



Protierozní ochrana

5.cvičení

143PROZ

ZS 2015/2016

2 + 1; Z,ZK



Návrh protierozních opatření

➤ **Od minula:**

Dokončená kvantifikace erozních procesů

Nalezeny ohrožené profily

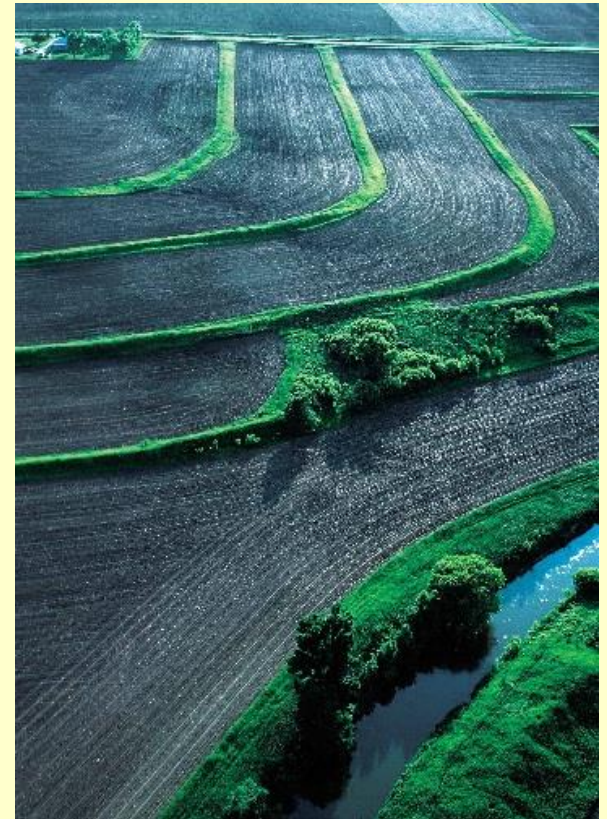
Nová mapa s bloky orné půdy a ohroženými profily

Základní koncept systému PEO

➤ **Dnes:**

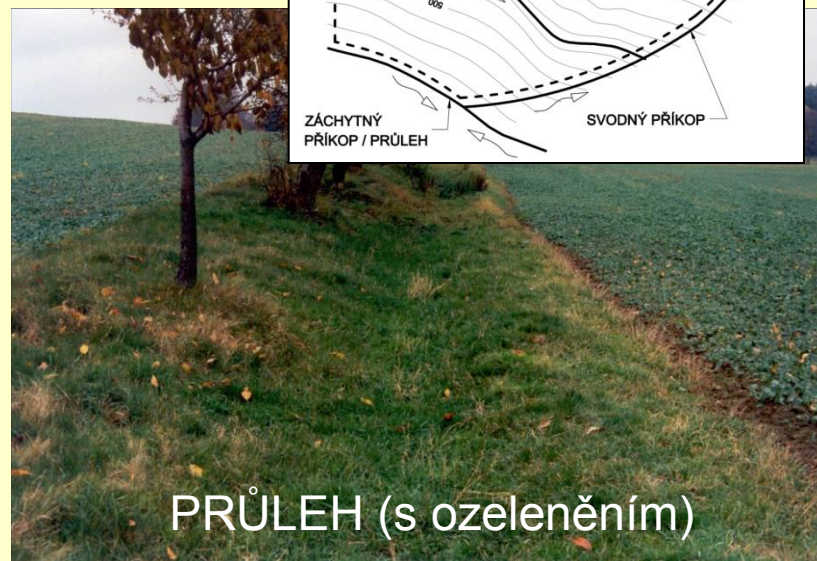
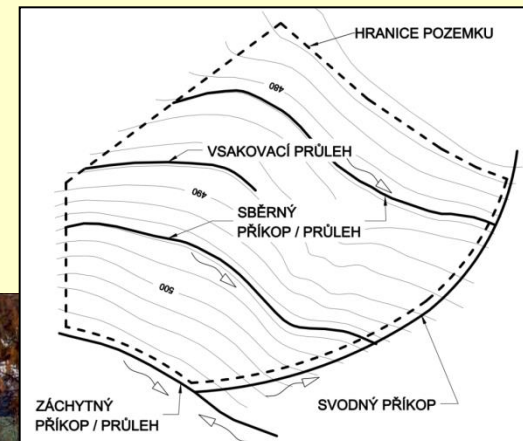
Dotváření komplexního systému PEO

Dimenzování navržených TPEO



Protierozní průlehy

- Průlehy** - (bio)technické protierozní opatření
- přejezdné široké mělké příkopy s funkcí záchytnou, sběrnou a svodnou
 - mírné sklony svahů (1:5 – 1:10)
 - často zpevněny trvalou vegetací (zatravněné), přejezdné
 - vrstevnicově vedené nebo s mírným odklonem, dle funkce



- záchytné** – ochrana pozemku před vnější vodou, sběrný i svodný
- sběrné**
- vsakovací
0 – 1% podélný sklon, propustné půdy, možno přidat drenáž (vhodné pro zajištění obdělávatelnosti)
 - odváděcí
zpravidla zaústěny do zatravněných údolnic nebo zpevněných příkopů, podélný sklon do 3%
- svodné** – zatravněné dráhy soustředěného odtoku, sklon dle terénu

Protierozní průlehy

Trocha teorie k průlehům

Průlehy - záchytné

- **sběrné** – vsakovací
- odváděcí
- **svodné**



PRŮLEH (s ozeleněním)

Podmínky pro použití:

Charakter pozemku: Pravidelné méně svažité pozemky s malou členitostí

Sklon svahu: Do 10 % (max. 15 %)

Návrh situace : Jednotlivý prvek, nebo soustava vrstevnicově orientovaných (nebo s malým odklonem od vrstevnic) paralelních průlehů s maximální osovou vzdáleností = L_p .

