

**Technické doporučení  
pro tlumení energie vody na výtoku  
z propustků lesních cest  
včetně typových dokumentací  
TD3  
verze 2**

doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc.<sup>1</sup>

Ing. Martin Duchan<sup>1</sup>

Ing. Alena Tichá<sup>1</sup>

Praha 2024

**Adresa pracoviště autorů:**

<sup>1</sup> Česká zemědělská univerzita v Praze,  
Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra lesnických technologií a staveb,  
Kamýcká 129, 165 00 Praha - Suchdol

**Adresa vedoucího autorského kolektivu:**

doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc.

e-mail: [zlatuska@fld.czu.cz](mailto:zlatuska@fld.czu.cz)

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská,  
Katedra lesnických technologií a staveb, Kamýcká 129, 165 00 Praha - Suchdol

## Obsah

Abstrakt.....	6
Cíle.....	7
Vlastní popis metodiky .....	8
Dopadiště (vývar) pod trubním propustkem.....	8
Spadiště pod trubním propustkem .....	8
Rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště pod trubním propustkem .....	8
Vějířové (rozšiřující se) spadiště pod trubním propustkem .....	12
Spadiště v cestním příkopu pod hospodářským propustkem .....	15
Dopadiště (vývar) v cestním příkopu pod hospodářským propustkem.....	16
Srovnání „novosti postupů“ .....	17
Současný stav navrhování a realizace trubních propustků na lesních cestách v ČR.....	17
Legislativa a technické normy .....	17
Metody stanovení přítoku vody do trubních propustků .....	19
Metody hydraulického dimenzování trubních propustků .....	21
Hydrotechnické výpočty trubních propustků se vtokovou jámkou .....	24
Metody hydraulického dimenzování technické konstrukce pro tlumení energie vody pod trubními propustky .....	25
Doporučení pro návrh trubních propustků v zahraničí.....	31
Výsledky výzkumného projektu vztahujícího se k tlumení energie pod trubními propustky na lesních cestách.....	31
Úprava metod / hodnot stanovení přítoku vody do trubních propustků.....	31
Úprava metod hydraulického dimenzování trubních propustků .....	32
Úprava metod hydraulického dimenzování technických konstrukcí pro tlumení energie vody pod trubními a hospodářskými propustky .....	33
Souhrn .....	35
Popis uplatnění metodiky .....	36
Ekonomické aspekty .....	36
Seznam použité související literatury .....	37
Seznam publikací, které předcházely metodice.....	40
Jména oponentů a názvy jejich organizací .....	40
Dedikace .....	40
Přílohy .....	41
Příloha I. – Definice pojmů použitých v metodice .....	41
Příloha II. - Seznam symbolů a zkratk.....	42
Příloha III. - Seznam tabulek .....	44

Příloha IV. - Seznam obrázků.....	44
Přílohy V. - Schémata doporučených variant .....	45
Příloha V.1 – Schéma trubního propustku s dopadištěm (vývarem) a s přímým vtokem do potrubí z cestního příkopu.....	45
Příloha V.2 – Schéma trubního propustku s dopadištěm (vývarem) a se vtokovou jámkou .....	46
Příloha V.3 – Schéma trubního propustku s rovnoběžným (nerozšiřujícím se) spadištěm a s přímým vtokem do potrubí z cestního příkopu.....	47
Příloha V.4 – Schéma trubního propustku s rovnoběžným (nerozšiřujícím se) spadištěm a se vtokovou jámkou .....	48
Příloha V.5 – Schéma trubního propustku s vějířovým (rozšiřujícím se) spadištěm a s přímým vtokem do potrubí z cestního příkopu.....	49
Příloha V.6 – Schéma trubního propustku s vějířovým (rozšiřujícím se) spadištěm a se vtokovou jámkou .....	50
Příloha V.7 – Schéma hospodářského propustku se spadištěm.....	51
Příloha VI. - Minimální délky spadišť pod trubními a hospodářskými propustky pro některé kombinace světlosti, délky a sklonu potrubí a sklonu a tvaru spadiště .....	52
Příloha VI.1 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 7,5 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	53
Příloha VI.2 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 10,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	54
Příloha VI.3 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 15,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	55
Příloha VI.4 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 600, pro délku potrubí 7,5 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	56
Příloha VI.5 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 600, pro délku potrubí 10,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	57
Příloha VI.6 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 600, pro délku potrubí 15,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	58
Příloha VI.7 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 800, pro délku potrubí 7,5 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	59
Příloha VI.8 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 800, pro délku potrubí 10,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	59
Příloha VI.9 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 800, pro délku potrubí 15,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	60
Příloha VI.10 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 1000, pro délku potrubí 7,5 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	60
Příloha VI.11 – Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 1000, pro délku potrubí 10,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	61
Příloha VI.12 - Minimální délka spadiště $L$ pod trubním propustkem DN 1000, pro délku potrubí 15,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště .....	61

Příloha VI.13 - Minimální délka spadiště $L$ a šířka spadiště $š$ pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 7,5 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště .....	62
Příloha VI.14 - Minimální délka spadiště $L$ a šířka spadiště $š$ pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 10,0 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště .....	63
Příloha VI.15 - Minimální délka spadiště $L$ a šířka spadiště $š$ pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 15,0 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště .....	64
Příloha VI.16 - Minimální délka spadiště $L$ a šířka spadiště $š$ pod trubním propustkem DN 550, pro délku potrubí 7,5 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště .....	65
Příloha VI.17 - Minimální délka spadiště $L$ a šířka spadiště $š$ pod trubním propustkem DN 550, pro délku potrubí 10,0 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště .....	66
Příloha VI.18 - Minimální délka spadiště $L$ a šířka spadiště $š$ pod trubním propustkem DN 550, pro délku potrubí 15,0 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště .....	67
Příloha VII. – Hodnoty Manningova drsnostního součinitele $n$ použité pro dimenzování propustků a navazujících koryt.....	68
Příloha VIII. - Hodnoty nevymílajících rychlostí $v_{krit.}$ použité pro dimenzování propustků a navazujících koryt.....	70
Příloha IX. - Hodnoty kritických tečných napětí $\tau_{krit.}$ použité pro dimenzování propustků a navazujících koryt.....	70
Příloha X. – Fotodokumentace.....	71
Příloha XI. - Typové dokumentace .....	75
Příloha XI.1 - Trubní propustek se ŽB potrubím a s dopadištěm (vývarem) .....	75
Příloha XI.2 - Trubní propustek s ocelovým potrubím a s rovnoběžným (nerozšiřujícím se) spadištěm .....	75
Příloha XI.3 - Trubní propustek s plastovým potrubím a s vějířovým (rozšiřujícím se) spadištěm .....	75
Příloha XI.4 – Hospodářský propustek s plastovým potrubím a spadištěm v cestním příkopu.....	75

## **Abstrakt**

Předkládaná metodika je zaměřena na úsek koryta nebo příkopu těsně pod trubním propustkem na lesní cestě, který slouží, resp. by měl sloužit k tlumení energie vody ovlivněné průtokem potrubím. Návrh je především zaměřen na trubní propustky na občasných vodotečích a odvodnění lesních cest, zejména na cestních příkopech. Vlastní návrh propustku neřeší, ale analyzuje a popisuje nejčastější typy s ohledem na použitý materiál, světlost, délku a podélný sklon. Při řešení se vycházelo z hydraulického spolupůsobení potrubí trubního propustku a spadiště nebo dopadiště, protože jejich existence a funkčnost rozhoduje o erozním poškození lesních pozemků a koryt příkopů pod trubním propustkem, o zpomalení rychlosti proudění vody a často i o statické stabilitě výtokového čela trubního propustku. Bylo konstatováno, že dopadiště (vývar) pod trubními propustky na lesních cestách je méně časté a že lze pro jeho dimenzování použít metody používané v silničním stavitelství. Naopak metody dimenzování spadišť pod trubními propustky na lesních cestách nejsou dostatečně rozpracované, proto se stěžejní část předkládané metodiky soustředila na rovnoběžná spadiště, na která navazují koryta nebo příkopy, a na vějířová spadiště, které umožňují přeliv soustředěného odtoku přímo na lesní půdu. Dále bylo konstatováno, že délky spadišť doporučené v ČSN 73 6108 (2018) jsou ve většině případů nedostatečné.

## Cíle

Jedním z objektů na lesních cestách jsou propustky. Počet dalších objektů na lesních cestách, tj. mostů, brodů a opěrných či zárubních zdí zdaleka nedosahuje takového množství. S převahou nejčastější propustky na lesních cestách jsou budovány z trub kruhového průřezu z betonu nebo železobetonu; nazývají se trubními propustky.

Pravděpodobně z důvodu časté, obvyklé konstrukce, z důvodu jednoduché výstavby a oprav a z důvodu bezproblémové funkce není na jejich návrh a dimenzování kladen takový důraz. Zcela výjimečně se v průběhu technické životnosti lesní cesty a objektů na nich stává, že jsou překročeny návrhové hodnoty trubních propustků a že dojde k poškození nebo zničení konstrukce včetně zemního tělesa lesní cesty v bezprostředním okolí. O to bývají závažnější následky: neprůjezdnost lesní cesty se všemi důsledky na produkční i mimoprodukční funkce lesa. Při posuzování příčin se téměř vždy zjistí, že kapacita propustku byla omezena sedimenty v troubách. Příčinou je tedy nedostatečná údržba stavby.

Bohužel se při budování většiny trubních propustků na lesních cestách zapomíná na spadišť či dopadiště pod výtakovým čelem. Toto „opomenutí“ má podobné následky jako poddimenzování nebo zanesení potrubí propusti. Navíc dochází k rozvoji eroze na lesní půdě; tvoří se erozní rýhy a strže doprovázené nátržemi a sesuvy. ČSN 73 6108 (2018) požaduje, aby trubní propustky byly doplněny spadištěm a určuje jeho minimální (paušální) délku bez ohledu na průměr, délku, sklon a materiál trub propustku. V této souvislosti je třeba upozornit, že české technické normy (až na výjimky) mají doporučující charakter a že ČSN 736 6108 (2018) je podle vyhlášky č. 146/2024 Sb. závazná pouze ve věci směrových a výškových poměrů trasy lesní cesty (pro zajištění stejnoměrné, plynulé a bezpečné jízdy návrhovou rychlostí) a dále ve věci podrobných technických požadavků výslovně uvedených v části 1 přílohy č. 9 k uvedené vyhlášce.

V souvislosti s řešením výzkumného úkolu NAZV QK22020146 Technická doporučení pro hospodaření s vodou v rámci lesní dopravní sítě byla zpracována i tato metodika Technické doporučení pro tlumení energie vody na výtoku z propustků lesních cest včetně typových dokumentací (dále jen „TD3“), které nejen upozorňuje, ale také navrhuje řešení spadišť / dopadišť pod trubními propustky v nejčastějších alternativách. Okrajově se TD3 zabývá také řešením tohoto problému u hospodářských propustků. V rámci řešení výše uvedeného výzkumného úkolu byla cílem analýza celého procesu navrhování / dimenzování trubních propustků tak, aby bylo možno stanovit parametry proudění a požadavky na tlumení energie vody pod trubními propustky na ostatních trasách pro lesní dopravu.

Předkládané technické doporučení si klade za cíl upřesnit navrhování nejčastějších propustků na lesních cestách – trubních propustků včetně spadiště z kamenné rovnániny nebo kamenného záhozu bez urovnání líce; s ohledem na kombinace světlé šířky a délky potrubí a sklonů potrubí a spadiště a tvaru spadiště.

S ohledem na tento cíl a na zkušenosti některých řešitelů – autorizovaných inženýrů ČKAIT v oboru Stavby pro plnění funkcí lesa – byla zvolena také forma doporučení – grafy a tabulky pro jednotlivé varianty. Základním kritériem, podle kterých se volila forma doporučení, byla použitelnost při lesním hospodaření, při navrhování lesních cest a při respektování nepoužívanějších variant; jedná se o náhradu požadovaného hydrotechnického výpočtu podle ČSN 73 6108 (2018). Pro výpočet minimální délky spadiště pro jiné varianty a pro výpočet dopadiště dle individuálního návrhu projektanta je v metodice uveden postup a tabulky s nejdůležitějšími hodnotami koeficientů (např. koeficientu drsnosti  $n$  dle Manninga).

Používání tohoto technického doporučení vyžaduje jednak znalosti navrhování lesních cest podle ČSN 73 6108 (2018), jednak základní znalosti hydrauliky koryt bystrin a trubních propustků.

## Vlastní popis metodiky

Energii proudu vody pod trubním propustkem lze tlumit dopadištěm (vývarem) s využitím efektu tzv. vodního skoku. Dopadiště pod trubními propustky lesních cest – schémata v Přílohách V.1 a V.2 a typové řešení v Příloze XI.1 - nejsou příliš častá. Mnohem častěji se používají spadiště nebo jen koryta se zvýšenou drsností - viz dále. Na spadiště a koryta navazují zemní nebo opevněná koryta občasných vodotečí, příkopů nebo kanálů. V takovém případě se použije rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště – schémata v Přílohách V.3 a V.4 a typové řešení v Příloze XI.2 - a přechod na profil navazujícího koryta se provádí až pod spadištěm. Způsob opevnění navazujícího koryta musí vycházet z hodnot rychlosti proudění vody  $v$  na konci spadiště; tyto hodnoty spolu s délkou spadiště  $L$  jsou uvedeny v tabulkách v Přílohách VI.1 až VI.12.

Další možností je převedení soustředěného odtoku na mělký povrchový odtok po lesní půdě. Pro tento způsob lze využít vějířová (rozšiřující se) spadiště – schémata v Přílohách V.5 a V.6 a typové řešení v Příloze XI.3. Podmínkou použití je přesné stanovení kritické (nevymílající) rychlosti  $v_k$  mělkého plošného odtoku vody po lesní půdě. Pro vějířová spadiště doporučená v této metodice byla zvolena kritická (nevymílající) rychlost  $v_k = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  – travní zapojený porost (Příloha VIII.). V tabulkách v Přílohách VI.13 až VI.18 se uvádějí hodnoty délky spadiště  $L$  a největší šířky spadiště  $\bar{s}$  v místě přelivu na lesní půdu.

### Dopadiště (vývar) pod trubním propustkem

Schéma je uvedeno v Příloze V.1, resp. v Příloze V.2.

Typový výkres je Přílohou XI.1 – Trubní propustek se ŽB potrubím a s dopadištěm (vývarem). Návrh a dimenzování dopadiště (vývar) pod trubními propustky na lesních cestách lze všeobecně používanými metodami, které jsou popsány níže. Tato metodika se jimi podrobněji nezabývá.

### Spadiště pod trubním propustkem

#### Rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště pod trubním propustkem

Schéma je uvedeno v Příloze V.3, resp. v Příloze V.4.

Pro rovnoběžná spadiště pod trubními propustky DN510 při volném proudění v potrubí a při použití rovnaniny z lomového kamene o hmotnosti jednotlivých kamenů:

- od 80 do 200 kg ve spadišti:
  - do sklonu spadiště 5,0 % se doporučuje délka spadiště od 3,5 m do 10,7 m podle délky a sklonu potrubí a sklonu spadiště;
  - od 6,0 % do 10,0 % je konstantní a mění se pouze podle délky a sklonu potrubí trubního propustku od 5,8 m do 10,2 m;
- od 200 do 500 kg ve spadišti:
  - do 5,0 % - délka spadiště od 3,3 do 5,9 m;
  - od 6,0 % do 10,0 % - délka spadiště od 4,9 m do 8,8 m;
- nad 500 kg ve spadišti:
  - do 5,0 % se použití této velikosti kamene neuvažuje;
  - od 6,0 % do 10,0 % - délka spadiště od 4,6 m do 8,2 m.





Obrázek 3. Orientační rozsah délky rovnoběžného spadiště pro trubní propustky DN 800 mm

Světlost potrubí	Sklon pod TP (%)	Délka potrubí (m)	Délka rovnoběžného (nerozšiřujícího se) spadiště (m)																												
			MAT																												
			3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
DN800	2.0 % až 3.5 %	7.5	0.2																												
			0.5																												
			0.5+																												
		10.0	0.2																												
			0.5																												
			0.5+																												
	15.0	0.2																													
		0.5																													
		0.5+																													
	nad 4.0 %	7.5	0.2																												
			0.5																												
			0.5+																												
10.0		0.2																													
		0.5																													
		0.5+																													
15.0	0.2																														
	0.5																														
	0.5+																														

**Vysvětlivky MAT:**  
 0.2 – rovnanina z lomového kamene neupravovaného, tříděného, s urovnáním líce pro tlumení energie vody (vytvoření výstupků) a s vyklínováním spár úlomky kamene, hmotnosti jednotlivých kamenů od 80 kg do 200 kg –  $d_m = 0,45$  m (položka ÚRS 46321152)  
 0.5 – dtto od 200 kg do 500 kg –  $d_m = 0,60$  m (položka ÚRS 46321153)  
 0.5+ – dtto nad 500 kg –  $d_m = 0,75$  m (položka ÚRS 46321158)  
 $d_m$  – nejmenší délka hrany kamene použitého do rovnaniny (m)

Pro rovnoběžná spadiště pod trubními propustky DN1000 při volném proudění v potrubí a při použití rovnaniny z lomového kamene o hmotnosti jednotlivých kamenů:

- od 80 do 200 kg ve spadišti: *neposkytuje dostatečnou odolnost konstrukce*
- od 200 do 500 kg ve spadišti:
  - do sklonu 3,5 % se doporučuje délka spadiště od 6,5 m do 14,9 m podle délky a sklonu potrubí a sklonu spadiště;
  - od 4,0 % do 6,0 % je konstantní a mění se pouze podle délky a sklonu potrubí trubního propustku od 10,5 m do 14,4 m;
  - od 7,0 % do 10,0 % - *neposkytuje dostatečnou odolnost konstrukce*
- nad 500 kg ve spadišti:
  - do sklonu 3,5 % - délka spadiště od 6,2 do 13,8 m;
  - od 4,0 % do 8,0 % - délka spadiště od 9,6 m do 14,6 m.
  - od 9,0 % do 10,0 % - *neposkytuje dostatečnou odolnost konstrukce*



Technické doporučení pro tlumení energie vody na výtoku z propustků lesních cest včetně typových dokumentací – certifikovaná metodika TD3 – verze 2

- od 4,5 % do 5,0 % - délka spadiště od 3,4 m do 9,7 m;
- od 5,5 % *nelze zajistit efektivní a bezeškodný převod soustředěného odtoku na mělký plošný odtok po lesní půdě*;
- nad 500 kg ve spadišti:
  - do 4,0 % - délka spadiště od 2,9 do 6,8 m;
  - od 4,5 % do 5,0 % - délka spadiště od 3,2 m do 8,5 m;
  - od 5,5 % *nelze zajistit efektivní a bezeškodný převod soustředěného odtoku na mělký plošný odtok po lesní půdě*.

Orientační rozsah délky rovnoběžného spadiště pro trubní propustky DN 510 jsou uvedeny na obrázku 5. Podobné hodnoty jsou uvedeny v Příloze VI.13 až VI.15.

Obrázek 5. Orientační rozsah délky vějířového spadiště pro trubní propustky DN 510 mm

Světlost potrubí	Sklon pod TP (%)	Délka potrubí (m)	MAT	Délka vějířového (rozšiřujícího se) spadiště (m)																																															
				3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0																			
				<b>DN510</b>				<b>2.0 % až 4.0 %</b>				7.5			10.0			15.0			7.5			10.0			15.0																								
0.2			0.5									0.5+			0.2			0.5			0.5+			0.2			0.5			0.5+																					
0.2			0.5									0.5+			0.2			0.5			0.5+			0.2			0.5			0.5+																					
0.2			0.5									0.5+			0.2			0.5			0.5+			0.2			0.5			0.5+																					
0.2			0.5									0.5+			0.2			0.5			0.5+			0.2			0.5			0.5+																					
0.2			0.5									0.5+			0.2			0.5			0.5+			0.2			0.5			0.5+																					
<b>Vysvětlivky MAT:</b>								0.2 – rovnanina z lomového kamene neupravovaného, tříděného, s urovnáním líce pro tlumení energie vody (vytvoření výstupků) a s vyklínováním spár úlomky kamene, hmotnosti jednotlivých kamenů od 80 kg do 200 kg – $d_m = 0,45$ m (položka ÚRS 46321152)																																											
								0.5 – dtto od 200 kg do 500 kg – $d_m = 0,60$ m (položka ÚRS 46321153)																																											
								0.5+ – dtto nad 500 kg – $d_m = 0,75$ m (položka ÚRS 46321158)																																											
								$d_m$ – nejmenší délka hrany kamene použitého do rovnaniny (m)																																											

Největší šířka spadiště  $\bar{s}$  pro potrubí DN 510 bez ohledu na sklon a délku potrubí při volném proudění v potrubí:

- do sklonu spadiště 4,0 % se doporučuje největší šířka spadiště 2,2 až 2,5 m bez ohledu na hmotnost jednotlivých kamenů v rovnanině;
- od 4,5 % do 5,0 % - největší šířka spadiště od 2,3 m do 2,7 m při použití rovnaniny z lomového kamene o hmotnosti jednotlivých kamenů od 200 do 500 kg;
- resp. od 2,2 m do 2,5 m pro kameny nad 500 kg.

