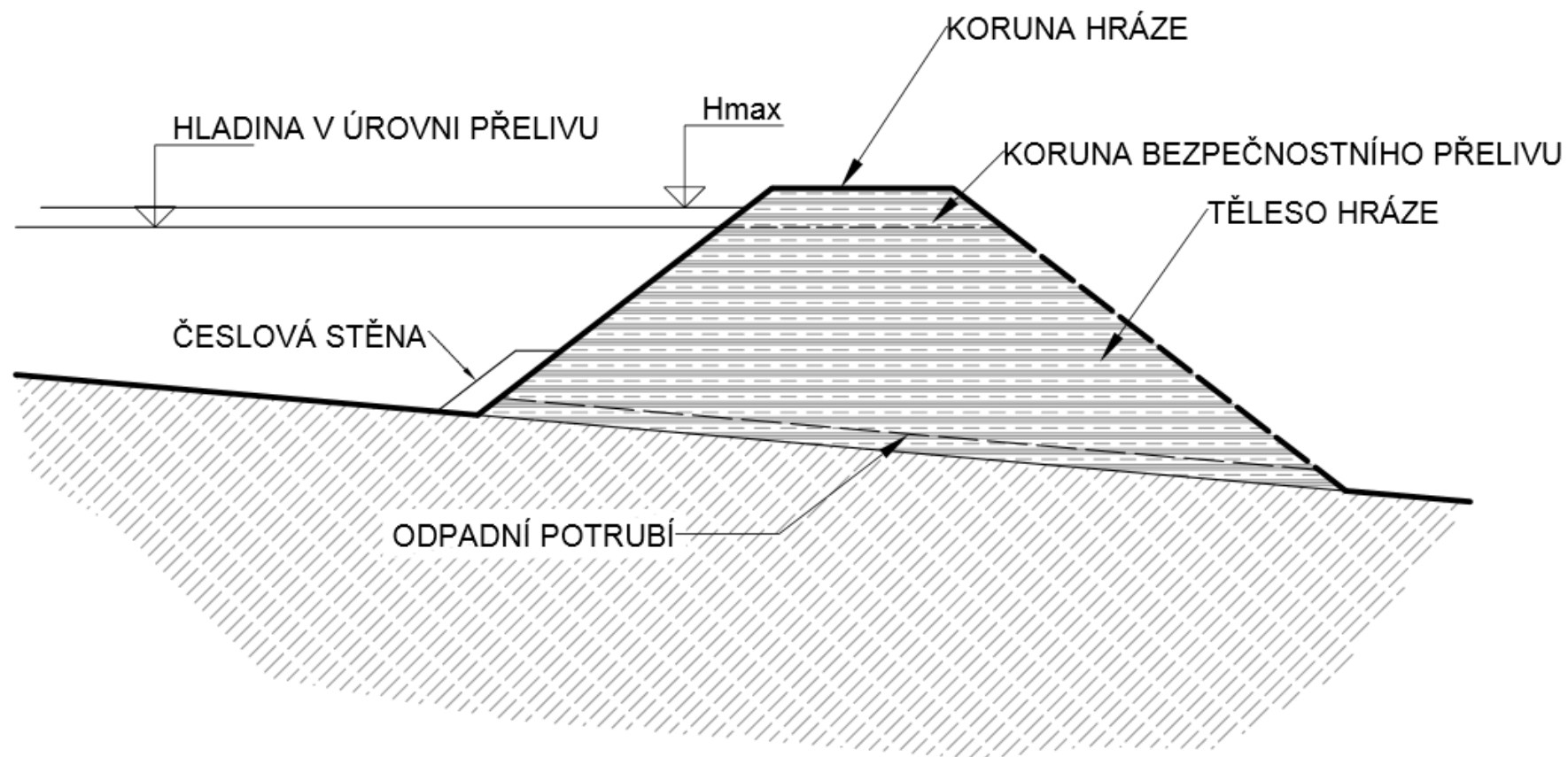
kapacita – alespoň Q_{50} (???)