Vsakovací průleh neumísťovat nad infrastrukturu či zástavbu

Protierozní průlehy

Trocha teorie k průlehům

Průlehy - záchytné

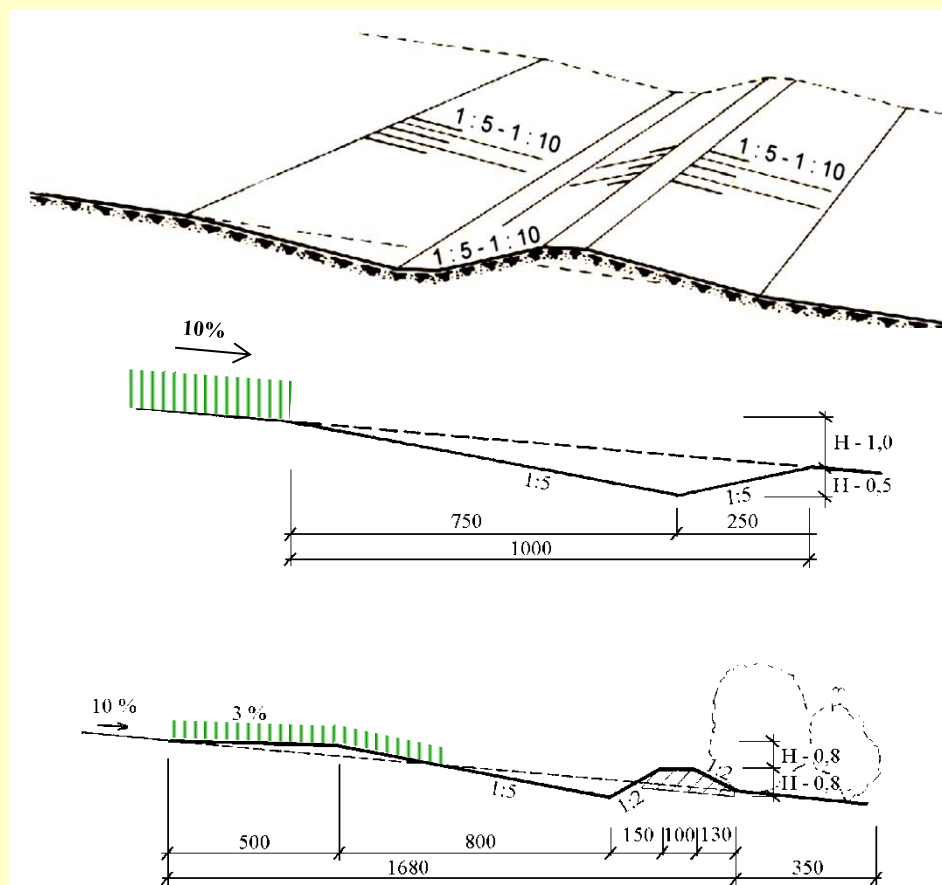
- **sběrné** – vsakovací
- odváděcí
- **svodné**

Varianty - obdělávatelné

- se zatravněným pásem
- se sedimentačním pásem
- s doprovodnou hrázkou
- s vegetačním doprovodem

Doprovodné travní pásy nad průlehy:

- Pokud nejsou vedeny přesně podél vrstevnic, mohou být **rizikové** – vznik preferenčních drah podél okraje pásů





Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Vsakovací průlehy se navrhují tak, aby ve svém akumulacním prostoru dokázaly zachytit celý objem odtoku z výše ležících pozemků při návrhové srážce.

Postup:

➤ volba umístění

- v maximální vzdálenosti L_p od začátku odtokové dráhy se zohledněním morfologie a charakteru pozemků vzniklých zbudováním průlehu
- **výpočet L_p**
 - > podle maximální nevymílací rychlosti nebo tečného napětí (E. Dýrová)
 - > stanovení matematickými modely (např. SMODERP) – stále častější
 - > **orientačně podle USLE (přípustné hodnoty L faktoru)**

➤ hydrologické výpočty

- stanovení návrhové srážky > ČHMÚ
 - > **odvození z dostupných hydrologických údajů**
- výpočet objemu efektivní srážky > intenzitní metoda
 - > **SCS – CN (metoda CN křivek)**
 - > stanovení matematickými modely

➤ technický návrh

- stanovení rozměrů průlehu

Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

- **odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů**
 - **doba opakování** - stanoví příslušná norma podle předmětu ochrany (OP, intravilán...)
 - běžně 2 – 10 let
 - **pro potřeby cvičení volíme $N = 5$ let**
 - **doba trvání**
 - kritická doba trvání deště je rovna době koncentrace posuzované části povodí, výpočet např. viz metodika k PEO (*Janeček, 2007*)
 - eroze způsobena přívalovými srážkami – v praxi většinou max. 2 hod.
 - **pro potřeby cvičení volíme $t = 30$ min**
 - **srážkový úhrn**
 - v literatuře dostupné hodnoty maximálních 24-hodinových N -letých úhrnů pro cca 600 srážkoměrných stanic v ČR (*Šamaj*)
 - přepočet srážkového úhrnu **metodou redukce dle doby trvání:**

$$H_{t,N} = H_{1d,N} \cdot a \cdot t^{1-c}$$

, kde $H_{t,N}$... N -letý úhrn srážky o době trvání t
 $H_{1d,N}$... N -letý 24-hodinový úhrn srážky
 a, c ...koeficienty dle metodiky
 t ...doba trvání srážky [min]

t [min]	N [roky]	2	10	20	50	100
10-40	a	0.166	0.163	0.169	0.174	0.173
	1-c	0.299	0.344	0.352	0.362	0.625
40-120	a	0.237	0.280	0.300	0.323	0.335
	1-c	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197