Pro další světlosti potrubí **DN**, které jsou obvyklé pro trubní propustky na lesních cestách – Tabulka 2, již nelze zajistit efektivní a bezeškodný převod soustředěného odtoku na mělký plošný odtok po lesní půdě. Spadiště by byla buď neúměrně dlouhá nebo by nebylo dosaženo kritické (nevymílající) rychlosti  $v_k$  na konci spadiště. Z tohoto důvodu bylo modelováno tlumení energie na troubě o světlosti **DN** = 550 mm, tj. o světlosti, kterou někteří dodavatelé nabízejí u ocelových a plastových trub.

Pro vějířová spadiště pod trubními propustky DN 550 při volném proudění v potrubí a při použití rovnaniny z lomového kamene o hmotnosti jednotlivých kamenů:

- od 80 do 200 kg ve spadišti:
  - do sklonu spadiště 3,5 % se doporučuje délka spadiště od 4,1 m do 9,6 m podle délky a sklonu potrubí a sklonu spadiště;
  - od 4,0 % *nelze zajistit efektivní a bezeškodný převod soustředěného odtoku na mělký plošný odtok po lesní půdě;*
- od 200 do 500 kg ve spadišti:
  - do 3,5 % - délka spadiště od 4,2 do 9,5 m;
  - od 4,0 % *nelze zajistit efektivní a bezeškodný převod soustředěného odtoku na mělký plošný odtok po lesní půdě;*
- nad 500 kg ve spadišti:
  - do 3,5 % - délka spadiště od 3,7 do 9,5 m;
  - od 4,0 % do 4,5 % - délka spadiště od 4,3 m do 9,9 m;
  - od 5,0 % *nelze zajistit efektivní a bezeškodný převod soustředěného odtoku na mělký plošný odtok po lesní půdě.*

Orientační rozsah délky rovnoběžného spadiště pro trubní propustky DN 550 jsou uvedeny na obrázku 6. Podobné hodnoty jsou uvedeny v Příloze VI.16 až VI.18.

Největší šířka spadiště **š** pro potrubí DN 550 bez ohledu na sklon a délku potrubí při volném proudění v potrubí:

- do sklonu spadiště 3,5 % se doporučuje největší šířka spadiště 2,7 m bez ohledu na hmotnost jednotlivých kamenů v rovnanině;
- od 4,0 % do 4,5 % - největší šířka spadiště od 2,7 m do 2,8 m při použití rovnaniny z lomového kamene o hmotnosti jednotlivých kamenů nad 500 kg.

Typový výkres je Přílohou XI.3 – Trubní propustek s plastovým potrubím a s vějířovým (rozšiřujícím se) potrubím.



hospodářských propustků délky nad 8,0 m je podle vyhlášky č. 104/1997 Sb. (a ČSN 73 6108) nutno použít větší světlost potrubí.

Při návrhu délky a materiálu opevnění spadiště v cestním příkopu pod hospodářskými propustky větších světlostí potrubí (od DN 510 mm) se doporučuje postupovat podle metod uvedených výše pro trubní propustky s rovnoběžným spadištěm.

V případě použití jiných kombinací světlosti, délky a sklonu potrubí a sklonu spadiště se doporučuje zvolit vyšší z uváděných hodnot délky spadiště nebo provést dimenzování podle postupu uvedeného v kapitolách **Metody hydraulického dimenzování trubních propustků** a **Metody dimenzování technické konstrukce pro tlumení energie vody pod trubními propustky**, které jsou uvedeny níže.

Typový výkres je Přílohou XI.4 – Hospodářský propustek s plastovým potrubím DN 400 mm a se spadištěm v cestním příkopu.

### **Dopadiště (vývar) v cestním příkopu pod hospodářským propustkem**

Tato kombinace konstrukcí se na lesních cestách neuvažuje; alternativně se doporučuje postupovat podle metod uvedených pro trubní propustky s dopadištěm (vývarem).

## Srovnání „novosti postupů“

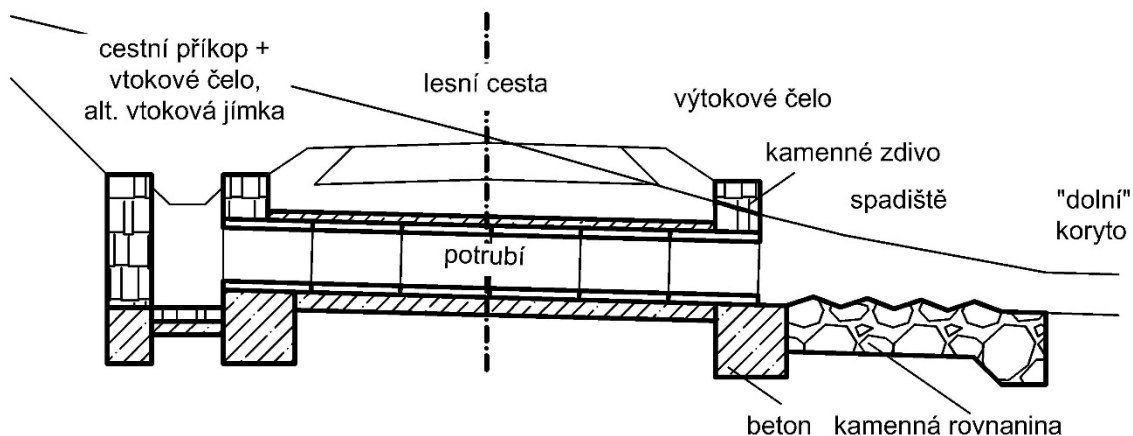
### Současný stav navrhování a realizace trubních propustků na lesních cestách v ČR

#### Legislativa a technické normy

Podle vyhlášky 104/1997 Sb. je propustek v tělese komunikace objektem převádějícím povrchové vody s libovolným tvarem průřezu a s kolmou světlostí otvoru do 2,00 m včetně. Rozměry otvorů propustků se stanoví hydrotechnickým výpočtem, přičemž nejmenší rozměr otvoru je 600 mm. Podrobnosti upravuje závazná ČSN 73 6201 (2008).

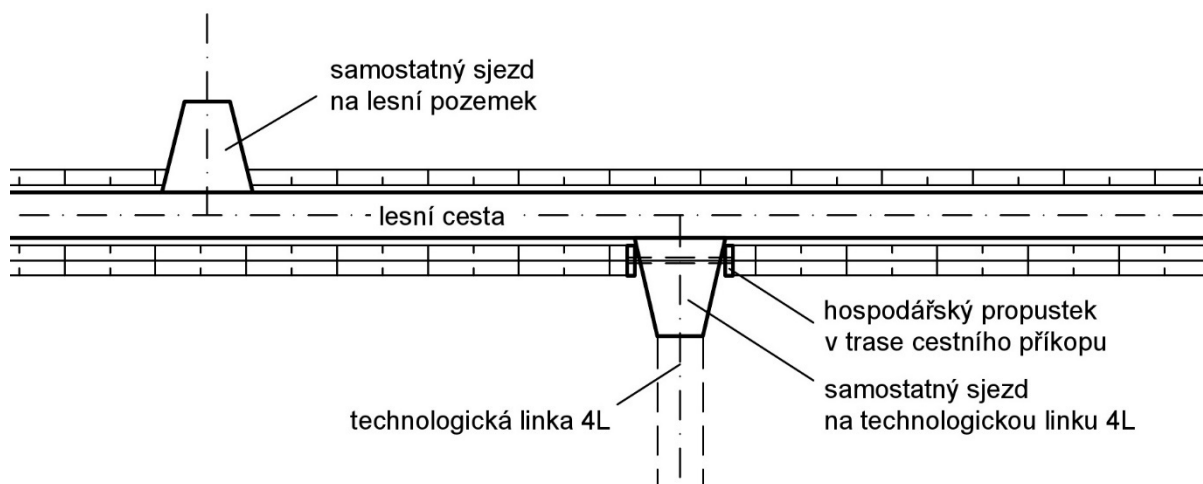
V případě lesních cest je propustkem podle vyhlášky č. 146/2024 Sb. stavební objekt s kolmou světlostí otvoru od 0,51 m do 2,00 m včetně, sloužící k převedení průtoku povrchových vod napříč tělesem lesní cesty a hospodářským propustkem je stavební objekt s kolmou světlostí otvoru od 0,40 m do 2,00 m včetně, sloužící k převedení průtoku povrchových vod pod připojením ostatních tras pro lesní dopravu nebo sousedních pozemků na lesní cestu. Podrobnosti pro propustky a hospodářské propustky na lesních cestách jsou uvedeny v ČSN 73 6108 (2018) a v metodice ZLATUŠKA et al. (2020).

Podle ČSN 73 6108 (2018) mají propustky vyhovovat stejně jako příkopy na návrhový průtok  $Q_N = Q_{20}$  podle ČSN 75 1400 (2014); v odůvodněných případech se navrhují na vyšší průtok. Hospodářské propustky (Obrázek 7) jsou stavební objekty převádějící soustředěný povrchový odtok v podélném odvodnění lesní cesty pod samostatnými sjezdy. Pro hospodářské propustky platí podle potřeby Tabulka 1.



Obrázek 7. Schéma trubního propustku na lesní cestě se spadištěm – autor: Jaroslav Tománek - upraveno

Technické doporučení pro tlumení energie vody na výtoku z propustků lesních cest včetně typových dokumentací – certifikovaná metodika TD3 – verze 2



Obrázek 8. Samostatný sjezd s hospodářským propustkem (dole) a bez hospodářského propustku (nahore) – autor: Jaroslav Tománek

Dočasné propustky se zřizují pouze na lesních svážnicích a na technologických linkách. Jejich stavebně technické provedení musí odpovídat účelu a dočasnosti tohoto objektu při zachování průtočnosti napojovaného odvodňovacího zařízení lesní cesty. Přednostně se používají přírodní materiály a výrobky s možností opakovaného použití, např. ocelové trouby. V odůvodněných případech (na sjezdech ze silnice) se místo propustku nebo hospodářského propustku navrhuje otevřený žlab s průběžnou mříží shodné světlosti (Tabulka 1).

Potrubí se navrhuje v závislosti na návrhových podmínkách z trub z různých materiálů, obvykle s kruhovým průřezem (Obrázek 2). Nejmenší světlosti a nejmenší a největší sklon propustku se stanovuje podle Tabulky 1.

Tabulka 1. Minimální světlosti propustku / hospodářského propustku podle ČSN 73 6108 (2018)

Délka propustku	Při sklonu	Minimální světlost
do 8,0 m	–	0,4 m <sup>a</sup>
6,0 m – 10,0 m	do 2 %	0,51 m
10,0 m – 15,0 m	nad 2 %	0,51 m
10,0 m – 30,0 m	do 2 %	0,8 m až 1,2 m
15,0 m – 30,0 m	nad 2 %	0,8 m až 1,2 m

VYSVĚTLIVKY:

<sup>a</sup> Platí pouze pro hospodářské propustky na samostatných sjezdech.

<sup>b</sup> Pro větší délky se navrhuje trouby s průměrem 0,8 m i tehdy, kdy hydrotechnický výpočet toto zvětšení průměru nevyžaduje.

Uložení a způsob přesypání, resp. obetonování a jeho provedení musí odpovídat použitému výrobku a technologickým pokynům výrobce.

Propustek může v odůvodněných případech zasahovat do podkladních vrstev vozovky.

S ohledem na bezpečnost dopravy se na sjezdech (připojení silnice a místní komunikace) navrhují šikmá (svahová) čela propustků tzn. kolmo na osu hlavní komunikace, a to nejlépe jako zemní bez jakéhokoli opevnění. Pro tyto účely je vhodné navrhovat propustky z tenkostěnných materiálů tzn. z trub ocelových (hladkých i vlnitých) nebo plastových, ale vždy s ohledem na požadovanou únosnost propustku.

S ohledem na zábor pozemku pro plnění funkcí lesa a na stabilitu lesní cesty se na lesních cestách obvykle navrhují svislá čela propustků. Šikmá (svahová) čela se navrhují v odůvodněných případech, vždy však s opevněním (pohozem, záhozem nebo rovnáninou z lomového kamene nebo jiným vhodným způsobem). Délka čela musí odpovídat sklonu svahu tělesa lesní cesty, průměru (šířce) potrubí a výšce nadnásypu, resp. vozovky nade dnem potrubí na líci čela.

Na propustek na lesní cestě by mělo navazovat dopadiště, tj. prostor, na který dopadá voda vytékající z propustku nebo hospodářského propustku a který slouží ke snížení rychlosti proudění vody (disipaci energie). V tomto případě se jedná o zjednodušené pojmenování. Z hydrologického hlediska s ohledem na možnost tvorby vodního skoku v tomto prostoru je vhodné rozlišovat, zda se bude jednat o dopadiště (obvykle o vývar - prohloubenou a opevněnou část dna pod příčným objektem, sloužící k vytvoření vzdutého vodního skoku a tím k tlumení energie přepadající vody) nebo o spadiště (drsné koryto bez prohloubené části dna). Podle ČSN 75 0146 (2000) je dopadiště prostor, na který dopadá voda přepadající přes přehrážku, a spadiště zpevněné dopadiště (Obrázek 7). Rozdíly jsou patrné ze schémat a popisů k nim, která jsou uvedena v Příloze V.

ČSN 73 6108 (2018) pro dopadiště (spadiště) mj. uvádí, že se má jednat o opevněné koryto se zvýšenou drsností (z kamenného záhozu nebo z kamenné rovnániny bez úpravy líce) pro tlumení energie proudu vody vytékající z propustku. Délka dopadiště (nebo spadiště) se zpravidla navrhuje v délce 3 m pod propustkem o světlosti do 600 mm, 6 m pod propustkem o světlosti do 800 mm a 10 m pod propustkem o světlosti do 1 000 mm; pod propustkem o světlosti větší než 1 000 mm se stanovuje hydraulickým výpočtem např. podle ČSN 75 2106-1 (2016). Opevněné koryto se stabilizuje příčným pasem ve dně (dřevěný pas, patka z lomového kamene na sucho apod.).

## Metody stanovení přítoku vody do trubních propustků

Stanovení průtoků trubních propustků, které odvodňují příkopy lesních cest bez trvalého průtoku, se provádí podle metodik lokalizovaných pro území ČR. Základní metodou je tzv. racionální metoda dle návrhového deště (metoda A podle ČSN 75 6101:2018) – rovnice 1. Tuto metodu uvádí také HORSKÝ, DVOŘÁK (2014), ZLATUŠKA et al. (2020), ZLATUŠKA et al. (2023) a další.

$$Q_{dim} = A_{red} \times q_s \quad (1)$$

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \times \psi_i \quad (2)$$

kde:

$Q_{dim}$  je průtok srážkových vod pro dimenzování propustků ( $l \cdot s^{-1}$ )

$A_{red}$  je redukována plocha povodí (v ha) – rovnice 2

$q_s$  je intenzita návrhového deště uvažované periodicity ( $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ )

$\psi$  je součinitel odtoku ( $\psi = 0,05$  pro lesy ve sklonu 1-5 %;  $\psi = 0,10$  pro pole ve sklonu 1-5 % a lesy nad 5 %;  $\psi = 0,15$  pro pole ve sklonu nad 5 %;  $\psi = 0,50$  až  $0,70$  „pro nezpevněné pozemní komunikace - např. štěrk“).

Při stanovení intenzity návrhového deště se doporučuje použít lokalizované údaje ČHMÚ pro danou periodicitu. Periodicita vychází z technické životnosti stavby, která je podle ČSN 73 6108 (2018) 20 let, tj. periodicitu  $p = 0,05$ . Aktuálně lze použít maximální hodnoty intenzit a úhrnů deště (CRHOVÁ et al. 2024). Jedná se o odhady 2–100letých srážek pro délky trvání 5 min až 3 dny v lokalitách 164 vybraných stanic pro období 1951–2022. Srovnatelné údaje publikoval KAVKA et al. (2023). V tomto případě pro průběhy krátkodobých srážek sloužily hodnoty 10minutových srážkových intenzit z měsíců květen až září za desetileté období (2002 až 2011) s horizontálním rozlišením 1 km. Prezentované návrhové úhrny představují plošné průměry pro 7739 povodí IV. řádu s plochou nad 0,5 km<sup>2</sup> (KAVKA et al. 2018). Pro upřesnění hodnot úhrnu a intenzity srážek je možno použít příslušný lokalizační koeficient  $k_l$  – viz rovnice 3.

$$k_l = \frac{\text{srážkový úhrn 6h deště dané periodicity podle KAVKA et al. (2023)}}{\text{srážkový úhrn 6h deště dané periodicity podle CRHOVÁ et al. (2024)}} \quad (3)$$

Ve výpočtech v této metodice se užívají následující hodnoty pro ČR:

- minimální hodnota intenzity 15' deště pro  $p = 0,05$  ( $N = 20$ ) – **218,82** l \* s<sup>-1</sup> \* ha<sup>-1</sup>
- maximální hodnota intenzity 15' deště pro  $p = 0,05$  ( $N = 20$ ) – **353,77** l \* s<sup>-1</sup> \* ha<sup>-1</sup>
- hodnota intenzity 15' deště pro většinu ČR (modus) pro  $p = 0,05$  ( $N = 20$ )  
– **265,00** l \* s<sup>-1</sup> \* ha<sup>-1</sup>
- minimální hodnota úhrnu 15' deště pro  $p = 0,05$  ( $N = 20$ ) – **19,69** mm
- maximální hodnota úhrnu 15' deště pro  $p = 0,05$  ( $N = 20$ ) – **25,50** mm
- hodnota úhrnu 15' deště pro většinu ČR (modus) pro  $p = 0,05$  ( $N = 20$ ) – **31,84** mm

Orientačně lze také využít starší údaje, které publikoval ŠAMAJ et al. (1985), pro maximální intenzitu patnáctiminutového deště za podmínky, že bude uvažováno nasycení půdy a bude tím simulována pouze nejintenzivnější část srážky, a / nebo bude posouzení provedeno na šestihodinové návrhové srážky včetně zahrnutí jejich tvaru v souladu s metodikou KAVKA et al. (2023).

Metoda B podle ČSN 75 6101 (2018) se užívá pro všechny otevřené vodoteče sbírající vodu především z povodí mimo komunikace, tedy trvalé vodoteče. Metoda pracuje s periodicitami v úrovni od jednoletého do stoletého opakování povodně ( $n$  – leté povodně). Nejčastěji se jedná o Základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400 (2014) získané od Českého hydrometeorologického ústavu nebo stanovené analogickým přepočtem ze známých hodnot, např. podle ZUNA (2008). Doporučovanou alternativou je stanovení  $Q_{100}$  empirickým Čerkašiovým vzorcem, např. podle TOMEK et al. (2012). Podle KREŠL (1973) lze průtok  $Q_{100}$  přepočítat na požadovaný průtok  $Q_N$  pomocí odvozeného součinitele.

Podle ČSN 73 6108 (2018) se návrhový průtok pro dimenzování propustků v tělese lesní cesty a hospodářských propustků a cestních příkopů uvažuje  $Q_N = Q_{20}$ , v odůvodněných případech se může uvažovat návrhový průtok  $Q_N > Q_{20}$ . V odůvodněných případech může být návrhový průtok menší.

Hodnoty kapacitního průtoku s volnou hladinou trubními propustky nebylo možno ověřit dlouhodobým sledováním na výzkumných plochách výzkumného projektu NAZV, protože po dobu sledování nedošlo k dosažení uvažovaných úhrnů ani intenzit deště. Na výzkumných

plochách bylo zaznamenáno celkem 14 epizod (KUPEC et al. 2023), při kterých déšť vyvolal průtok trubním propustkem DN 600 mm. Pouze ve dvou případech průtok přesáhl 1 % kapacitního průtoku trubním propustkem při volné hladině (nejvyšší zaznamenaná hodnota byla 4,88 %). Intenzita šestihodinového deště způsobujícího průtok trubním propustkem s periodicitou  $p = 0,5$  ( $N = 2$  roky – délka sledování) pouze v jednom případě přesáhla 50 % maximální hodnoty podle projektu PERUN (CRHOVÁ et al. 2024) (nejvyšší zaznamenaná hodnota byla 61,36 %). Z těchto údajů a z dlouhodobějších sledování je zřejmé, že skutečné hodnoty průtoků jsou menší než hodnoty vypočítané podle rovnice (1). Zpřesnění vstupních hodnot rovnice (1) nebo návrh jiné metody výpočtu odtoku z velmi malého lesního povodí bude předmětem dalšího výzkumu.

### **Metody hydraulického dimenzování trubních propustků**

Metody hydraulického dimenzování jsou rozpracovány v řadě učebnic, metodik a technických doporučení, které se týkají pozemních komunikací a jejich odvodnění, resp. vodohospodářských staveb. Např. KUNŠTÁTSKÝ (1956), KREŠL (1973), SCHALL et al. (2012), BALKMAM et al. (2010), TOMEK et al. (2012), ZLATUŠKA et al. (2020), DUCHAN (2022) a další. V tomto případě byl zvolen postup podle TOMEK et al. (2012).

Klíčovým parametrem při hydraulickém posuzování propustku je jeho konstrukce. Pro zvýšení účinnosti propustku je možné provést úpravu vtoku propustku. U trubních propustků na lesních cestách, které odvodňují příkopy lesních cest bez trvalého průtoku, se s těmito úpravami neuvažuje.