SUCHÁ NÁDRŽ



POLDR







Retenční nádrž Hořany









opatření proti vodní erozi:



1. organizační
2. agrotechnická a vegetační
3. technická
- 4. hrazení bystřín a strží**
5. ochrana strmých svahů

Ústředním vodohospodářským orgánem je Lesům České republiky, s.p. svěřeno k 1.1.2003 do správy a péče téměř 20 000 km drobných vodních toků bystřín, včetně hmotného investičního majetku na nich, v rozsahu převyšujícím 2 miliardy Kč. To ve své podstatě představuje asi čtvrtinu všech vodních toků v České republice. Hydrografická síť a povodí bystřín se rozkládají především v pramenných oblastech hor a podhůří s vysokým podílem lesnatosti.

Sídla Oblastních správ toků LČR:

Frýdek-Místek, Nádražní 2811, PSČ 73801,
tel. 558 633 345

Brno, Dukelská 89, PSČ 61400,
tel. 545 213 145

Hradec Králové, Přemyslova 1106, PSČ 50008,
tel. 495 860 256

Benešov, Tyršova 1902, PSČ 25601,
tel. 317 724 358

Plzeň, Slovanská alej 36, PSČ 31754,
tel. 377 242 638

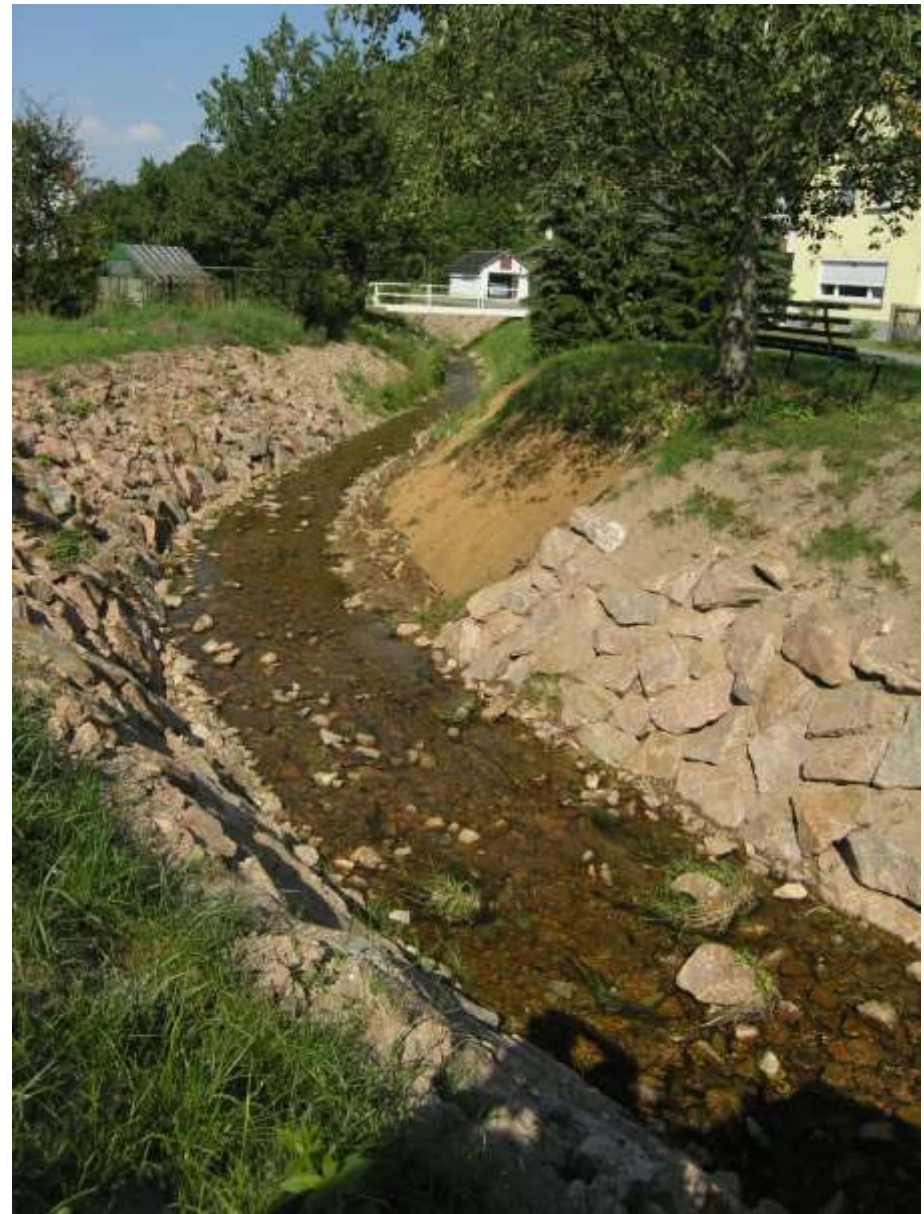
Teplice, Dr. Vrbenského 2874/1, PSČ 41533,
tel. 417 538 086