Tab.1 Koeficienty pro redukci 24-hodinových úhrnů

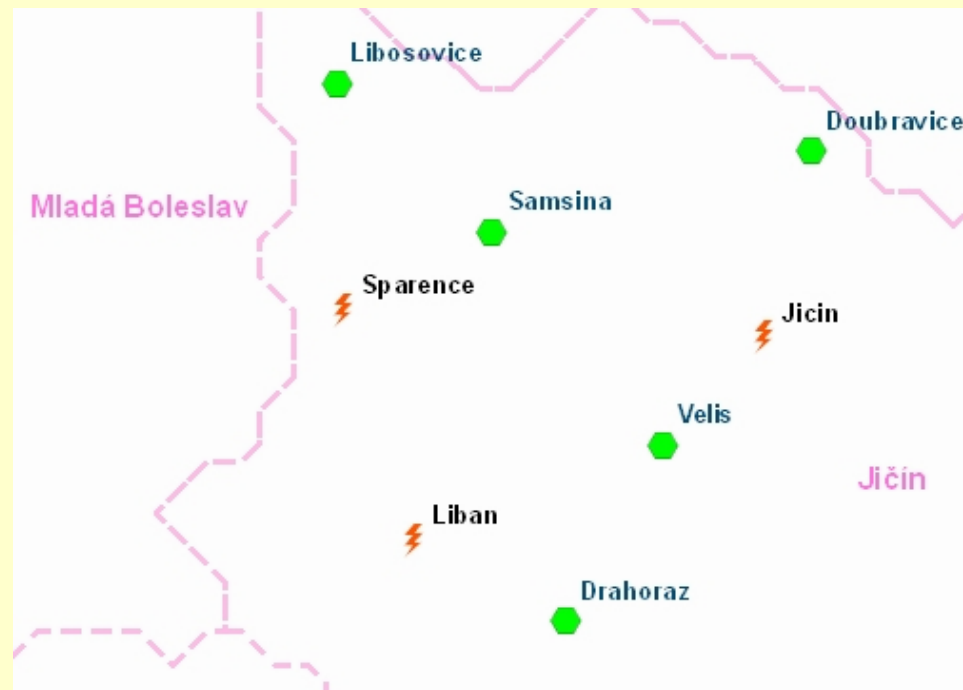
Protierozní průlehy

- vsakovací průlehy

Hydrologické výpočty

➤ odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů - postup

- 1) Nalézt nejbližší srážkoměrné stanice řešené lokalitě, pro něž jsou k dispozici údaje o 24-hodinových úhrnech
- 2) Zvolit stanici výrazně nejbližší řešené lokalitě nebo dvě až tři stanice ve srovnatelné vzdálenosti v okolí. V případě více stanic se vypočtou požadované hodnoty pro všechny stanice



Protierozní průlehy

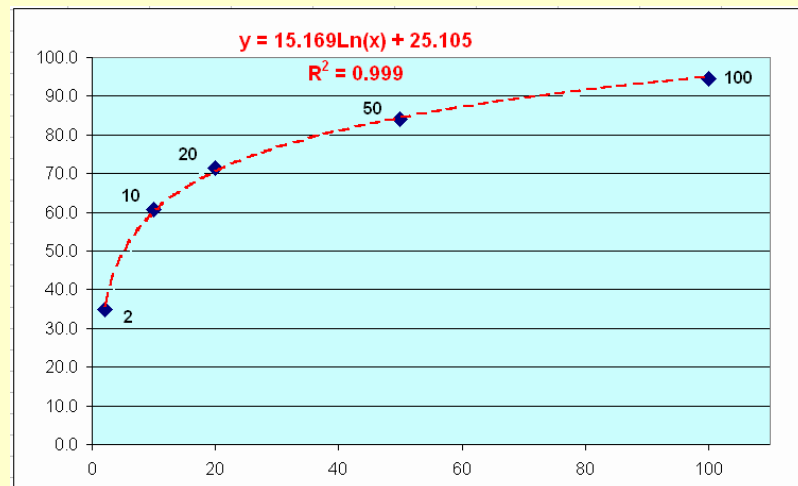
- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

➤ odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů - postup

- 1) Nalézt nejbližší srážkoměrné stanice řešené lokalitě, pro něž jsou k dispozici údaje o 24-hodinových úhrnech
- 2) Zvolit stanici výrazně nejbližše řešené lokalitě nebo dvě až tři stanice ve srovnatelné vzdálenosti v okolí. V případě více stanic se vypočtou požadované hodnoty pro všechny stanice
- 3) Ve všech uvažovaných stanicích vybrat nebo dopočíst hodnotu $H_{1d,N}$ v našem případě pro $N=5$ proložit hodnoty trendem (nejlépe vychází logaritmický) a dopočíst dle regresní rovnice, koeficienty pro přepočet z Tab.1 pro jinou dobu opakování lineární interpolací

STANICE	OKRES	24-hodinový úhrn dle doby opakování				
		2	10	20	50	100
Ketkovice	Brno-venkov	34.9	60.8	71.3	84.2	94.4
Zbýšov	Brno-venkov	34.9	58.3	67.8	79.5	88.6
Kravaře	Česká Lípa	31.3	50.6	58.5	68.1	75.7
Žandov	Česká Lípa	33.4	55.4	64.4	75.4	84.1
Těchlovice	Děčín	34.8	55.3	63.6	73.8	81.8
Hoříněves	Hradec Králové	33.3	49.8	56.5	64.7	71.1
Bříšťany	Jičín	34.0	52.9	60.6	70.0	77.4
Cerekvice nad Bystřicí	Jičín	33.9	55.5	64.3	75.1	83.6
Hořice	Jičín	35.7	52.6	59.4	67.9	74.5
Jičín	Jičín	33.9	56.7	65.9	77.3	86.2
Libáň	Jičín	31.9	50.2	57.6	66.8	73.9



Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

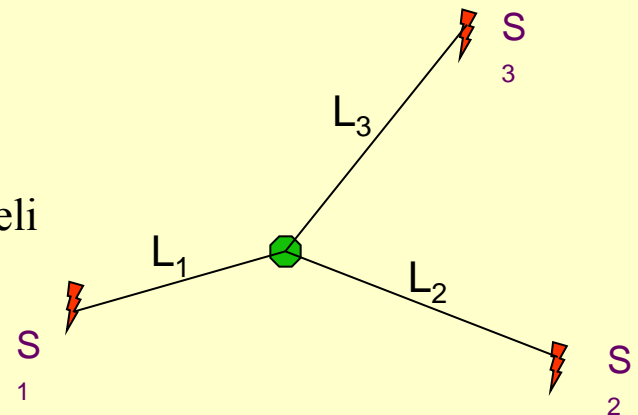
➤ odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů - postup

- 1) Nalézt nejbližší srážkoměrné stanice řešené lokalitě, pro něž jsou k dispozici údaje o 24-hodinových úhrnech
- 2) Zvolit stanici výrazně nejbliže řešené lokalitě nebo dvě až tři stanice ve srovnatelné vzdálenosti v okolí. V případě více stanic se vypočtou požadované hodnoty pro všechny stanice
- 3) Ve všech uvažovaných stanicích vybrat nebo dopočíst hodnotu $H_{1d,N}$
- 4) V případě více srážkoměrných stanic hodnotu pro řešenou lokalitu dopočíst interpolací dle vzdálenosti těžiště území od jednotlivých stanic
 - a) 2 stanice – lineární interpolací
 - b) 3 stanice – různé metody, pro potřeby cvičení použijte vážený průměr s vahami následujícího tvaru:

$$\text{pro stanici } S_1: w_1 = \frac{L_2 L_3}{L_1 L_2 + L_2 L_3 + L_1 L_3}$$

ostatní analogicky cyklickou záměnou indexů v čitateli

$$\text{výsledná hodnota: } H_{1d,N} = \sum_{i=1}^3 w_i H_{t,N}^i$$



Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

➤ odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů - postup

- 1) Nalézt nejbližší srážkoměrné stanice řešené lokalitě, pro něž jsou k dispozici údaje o 24-hodinových úhrnech
- 2) Zvolit stanici výrazně nejbliže řešené lokalitě nebo dvě až tři stanice ve srovnatelné vzdálenosti v okolí. V případě více stanic se vypočtou požadované hodnoty pro všechny stanice
- 3) Ve všech uvažovaných stanicích vybrat nebo dopočíst hodnotu $H_{1d,N}$
- 4) V případě více srážkoměrných stanic hodnotu pro řešenou lokalitu dopočíst interpolací dle vzdálenosti těžiště území od jednotlivých stanic
- 5) Redukce 24-hodinových úhrnů pro $t = 30$ min

$$H_{t,N} = H_{1d,N} \cdot a \cdot t^{1-c}$$

, kde $H_{t,N}$... N -letý úhrn srážky o době trvání t

$H_{1d,N}$... N -letý 24-hodinový úhrn srážky

a, c ... koeficienty dle metodiky
(lineárně interpolovat)

t ... doba trvání srážky [min]

t [min]	N [roky]	2	10	20	50	100
10-40	a	0.166	0.163	0.169	0.174	0.173
	1-c	0.299	0.344	0.352	0.362	0.625
40-120	a	0.237	0.280	0.300	0.323	0.335
	1-c	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197

Tab.1 Koeficienty pro redukci 24-hodinových úhrnů

Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

- odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů
- výpočet objemu efektivní srážky metodou SCS – CN (CN křivky)

1) Výpočet maximální potenciální retence

$$A = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad [mm] \quad \text{kde CN ...průměrné číslo odtokové křivky území}$$

- Parametr CN je v rámci metody odvozen a tabelován pro různé kombinace druhu využití území, hydrologické půdní skupiny a indexu předchozích srážek
- Pro běžné návrhy se používá index IPS odpovídající střednímu stavu nasycení půdního profilu – IPS II
- Hydrologická skupina půdy závisí na infiltračních vlastnostech půd, orientační zařazení lze provést podle HPJ

Metoda čísel odtokových křivek CN byla odvozena v USA (služba na ochranu půdy SCS = Soil Conservation Service). Jedná se o jednoduchou metodu pro výpočet charakteristik povrchového (přímého) odtoku, způsobeného přívalovou srážkou z povodí o velikosti cca 5–10 km². Výstupem výpočtu je objem odtoku z návrhové srážky, vycházející ze srážkového úhrnu (stejného na celé řešené ploše), hydrologických vlastností půdy, obsahu vody v půdě a potenciální retence zahrnující vliv vegetačního krytu, velikosti nepropustných ploch, povrchové půdní retence a intercepce. (Kadlec a kol., 2014)

Využití půdy	Způsob obdělávání	Hydrologické podmínky	Čísla odtokových křivek – CN podle hydrologických skupin půd			
			A	B	C	D
Úhor	čerstvě zkyplený	Šp	77	86	91	94
		Šp	76	85	90	93
		Dp	74	83	88	90
Širokořádkové plodiny (okopaniny)	Př + Pz	Šp	72	81	88	91
		Db	67	78	85	89
		Šp	71	80	87	90
		Db	64	75	82	85

Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

- odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů
- výpočet objemu efektivní srážky metodou SCS – CN (CN křivky)

1) Výpočet maximální potenciální retence

$$A = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad [mm] \quad \text{kde CN ...průměrné číslo odtokové křivky území}$$

- Vymezení spádové oblasti záchytného prvku, přiřazení hydrologické skupiny všem půdním typům v oblasti
- Rozdělení spádové oblasti na plochy s různými druhy využití půdy a hydrologickými skupinami, stanovení procentuální rozlohy ploch
- Pro každou kombinaci využití půdy a hydrologické skupiny určit CN
- Výsledné CN spočítat jako vážený průměr dle zastoupení ve spádové oblasti

Příklad:

10% les, hydr.sk B

CN₁ = ...

15% orná půda, hydr.sk. B

CN₂ = ...

55% orná půda, hydr.sk. C

CN₃ = ...

20% luční porost, hydr.sk C

CN₄ = ...

$$CN = 0,1CN_1 + 0,15CN_2 + 0,55CN_3 + 0,2CN_4$$

Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

- odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů
- výpočet objemu efektivní srážky metodou SCS – CN (CN křivky)

1) Výpočet maximální potenciální retence

$$A = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad [mm] \quad \text{kde CN ... průměrné číslo odtokové křivky území}$$

2) Výpočet efektivní srážkové výšky

$$H_e = \frac{(H - I_a)^2}{H - I_a + A} \quad [mm]; \quad \text{platí pro } H > I_a$$

kde H ... srážková výška [mm]

I_a ... počáteční ztráta intercepce a povrch. retencí
volíme hodnotu rovnou $I_a = 0,2 \cdot A$

3) Výpočet objemu efektivní srážky

výpočet z efektivní srážkové výšky a rozlohy sběrné oblasti



Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Vsakovací průlehy se navrhují tak, aby ve svém akumulacním prostoru dokázaly zachytit celý objem odtoku z výše ležících pozemků při návrhové srážce.

Postup:

➤ volba umístění

- v maximální vzdálenosti L_p od začátku odtokové dráhy se zohledněním morfologie a charakteru pozemků vzniklých zbudováním průlehu
- **výpočet L_p**
 - > podle maximální nevymílací rychlosti nebo tečného napětí (E.Dýrová)
 - > stanovení matematickými modely (např. SMODERP) – stále častější
 - > **orientačně podle USLE (přípustné hodnoty L faktoru)**

➤ hydrologické výpočty

- stanovení návrhové srážky > ČHMÚ
 - > **odvození z dostupných hydrologických údajů**
- výpočet objemu efektivní srážky > intenzitní metoda
 - > **SCS – CN (metoda CN křivek)**
 - > stanovení matematickými modely

➤ technický návrh

- stanovení rozměrů průlehu

Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

- odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů
- výpočet objemu efektivní srážky metodou SCS – CN (CN křivky)

Určení rozměrů průlehu

- **Určení potřebné plochy příčného profilu vsakovacího průlehu:**

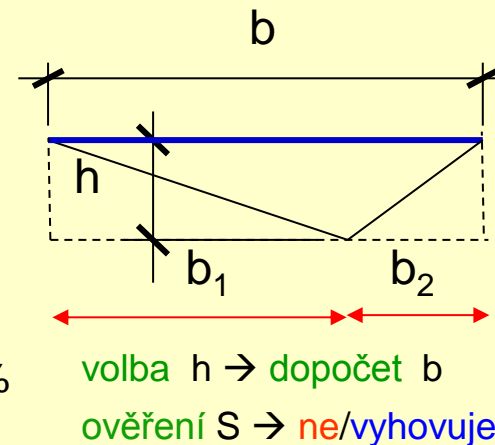
$$V_{\text{srážky}} = V_{\text{průlehu}} = S_{\text{př.profilu}} \cdot L_{\text{průlehu}}$$

$$S_{\text{př.profilu}} = V_{\text{srážky}} / L_{\text{průlehu}}$$

- **Určení rozměrů vsakovacího průlehu:**

Návrhové parametry :