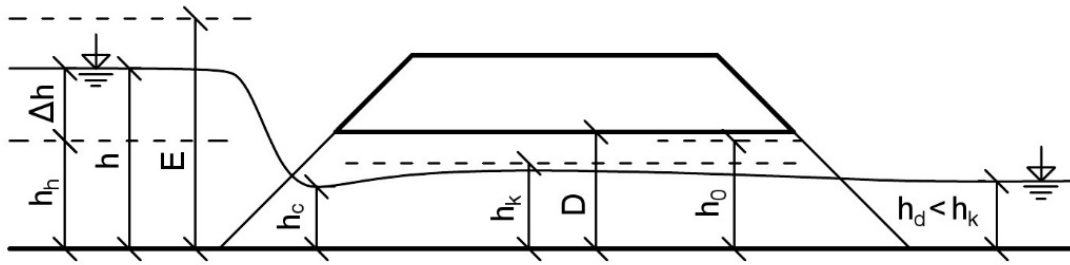
Konstrukční řešení výtokové části má vliv na hydraulický režim propustku. Při náhlém rozšíření vznikají ztráty, které je nutné zohlednit při hydraulickém posuzování propustku. Rovněž světlost potrubí a jeho pozice vůči korytu a hladině za propustkem má významný vliv na hydraulický režim. Především na to, zda a jakým způsobem bude „dolní“ voda ovlivňovat proudění a kapacitu propustku.

Často se úsek / koryto pod výtokovým čelem trubního propustku upravuje na základě hydraulického režimu. Pokud v propustku dojde ke vzniku bystřinného proudění, hrozí, že vytékající voda může svou vysokou kinetickou energií poškodit nezpevněné koryto, nebo vzniklá eroze poškodí samotný trubní propustek. Tomu se dá zabránit vybudováním spadiště nebo dopadiště (vývaru). Zde dojde k vodnímu skoku, zpomalí se rychlost proudění a dojde k přechodu zpět na říční proudění, při kterém nedochází k tak výrazné erozi koryta.

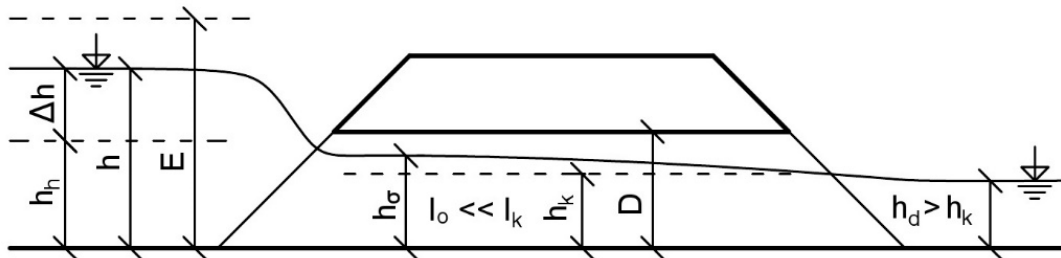
Jedním z klíčových aspektů při hydraulickém řešení propustku je režim proudění vody:

- (i) propustky s prouděním s volnou hladinou (volným vtokem)
- (ii) propustky se zahlceným vtokem
- (iii) propustky s tlakovým prouděním

Způsoby proudění - (ii) se zahlceným vtokem a (iii) tlakové proudění - u popisovaných propustků na lesních cestách nastávají nejčastěji při zanedbané údržbě (zaplavení části profilu potrubí splaveninami a / nebo splávím). Proto se do výpočtu uvažuje pouze proudění o volné hladině a nezatopený vtok. Rovněž se nepředpokládá ovlivnění dolní vodou (obrázek 9 a obrázek 10) V opačných případech lze postupovat například dle TOMEK et al. (2012).



Obrázek 9. Hydraulické schéma propustku o volné hladině a neovlivněného dolní vodou – autor: Jaroslav Tománek



Obrázek 10. Hydraulické schéma trubního propustku s volným vtokem a s volnou hladinou ovlivněného dolní vodou – autor: Jaroslav Tománek

Průtok vody propustkem s volnou hladinou může probíhat ve třech režimech proudění. Proudění bystřinné (nadkritické) se vyskytuje téměř vždy, ale teoreticky se může vyskytnou proudění říční a kritické. K určení konkrétního typu lze použít Froudeho číslo  $Fr$  (rovnice 4). (WHITE 1999) Jedná se o bezrozměrnou veličinu, která vyjadřuje poměr mezi setrvačnou a gravitační silou, které zároveň působí na proudící kapalinu.  $Fr < 1$  znamená proudění říční, s vyšší hladinou a menší rychlostí.  $Fr > 1$  znamená proudění bystřinné, s nízkou hladinou a vysokými rychlostmi. Pokud je  $Fr = 1$ , jde o proudění kritické, na přelomu mezi říčním a bystřinným. Alternativně lze určit typ proudění porovnáním skutečné hloubky s hloubkou kritickou (rovnice 8).

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times h}} \quad (4)$$

kde:

- $v$  je rychlost proudění ( $m \cdot s^{-1}$ )
- $g$  je gravitační zrychlení ( $m \cdot s^{-2}$ )
- $h$  je hloubka vody (m)

Nejprve je nutno ověřit, zda se jedná o propustek s volnou hladinou. Volná hladina se v propustku vyskytuje za předpokladu platnosti vztahu z rovnice (5). Kapacitní průtok se stanoví pomocí rovnice (6) vzniklé kombinací Manningovy zjednodušené rovnice pro kruhové TP a průtočné plochy propustku. V případě TP s jiným než kruhovým průřezem se použije neupravená forma Manningovy rovnice. Dále je potřeba stanovit hodnotu minimálního sklonu propustku  $I_{min}$  dle rovnice (7), kdy navrhovaný sklon propustku  $I_0$  musí být vyšší než tato hodnota. Pokud by byl návrhový sklon menší než sklon minimální, může dojít ke vzniku vodního skoku. Parametry proudění při vzniku vodního skoku řeší například (LOWE 2008).

$$Q < Q_{kap.} \quad (5)$$

$$Q_{kap.} = \frac{1}{n} * \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * I_0^{\frac{1}{2}} * S \quad (6)$$

$$I_0 \geq I_{0 min} = \frac{Q^2}{S_D^2 * C_D^2 * R_D} \quad (7)$$

kde:

**Q** je návrhový průtok ( $m^3 * s^{-1}$ )

**Q<sub>kap.</sub>** je kapacitní průtok při netlakovém proudění ( $m^3 * s^{-1}$ )

**S** je průtočná plocha propustku ( $m^2$ )

**n** je součinitel drsnosti podle Manninga (-) – Příloha V.

**R** je hydraulický poloměr (m)

**I<sub>0</sub>** je sklon dna propustku (-)

**O** je omočený obvod (m)

**D** je průměr propustku (m)

**I<sub>min</sub>** je minimální sklon pro zaručené proudění o volné hladině (-)

**R<sub>D</sub>** je hydraulický poloměr při kritické hloubce (m)

**C<sub>D</sub>** je rychlostní součinitel pro danou drsnost **n** a kritickou hloubku ( $m^{1/2} * s^{-1}$ )

**S<sub>D</sub>** je průtočná plocha při kritické hloubce ( $m^2$ )

Pokud jsou ověřeny podmínky proudění o volné hladině a minimálního sklonu, je dalším krokem ověření, zda hladina vody na výtoku z propustku ovlivňuje proudění propustkem. K ovlivnění dochází u trubních propustků při platnosti rovnice (8). V opačném případě se využije postup pro propustky ovlivněné dolní vodou dle TOMEK et al. (2012).

$$h_d > 1,25 * h_k \quad (8)$$

kde:

**h<sub>d</sub>** je hloubka vody za výtokem (m)

**h<sub>k</sub>** je kritická hloubka pro daný průtok (m)

Kritickou hloubku lze stanovit buď iteračním způsobem za pomoci obecné rovnice kritického proudění, nebo pomocí empirických rovnic pro trubní propustky. Před propustkem dochází ke vzduť hladiny a je nutné ověřit, zda jde o trubní propustek s volným nebo zatopeným vtokem. Pokud platí vztah - rovnice (9), jde o propustek s volným vtokem, v opačném případě se jedná o vtok zatopený.

$$h_0 < \beta * DN \quad (9)$$

kde:

**h<sub>0</sub>** je výška hladiny před vtokem (m)

**β** je součinitel zatopení vtoku (-); pro vtok bez úpravy (kolmé čelo TP) **β** = 1,20 až 1,16

**DN** je světlost potrubí (m)

Pro zjištění parametrů proudění na konci trubního propustku lze využít metodu po úsecích. Postupuje se ve směru proudění v celé délce propustku s využitím Manningovy rovnice (10) pro dva sousedící profily. Iteračním způsobem hledáme parametry dalšího profilu tak, aby platilo **E<sub>i</sub> = E<sub>i+1</sub>**, tedy že celková energie v sousedních profilech je shodná.

$$\frac{\alpha * v_i^2}{2 * g} + h_i + I_0 * dL = \frac{\alpha * v_{i+1}^2}{2 * g} + h_{i+1} + I_E * dL \quad (10)$$

$$I_E = \frac{Q^2}{S_P^2 * C_P^2 * R_P} \quad (11)$$

kde:

$a$  je Coriolisovo číslo (-)

$v_i$ , resp.  $v_{i+1}$  je rychlost v daném profilu ( $m * s^{-1}$ )

$h_i$ , resp.  $h_{i+1}$  je hloubka v daném profilu (m)

$I_E$  je sklon čáry energie (-)

$dL$  je vzdálenost mezi profily (m)

$S_P$  je průměr průtočné plochy sousedních profilů ( $m^2$ )

$C_P$  je průměr rychlostních součinitelů pro sousední profily ( $m^{1/2} * s^{-1}$ )

$R_P$  je průměr hydraulických poloměrů pro sousední profily (m)

Tyto hodnoty lze vypočítat i jiným způsobem, než je uveden v této kapitole, např. webovými kalkulátory (AUTODESK 2024), ONLINE CULVERT SOFTWARE (2024), 1728 SOFTWARE SYSTEMS (2024) nebo např. programem HEC-RAS (HYDROLOGY ENGINEERING CENTER 2024). V takovém případě je nezbytné ověřit následující podmínky volného vtoku do potrubí trubního propustku:

- (ne)zatopení vtoku do potrubí podle rovnice (5) a rovnice (6);
- ovlivnění výtoku z potrubí „dolní“ hladinou podle rovnice (8), resp. rovnice (9);
- hodnota sklonu potrubí  $I_0$  v porovnání s hodnotou minimálního sklonu potrubí  $I_{0,min}$  podle rovnice (7).

Propustky jiného tvaru průtočného profilu je možno navrhnout a dimenzovat např. podle TOMEK et al. (2012) nebo s využitím programu HEC-RAS (HYDROLOGY ENGINEERING CENTER 2024) pro návrh a dimenzování propustků různých tvarů nebo pro návrh a dimenzování mostů.

### Hydrotechnické výpočty trubních propustků se vtokovou jímkou

Při návrhu vtokové jímky je nutné zajistit bezpečné převedení návrhového průtoku z podélného cestního příkopu do prostoru jímky přelivnou sekcí s dostatečnou kapacitou. Tvar přelivné sekce se ve většině případů volí lichoběžníkový, se sklony přelivné sekce v poměru 1 : 1, rozměry šachty vtokové jímky pro jednotlivé DN trubních propustků byly převzaty z Tabulky 2.

Tabulka 2. Doporučené rozměry vtokových jímek podle světlosti navazujícího potrubí podle HYDROCONSULT (1985)

Světlá šířka trubního propustku (DN) (m)	Šířka šachty vtokové jímky ve směru kolmém na osu propustku (m)	Šířka šachty vtokové jímky v ose propustku (m)	Přelivná výška (hloubka včetně sediment. prostoru) vtokové jímky (m)
0,6	1,0	1,2	1,0
0,8	1,2	1,2	1,2
1,0	1,4	1,2	1,4
1,2	1,6	1,5	1,5

Za předpokladu lichoběžníkového tvaru přelivné sekce a rozměrů šachty vtokové jímky podle Tabulky 2, půjde podle provedené analýzy o dokonalý přepad přes širokou korunu s bočním zúžením. Průtočné množství se vypočte dle rovnice (12), ve které se účinná délka přelivné hrany  $b_0$  stanoví podle rovnice (13). Součinitel přepadu  $M$  se určí podle poměru tloušťky

konstrukce přelivné sekce  $t$  a tloušťky přelivného paprsku  $y_p$  z Tabulky 3 (VOKURKA, ZLATUŠKA 2020).

$$Q = M * (b_0 + 0,8 * m * E_p) * E_p^{1,5} \quad (12)$$

$$b_0 = b - 0,2 * y_p \quad (13)$$

kde:

$Q$  je průtok odpovídající kapacitnímu průtoku  $Q_D$  (m<sup>3</sup>/s)

$M$  je součinitel přepadu (Tabulka 3)

$b_0$  je účinná délka přelivné hrany (m)

$b$  je šířka přelivné hrany (m)

$m$  je pořadnice sklonu boků přelivu

$E_p$  je energetický horizont k přelivné hraně (m)

$y_p$  je tloušťka přelivného paprsku (m)

Tabulka 3. Hodnoty součinitele přepadu  $M$  (VOKURKA, ZLATUŠKA 2020)

$t/y$	0,500	0,667	0,778	0,889	1,000	1,500	2,000	3,000	> 3,000
$\mu$	0,630	0,615	0,596	0,576	0,555	0,525	0,495	0,480	0,451
$M$	1,860	1,816	1,760	1,701	1,639	1,550	1,461	1,417	1,330

Při přepadu přelivného paprsku přes přelivnou hranu dojde v závislosti na přelivném množství, rychlosti vody, tvaru přelivné sekce a hloubce šachty vtokové jímky k oddálení místa dopadu od svislé stěny jímky. Za dodržení podmínek uvedených výše lze konstatovat, že vždy dojde k dopadu vodního paprsku na stěnu šachty. Doskok vodního paprsku lze ověřit výpočtem dle rovnice (14) pro bystřinné proudění v příkopu nad objektem (VOKURKA, ZLATUŠKA 2020).

$$L_p = 2 \sqrt{E_p * [0,83 * sj + 0,21E_p]} \quad (14)$$

kde:

$L_p$  je délka doskoku přelivného paprsku (m)

$sj$  je hloubka vtokové jímky včetně sedimentačního prostoru (m)

Negativní účinky dopadu přelivného paprsku s unášenými splaveninami na stěnu jímky může eliminovat oboustranné zaústění cestního příkopu do šachty jímky. Z důvodu namáhání stěny jímky dopadajícím paprskem je vhodné budovat těleso jímky z odolných materiálů.

Z hydraulického hlediska můžeme šachtu vtokové jímky považovat za „nádrž“ a vtok do potrubí propustku za „výtok otvorem ve dně nádrže“.

### Metody hydraulického dimenzování technické konstrukce pro tlumení energie vody pod trubními propustky

Pro návrh potřebné délky opevnění dopadiště i spadiště je třeba znát vzdálenost místa dopadu přepadajícího vodního paprsku od přelivné stěny. Tato délka závisí na spádu (výšce) příčného objektu a energii vodního proudu na přelivné hraně (VOKURKA, ZLATUŠKA 2020).

Pro výpočet délky doskoku vodního paprsku přepadajícího přes přelivnou hranu při bystřinném proudění použijeme rovnici (15) při podjezí opevněném spadištěm. Výpočet doskoku je potřeba provést iterací. V případě podjezí s vývarem se v rovnici (16) nahradí součin  $L_p * i_d$  jeho hloubkou  $d$ .

$$L_p = 2 \sqrt{E_p * [0,83 * (s + L_p * i_d) + 0,21E_p]} \quad (15)$$

$$L_p = 2 \sqrt{E_p * [0,83 * (s + d) + 0,21E_p]} \quad (16)$$

kde:

**s** je spád (výška) objektu (m)

**d** je hloubka vývaru (m)

**i<sub>d</sub>** je podélný sklon dna podjezí (m)

Z hloubky vody v místě dopadu paprsku **y<sub>s</sub>**, která odpovídá vysoké energetické výšce v místě dopadu **E<sub>s</sub>**, je nutné přejít na hloubku v dolním korytě. Hloubka vody v místě dopadu se stanoví iteračně z rovnic (17) a (18). Rychlost vody v místě dopadu vychází z rovnice kontinuity a je dána rovnicí (19).

$$E_s = E_p + s + L_p * i_d \quad (17)$$

$$E_s = y_s + \frac{\alpha * v^2}{2g} \quad (18)$$

$$v_s = \frac{Q}{S_s} \quad (19)$$

kde:

**E<sub>s</sub>** je výška čáry energie v místě dopadu vodního paprsku (m)

**y<sub>s</sub>** je hloubka vody v místě dopadu vodního paprsku (m)

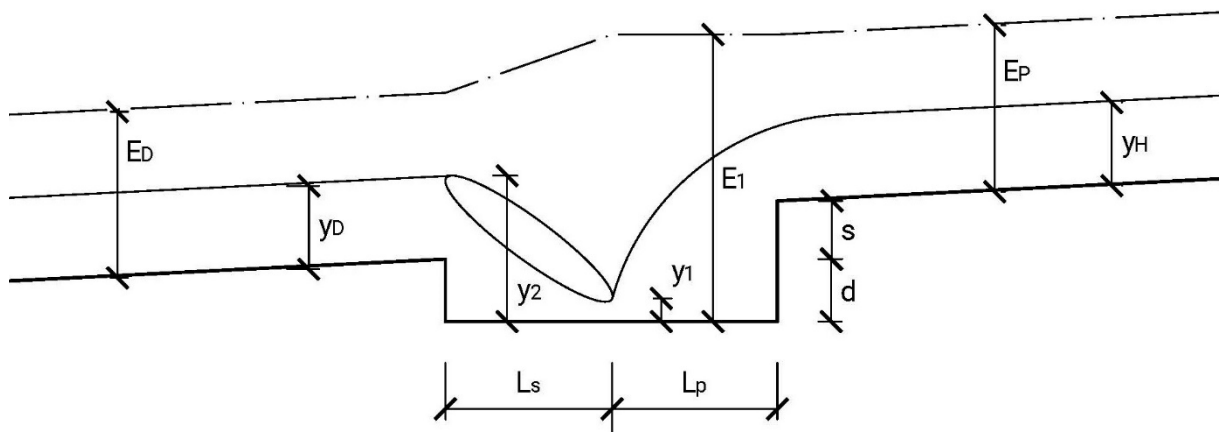
**v** je rychlost vody na výtoku z trubního propustku (m/s)

**v<sub>s</sub>** je rychlost vody v místě dopadu vodního paprsku (m/s)

**S<sub>s</sub>** je plocha průtočného profilu v místě dopadu vodního paprsku (m<sup>2</sup>)

### Tlumení energie dopadištěm (vývarem)

Vysokou energii bystřínného proudění, která vznikne dopadem vodního paprsku do podjezí, je zapotřebí vhodně tlumit. V případě potřeby převést bystřínné proudění na říční proudění v trati pod objektem, využije se k utlumení energie vodního skoku (ZACHAR 1984).



Obrázek 11. Řešení hloubky a délky vývaru (ZUNA 2008 – upraveno)

Výpočet délky dopadiště a ostatních geometrických parametrů na tocích podobného charakteru podrobně řeší např. HAVLÍK, MAREŠOVÁ (1995), JANDORA, UHMANNOVÁ (1999), ZUNA (2008), VOKURKA, ZLATUŠKA (2020) a další.

Tlumení energie přímým (nerozšiřujícím se) spadištěm, na které navazuje „dolní“ koryto s bystřinným prouděním

Účinnou délku podjezí  $L_N$  lze stanovit zjednodušeně pro ustálené nerovnoměrné proudění pro sklon čáry energie  $I_E$  vypočtený podle rovnice (20) (VOKURKA, ZLATUŠKA 2020). Parametry rovnice (20) se stanoví pro profil v polovině účinné délky podjezí  $L_N$ , tj. pro profil se střední hloubkou vody  $y$  dle rovnice (21). Účinná délka podjezí je dána rovnicí (22). Pro výpočet rychlostního součinitele  $C$  se použije Manningovu rovnici (23) se stupněm drsnosti podle rovnice (24).

$$I_E = \frac{Q^2}{S^2 * C^2 * R_1} \quad (20)$$

$$y = \frac{y_s + y_d}{2} \quad (21)$$

$$L_N = \frac{E_s - E_D}{I_E - I_p} \quad (22)$$

$$C = \frac{R_2^{1/6}}{n} \quad (23)$$

$$n = \frac{d_m^{0,167}}{c} \quad (24)$$

kde:

$L_N$  je účinná délka podjezí (m)

$S$  je plocha průtočného průřezu ve středu účinné hloubky podjezí (m<sup>2</sup>)

$C$  je rychlostní součinitel (-)

$R_1$  je hydraulický poloměr ve středu účinné hloubky podjezí (m)

$y$  je střední hloubka vody (m)

$y_d$  je hloubka vody v korytě pod spadištěm (m)

$E_D$  je výška čáry energie v korytě pod spadištěm (m)

$I_E$  je sklon čáry energie v podjezí (-)

$I_p$  je podélný sklon dna podjezí (-)

$R_2$  je hydraulický poloměr ve středu účinné hloubky podjezí (m)

$d_m$  je velikost výstupků zdrsnění (m)

$c$  je součinitel z Tabulky 4.