Vsetín, U skláren 781, PSČ 75518,
tel. 571 489 833

- ✓ bystrina = index bystrinnosti
- ✓ malý vodní tok
- ✓ plocha povodí do 35 km²
- ✓ velké kolísání průtoků
- ✓ výrazný pohyb splavenin
- ✓ zdrojem splavenin je zejména koryto a jeho boční větve

princip hrazení = zajištění
stability koryta při extrémních
průtocích a omezení ,

!!! transportu sedimentu !!!



opevnění dna - technické:

- pohozy
- záhozy
- dlažby
- prvky (viz níže)



vegetační způsoby:

- osetí
- drnování
- osázení vrbovými řízký
- vrbový klest
- zápletové plůtky
- vrbová krytina

kombinované způsoby:

- haťové a haťošťerkové stavby
- laťové plůtky
- kamenné záhozy
- dlažby

objekty:

stupně

- příčný objekt
- výška nad 0,3 m
- koruna ve výši dna nad objektem = nemají zachytný prostor
- úprava sklonu dna



skluzy

- voda se neodtrhuje od skluzové plochy
- překonání spádu



přehrážky

- nad úrovní dna
- mají zachytný prostor



retenční

- zastavit transport sedimentu

konsolidační

- zamezit prohlubování koryta





výsadba vegetace:

- drn, hydroosev,
- veg. tvárnice

(zpevnění svahu, stabilita)



stabilizace zhlaví:

- odvedení vody do bočních ramen
- stabilizace dna (garnisáž)
 - smrkový nebo vrbový klest
 - nastýlaný a přitlačený ke dnu



opatření proti vodní erozi:

1. organizační
2. agrotechnická a vegetační
3. technická
4. hrazení bystřina a strží
5. **ochrana strmých svahů**

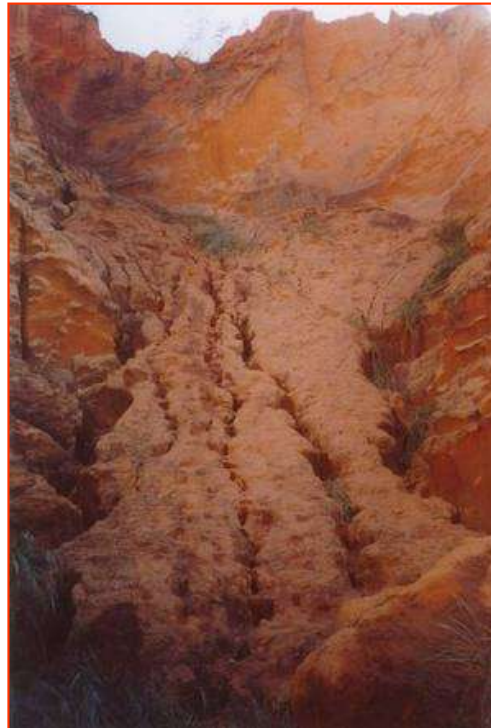


na pomezí s geotechnikou

základní – nutno **technické** opatření, **vegetační až následně...**

1. **tmelící látky** (škroby, živice, polymery,...)
2. **mulče** (stabilizace ???)
3. **rolovatelné příkrývky** (sláma, juta, kokos)
4. **sítě na skalnatých svazích** – ochrana před padajícími kameny

vegetace –
nejtrvanlivější, ale nutno
založit a nechat narůst...







děkuji za pozornost