Hloubka průlehu:	max. do 100 cm, min.hloubka 30 cm
Bezpečnostní převýšení:	0,15 – 0,20 m výsl. hloubku zaokrouhlovat na 10 cm
Šířka průlehu:	min. 3 m
Sklon svahů:	1 : 5 až 1 : 10
Sklon nivelety:	0 %, nebo do minimálního sklonu 0,5 %
Tvar příčného pf.	trojúhelník , lichoběžník, parabola



Sklon svahů volíme podle průměrného sklonu pozemku, ideálně vyvážit výkopy a násypy

Protierozní průlehy

- vsakovací průleh

Hydrologické výpočty

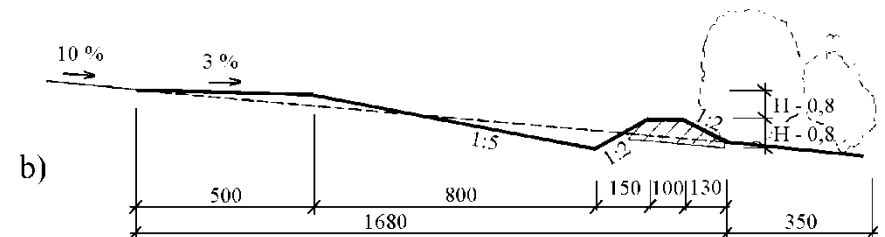
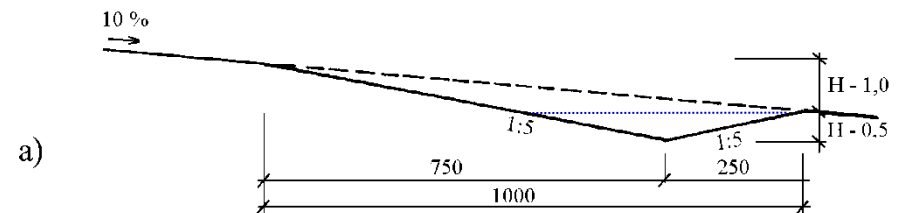
- odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů
- výpočet objemu efektivní srážky metodou SCS – CN (CN křivky)

Určení rozměrů průlehu

- Určení potřebné plochy příčného profilu vsakovacího průlehu:
- Určení rozměrů vsakovacího průlehu:
- **Jeden podrobný výkres příčného profilu:**

Pouze příklad!

- a) *Průleh bez ozelenění a násypu – co s odebraným materiálem?*
- b) *Nepřejezdný příkop s hrázkou a doprovodnou zelení*



Odváděcí TPEO



➤ **Sběrné odváděcí a svodné průlehy**

- mělký přejezdný příkop s nenulovým podélným sklonem, většinou zatravněné

➤ **Sběrné odváděcí a svodné protierozní příkopy**

- strmé břehy, nepřejezdné, nenulový podélný sklon, zatravněné nebo s opevněním

➤ **Zatravněné údolnice**

- v drahách přirozeného soustředování odtoku

Ve všech těchto prvcích TPEO dochází k proudění vody, navrhuje se na PRŮTOK, posuzuje se KAPACITA a STABILITA OPEVNĚNÍ.



Technický princip návrhu odváděcích prvků

Postup:

➤ volba umístění ✓

- **sběrné odváděcí průlehy** v maximální vzdálenosti L_p od začátku odtokové dráhy se zohledněním morfologie a charakteru pozemků vzniklých zbudováním průlehu
- **výpočet L_p**
 - > podle maximální nevymílací rychlosti nebo tečného napětí (E.Dýrová)
 - > stanovení matematickými modely (např. SMODERP) – stále častější
 - > **orientačně podle USLE (přípustné hodnoty L faktoru)**
- **svodné průlehy a příkopy** tvoří bariéru mezi pozemky – umístění podél cest, nad zástavbou, podél okrajů bloků orné půdy, směrové vedení podle morfologie terénu, možností zaústění do recipientu...
- **údolnice** ve svých přirozených drahách

➤ hydrologické výpočty

- stanovení návrhové srážky > ČHMÚ
 - > **odvození z dostupných hydrologických údajů** ✓
- stanovení návrhového průtoku > **intenzitní metoda**
 - > jednotkový hydrogram
 - > stanovení matematickými modely

➤ technický návrh

- stanovení rozměrů průlehu
- posouzení stability opevnění



Technický princip návrhu odváděcích prvků

Hydrologické výpočty

- **odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů**
 - doba opakování - pro potřeby cvičení volíme **$N = 5$ let**
 - doba trvání - pro potřeby cvičení volíme **$t = 30$ min**
 - srážkový úhrn - přepočet srážkového úhrnu **metodou redukce dle doby trvání**
- **stanovení návrhového průtoku intenzitní metodou**
 - metoda pro stanovení odtoku z velmi malých území
 - neuvažuje se retardace odtoku vlivem retence
 - odtok z přívalových srážek s vysokou intenzitou, neuvažuje se proměnlivost srážky v čase
 - předpoklad dosažení kulminace ještě v průběhu deště
 - spočívá v redukci srážkové intenzity **odtokovým součinitelem**

$$Q = \varphi \cdot i_N \cdot P$$

, kde Q ... N -letý návrhový průtok (m^3s^{-1})

φ ...odtokový součinitel (-)

i_N ...náhradní intenzita návrhové srážky (ms^{-1})

získána vztahem úhrnu návrhové srážky na dobu trvání

P ...plocha povodí (m^2)



Technický princip návrhu odváděcích prvků

Hydrologické výpočty

- odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů
- **stanovení návrhového průtoku intenzitní metodou**
 - spočívá v redukci srážkové intenzity **odtokovým součinitelem**

$$Q = \varphi \cdot i_N \cdot P$$

, kde Q ... N -letý návrhový průtok (m^3s^{-1})
 φ ...odtokový součinitel (-)
 i_N ...náhradní intenzita návrhové srážky (ms^{-1})
získána vztahem úhrnu návrhové srážky ($H_{t,N}$) na dobu trvání (30 min) – převedení úhrnu srážky v mm na m/s
 P ...plocha povodí (m^2)