Tabulka 4. Hodnoty konstanty  $c$  ve Stricklerově vzorci pro rychlost proudění vody v korytě podle Nováka (ZUNA 2008)

dm	c	dm	c	dm	c
0,01	20,49	0,11	16,46	0,16	15,31
0,03	19,58	0,12	16,16	0,17	15,20
0,05	18,71	0,13	15,90	0,18	15,12
0,07	17,88	0,14	15,67	0,19	15,10
0,09	17,49	0,15	15,47	0,2	15,10

Celková délka opevněného podjezí - spadiště  $L$  se pak stanoví jako součet délky doskoku  $L_p$  a účinné délky podjezí  $L_N$  (ZUNA 2008).

Tlumení energie přímým (nerozšiřujícím se) spadištěm, na které navazuje  
„dolní“ koryto s říčním prouděním

Při nízkých podélných sklonech v podjezí dochází v navazujícím korytě ke vzniku říčního proudění, přechod bystrinného proudění v říční se pak děje pomocí vodního skoku. Režim proudění v korytě pod propustkem se určí tak, že se porovná v dané trati vypočtená hloubka vody  $y$  s kritickou hloubkou  $y_k$ , zjištěnou pro daný průtok a daný profil (VOKURKA, ZLATUŠKA 2020). Přitom platí:

$y < y_k$  – jde o bystrinné proudění

$y > y_k$  – jde o říční proudění

Výpočet kritické hloubky  $y_k$  pro obdélníkový profil je možný podle rovnice (25) a kritické hloubky  $y_{KL}$  pro lichoběžníkový profil podle rovnice (26).

$$y_K = \sqrt[3]{0,102\alpha * q^2} \quad (25)$$

$$y_{KL} = y_K * (1 - 0,333\sigma + 0,105\sigma^2) \quad (26)$$

$$\sigma = \frac{m*y_K}{b} \quad (27)$$

kde:

$y$  je hloubka vody (m)

$q$  je měrný průtok ( $m^2 * s^{-1}$ )

$\sigma$  je součinitel (-)

$b$  je šířka dna profilu (m)

$y_K$  je kritická hloubka v obdélníkovém profilu (m)

$y_{KL}$  je kritická hloubka v lichoběžníkovém profilu (m)

Za předpokladu, že druhá hloubka vodního skoku  $h_2$  odpovídá hloubce v dolním korytě  $h_D$ , stanoví se délka vodního skoku  $L_S$  podle rovnice (28) a vzájemnou hloubku vodního skoku  $h_1$  iteračním postupem podle rovnic (29) až (34) (ZDRSNĚNÉ SKLUZY A STUPNĚ...1983).

$$L_S = 6,6 * (h_D - h_1) \quad (28)$$

kde:

$L_S$  je délka vodního skoku (m)

$h_D$  je hloubka vody v dolním korytě (m)

$h_1$  je první vzájemná hloubka vodního skoku (m)

$$\frac{\alpha*Q^2}{g*S_1} + z_1 * S_1 = \frac{\alpha*Q^2}{g*S_D} + z_D * S_D \quad (29)$$

$$S_1 = h_1 * (h_1 * m + b) \quad (30)$$

$$S_D = h_D * (h_D * m + b) \quad (31)$$

$$z_1 = \frac{h_1}{6} * \frac{3*b+2*m*h_1}{b+m*h_1} \quad (32)$$

$$z_D = \frac{h_D}{6} * \frac{3*b+2*m*h_D}{b+m*h_D} \quad (33)$$

Pak:

$$h_1 = \frac{2*Q^2*[m*(h_1+h_D)+b]}{g*h_D*(h_1+h_D)*(m*h_1+b)*(m*h_D+b)*\left[m*\frac{2}{3}\left(h_D+\frac{h_1^2}{h_1+h_D}\right)+b\right]} \quad (34)$$

kde:

$S_1$  je plocha průtočného průřezu v profilu první sdružené hloubky vodního skoku ( $m^2$ )

$S_D$  je plocha průtočného průřezu v dolním korytě ( $m^2$ )

$h_D$  je hloubka vody v dolním korytě (m)

$h_1$  je první vzájemná hloubka vodního skoku (m)

$b$  je šířka dna profilu (m)

$z_1$  je statický moment plochy průřezu lichoběžníkového koryta v profilu první sdružené hloubky vodního skoku ( $m^3$ )

$z_D$  je statický moment plochy průřezu lichoběžníkového koryta v profilu druhé sdružené hloubky vodního skoku ( $m^3$ )

Vzdálenost nerovnoměrného proudění k nastoupaní hloubky z místa doskoku do hloubky  $h_1$  se vypočte podle rovnic (20) až (24). Délka opevnění koryta pod propustkem je pak dána součtem délek doskoku  $L_P$ , délky nerovnoměrného proudění  $L_N$  a délky vodního skoku  $L_S$  (rovnice 35) (Zdrsněné skluzy a stupně...1983).

$$L_V = L_P + L_N + L_S \quad (35)$$

#### Tlumení energie vějířovitým (rozšiřujícím se) spadištěm

Předpokladem pro dostatečnou délku opevnění rozšířeného spadiště a zajištění bezeškodného převedení průtoku na neupravený terén, je dosažení kritické (nevymílající) rychlosti  $v_k = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Pro návrh potřebné délky opevnění rozšiřujícího se spadiště se jeví nejvhodnější metoda výpočtu nerovnoměrného ustáleného proudění po úsecích. V tomto případě byl zvolen postup podle ZUNA (2008). Princip výpočtu spočívá v rozdělení na úseky o délkách  $\Delta L_j$  a předpokladu, že průtočné profily a tedy i rychlosti se mění spojitě z hodnot  $S_i, v_i$  v horním profilu na hodnoty  $S_{i+1}$  a  $v_{i+1}$  v dolním profilu. Průměrný sklon daného úseku je  $i_{0j}$  a celková ztráta energie tohoto úseku  $h_{zj}$ . Pro srovnávací rovinu proloženou dnem spodního profilu (ve směru proudění) pak platí Bernoulliho rovnice pro všechna proudová vlákna profilů  $i$  a  $i+1$  (rovnice 36).

$$i_{0j}\Delta L_j + h_i + \frac{\alpha v_i^2}{2g} = h_{i+1} + \frac{\alpha v_{i+1}^2}{2g} + h_{zj} \quad (36)$$

kde:

$i_{0j}$  je průměrný sklon dna toku na úseku  $j$  (-)

$\Delta L_j$  je délka úseku (m)

$h_i$  je hloubka vody v prvním profilu (m)

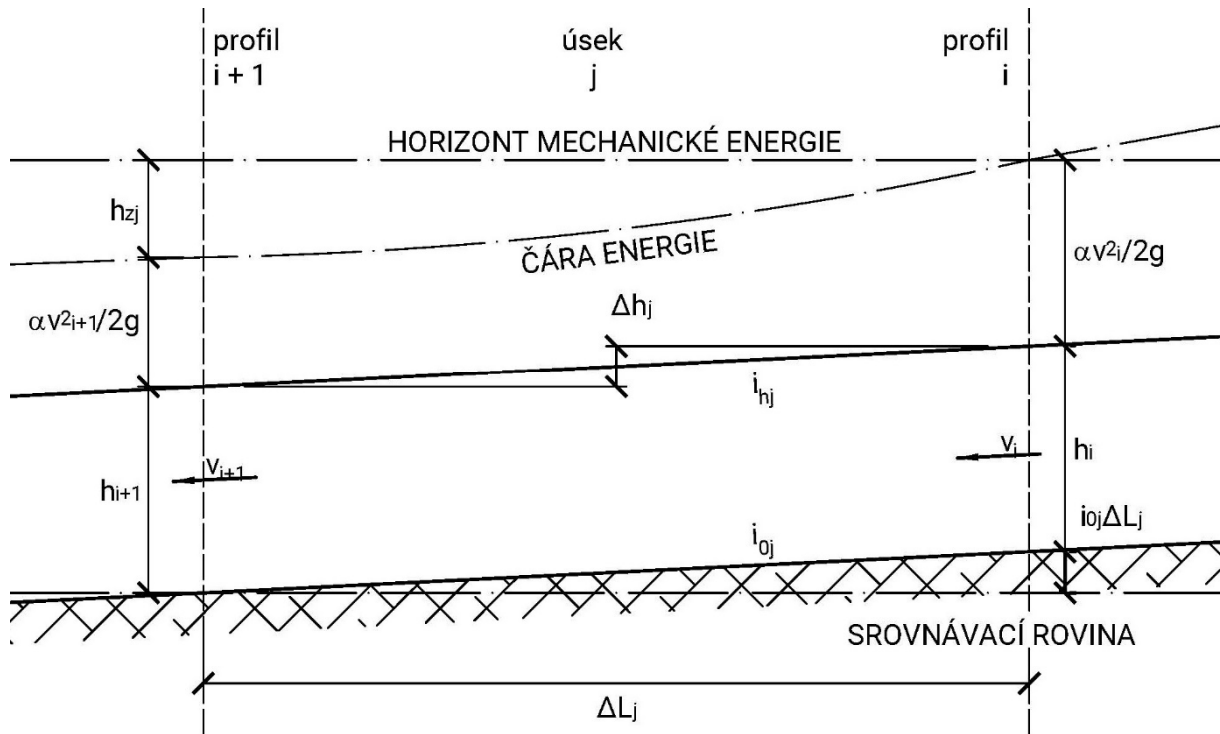
$h_{i+1}$  je hloubka vody v druhém profilu (m)

$\Delta h_j$  je rozdíl hladin mezi prvníma druhým profilem (m)

$v_i$  je rychlost vody v prvním profilu ( $m \cdot s^{-1}$ )

$v_{i+1}$  je rychlost vody v druhém profilu ( $m \cdot s^{-1}$ )

$h_{zj}$  je celková ztráta energie (m)



Obrázek 12. Výpočtové schéma pro nerovnoměrné proudění (JANDORA, UHMANNOVÁ 1999 - upraveno)

Postup výpočtu průběhu hladin na rozšiřujícím se spadišti o konstantním sklonu vychází z průřezu v místě doskoku vodního paprsku, pro který známe okrajové podmínky ( $h$ ,  $S$ ,  $C$ ,  $R$ ,  $v$ ). Vzájemné profily volíme tak, aby byla zhruba splněna podmínka  $S = \text{konst.}$  tj. aby se pohyb na úseku  $j$  dal považovat za kvazirozměrný. Pro výpočet potřebné délky spadiště byla délka jednotlivých dílčích úseků  $j$  stanovena na 1 cm a celková max. přípustná délka spadiště na 10 m. Při výpočtu vycházíme z rovnosti stran rovnice (36). Pro druhý profil odhadneme výšku hladiny  $h_{i+1}$ , vypočítáme potřebné charakteristiky ( $h$ ,  $S$ ,  $C$ ,  $R$ ,  $v$ ) a dopočítáme průměrné charakteristiky ve středu úseku  $j$ . Porovnájí se hodnoty levé a pravé strany rovnice (36) a vyjde-li odlišná hodnota, opakuje se postup s nově odhadnutou hodnotou  $h_{i+1}$  pro druhý profil. Po dosažení rovnosti obou stran postupujeme k řešení navazujícího úseku. Celková délka spadiště je dána součtem délek jednotlivých dílčích úseků  $\Delta L_j$  do profilu se střední profilovou rychlostí  $v \leq 1$  m/s. Při výpočtu délky vějířového spadiště je předpokladem, že šíře spadiště v místě doskoku vodního paprsku z TP odpovídá délce doskoku. Z místa doskoku se pak spadiště rozšiřuje pod úhlem odklonu vlny od osy koryta  $\beta$ . Který stanovíme podle rovnice (37) resp. (38).

$$\sin\beta = \frac{\sqrt{g \times y_s}}{v_s} \quad (37)$$

$$\sin\beta = \frac{1}{F_r} \quad (38)$$

kde:

$\beta$  je úhel odklonu vlny od osy koryta

## **Doporučení pro návrh trubních propustků v zahraničí**

S ohledem na specifika českého lesního hospodářství a tradice výstavby lesních cest v ČR se nepředpokládalo, že by existovala specializovaná metodika, která by řešila trubní propustky na lesních cestách včetně spadišť podle ČSN 73 6108 (2018).

Světově nejrozšířenější metodikou pro komplexní řešení průtoku vody korytem s příčnými objekty je software HEC-RAS (2024). Program HEC-RAS je volně dostupný ke stažení. Je vyvíjen Armádou Spojených států amerických, Centrem pro hydrologické inženýrství (Hydrology Engineering Center HEC). Jde o systém analýzy řek (River Analysis Systém RAS), který umožňuje modelování terénu, nádrží, koryt řek, mostů a propustků. Následně pak jednorozměrnou a dvourozměrnou analýzu proudění vody. Je vhodný pro zjištění směru toku, analýzu oblasti při průchodu povodňových vln, návrh umístění vodních nádrží a odvodnění lokalit. S ohledem na požadavek velmi přesného geometrického a hydraulického modelování (zadávání dat) lze tento program používat pouze ve výjimečných případech, např. při ověření složitých, měnících se režimech proudění a v souvislosti s větší mírou zabezpečení stavby.

Podobné řešení nabízí program HydroCAD (2024). Jedná se o počítačově podporovaný návrhový program používaný stavebními inženýry pro modelování hydrologie a hydrauliky odtoku dešťové vody v USA. Jedná se však o komerční (placený) software, který v ČR využívají jen některé velké projekční organizace, výzkumné ústavy a univerzity.

V posledních letech doplnila firma Autodesk do svého programu CIVIL 3D nadstavbu HYDROFLOW EXPRESS (AUTODESK 2024), která umožňuje zpracovávat hydrologická a hydraulická data. Lze ji využít k návrhu propustků, mostů, koryt a vtoků. Program po zadání vstupních dat, která jsou nezbytná pro výpočet, vyhodnotí proudění vody propustkem, včetně případného přelivu přes korunu silnice.

Na internetu lze najít několik on-line metodik – webových kalkulátorů. Jednou z nich je „Online culvert: Hydraulic design of highway culverts by FHWA method“ (2024), který je vhodný pro posouzení hydraulických a konstrukčních parametrů propustku. Výpočty vychází z metodiky HYDRAULIC DESIGN of HIGHWAY CULVERTS (SCHALL 2012). Další jednoduchým webovým kalkulátorem je DIAMETR VELOCITY & FLOW RATE (2024).

## **Výsledky výzkumného projektu vztahujícího se k tlumení energie pod trubními propustky na lesních cestách**

### **Úprava metod / hodnot stanovení přítoku vody do trubních propustků**

Vzhledem k velikosti povodí přiléhajícímu k trubním propustkům mimo trvalou hydrografickou síť a vzhledem k problematickému zajišťování vstupních údajů pro zalesněná povodí se v současné době doporučuje používat pouze tu nejjednodušší – racionální metoda dle návrhového deště (metoda A podle ČSN 75 6101:2018) (rovnice 1). Pro stanovení přítoku do trubních propustků se využije hodnota maximální intenzity patnáctiminutového deště s periodicitou rovnou technické životnosti lesní cesty a objektů na nich, tj. 20 let ( $p = 0,05$ ).

Lze předpokládat, že v blízké budoucnosti budou dokončeny výzkumné práce, které se věnují zlepšení a zjednodušení stanovení odtoku ze zalesněného povodí.

Nově se doporučuje využívat hodnoty maximálních patnáctiminutových intenzit deště, které jsou výsledkem Projektu PERUN (CRHOVÁ et al. 2024), resp. data upravená podle úhrnů srážek, které uvádí KAVKA et al. (2023). Doporučené rozpětí hodnot je uvedeno v Tabulce 5.

Související doporučené hodnoty maximálních úhrnů patnáctiminutových dešťů s periodicitou  $p = 0,05$  jsou uvedeny v Tabulce 6.

Tabulka 5. Rozpětí hodnot intenzity patnáctiminutového deště s periodicitou  $p = 0,05$  ( $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ )

Metoda stanovení intenzity	Intenzity patnáctiminutového deště s periodicitou $p = 0,05$ ( $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ )		
	minimální hodnota	maximální hodnota	nejčastější hodnota v ČR (zaokrouhleno)
Data projektu PERUN (CRHOVÁ et al. 2024)	227,78	373,77	260
Data upravená podle úhrnů srážek (KAVKA et al. 2023)	218,82	353,77	265
Odpovídající srážkoměrná stanice podle projektu PERUN (CRHOVÁ et al. 2024)	Opava	Pohorská Ves	-

Tabulka 6. Rozpětí úhrnů patnáctiminutového deště s periodicitou  $p = 0,05$  (mm)

Metoda stanovení intenzity	Úhrny patnáctiminutového deště s periodicitou $p = 0,05$ (mm)		
	minimální hodnota	maximální hodnota	nejčastější hodnota v ČR (zaokrouhleno)
Data projektu PERUN (CRHOVÁ et al. 2024)	19,69	33,60	25
Data upravená podle úhrnů srážek (KAVKA et al. 2023)	19,69	31,84	25,5
Odpovídající srážkoměrná stanice podle projektu PERUN (CRHOVÁ et al. 2024)	Opava	Pohorská Ves	-

Na základě provedené analýzy sklonitosti terénu lesních pozemků v České republice bylo zjištěno, že cca 20 % lesů se nachází ve sklonu do 5 %; zbývajících 80 % je ve sklonu nad 5 %. Proto se do výpočtu odtoku racionální metodou dle návrhového deště (metoda A podle ČSN 75 6101:2018) – Rovnice 2 – doporučuje použít odtokový součinitel  $\psi = 0,09$ .

V případě, že bude do plochy povodí pro trubní propustek zahrnuta také část lesní cesty (uvažované šířky 5 m), je třeba přiměřeně zvýšit odtokový součinitel až na hodnotu  $\psi = 0,17$ . V případě hospodářského propustku je nutno zvýšit odtokový součinitel až na hodnotu  $\psi = 0,20$ .

### Úprava metod hydraulického dimenzování trubních propustků

Pro dimenzování trubních propustků na lesních cestách se doporučuje používat metody uvedené výše. Vzhledem k jejich komplikovanosti byla provedena analýza jednotlivých dílčích postupů a vstupních hodnot s ohledem na jejich vliv na konečný výsledek u trubních propustků, které se na lesních cestách nejčastěji vyskytují nebo které by bylo vhodné při jejich navrhování respektovat.

#### Světlost trubních propustků

Uvažuje se pouze se světlostí DN 510 mm, DN 600 mm, DN 800 mm a DN 1000 mm. Trubní propustky se světlostí mezi výše uvedenými hodnotami se doporučuje dimenzovat postupem uvedeným výše nebo analogicky k uváděným světlostem. Menší světlosti trubních propustků nejsou podle vyhlášky č. 104/1997 Sb. přípustné; větší světlosti se navrhují pouze ve zvláště zdůvodněných případech (např. inundační propustky).

U hospodářských propustků se navíc uvažuje se světlostí DN 400 mm; menší světlost hospodářského propustku není podle vyhlášky č. 104/1997 Sb. přípustná.

#### Režim proudění v trubním propustku

S ohledem na splaveninový režim, předpokládanou intenzitu údržby a jednoduchost dimenzování se doporučuje navrhovat trubní i hospodářské propustky pouze na průtok s volnou hladinou, s nezatopeným vtokem a s nezatopeným výtokem – obrázek 9.

#### Materiál potrubí

V předkládané metodice jsou posuzovány trubní propustky s troubami:

- z betonu TBH/Q nebo železobetonu TZH/Q, které jsou dosud používané nejčastěji
- ocelové, spirálově svařené S235JRH
- plastové PP korugované
- ocelové, pozinkované, korugované (z vlnitého plechu)

Propustky z jiných materiálů (sklolaminát, kamenina, sklo, hliník) se neuvažují, protože jejich používání v trubních a hospodářských propustcích na lesních cestách je naprosto výjimečné. Tyto materiály mají mírně odlišné hodnoty drsnosti vyjádřené Manningovým drsnostním součinitelem  $n$  – viz Příloha VII. Analýzou vlivu drsnosti na průtok vody propustkem byly zjištěny zanedbatelné odchylky, proto byla zvolena průměrná hodnota  $n = 0,009$  pro dimenzování trubních propustků a spadišť.

#### Podélný sklon potrubí

V předkládané metodice jsou posuzovány pouze trubní propustky s potrubím o podélném sklonu 2,0 %; 3,0 %; 4,0 %; 5,0 %; 6,0 %; 8,0 % a 10,0 %.

Trubní propustky s menším podélným sklonem jsou náchylné k zanášení; s větším podélným sklonem jsou již považovány za unikátní mostní objekty a navrhují se individuálně.

Trubní propustky s jiným podélným sklonem ve výše uvedeném rozmezí se doporučuje navrhovat s přihlédnutím k nejbližším hodnotám podélného sklonu.

#### Délka potrubí

V předkládané metodice jsou posuzovány pouze trubní propustky délky 7,5 m; 10,0 m a 15 m. Délka vychází z montážní délky jednotlivých betonových a železobetonových trub, která je obvykle 2,5 m; dříve se používaly betonové trouby montážní délky 1,0 m. V praxi se zcela výjimečně navrhují trubní propustky délky 4,0 m; častější jsou délky 5,0 m. Pro tyto délky lze bezpečně použít údaje o trubních propustcích délky 7,5 m. V praxi je často nutno navrhnout šikmé propustky; jejich délka je vždy delší než 5,0 m. Naopak trubní propustky délky přes 15 m jsou výjimkou a navrhují se ve stísněných podmínkách např. v kombinaci s vysokým násypem, podélným lesním skladem nebo jako šikmé propustky ve směrovém oblouku trasy; obvykle jsou spojeny s podélným sklonem potrubím větším než 10 %.

Trubní propustky jiných délek je možno posoudit podle výpočetního postupu uvedeného výše.

### **Úprava metod hydraulického dimenzování technických konstrukcí pro tlumení energie vody pod trubními a hospodářskými propustky**

Obecně lze konstatovat, že stávající metodiky pro trubní propustky na lesních cestách neřeší úsek koryta těsně pod trubním propustkem. Proto byla provedena analýza doporučených řešení těchto úseků pod trubními propustky na silnicích a dálnicích a analýza metod návrhu skluzů s účinnou drsností a opevněných úseků v korytech bystřin.

### Metody hydraulického dimenzování dopadišť (vývarů)

Analýzou stávajících metod hydraulického dimenzování dopadišť (vývarů) pod trubními propustky bylo konstatováno, že není třeba doporučené postupy měnit. V této souvislosti se doporučuje pečlivě volit nebo stanovit výpočtem parametry na výtoku z potrubí trubního propustku:

Q – průtok vody potrubím při volné hladině, volném vtoku a při volném výtoku ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

h – výška vody v potrubí na výtoku (m)

v – rychlost proudění vody na výtoku z potrubí ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

E – energetická výška profilu na výtoku z trubního propustku (m)

### Úprava metod hydraulického dimenzování spadišť

Doporučená metoda dimenzování spadišť pod trubními a hospodářskými propustky vychází z metody, kterou uvádí např. JANDORA, UHMANOVÁ (1999), ZUNA (2008) a další pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště napojené na „dolní“ koryto. Metoda je modifikována pro trubní propustky se zjednodušenými parametry – viz výše.

Pro opevněné, drsná koryta se vychází z následujících parametrů rovnaniny z lomového kamene na sucho, bez úpravy líce, bez proštěrkování a bez oživení výsadbou dřevin (KROS 2024):

**D** – dlažba z lomového kamene na sucho tl. 300 mm

**0,08** – rovnanina z lomového kamene neupravovaného, tříděného, s urovnáním líce pro tlumení energie vody (vytvoření výstupků) a s vyklínováním spár úlomky kamene, hmotnosti jednotlivých kamenů **do 80 kg** –  $d_m = 0,30$  m (položka ÚRS 46321151)

**0,2** – dtto **od 80 kg do 200 kg** –  $d_m = 0,45$  m (položka ÚRS 46321152)

**0,5** – dtto **od 200 kg do 500 kg** –  $d_m = 0,60$  m (položka ÚRS 46321153)

**0,5+** – dtto **nad 500 kg** –  $d_m = 0,75$  m (položka ÚRS 46321158)

$d_m$  – nejmenší délka hrany kamene použitého do rovnaniny (m)

Podélný sklon spadiště se uvažuje stejný jako podélný sklon navazujícího („dolního“) koryta nebo cestního příkopu, resp. sklonu svahu pod trubním propustkem. Dimenzování je provedeno pro následující hodnoty 2,0 %; 2,5 %; 3,0 %; 3,5 %; 4,0 %; 4,5 %; 5,0 %; 6,0 % (a další až do sklonu 20 %). Reálně však byly využity hodnoty do 6,0 %; při větších sklonech již nedochází k prodlužování délky spadiště.

Spadiště se uvažuje rovnoběžné (nerozšiřující se) a vějířové (rozšiřující se). Pro vějířové spadiště je metodika upravena takto: rychlost proudění vody na konci spadiště, v místě přelivu do terénu dosahuje maximální hodnoty  $v = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

## Souhrn

Předkládaná metodika je zaměřena na úsek koryta nebo příkopu těsně pod trubním propustkem na lesní cestě, který slouží, resp. by měl sloužit k tlumení energie vody ovlivněné průtokem potrubím. Návrh je především zaměřen na trubní propustky na občasných vodotečích a odvodnění lesních cest, zejména na cestních příkopech. Vlastní návrh propustku neřeší, ale analyzuje a popisuje nejčastější typy s ohledem na použitý materiál, světlost, délku a podélný sklon. Při řešení se vycházelo z hydraulického spolupůsobení potrubí trubního propustku a spadiště nebo dopadiště, protože jejich existence a funkčnost rozhoduje o erozním poškození lesních pozemků a koryt příkopů pod trubním propustkem, o zpomalení rychlosti proudění vody a často i o statické stabilitě výtokového čela trubního propustku.

Mnohé metodiky uvádějí postup pro dimenzování vývarů pod výtokovým čelem trubního propustku; obvykle v souvislosti s trubními propustky neřeší spadiště, balvanité skluzy nebo koryta s účinnou drsností. Pro řešení rovnoběžného (nerozšiřujícího se) a vějířového (rozšiřujícího se) spadiště byla použita kombinace metod publikovaných v typizačních směrnících, metodikách a učebnicích. Bohužel některé z nich jsou v současné době téměř nedostupné, např. HYDROCONSULT (1985).

Moderní možností řešení celého úseku toku od „dolního“ koryta, resp. od zaústění do recipientu až po cestní příkop je využití programu HEC-RAS (2024). S ohledem na náročnost přípravy modelu terénu / stavby do tohoto programu byl využit jen při testování náhodně vybraných kombinací řešení v předkládané metodice. Vzhledem k poloautomatickému převodu informací o terénu / geometrii stavby ho lze s výhodou využít pro zpracování projektové dokumentace pro reálnou lesní cestu. Nevýhodou tohoto řešení jsou potřebné znalosti hydrauliky potrubí a otevřených koryt vodních toků a potřebné znalosti ovládání programu HEC-RAS (2024).

Ostatní uváděné metody a webové kalkulačky řeší pouze potrubí trubního propustku a úpravy na jeho vtoku a výtoku; nikoliv spadiště nebo dopadiště.

Předložené technické doporučení pro tlumení energie vody na výtoku z propustků lesních cest včetně typových dokumentací (TD3) řeší trubní propustky na lesních cestách. Oproti jiným metodikám a doporučením se zaměřuje na návrh a dimenzování spadišť pod trubními propustky jako základního opatření pro zamezení erozní činnosti a podpoře retence vody do půdy v lese. Vzhledem na velké množství parametrů (proměnných), které do výpočtu vstupují, bylo provedeno zjednodušení. Základním zjednodušením je omezení výpočtu na kapacitní průtok při volné hladině bez ovlivnění vtoku i výtoku. Další omezení jsou v uvažovaných délkách a sklonech trubních propustků, uvažovaných materiálech potrubí a ve sklonech spadišť, resp. „dolního“, navazujícího koryta.

**Výslednou hodnotou je délka spadiště a rychlost proudění vody v místě vtoku do „dolního“ koryta, resp. délka a největší šířka spadiště.**

Výsledky jsou zpracovány formou krátkých doporučení a obrázků/grafů a odkazů na tabulky v přílohách metodiky. Používání tohoto technického doporučení proto vyžaduje jednak znalosti navrhování lesních cest podle ČSN 73 6108 (2018), jednak základní znalosti hydrauliky koryt bystřin a trubních propustků. S přihlédnutím k současnému stavu trubních propustků a lesních cestách a k (ne)budování jakýchkoliv spadišť může být toto technické doporučení prvním návodem pro zdůvodnění účelnosti a návrh a dimenzování spadišť, resp. dopadišť.

Obecně lze konstatovat, že délky spadišť doporučené v ČSN 73 6108 (2018) jsou ve většině případů nedostatečné.

## Popis uplatnění metodiky

Výstup bude využit k aktualizaci ČSN 73 6108:2018 Lesní cestní síť, kterou bude inicializovat Ministerstvo zemědělství ČR.

Současně bude využit jako samostatné technické doporučení Ministerstvo zemědělství ČR pro řešení vsakovacích zařízení při návrhu, rekonstrukcích a provozu objektů na lesních cestách. Cílovou skupinou budou projektanti lesních cest, vlastníci a správci lesa / investoři, pracovníci stavebních úřadů, členové místních samospráv a zájemci ze strany odborné i laické veřejnosti.

## Ekonomické aspekty

Orientační ceny trubních propustků délky 6,0 m z plastových trub včetně dvou čel ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou a bez spadiště z kamenné rovnaniny a bez dřevěného prahu (rozměry čel a délka spadiště podle ČSN 73 6108:2018) (URS Praha 2024):

- **DN 510 mm** – 140 tis. Kč bez DPH
- **DN 600 mm** – 220 tis. Kč bez DPH
- **DN 800 mm** – 270 tis. Kč bez DPH
- **DN 1 000 mm** – 300 tis. Kč bez DPH

Orientační ceny spadiště z kamenné rovnaniny včetně výkopových prací, odstranění výkopku a přesunu hmot jsou podle hmotnosti jednotlivých kamenů v rovnanině následující (URS Praha 2024):

- **od 80 kg do 200 kg** – 3,8 tis. Kč bez DPH za 1 m<sup>2</sup> pohledové plochy
- **od 200 kg do 500 kg** – 4,6 tis. Kč bez DPH za 1 m<sup>2</sup> pohledové plochy
- **nad 500 kg** – 5,3 tis. Kč bez DPH za 1 m<sup>2</sup> pohledové plochy

Z výše uvedených hodnot lze zjistit, že náklady na spadiště bez ohledu na použitou velikost kamene ve sklonu, při kterém nedochází k vodnímu skoku, jsou 1/3 až 2/3 nákladů na trubní propustek bez spadiště. Tento podíl je zhruba stejný při rovnoběžném i při vějířovém tvaru spadiště. Při podélném sklonu spadiště, při kterém dochází k vodnímu skoku, se náklady zvyšují na 2/5 až 4/5 ceny trubního propustku.

Finanční náklady při použití rovnaniny s větší hmotností jednotlivých kamenů se zhruba vyrovnává kratší délkou spadiště. Zejména u trubních propustků menších světlostí (DN 510 a DN 600) jsou doporučené délky spadiště podle této metodiky výrazně delší než délka uvedená v ČSN 73 6108 (2018).

O přímé finanční úspoře oproti uvažovaným nákladům na trubní propustek se spadištěm podle ČSN 73 6108 (2018) lze tedy hovořit v ojedinělých případech, u kterých jsou nízké hodnoty podélného sklonu a délky trubního propustku a současně nízké hodnoty podélného sklonu spadiště. V ostatních případech jsou finanční náklady vyšší.

O úspoře lze hovořit v případě, že přesnějším výpočtem může dojít k úspoře na opevnění navazujících koryt a příkopů spojené se snížením environmentálního zatížení přírody a krajiny rozšiřováním kamenolomů, snížením devastace povrchu lesní půdy produkty eroze, snížení nutnosti nasazení těžké stavební techniky k sanaci poškozených koryt, příkopů a povrchu lesní půdy včetně omezení funkcí lesa stavební činností v lese apod.

Zdá se, že rozhodujícím, převažujícím faktorem pro realizaci délky spadiště podle této metodiky bude hodnota dalších ekosystémových služeb (rekreační, půdoochranná funkce apod.), které jsou obecně deklarovány mj. vládními dokumenty, ale na jejichž ocenění dosud

nepanuje společný a jednoznačný názor odborníků a politiků. Nezpochybitelné je také jejich kladné působení na environmentální povědomí společnosti o lese a lesním hospodaření. Lze tedy očekávat, že realizace účinných spadišť bude předmětem finanční podpory státu, resp. fondů EU.

## Seznam použité související literatury

1728 SOFTWARE SYSTEMS 2024. Diameter Velocity & Flow Rate [Computer software]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.1728.org/flowrate.htm>

AUTODESK (2024). AutoCAD Civil 3D (Version 2024) [Computer software]. Autodesk Inc.

BALKHAM M., FOSEBEARY C., KITCHEN C., RICARD C. 2010. Culvert design and operation guide. CIRIA. London:382. ISBN: 978-0-86017-689-3

CRHOVÁ L., BRZEZINA J., HULEC F., KAŠPAR M., MÜLLER M., SVOBODA V., ŠERCL P., VALERIÁNOVÁ A. 2024. Projekt PERUN. Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku. HC6 - Zpřesnění informací o hydrologickém režimu. DC 6.2 Návrhové hodnoty srážek. Souhrnná výzkumná zpráva. Výstup SS02030040-V46. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.perun-klima.cz/results/navrhSrazekZprava.pdf>

ČSN 73 6101:2018. Projektování silnic a dálnic. Česká agentura pro standardizaci. Praha

ČSN 73 6108:2018. Lesní cestní síť. Česká agentura pro standardizaci. Praha

ČSN 75 0146:2000 Lesnickotechnické meliorace – Terminologie. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha.

ČSN 75 1400:2014. Hydrologické údaje povrchových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha.

ČSN 75 6101:2012 Stokové sítě a kanalizační přípojky. Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha. 2012

DUCHAN, M. 2022. Trubní propustky na lesních cestách z různých materiálů. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. 149.

HANDBOOK of STEEL DRAINAGE and Highway Construction Products 2007. Corugated Steel Institute, Cambridge, Otario, Canada & American Iron and Steel Institute, Washington, DC, USA, Second edition. 482. str. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: [https://www.ail.ca/wp-content/uploads/2017/07/CSPI\\_Handbook-of-Steel-Drainage-Highway-Construction-Products.pdf](https://www.ail.ca/wp-content/uploads/2017/07/CSPI_Handbook-of-Steel-Drainage-Highway-Construction-Products.pdf)

HAVLÍK, V., MAREŠOVÁ I. 1994. Hydraulika I. Příklady. Vydavatelství ČVUT, Praha, 243. ISBN: 80-01-01162-3

HAVLÍK V., MAREŠOVÁ I. 1995. Hydraulika II. Příklady. Vydavatelství ČVUT, Praha, 243. ISBN: 80-01-01384-7

HORKÝ F., DVOŘÁK D. 2014. TP 83 - Odvodnění pozemních komunikací. Technické podmínky. [on-line]. Praha, MD ČR. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: [https://pjk.rsd.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_83.pdf](https://pjk.rsd.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_83.pdf)

HYDROCONSULT 1985. Navrhovanie lesných ciest – objekty. Typizačná smernica stavebného objektu). Vypracoval: Hydroconsult Bratislava. Schválilo: Ministerstvo lesného a vodného hospodárstva SSR & Ministerstvo lesního a vodního hospodářství ČSR. Vydal: Hydroconsult Bratislava, 80 s.

HYDROLOGY ENGINEERING CENTER 2024. HEC-RAS (Version 6.4) [Computer software]. U.S. Army Corps of Engineers. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

HydroCAD SOFTWARE SOLUTIONS 2024. HydroCAD: Stormwater Modeling (Version 10.2) [Computer software]. Chocorua, NH, USA. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.hydrocad.net/>

JAKUBIS M. 1993. Lesnícké meliorácie a zahrádzanie bystrín. Část: Zahradzanie bystrín. Návod na cvičenia. Technická univerzita vo Zvolene, Edičné stredisko. 81. ISBN 80-228-0225-5

JANDORA J., UHMANNOVÁ H. 1999, Základy hydrauliky a hydrologie. Příklady. Akademické nakladatelství CERN, s. r. o. Brno, 110. IDSN 80-214-1160-0

JANEČEK M. et al. 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Česká zemědělská univerzita v Praze. 1. vyd. Powerprint, Praha, 113. ISBN 978-80-87415-42-9

KAVKA et al. 2021. Ochrana umělých svahů před erozí a stabilizace povrchové vrstvy. Certifikovaná metodika. Strix Chomutov a.s., České Vysoké Učení Technické v Praze, Geosyntetika s.r.o., Praha: 29. ISBN 978-80-01-06806-9. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Veda-a-vyzkum/Certifikovane-metodiky/Dopravni-stavitelstvi/Ochrana-umelych-svahu-pred-erozi-a-stabilizace-pov/Ochrana-umelych-svahu-pred-erozi-a-stabilizace-povrchove-vrstvy.pdf.aspx>

KAVKA et al. 2023. Krátkodobé srážky pro hydrologické modelování a navrhování drobných vodohospodářských staveb v krajině". Certifikovaná metodika, číslo předpisu 2/2023/SPU/O. [on-line]. Praha, České vysoké učení technické v Praze, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i., Český hydrometeorologický ústav, Sweco Hydroprojekt a.s.: 69. ISBN: 978-80-01-07115-1. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: [https://rain.fsv.cvut.cz/data/files/metodika\\_N\\_srazky\\_2023\\_web.pdf](https://rain.fsv.cvut.cz/data/files/metodika_N_srazky_2023_web.pdf)

KREŠL, J. 1973. Hydrologie. In: RIEDL, O., ZACHAR, D. a kol. Lesotechnické meliorace. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 568.

KUNŠTÁTSKÝ J. 1956. Hydraulické výpočty propustků a mostků. Státní nakladatelství technické literatury. Praha. 48..

KUPEC P., DEUTSCHER J., HEMR O., ČECH P., ZLATUŠKA K. 2023. Vsakovací zařízení na lesní dopravní síti a jejich funkčnost. Zprávy lesnického výzkumu. 68(2):116-125. doi:10.59269/ZLV/2023/2/696

LOWE N. J. 2008. Theoretical Determination of Subcritical Sequent Depths for Complete and Incomplete Hydraulic Jumps in Closed Conduits of Any Shape. Brigham Young University Scholars Archive. Master of Science thesis. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?>

MATTAS, D. (2014). Výpočet průtoku v otevřených korytech. Práce a Studie 205, VÚV T.G.M. Praha: 110 str. ISSN 1211-3727, ISBN 978-80-87402-27-6

ONLINE CULVERT SOFTWARE 2024). Online Culvert [Web-based software]. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://onlineculvert.com>

SCHALL J. D., THOMPSON P. L., ZERGES S. M., KILGORE R. T., MORRIS J. L. 2012. Hydraulic Design of Highway culverts. Third Edition. FHWA-HIF-12-026 HDS 5. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. April 2012. 323 str. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/12026/hif12026.pdf>

ŠAMAJ F., VALOVIČ Š., BRÁZDIL R. 1985. Denné úhrny zrážok s mimoriadnou výdatnosťou v ČSSR v období 1901 –1980. In: Šamaj, F., ed.: Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu. ALFA, Bratislava: 226.

TOMEK J., PANÁČEK J., NEČAS R., KOLÁČEK J., VESELÝ J., PICKA D., DUBROVSKÝ J., BALVÍN P., BENEŠOVÁ M. 2012. TP 232 Propustky a mosty malých rozpětí. Technické podmínky. [on-line]. Ministerstvo dopravy ČR Praha & DIVYP Brno, s. r. o., Praha: 68. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: [https://pjk.rsd.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_232\\_2012.pdf](https://pjk.rsd.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_232_2012.pdf)

URS CZ a. s. 2024. Program KROS 4 - profesionální rozpočtování staveb. [on-line] [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.urs.cz/software-a-data/kros-4-ocenovani-a-rizeni-stavebni-vyroby>

VOKURKA A., ZLATUŠKA K. (eds.) 2020. Technická doporučení pro hrazení bystřin a strží. Ministerstvo zemědělství & Česká společnost krajinných inženýrů, z. s., Praha: 94. ISBN 978-80-7434-557-9. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: [https://mze.gov.cz/public/portal/mze/-q321647--Qfn\\_joPV/td-pro-hrazeni-bystrin-a-strzi-mze-2020?linka=a544770](https://mze.gov.cz/public/portal/mze/-q321647--Qfn_joPV/td-pro-hrazeni-bystrin-a-strzi-mze-2020?linka=a544770)

Vyhláška č. 146/2024 Sb., o požadavcích na výstavbu

Vyhláška č. 239/2017 Sb., o technických požadavcích pro stavby pro plnění funkcí lesa (platná do 31. 12. 2023)

WHITE F. M. 1999. Fluid mechanics (4th ed.). WCB/McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-116848-9.

ZACHAR, D. et al. (1984) Lesnícké meliorácie. Príroda, Bratislava. 488 str.

Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

ZDRSNĚNÉ SKLUZY A STUPNĚ pro meliorační kanály a malé vodní toky. Typizační směrnice. (1983). Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, Agroprojekt. Praha: 42 str.