- odtokový součinitel podle různých autorů, např. dle O.Härtela:

$$\varphi = o_1 \cdot o_2 \cdot o_3 \cdot o_4$$

, kde o_1 ...součinitel vlivu délky údolí zasaženého deštěm
 o_2 ...součinitel vlivu zalesnění
 o_3 ...součinitel sklonitosti území
 o_4 ...součinitel vlivu propustnosti půdy



Technický princip návrhu odváděcích prvků

Hydrologické výpočty

- odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů
- **stanovení návrhového průtoku intenzitní metodou**
 - spočívá v redukci srážkové intenzity **odtokovým součinitelem**
 - odtokový součinitel podle různých autorů, např. dle O.Härtela

o_1 - pro elementární odtokové plochy uvažujeme hodnotu 1,0

Stupeň zalesnění spádové plochy	100%	75%	50%	25%	0%
o_2	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Průměrný sklon odtokové dráhy	5%	10%	20%	30%
o_3	0,40	0,57	0,80	1,0

o_4 - součinitel vlivu propustnosti půdy např dle M.Čermáka:

Typ půdy z hlediska propustnosti	o_4
Velmi propustná (pískovce vnějšího flyše, hnědé půdy, zadrnované písky a štěrky, černozem s pískem)	0,45
Propustná (písky, písčité slínovce, vápnité černozemě, hnědé hlinitopísčité půdy)	0,65
Méně propustná (písky, písčité větrající horniny, písky a štěrky teras, váté písky, šedé lesní půdy, hlinité šedé půdy)	0,80
Nepropustná (rašeliny, slatiny, horské louky, horniny, krystalické jíly a spraše, zbahnělá půda a močály)	0,95

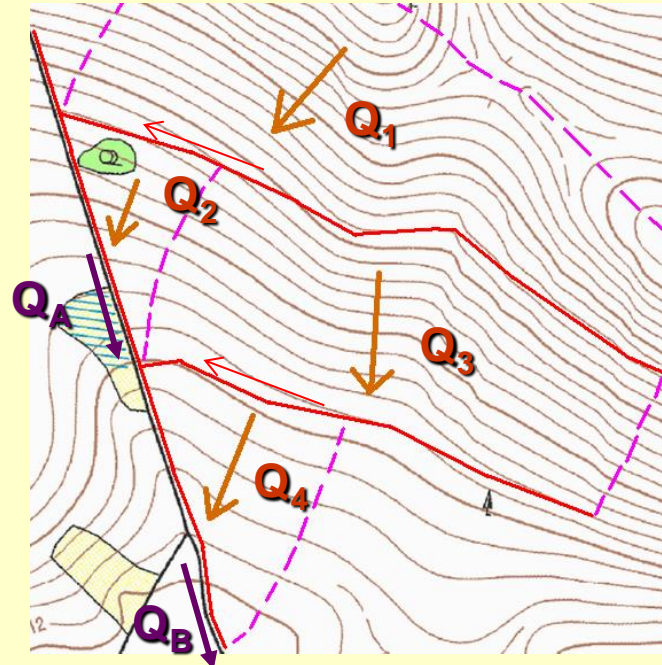
Technický princip návrhu odváděcích prvků

Hydrologické výpočty

- odvození návrhové srážky z dostupných hydrologických údajů
- **stanovení návrhového průtoku intenzitní metodou**
 - spočívá v redukci srážkové intenzity **odtokovým součinitelem**
 - odtokový součinitel podle různých autorů, např. dle O.Härtela
 - v případě sítě sběrných a svodných prvků se **NEUVAŽUJE** časový posun kulminací z jednotlivých větví, výsledný návrhový průtok se určí jako **PROSTÝ SOUČET** návrhových průtoků ze všech úseků sítě

$$Q_A = Q_1 + Q_2$$

$$Q_B = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$



Technický princip návrhu odváděcích prvků

Dimenzování odváděcích prvků

Výpočet kapacity - Manningova rovnice: $Q = S \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

hydraulická drsnost průlehu / příkopu / údolnice?

- zemní koryta nebo technické opevnění – hydraulické tabulky
- zatravněné vodní cesty – problematické určení, proměnná hodnota

- Pro jeden druh travního porostu vysoce proměnlivá hodnota v závislosti na hloubce vody, tvaru a sklonu kanálu.
- Nalezena závislost na parametru, definovanému jako součin střední průřezové rychlosti a hydraulického poloměru. Ten je charakteristický pro daný druh vegetace
- Zaveden stupeň odporu vegetace RETARDANCE, jednotlivé druhy travních porostů zatříděny do tříd A-E
- Zpracovány nomogramy pro grafické řešení rovnic s proměnnou drsností



Technický princip návrhu odváděcích prvků

Dimenzování zatravněných odváděcích prvků – postup podle SCS

Výběr druhu vegetačního opevnění

V podmínkách ČR se doporučuje použití druhů trav:

- kostřava luční, **kostřava červená výběžkatá**, kostřava červená trsnatá,
- jílěk vytrvalý, **lipnice luční**, psineček luční

sudá zadání
lichá zadání

- nalézt latinský ekvivalent názvu
- podle latinského nalézt anglický název
- podle tabulky určit retardanci

Retardance	Cover	Condition	Height (m)
A	Reed canary	Excellent stand, tall	0.9
	Yellow bluestem <i>Ischaemum</i>		
	Smooth brome	Good stand, mowed	0.3–0.4
	Bermuda	Good stand, tall	0.3
	Native grass mixture	Good stand, unmowed	
B	Tall fescue	Good stand, unmowed	0.5
	<i>Lespedeza sericea</i>	Good stand, not woody, tall	0.5
	Grass–legume mixture	Good stand, uncut	0.5
	Reed canary	Good stand, mowed	0.3–0.4
	Tall fescue with bird's foot trefoil or ladino	Good stand, uncut	0.5
C	Blue grama	Good stand, uncut	0.3
	Bahia	Good stand, uncut	0.2
	Bermuda	Good stand, mowed	0.15
	Redtop	Good stand, headed	0.4–0.5
	Grass–legume mix—summer	Good stand, uncut	0.2
D	Centipede grass	Very dense cover	0.15
	Kentucky bluegrass	Good stand, headed	0.2–0.3
	Bermuda	Good stand, cut	0.1
	Red fescue	Good stand, headed	0.3–0.5
	Buffalo grass	Good stand, uncut	0.1–0.2
E	Grass–legume mixture—fall	Good stand, uncut	0.2
	<i>Lespedeza sericea</i>	After cutting	0.1
	Bermuda grass	Good stand	0.1
	Burned stubble		

Source: SCS (1975).