ZLATUŠKA K., BYSTRICKÝ R., JEŽEK J., NATOV P., SEKANINA A., TOMÁNEK J. 2020. Technická doporučení pro projektování lesní dopravní sítě. Ministerstvo zemědělství. Praha: 124. ISBN 978-80-7434-556-2. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: <https://mze.gov.cz/public/portal/mze/-q321751--nbBebeBb/td-pro-projektovani-lesni-dopravni-site?linka=a544354>

ZLATUŠKA K., KALIBOVÁ J., KAVKA P., KHEL T., KINCL D., PETRŮ J., RAJNOCH M., STRAKOVÁ M., VOPRAVIL J. 2023. TP 53 - Protierozní opatření na svazích PK. Technické podmínky. [online]. Praha, MD ČR. [on-line]. [cit. 20. prosince 2024]. Dostupné na World Wide Web: [https://pjk.rsd.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_53\\_2023\\_2\\_.pdf](https://pjk.rsd.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_53_2023_2_.pdf)

ZUNA, J. 2008. Hrazení bystřin. Skriptum. ČVUT Praha. 180. ISBN 978-80-01-04010-2

## Seznam publikací, které předcházely metodice

ZLATUŠKA, K., VRANOVÁ, V. (2023). Technická doporučení pro hospodaření s vodou v rámci lesní dopravní sítě. Lesnická práce. 102 (2):35-37

KUPEC P., DEUTSCHER J., HEMR O., ČECH P., ZLATUŠKA K. 2023. Vsakovací zařízení na lesní dopravní síti a jejich funkčnost. Zprávy lesnického výzkumu. 68(2):116-125. doi:10.59269/ZLV/2023/2/696

ALLMAN M., DUDÁKOVÁ Z., DUCHAN M., JANKOVSKÝ M., JUŠKO V. 2024. Impact of winch-assisted logging machinery on soil disturbance in the mountainous forests of Western Carpathians. Front. For. Glob. Change 7:1464140. doi: 10.3389/ffgc | 2024.1464140

*Poznámka: Stav k 20. 12. 2024!*

## Jména oponentů a názvy jejich organizací

Prof. Ing. Jan Jandora, Ph.D.

e-mail: [Jan.Jandora@vut.cz](mailto:Jan.Jandora@vut.cz); +420 54114 7759

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební, Ústav vodních staveb

Antonínská 548/1

602 00 Brno

IČ: 00216305

Ing. Tomáš Smejkal

e-mail: [tomas.smejkal@mze.gov.cz](mailto:tomas.smejkal@mze.gov.cz); +420 221 812 356

Ministerstvo zemědělství

Oddělení ekonomických nástrojů lesního hospodářství

Těšnov 65/17, Nové Město, 110 00 Praha 1

IČ: 00020478

## Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu č. **QK22020146** s názvem: **Technická doporučení pro hospodaření s vodou v rámci lesní dopravní sítě** podpořeného z Programu ZEMĚ v rámci Národní agentury pro zemědělský výzkum.

## Přílohy

### Příloha I. – Definice pojmů použitých v metodice

Pojem	Definice	Zdroj
lesní cesta	zpevněná účelová komunikace určená pro dopravní zpřístupnění lesů a jejich propojení s ostatními pozemními komunikacemi, která slouží k lesní dopravě, k provádění záchranných a likvidačních prací složkami integrovaného záchranného systému a k zajišťování obrany státu	Vyhláška č. 146/2024 Sb.
ostatní trasa pro lesní dopravu	trasy, které nejsou pozemními komunikacemi, zejména lesní svážnice a technologické linky	
lesní cesta pro celoroční provoz (1L)	lesní cesta umožňující svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností celoroční provoz	
lesní cesta pro sezónní provoz (2L)	lesní cesta umožňující svým prostorovým uspořádáním a technickou vybaveností sezónní provoz v obdobích s nižším úhrnem srážek nebo v obdobích zámrazu	
lesní svážnice (3L)	slouží pro soustředování dříví, zpravidla spojují technologické linky s lesní cestní sítí	ČSN 73 6108
technologická linka (4L)	slouží pro soustředování dříví, zpravidla spojují lesní porosty s lesními svážnicemi, lesními sklady nebo s lesními skládkami	
vozovka	zpevnění lesní cesty, které svou šířkou a únosností umožňuje provoz jízdní soupravy pro odvoz dříví; lesní cesta s vozovkou je zpevněná lesní cesta	Vyhláška č. 146/2024 Sb.
nezpevněná cesta	lesní cesta s vozovkou	
nezpevněná cesta	lesní cesta bez vozovky	
stmelený kryt	krytem betonovým, asfaltovým, dlážděným, z kameniva stmeleného pojivem nebo vozovka z panelů	
nestmelený kryt	vozovka s krytem z nestmelených vrstev kameniva (např. mechanicky zpevněného kameniva MZK, vibrovaného štěrku VŠ, štěrkodrtě ŠD)	-
odvodnění lesní cesty	soubor výrobků, konstrukcí nebo terénních úprav pro bezeškové převádění a odvádění povrchových vod z tělesa lesní cesty a z okolních pozemků a pro jejich zabezpečení proti škodlivému působení podzemních vod	Vyhláška č. 146/2024 Sb.
propustek	stavební objekt s kolmou světlostí otvoru do 2 m včetně, sloužící k převedení průtoku povrchových vod napříč tělesem lesní cesty	
hospodářský propustek	stavební objekt s kolmou světlostí otvoru do 2 m včetně, sloužící k převedení průtoku povrchových vod pod připojením ostatních tras pro lesní dopravu nebo sousedních pozemků na lesní cestu	
odvodňovací příkop	umělé otevřené odvodňovací zařízení	ČSN 75 0146
cestní příkop	otevřené, podélné odvodňovací zařízení budované v tělese lesní cesty obvykle rovnoběžně s její osou	-
spadiště	zpevněné dopadiště	ČSN 75 0146
dopadiště	1. prostor, na který dopadá voda přepadající přes přehrážku	
	2. prostor, na který dopadá voda vytékající nebo přetékající z propustku nebo hospodářského propustku a který slouží ke snížení rychlosti proudění vody (disipaci energie)	ČSN 73 6108

## Příloha II. - Seznam symbolů a zkratek

<b>1L</b>		lesní cesta pro celoroční provoz
<b>2L</b>		lesní cesta pro sezónní provoz
<b>3L</b>		lesní svážnice
<b>4L</b>		technologická linka
<b>A</b>	(ha)	plocha povodí
<b>A<sub>red</sub></b>	(ha)	redukováná plocha povodí
<b>b</b>	(m)	šířka dna toku; resp. šířka přelivné hrany
<b>b<sub>0</sub></b>	(m)	účinná délka přelivné hrany
<b>c</b>	(-)	konstanty ve Stricklerově vzorci pro rychlost proudění vody v korytě podle Nováka
<b>C, C<sub>0</sub>, S<sub>D</sub>, C<sub>P</sub></b>	(m <sup>1/2</sup> * s <sup>-1</sup> )	rychlostní součinitel
<b>ČKAIT</b>		Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě podle zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů
<b>ČSN</b>		česká technická norma
<b>d</b>	(m)	hloubka vývaru
<b>d<sub>m</sub></b>	(m)	velikost výstupků zdrsnění, resp. směrodatné zrno splaveniny
<b>D, DN</b>	(m, resp. mm)	kolmá světlost potrubí trubních propustků
<b>E, E<sub>p</sub>, E<sub>D</sub>, E<sub>S</sub></b>	(m)	energetická výška
<b>Fr</b>	(-)	Froudeho číslo
<b>g</b>	(m * s <sup>-2</sup> )	gravitační zrychlení
<b>h</b>	(m)	výška hladiny (hloubka vody)
<b>h<sub>0</sub></b>	(m)	výška hladiny před vtokem
<b>h<sub>i</sub></b>	(m)	hloubka vody v profilu <i>i</i>
<b>h<sub>i+1</sub></b>	(m)	hloubka vody v profilu <i>i+1</i>
<b>h<sub>1</sub></b>	(m)	první sdružená výška vodního skoku
<b>h<sub>D</sub></b>	(m)	výška hladiny v dolním korytě toku
<b>h<sub>k</sub></b>	(m)	kritická hloubka
<b>Δh<sub>j</sub></b>	(m)	rozdíl hladin mezi dvěma sousedními profily
<b>h<sub>zj</sub></b>	(m)	celková ztráta energie na úseku <i>j</i>
<b>k<sub>i</sub></b>	(-)	lokalizační koeficient pro úpravu srážkového úhrnu, resp. intenzity srážek
<b>L</b>	(m)	délka spadiště
<b>L<sub>cp</sub></b>	(m)	délka čela trubního propustku
<b>L<sub>N</sub></b>	(m)	délka nerovnoměrného proudění
<b>L<sub>p</sub></b>	(m)	délka doskoku přelivného paprsku
<b>L<sub>s</sub></b>	(m)	délka vodního skoku
<b>dL, ΔL<sub>j</sub></b>	(m)	délka úseku <i>j</i> (mezi profily)
<b>i, I, I<sub>0</sub>, I<sub>d</sub>, I<sub>p</sub></b>	(-)	sklon (dna, propustku)
<b>i<sub>0j</sub></b>	(-)	průměrný sklon úseku <i>j</i>
<b>i<sub>E</sub></b>	(-)	sklon čáry energie v podjezí
<b>I<sub>min.</sub></b>	(-)	minimální sklon pro zaručené proudění o volné hladině
<b>m</b>	(-)	pořadnice svahu (1 : m)
<b>M</b>	(-)	součinitel přepadu
<b>NAZV</b>		Národní agentura zemědělského výzkumu
<b>n</b>	(-)	Manningův drsnostní součinitel
<b>O</b>	(m)	omočený obvod
<b>q</b>	(m <sup>2</sup> * s <sup>-1</sup> )	měrný průtok
<b>Q, Q<sub>S</sub></b>	(m <sup>3</sup> * s <sup>-1</sup> )	průtok
<b>Q<sub>D</sub>, Q<sub>kap.</sub></b>	(m <sup>3</sup> * s <sup>-1</sup> )	kapacitní průtok při netlakovém proudění

Technické doporučení pro tlumení energie vody na výtoku z propustků lesních cest  
včetně typových dokumentací – certifikovaná metodika TD3 – verze 2

$Q_{dim}$	$(l * s^{-1})$	průtok srážkových vod pro dimenzování propustků
$Q_N$	$(m^3 * s^{-1})$	kulminační průtok, který je v uvažovaném profilu dosažen nebo překročen jednou za N let
$q_s$	$(l * s^{-1} * ha^{-1})$	intenzita návrhového deště uvažované periodicity
$R, R_0, R_1, R_2, R_D, R_P$	(m)	hydraulický poloměr
$s$	(m)	spád (výška) objektu
$S, S_0, S_i, S_s, S_1, S_D, S_P$	$(m^2)$	průtočná plocha (propustku, koryta)
$s_j$	(m)	hloubka vtokové jímky včetně sedimentačního prostoru
$\bar{s}$	(m)	největší šířka vějířového (nerozšiřujícího se) spadiště
<b>TD</b>		Technické doporučení (výstup výzkumného projektu NAZV QK22020146)
<b>TP</b>		1) Technické podmínky Ministerstva dopravy ČR 2) trubní propustek
$v, v_s, v_i, v_{i+1},$	$(m * s^{-1})$	rychlost proudění vody
$v_k$	$(m * s^{-1})$	kritická (nevymílající) rychlost proudění vody
$y, y_s, y_D,$	(m)	hloubka vody
$y_p$	(m)	tloušťka přelivného paprsku
$y_K$	(m)	kritická hloubka v obdélníkovém profilu
$y_{KL}$	(m)	kritická hloubka v lichoběžníkovém profilu
$z_1, z_D$	$(m^3)$	statický moment plochy průřezu lichoběžníkového koryta
$\alpha$	(-)	Coriolisovo číslo
$\beta$	(-)	součinitel zatopení vtoku, resp. úhel odklonu vlny od osy koryta
$\sigma$	(-)	koeficient
$\psi$	(-)	součinitel odtoku

### Příloha III. - Seznam tabulek

Tabulka 1. Minimální světlosti propustku / hospodářského propustku podle ČSN 73 6108 (2018).....	18
Tabulka 2. Doporučené rozměry vtokových jímek podle světlosti navazujícího potrubí podle HYDROCONSULT (1985) .....	24
Tabulka 3. Hodnoty součinitele přepadu <b>M</b> (VOKURKA, ZLATUŠKA 2020).....	25
Tabulka 4. Hodnoty konstanty <b>c</b> ve Stricklerově vzorci pro rychlost proudění vody v korytě podle Nováka (ZUNA 2008).....	27
Tabulka 5. Rozpětí hodnot intenzity patnáctiminutového deště s periodicitou $p = 0,05 (l * s^{-1} * ha^{-1})$ .....	32
Tabulka 6. Rozpětí úhrnů patnáctiminutového deště s periodicitou $p = 0,05 (mm)$ .....	32

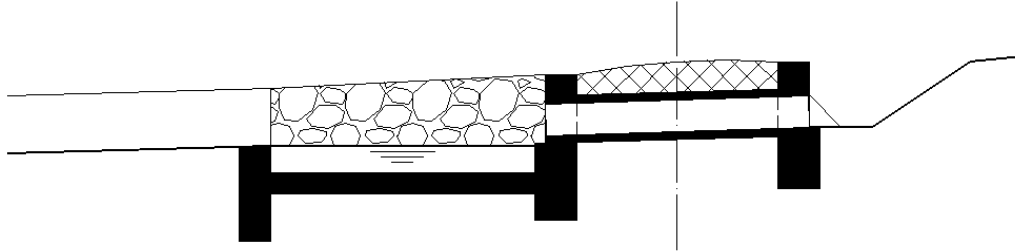
### Příloha IV. - Seznam obrázků

Obrázek 1. Orientační rozsah délky rovnoběžného spadiště pro trubní propustky DN 510 mm .....	9
Obrázek 2. Orientační rozsah délky rovnoběžného spadiště pro trubní propustky DN 600 mm .....	10
Obrázek 3. Orientační rozsah délky rovnoběžného spadiště pro trubní propustky DN 800 mm .....	11
Obrázek 4. Orientační rozsah délky rovnoběžného spadiště pro trubní propustky DN 1000 mm .....	12
Obrázek 5. Orientační rozsah délky vějířového spadiště pro trubní propustky DN 510 mm ...	13
Obrázek 6. Orientační rozsah délky vějířového spadiště pro trubní propustky DN 550 mm ...	15
Obrázek 7. Schéma trubního propustku na lesní cestě se spadištěm – autor: Jaroslav Tománek - upraveno .....	17
Obrázek 8. Samostatný sjezd s hospodářským propustkem (dole) a <i>bez hospodářského propustku</i> (nahore) – autor: Jaroslav Tománek .....	18
Obrázek 9. Hydraulické schéma propustku o volné hladině a neovlivněného dolní vodou – autor: Jaroslav Tománek.....	22
Obrázek 10. Hydraulické schéma trubního propustku s volným vtokem a s volnou hladinou ovlivněného dolní vodou – autor: Jaroslav Tománek .....	22
Obrázek 11. Řešení hloubky a délky vývaru (ZUNA 2008 – upraveno) .....	26
Obrázek 12. Výpočtové schéma pro nerovnoměrné proudění (JANDORA, UHMANNOVÁ 1999 - upraveno).....	30

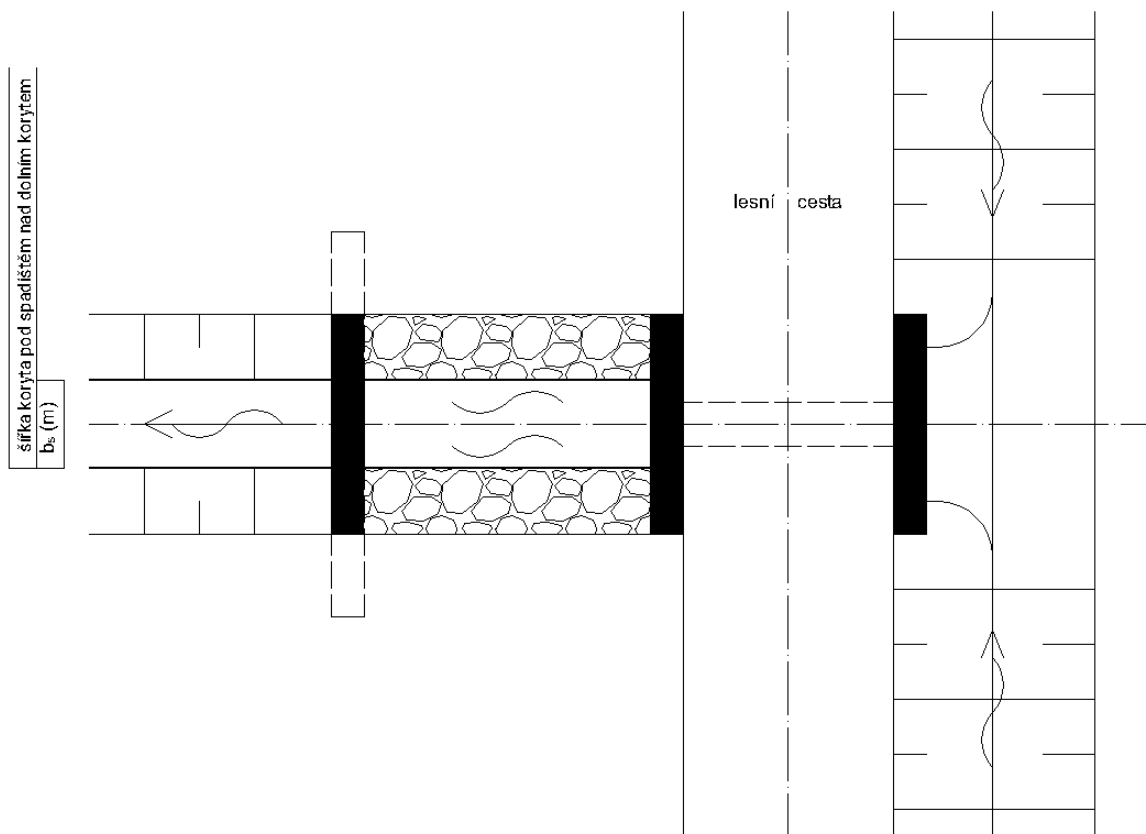
## Přílohy V. - Schémata doporučených variant

### Příloha V.1 – Schéma trubního propustku s dopadištěm (vývar) a s přímým vtokem do potrubí z cestního příkopu

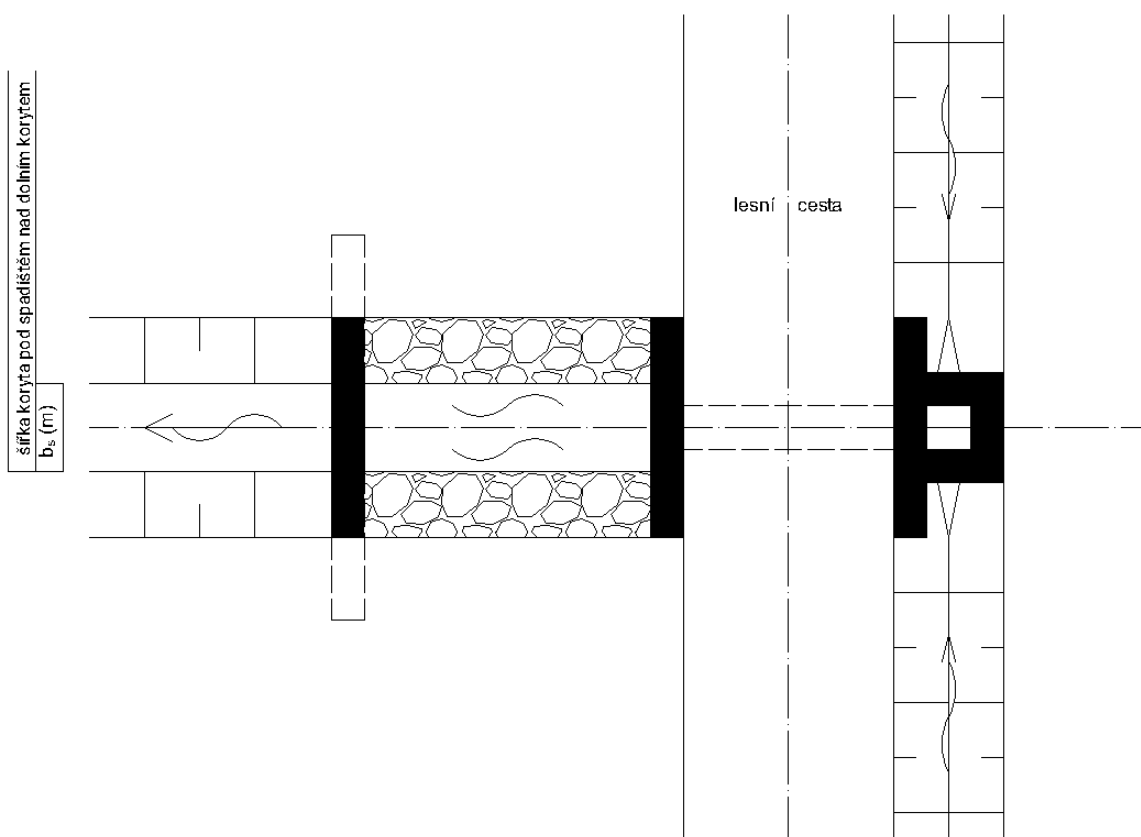
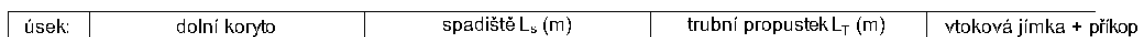
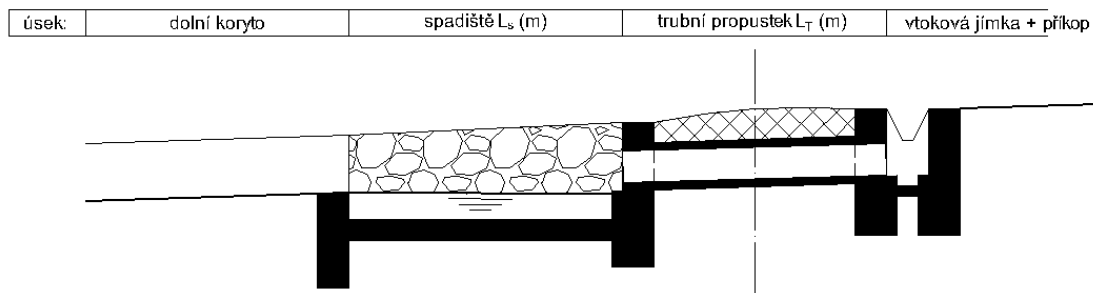
úsek:	dolní koryto	dopadiště (vývar)	trubní propustek	příkop
-------	--------------	-------------------	------------------	--------