Technický princip návrhu odváděcích prvků

Dimenzování zatravněných odváděcích prvků – postup podle SCS

Určení přípustné návrhové rychlosti proudění

- podle druhu travního pokryvu, sklonu odváděcího prvku a erodovatelnosti půdy určit max. přípustnou rychlost
- uvažovat snadno erodovatelné půdy
- sběrné průlehy max sklon 3 %, tedy z hlediska sklonu vyhoví. V případě údolnic s větším sklonem než 5 % použít odolnější travinu. Při sklonu nad 10 % opevnění

Cover	Slope Range ^a (%)	Permissible Velocity (m/s) ^b	
		Erosion-Resistant Soils	Easily Eroded Soils
Bermuda grass	0–5	2.4	1.8
	5–10	2.1	1.5
	>10	1.8	1.2
Bahia	0–5	2.1	1.5
Buffalo grass			
Kentucky bluegrass			
Smooth brome	5–10	1.8	1.2
Blue grama	>10	1.5	0.9
Tall fescue	0–5	1.5	1.2
Grass mixtures			
Reed canary grass			
Lespedeza sericea	5–10	1.2	0.9
Weeping lovegrass	0–5 ^c	1.0	0.8
Yellow bluestem			
Redtop			
Alfalfa	0–5	1.0	0.8
Red fescue			
Common lespedeza ^d			
Sudan grass ^d	0–5	1.0	0.8

^aDo not use on slopes steeper than 10 percent except for vegetated side slopes in combination with a stone, concrete, or highly resistant vegetative center section.

^bUse velocities exceeding 1.5 m/s only where good covers and proper maintenance can be obtained.

^cDo not use on slopes steeper than 5 percent except for vegetated side slopes in combination with a stone, concrete, or highly resistant vegetative center section.

^dAnnuals—use on mild slopes or as temporary protection until permanent covers are established.

Source: SCS (1975).

Technický princip návrhu odváděcích prvků

Dimenzování zpevněných odváděcích prvků

Svodné příkopy nebo údolnice s vyšším sklonem než 10 %

V protierozní ochraně se jako pevné nebo polopevné opevnění volí nejčastěji pro příkopy prefabrikované žlabovky (a na ně navazující polovegetační tvárnice) nebo štěrkový pohoz pro údolnice.

Hydraulický výpočet dle Manninga, maximální rychlosti proudění v závislosti na druhu opevnění:

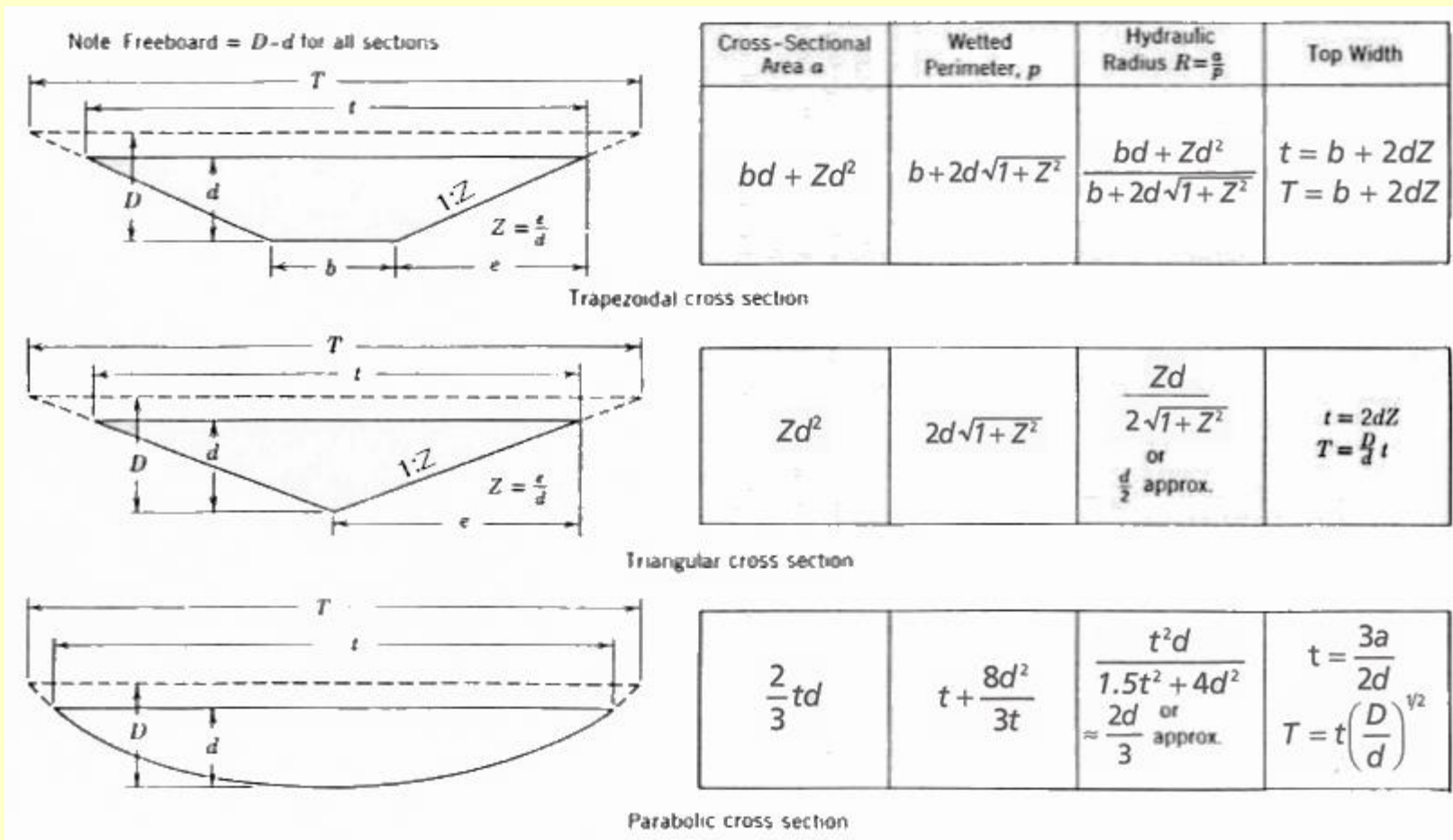
Opevnění	Nevymílací rychlost v_{vs} (ms^{-1}) při hloubce (m)		
	0,4	1,0	2,0
Zapojený travní porost	1,0	1,5	
Pohozy a záhozy	Výpočtem dle velikosti zrna použitého materiálu. Př.průměrných hodnot: Střední štěrk 25 - 40 mm $v_{vs} = (1,5 / 1,85 / 2,1) \text{ m.s}^{-1}$ Hrubý štěrk 75 - 100 mm $v_{vs} = (2,45 / 2,8 / 3,2) \text{ m.s}^{-1}$		
Polovegetační tvárnice s dobře zakořeněnou travou	3,2		
Betonová dlažba na sucho do štěrkopískového lože 10 cm, vylité spáry cem. maltou	2,5	3,0	3,25
Betonová dlažba do betonu, vylité spáry cem. maltou	3,5	4,0	4,5
Dlažba na cementovou maltu	3,5	4,5	
Beton	10,0	12,0	