úsek:	dolní koryto	dopadiště (vývar)	trubní propustek	příkop
-------	--------------	-------------------	------------------	--------

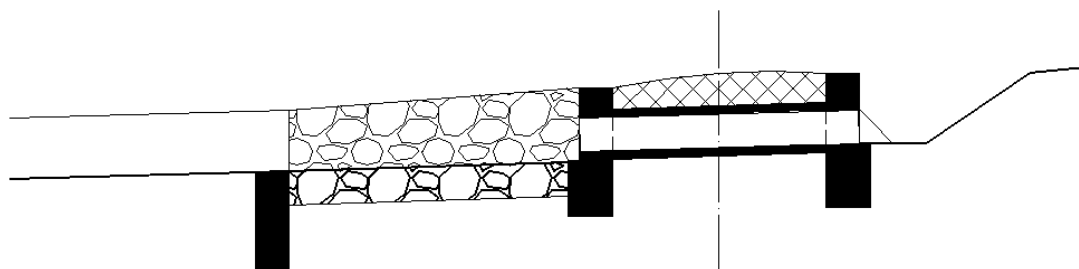


## Příloha V.2 – Schéma trubního propustku s dopadištěm (vývarem) a se vtokovou jámkou

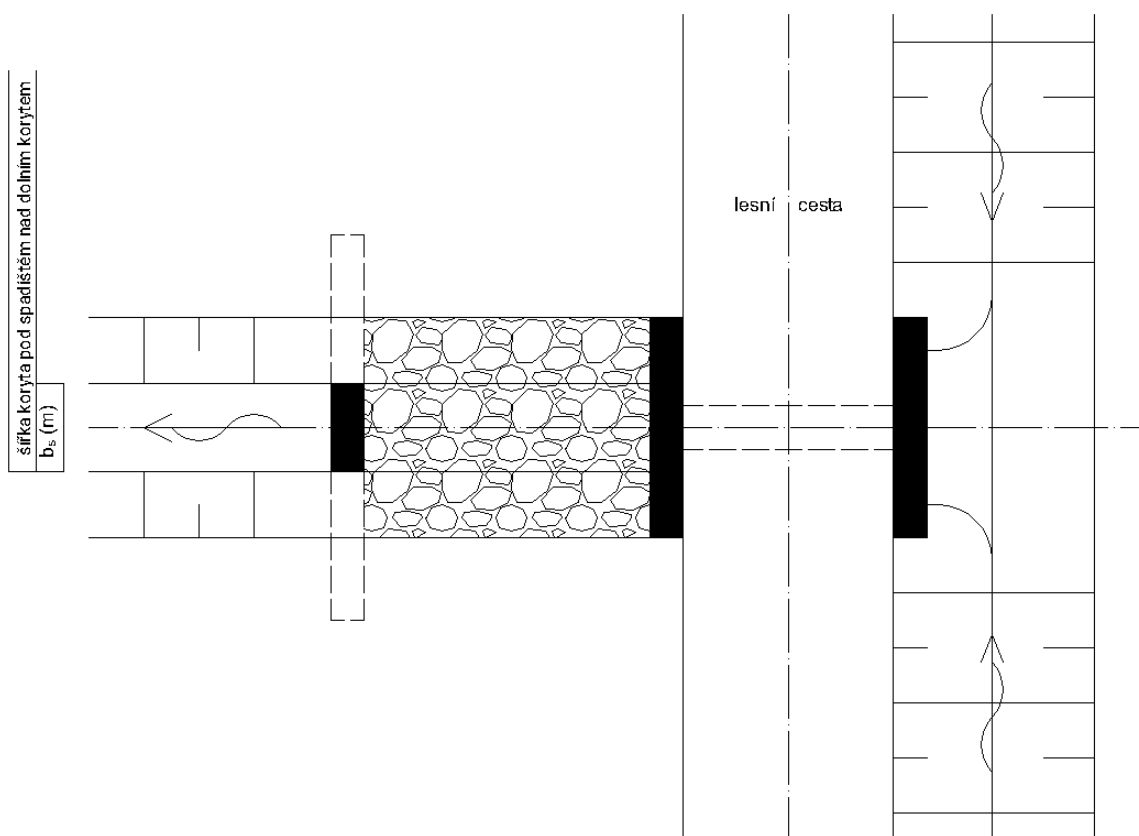


**Příloha V.3 – Schéma trubního propustku s rovnoběžným (nerozšiřujícím se) spadištěm a s přímým vtokem do potrubí z cestního příkopu**

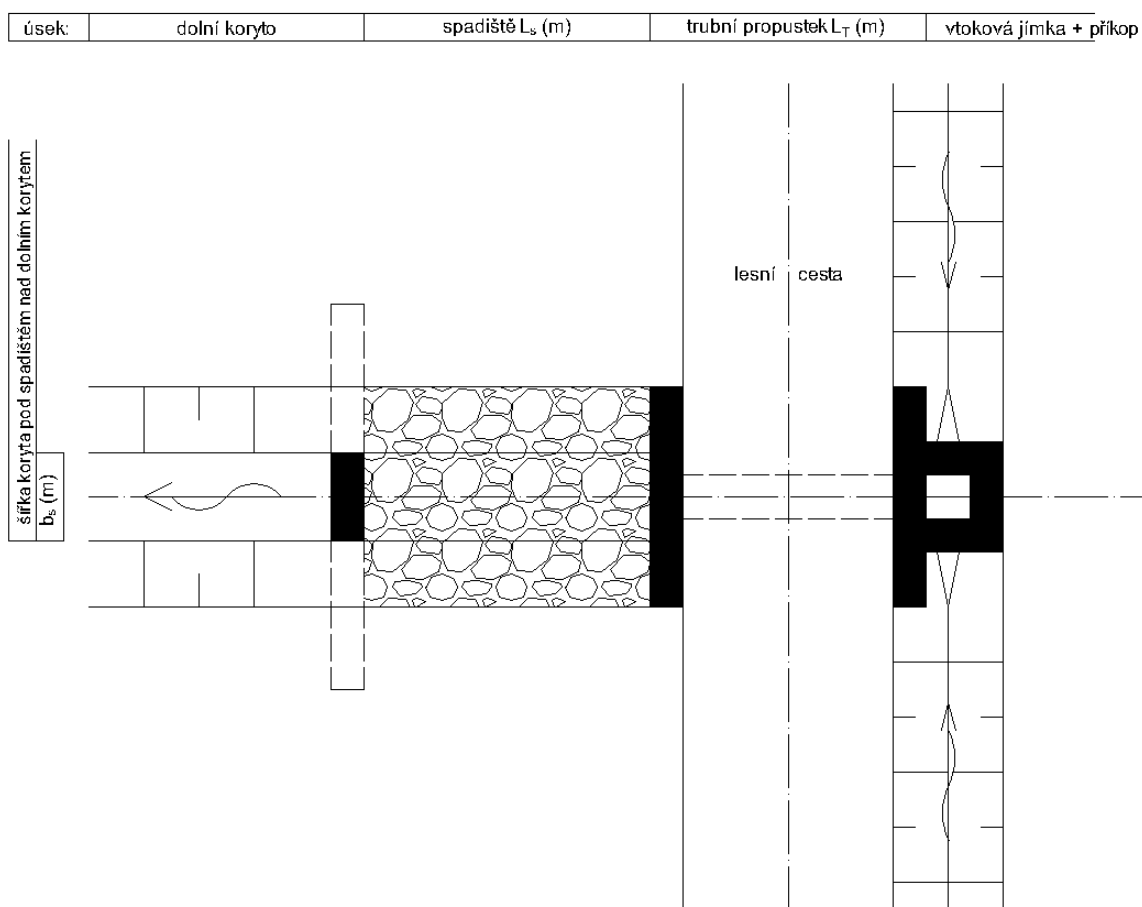
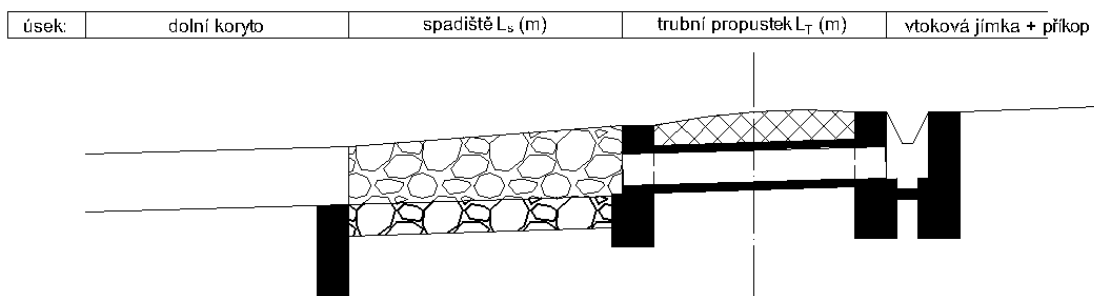
úsek:	dolní koryto	spadiště $L_s$ (m)	trubní propustek $L_T$ (m)	příkop
-------	--------------	--------------------	----------------------------	--------



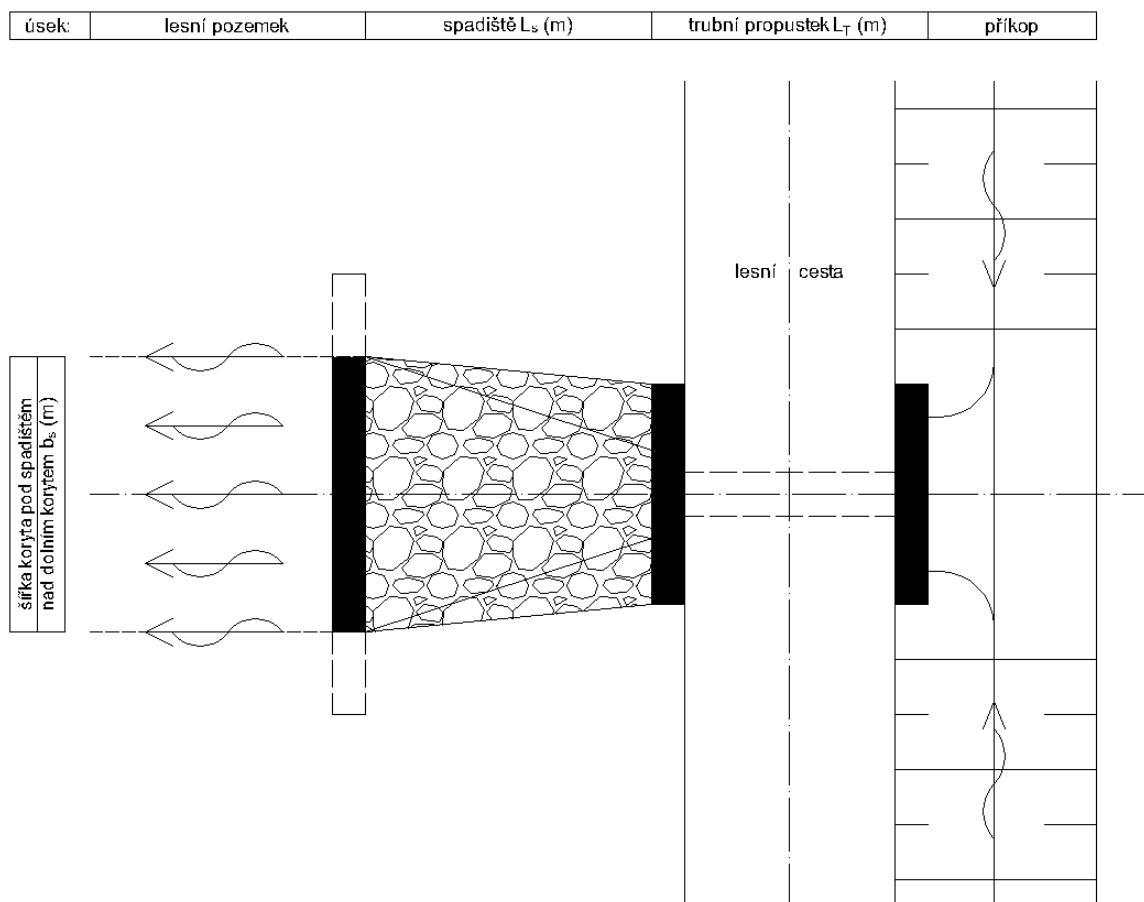
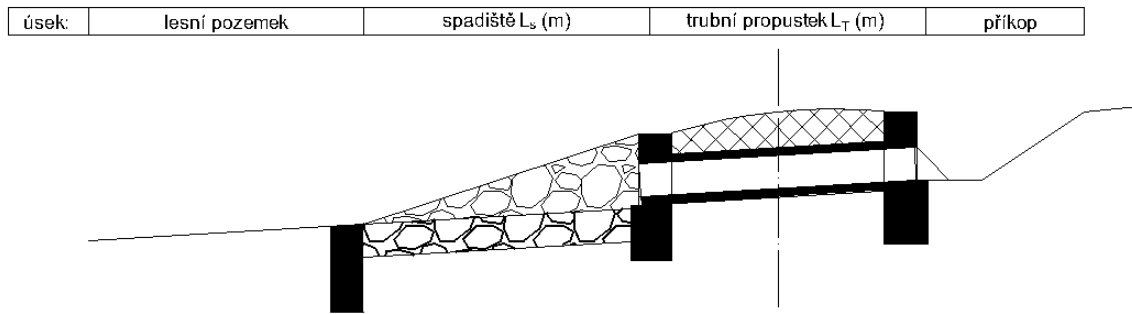
úsek:	dolní koryto	spadiště $L_s$ (m)	trubní propustek $L_T$ (m)	příkop
-------	--------------	--------------------	----------------------------	--------



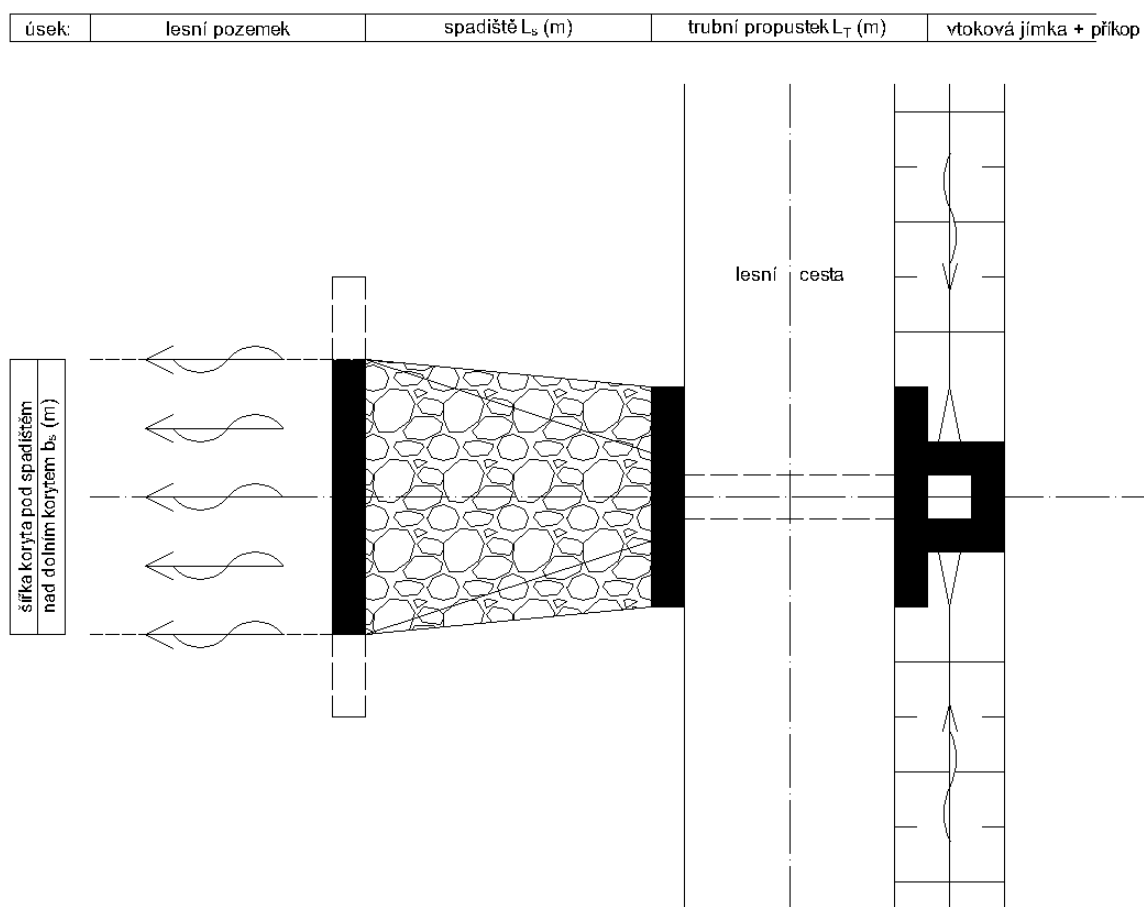
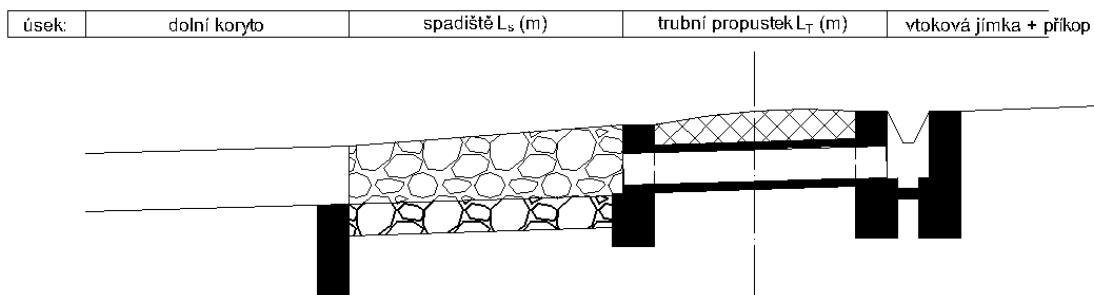
**Příloha V.4 – Schéma trubního propustku s rovnoběžným (nerozšiřujícím se) spadištěm a se vtokovou jámkou**



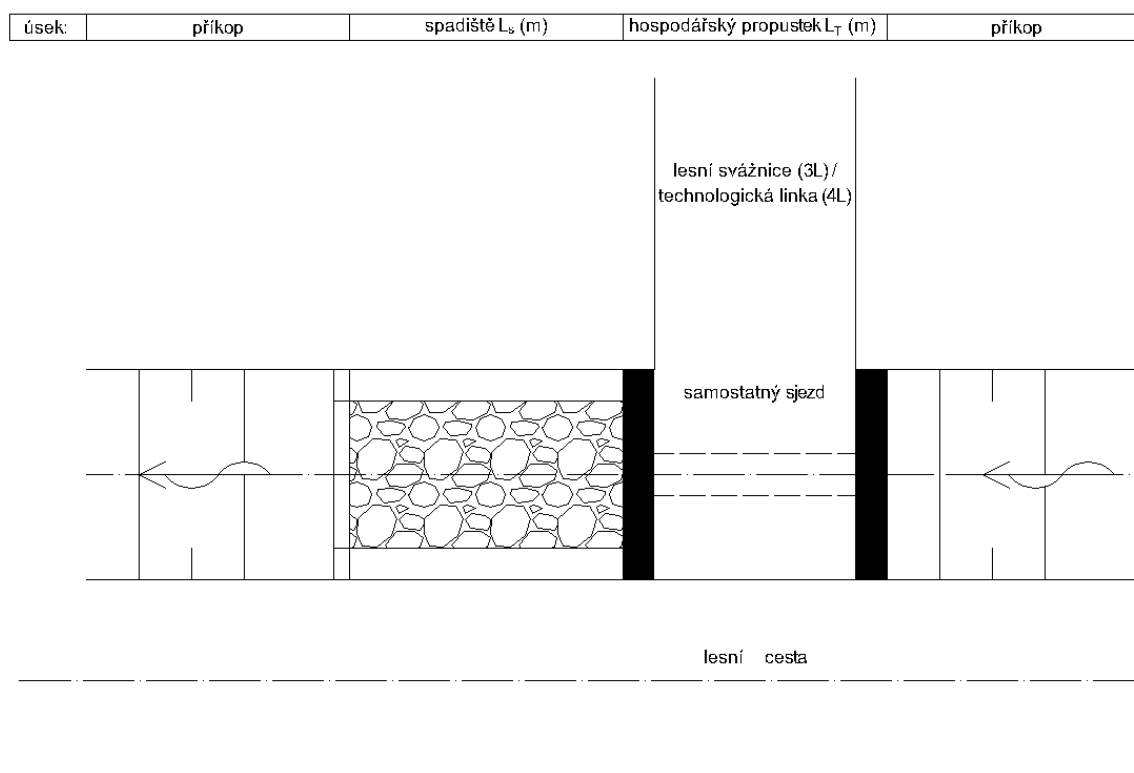
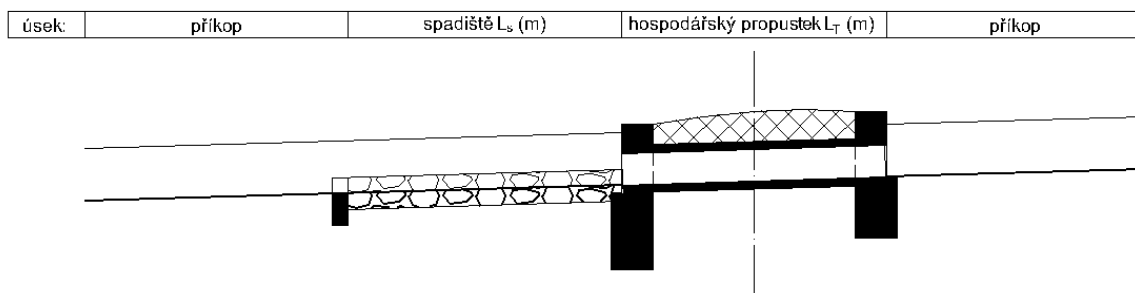
**Příloha V.5 – Schéma trubního propustku s vějířovým (rozšiřujícím se) spadištěm a s přímým vtokem do potrubí z cestního příkopu**



**Příloha V.6 – Schéma trubního propustku s vějířovým (rozšiřujícím se) spadištěm a se vtokovou jámkou**



### Příloha V.7 – Schéma hospodářského propustku se spadištěm



## **Příloha VI. - Minimální délky spadišť pod trubními a hospodářskými propustky pro některé kombinace světlosti, délky a sklonu potrubí a sklonu a tvaru spadiště**

### *Poznámky:*

Drsnost koryta cestního příkopu nad a pod hospodářským propustkem se uvažuje  $n = 0,028$  – viz Příloha VII.