Hodnoty Manningova drsnostního součinitele n pro otevřená koryta a trubní profily

Druh koryta a jeho popis	n		
	min.	stř.	max.
B. Otevřené profily s částečně nebo zcela umělým povrchem			
II. Nekovové materiály			
5. Štěrkové dno se stěnami			
a) z betonu	0,015	0,019	0,025
b) ze smíšeného kamene do betonu	0,020	0,023	0,026
c) z lomového kamene na sucho, nebo s pohozem	0,023	0,033	0,036
6. cihly do cementové malty	0,012	0,015	0,018
7. Kamenné opevnění			
a) dlažby s vylitím spar cementovopu maltou	0,017	0,025	0,030
b) dlažby na sucho	0,023	0,032	0,035
9. Vegetační opevnění	0,030		0,500
C. Koryta vyhloubená dozery a bagry			
1. Příčné zemní kanály, stejnozrný materiál			
a) čisté, nedávno dokončené, pravidelný profil	0,016	0,018	0,020
b) štěrkové koryto s pravidelným profilem	0,022	0,025	0,030
c) zarostlé krátkou travou, málo plevelů	0,022	0,027	0,033
2. Zemní kanály křivočaré s malými rychlostmi			
a) bez vegetace	0,023	0,025	0,030
b) s travou a s menším množstvím plevelů	0,025	0,030	0,033
c) hlinité dno a štěrkové svahy	0,028	0,030	0,035
d) kamenité dno a zaplevelené břehy	0,025	0,035	0,040
e) na dně valouny, čisté břehy	0,030	0,040	0,050
3. Kanály ve skalních horninách	0,025	0,035	0,050
4. Kanály při nedostatečné technické údržbě, plevelné trávy a křoviny			
a) hustý plevel stejné výšky jako hloubka	0,050	0,080	0,120
b) čisté dno, na březích křoviny	0,040	0,050	0,080
c) husté křoviny, vysoký vodní stav	0,080	0,100	0,140

Technický princip návrhu odváděcích prvků

Určení rozměrů odváděcího prvku



Technický princip návrhu odváděcích prvků

PRŮLEHY

- **Použití:** záchytné prvky na pozemcích
- **Příčný řez:** trojúhelník, parabola, příp. lichoběžník
- **Sklon svahů:** 1 : 10 až 1 : 5 - přejezdné!
- **Opevnění:** většinou zatravněné, příp. štěrkový pohoz
- **Střední průtočná rychlost**
(pro zatravněné průměrně $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ nebo výpočtem dle odolnosti traviny, pro ostatní podle druhu zpevnění)
- **Max. hloubka:** 100 cm
- **Min. hloubka:** 30 cm
- **Min. šířka:** 300 cm
- **Bezp. převýšení:** 10 – 20 cm
- **Podélný sklon:** 0 - 3 %



Obec Rašovice
Realizace: 2008

Technický princip návrhu odváděcích prvků

PŘÍKOPY

- **Použití:** svodné prvky
- **Příčný řez:** lichoběžník nebo trojúhelník
- **Sklon svahů:** 1 : 1,5 až 1: 2
- **Min. hloubka:** 40 cm
- **Max. hloubka:** 100 cm
- **Max. délka:** 800 m

- **Opevnění:** v závislosti na podélném sklonu:
 - zatravnění: 0 – 3 % (možno provést jako průleh)
 - žlabovky, polovegetační tvárnice: 2 – 5 %
 - pevné opevnění: sklony kolem 10 %, druh dle výpočtu v závislosti na drsnosti opevnění a rychlosti proudění



Obec Hořany
Realizace: 2006

Technický princip návrhu odváděcích prvků

ÚDOLNICE

- **Použití:** zatravněné dráhy soustředěného odtoku
Platí stejné zásady, jako pro průlehy
- **Příčný řez:** trojúhelník, parabola, lichoběžník
podle výpočtu kapacity, snaha minimalizovat zásahy. V případě potřeby (vysoký průtok, sklon, rychlosti) možný složený průřez s opevněním „kynety“
- **Sklon:** nejvýše 1: 4 kvůli přejezdnosti a údržbě
- **Podélný sklon:** dle sklonu terénu, neupravuje se!
- **Opevnění:** podle podélného sklonu,
do 10 % postačí pouze vegetační opevnění,
nad 10 % nutná další stabilizace - pohoz





Požadované výstupy

- V situaci návrh systému opatření – pokračování; použity prvky: ochranné zatravnění, průlehy, příkopy, případně doplněny polní cesty
- Jeden kompletně navržený sběrný vsakovací průleh (výpočty, výkres)
- Alespoň jeden kompletně navržený sběrný odváděcí průleh s vegetačním opevněním (výpočty, výkres) a svodný příkop s navrženým opevněním
- Návrh jedné zatravněné údolnice
- Průběžně souhrnná zpráva
- Na 6. cvičení – krátká prezentace výsledků (3-5 min – rozbor území, ohroženost pozemků, návrh PEO)



Důležité informace

- Příští (6.) cvičení se koná **16.12.2015**
- Termín pro odevzdání projektů je **22.1.2016**
- Pro předtermín je nutné získat zápočet do týdne od zkoušky
- Požadavky pro odevzdání na webu

- Konzultace:
 - Po 9:00-10:00, St 15:30-17:00 **do 9.12.**
 - mail – posílat výpočty v Excelu
 - od 9.12. omezeně mail, případně 21.12.

● ● ● | Děkuji vám za pozornost

Vedoucí cvičení

Markéta VLÁČILOVÁ, Ing.

místnost B606

marketa.vlacilova@fsv.cvut.cz

Konzultační hodiny:

Po 9:00-10:00, St 15:30-17:00 (sudý týden)