Hodnota podélného sklonu cestního příkopu nad a pod hospodářským propustkem se uvažuje shodná.

Drsnost „dolního“ koryta pod spadištěm se uvažuje  $n = 0,05$  – viz Příloha VII.

**L** – minimální délka spadiště (m); hodnota délky nerozlišuje, zda se na výtoku vytvoří vodní skok nebo nikoliv

**v** – rychlost proudění vody na konci spadiště (m/s); pro návrh opevnění „dolního“ koryta (není předmětem této metodiky)

**š** – největší šířka vějířového (rozšiřujícího se) koryta pod trubním propustkem; tj. šířka v místě přelivu na lesní půdu

**MAT** – pohoz z kameniva nebo kamenná rovnanina:

- **D** – dlažba z lomového kamene na sucho tl. 300 mm
- **0,2** – rovnanina z lomového kamene neupravovaného, tříděného, s urovnáním líce pro tlumení energie vody (vytvoření výstupků) a s vyklínováním spár úlomky kamene, hmotnosti jednotlivých kamenů **od 80 kg do 200 kg** –  $d_m = 0,45$  m (položka ÚRS 46321152)
- **0,5** – dtto **od 200 kg do 500 kg** –  $d_m = 0,60$  m (položka ÚRS 46321153)
- **0,5+** – dtto **nad 500 kg** –  $d_m = 0,75$  m (položka ÚRS 46321158)
- $d_m$  – nejmenší délka hrany kamene použitého do rovnaniny (m)

Schéma rovnoběžného (nerozšiřujícího se) koryta pod trubním propustkem je uvedeno v Příloze V.3, resp. v Příloze V.4.

Typové řešení trubního propustku s rovnoběžným (nerozšiřujícím se) korytem je uvedeno v Příloze XI.2.

Schéma vějířového (rozšiřujícího se) koryta pod trubním propustkem je uvedeno v Příloze V.5, resp. v Příloze V.6.

Typové řešení trubního propustku s rovnoběžným (nerozšiřujícím se) korytem je uvedeno v Příloze XI.3.

**Příloha VI.1 - Minimální délka spadiště  $L$  pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 7,5 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$
2,0	3,5 3,75	0,2	3,7 3,92	0,2	3,9 4,08	0,2	4,1 4,24	0,2	4,3 4,39	0,2	4,7 4,67	0,2	5,0 4,93	0,2
	3,3 3,75	0,5	3,5 3,92	0,5	3,6 4,08	0,5	3,8 4,24	0,5	4,0 4,39	0,5	4,3 4,67	0,5	4,6 4,93	0,5
2,5	3,8 3,76	0,2	4,0 3,93	0,2	4,2 4,10	0,2	4,4 4,25	0,2	4,7 4,40	0,2	5,1 4,68	0,2	5,4 4,95	0,2
	3,5 3,76	0,5	3,7 3,93	0,5	3,9 4,10	0,5	4,1 4,25	0,5	4,2 4,40	0,5	4,6 4,68	0,5	5,0 4,95	0,5
3,0	4,1 3,77	0,2	4,3 3,95	0,2	4,6 4,11	0,2	4,8 4,27	0,2	5,1 4,42	0,2	5,5 4,70	0,2	6,0 4,96	0,2
	3,7 3,77	0,5	3,9 3,95	0,5	4,1 4,11	0,5	4,3 4,27	0,5	4,6 4,42	0,5	5,0 4,70	0,5	5,4 4,96	0,5
3,5	4,5 3,79	0,2	4,8 3,96	0,2	5,0 4,12	0,2	5,3 4,28	0,2	5,6 4,43	0,2	6,1 4,71	0,2	6,5 4,98	0,2
	4,0 3,79	0,5	4,2 3,96	0,5	4,5 4,12	0,5	4,7 4,28	0,5	4,9 4,43	0,5	5,4 4,71	0,5	5,8 4,98	0,5
4,0	4,9 3,80	0,2	5,2 3,97	0,2	5,5 4,14	0,2	5,8 4,29	0,2	6,1 4,44	0,2	6,7 4,73	0,2	7,2 4,99	0,2
	4,3 3,80	0,5	4,6 3,97	0,5	4,8 4,14	0,5	5,1 4,29	0,5	5,3 4,44	0,5	5,8 4,73	0,5	6,3 4,99	0,5
4,5	5,4 3,81	0,2	5,8 3,98	0,2	6,1 4,15	0,2	6,4 4,30	0,2	6,7 4,46	0,2	7,3 4,74	0,2	7,9 5,01	0,2
	4,7 3,81	0,5	5,0 3,98	0,5	5,3 4,15	0,5	5,5 4,30	0,5	5,8 4,46	0,5	6,4 4,74	0,5	6,9 5,01	0,5
5,0	6,0 3,82	0,2	6,4 4,00	0,2	6,7 4,16	0,2	7,1 4,32	0,2	7,4 4,47	0,2	8,0 4,75	0,2	8,7 5,02	0,2
	5,1 3,82	0,5	5,4 4,00	0,5	5,7 4,16	0,5	6,2 4,32	0,5	6,3 4,47	0,5	6,9 4,75	0,5	7,5 5,02	0,5
6,0 +	5,8 4,25	0,2	6,2 4,44	0,2	6,5 4,61	0,2	6,8 4,78	0,2	7,1 4,95	0,2	7,7 5,26	0,2	8,3 5,55	0,2
	4,9 4,25	0,5	5,2 4,44	0,5	5,5 4,61	0,5	5,8 4,78	0,5	6,1 4,95	0,5	6,6 5,26	0,5	7,1 5,55	0,5

**Příloha VI.2 - Minimální délka spadiště  $L$  pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 10,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$
2,0	3,6 3,82	0,2	3,9 4,03	0,2	4,1 4,23	0,2	4,3 4,42	0,2	4,6 4,60	0,2	5,0 4,94	0,2	5,4 5,26	0,2
	3,4 3,82	0,5	3,6 4,03	0,5	3,8 4,23	0,5	4,0 4,42	0,5	4,2 4,60	0,5	4,6 4,94	0,5	5,0 5,26	0,5
2,5	3,9 3,83	0,2	4,2 4,04	0,2	4,4 4,25	0,2	4,7 4,44	0,2	5,0 4,62	0,2	5,5 4,95	0,2	5,9 5,27	0,2
	3,5 3,83	0,5	3,8 4,04	0,5	4,0 4,25	0,5	4,3 4,44	0,5	4,5 4,62	0,5	5,0 4,95	0,5	5,4 5,27	0,5
3,0	4,2 3,85	0,2	4,5 4,06	0,2	4,8 4,26	0,2	5,1 4,45	0,2	5,4 4,63	0,2	6,0 4,97	0,2	6,5 5,29	0,2
	3,8 3,85	0,5	4,1 4,06	0,5	4,3 4,26	0,5	4,6 4,45	0,5	4,9 4,63	0,5	5,4 4,97	0,5	5,8 5,29	0,5
3,5	4,6 3,86	0,2	4,9 4,07	0,2	5,3 4,27	0,2	5,6 4,46	0,2	5,9 4,64	0,2	6,6 4,98	0,2	7,1 5,30	0,2
	4,1 3,86	0,5	4,4 4,07	0,5	4,7 4,27	0,5	5,0 4,46	0,5	5,3 4,64	0,5	5,8 4,98	0,5	6,4 5,30	0,5
4,0	5,0 3,87	0,2	5,4 4,08	0,2	5,8 4,29	0,2	6,2 4,48	0,2	6,5 4,66	0,2	7,2 5,00	0,2	7,9 5,32	0,2
	4,4 3,87	0,5	4,7 4,08	0,5	5,1 4,29	0,5	5,4 4,48	0,5	5,7 4,66	0,5	6,3 5,00	0,5	6,9 5,32	0,5
4,5	5,6 3,89	0,2	6,0 4,10	0,2	6,4 4,30	0,2	6,8 4,49	0,2	7,2 4,67	0,2	7,9 5,01	0,2	8,6 5,33	0,2
	4,8 3,89	0,5	5,2 4,10	0,5	5,5 4,30	0,5	5,9 4,49	0,5	6,2 4,67	0,5	6,9 5,01	0,5	7,5 5,33	0,5
5,0	6,2 3,90	0,2	6,6 4,11	0,2	7,0 4,31	0,2	7,5 4,50	0,2	7,9 4,69	0,2	8,7 5,03	0,2	9,5 5,35	0,2
	5,2 3,9	0,5	5,6 4,11	0,5	6,0 4,31	0,5	6,4 4,50	0,5	6,8 4,69	0,5	7,5 5,03	0,5	8,1 5,35	0,5
6,0+	6,0 4,33	0,2	6,4 4,56	0,2	6,8 4,78	0,2	7,2 4,99	0,2	7,6 5,18	0,2	8,3 5,55	0,2	9,1 5,90	0,2
	5,0 4,33	0,5	5,4 4,56	0,5	5,8 4,78	0,5	6,1 4,99	0,5	6,5 5,18	0,5	7,1 5,55	0,5	7,8 5,90	0,5
	4,6 4,33	0,5+	5,0 4,56	0,5+	5,3 4,78	0,5+	5,7 4,99	0,5+	6,0 5,18	0,5+	6,6 5,55	0,5+	7,2 5,90	0,5+

**Příloha VI.3 - Minimální délka spadiště  $L$  pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 15,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T
2,0	3,8 3,95	0,2	4,1 4,22	0,2	4,4 4,48	0,2	4,7 4,72	0,2	5,0 4,95	0,2	5,6 5,37	0,2	6,1 5,75	0,2
	3,5 3,95	0,5	3,8 4,22	0,5	4,1 4,48	0,5	4,4 4,72	0,5	4,6 4,95	0,5	5,1 5,37	0,5	5,6 5,75	0,5
2,5	4,1 3,96	0,2	4,4 4,24	0,2	4,8 4,50	0,2	5,1 4,74	0,2	5,5 4,97	0,2	6,1 5,39	0,2	6,7 5,77	0,2
	3,7 3,96	0,5	4,0 4,24	0,5	4,4 4,50	0,5	4,7 4,74	0,5	5,0 4,97	0,5	5,6 5,39	0,5	6,1 5,77	0,5
3,0	4,4 3,97	0,2	4,8 4,25	0,2	5,2 4,51	0,2	5,6 4,75	0,2	6,0 4,98	0,2	6,7 5,40	0,2	7,4 5,78	0,2
	3,9 3,97	0,5	4,3 4,25	0,5	4,7 4,51	0,5	5,0 4,75	0,5	5,4 4,98	0,5	6,0 5,40	0,5	6,6 5,78	0,5
3,5	4,8 3,98	0,2	5,3 4,26	0,2	5,7 4,52	0,2	6,2 4,77	0,2	6,6 5,00	0,2	7,4 5,42	0,2	8,1 5,80	0,2
	4,3 3,98	0,5	4,7 4,26	0,5	5,1 4,52	0,5	5,5 4,77	0,5	5,8 5,00	0,5	6,6 5,42	0,5	7,2 5,80	0,5
4,0	5,3 4,00	0,2	5,8 4,28	0,2	6,3 4,54	0,2	6,8 4,78	0,2	7,2 5,01	0,2	8,1 5,43	0,2	8,9 5,82	0,2
	4,6 4,00	0,5	5,1 4,28	0,5	5,5 4,54	0,5	5,9 4,78	0,5	6,3 5,01	0,5	7,1 5,43	0,5	7,9 5,82	0,5
4,5	5,8 4,01	0,2	6,4 4,29	0,2	6,9 4,55	0,2	7,4 4,80	0,2	8,0 5,02	0,2	8,9 5,45	0,2	9,8 5,83	0,2
	5,0 4,01	0,5	5,5 4,29	0,5	6,0 4,55	0,5	6,5 4,80	0,5	6,9 5,02	0,5	7,8 5,45	0,5	8,6 5,83	0,5
5,0	6,4 4,02	0,2	7,0 4,30	0,2	7,6 4,56	0,2	8,2 4,81	0,2	8,7 5,04	0,2	9,7 5,46	0,2	10,7 5,85	0,2
	5,4 4,02	0,5	6,0 4,30	0,5	6,5 4,56	0,5	7,0 4,81	0,5	7,5 5,04	0,5	8,4 5,46	0,5	9,3 5,85	0,5
6,0+	6,2 4,47	0,2	6,8 4,77	0,2	7,3 5,05	0,2	7,9 5,32	0,2	8,4 5,57	0,2	9,3 6,02	0,2	10,2 6,44	0,2
	5,3 4,47	0,5	5,8 4,77	0,5	6,3 5,05	0,5	6,7 5,32	0,5	7,2 5,57	0,5	8,0 6,02	0,5	8,8 6,44	0,5
	4,8 4,47	0,5+	5,3 4,77	0,5+	5,8 5,05	0,5+	6,2 5,32	0,5+	6,7 5,57	0,5+	7,5 6,02	0,5+	8,2 6,44	0,5+

**Příloha VI.4 - Minimální délka spadiště  $L$  pod trubním propustkem DN 600, pro délku potrubí 7,5 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$	$L_v$	$M_{AT}$
2,0	4,2 3,94	0,2	4,4 4,11	0,2	4,6 4,27	0,2	4,8 4,42	0,2	5,0 4,57	0,2	5,4 4,85	0,2	5,8 5,12	0,2
	3,8 3,94	0,5	4,0 4,11	0,5	4,2 4,27	0,5	4,4 4,42	0,5	4,6 4,57	0,5	5,0 4,85	0,5	5,3 5,12	0,5
2,5	4,5 3,96	0,2	4,8 4,12	0,2	5,0 4,28	0,2	5,2 4,44	0,2	5,5 4,58	0,2	5,9 4,87	0,2	6,4 5,13	0,2
	4,1 3,96	0,5	4,3 4,12	0,5	4,5 4,28	0,5	4,8 4,44	0,5	5,0 4,58	0,5	5,4 4,87	0,5	5,8 5,13	0,5
3,0	4,9 3,97	0,2	5,2 4,13	0,2	5,5 4,30	0,2	5,8 4,45	0,2	6,0 4,60	0,2	6,5 4,88	0,2	7,0 5,15	0,2
	4,4 3,97	0,5	4,6 4,13	0,5	4,9 4,30	0,5	5,1 4,45	0,5	5,4 4,60	0,5	5,8 4,88	0,5	6,3 5,15	0,5
3,5	5,4 3,98	0,2	5,7 4,15	0,2	6,0 4,31	0,2	6,3 4,47	0,2	6,6 4,61	0,2	7,2 4,89	0,2	7,8 5,16	0,2
	4,7 3,98	0,5	5,0 4,15	0,5	5,3 4,31	0,5	5,6 4,47	0,5	5,8 4,61	0,5	6,4 4,89	0,5	6,8 5,16	0,5
4,0	6,0 4,00	0,2	6,3 4,16	0,2	6,7 4,32	0,2	7,0 4,48	0,2	7,3 4,63	0,2	8,0 4,91	0,2	8,6 5,18	0,2
	5,2 4,00	0,5	5,5 4,16	0,5	5,8 4,32	0,5	6,1 4,48	0,5	6,4 4,63	0,5	6,9 4,91	0,5	7,5 5,18	0,5
4,5	6,7 4,01	0,2	7,1 4,17	0,2	7,4 4,34	0,2	7,8 4,49	0,2	8,2 4,64	0,2	8,9 4,92	0,2	9,5 5,19	0,2
	5,7 4,01	0,5	6,0 4,17	0,5	6,4 4,34	0,5	6,7 4,49	0,5	7,0 4,64	0,5	7,6 4,92	0,5	8,2 5,19	0,5
5,0+	7,2 4,48	0,2	7,6 4,66	0,2	8,0 4,83	0,2	8,4 5,00	0,2	8,8 5,16	0,2	9,5 5,47	0,2	10,2 5,76	0,2
	6,0 4,48	0,5	6,4 4,66	0,5	6,8 4,83	0,5	7,1 5,00	0,5	7,4 5,16	0,5	8,1 5,47	0,5	8,7 5,76	0,5
	5,6 4,48	0,5+	5,9 4,66	0,5+	6,2 4,83	0,5+	6,5 5,00	0,5+	6,8 5,16	0,5+	7,4 5,47	0,5+	8,0 5,76	0,5+

**Příloha VI.5 - Minimální délka spadiště  $L$  pod trubním propustkem DN 600, pro délku potrubí 10,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T
2,0	4,3 4,02	0,2	4,5 4,22	0,2	4,8 4,42	0,2	5,1 4,61	0,2	5,3 4,79	0,2	5,8 5,13	0,2	6,3 5,45	0,2
	3,9 4,02	0,5	4,2 4,22	0,5	4,4 4,42	0,5	4,7 4,61	0,5	4,9 4,79	0,5	5,3 5,13	0,5	5,8 5,45	0,5
2,5	4,6 4,03	0,2	4,9 4,24	0,2	5,3 4,44	0,2	5,6 4,63	0,2	5,8 4,81	0,2	6,4 5,15	0,2	6,9 5,46	0,2
	4,2 4,03	0,5	4,5 4,24	0,5	4,8 4,44	0,5	5,0 4,63	0,5	5,3 4,81	0,5	5,8 5,15	0,5	6,3 5,46	0,5
3,0	5,0 4,04	0,2	5,4 4,25	0,2	5,8 4,45	0,2	6,1 4,64	0,2	6,4 4,82	0,2	7,1 5,16	0,2	7,7 5,48	0,2
	4,5 4,04	0,5	4,8 4,25	0,5	5,1 4,45	0,5	5,4 4,64	0,5	5,7 4,82	0,5	6,3 5,16	0,5	6,9 5,48	0,5
3,5	5,5 4,06	0,2	5,9 4,26	0,2	6,3 4,47	0,2	6,7 4,66	0,2	7,1 4,84	0,2	7,8 5,18	0,2	8,5 5,49	0,2
	4,9 4,06	0,5	5,2 4,26	0,5	5,6 4,47	0,5	5,9 4,66	0,5	6,2 4,84	0,5	6,9 5,18	0,5	7,5 5,49	0,5
4,0	6,1 4,07	0,2	6,6 4,28	0,2	7,0 4,48	0,2	7,4 4,67	0,2	7,8 4,85	0,2	8,6 5,19	0,2	9,4 5,51	0,2
	5,3 4,07	0,5	5,7 4,28	0,5	6,1 4,48	0,5	6,5 4,67	0,5	6,8 4,85	0,5	7,5 5,19	0,5	8,2 5,51	0,5
4,5	6,9 4,08	0,2	7,3 4,29	0,2	7,8 4,49	0,2	8,3 4,69	0,2	8,7 4,87	0,2	9,6 5,21	0,2	10,4 5,53	0,2
	5,8 4,08	0,5	6,3 4,29	0,5	6,7 4,49	0,5	7,1 4,69	0,5	7,5 4,87	0,5	8,2 5,21	0,5	9,0 5,53	0,5
5,0+	7,4 4,56	0,2	7,9 4,79	0,2	8,4 5,00	0,2	8,8 5,21	0,2	9,3 5,41	0,2	10,6 5,78	0,2	11,1 6,12	0,2
	6,2 4,56	0,5	6,6 4,79	0,5	7,1 5,00	0,5	7,5 5,21	0,5	7,9 5,41	0,5	9,0 5,78	0,5	9,4 6,12	0,5
	5,7 4,56	0,5+	6,1 4,79	0,5+	6,5 5,00	0,5+	6,9 5,21	0,5+	7,3 5,41	0,5+	8,3 5,78	0,5+	8,8 6,12	0,5+

**Příloha VI.6 - Minimální délka spadiště *L* pod trubním propustkem DN 600, pro délku potrubí 15,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>
2,0	4,4 4,15	0,2	4,8 4,43	0,2	5,2 4,69	0,2	5,5 4,93	0,2	5,9 5,17	0,2	6,5 5,59	0,2	7,1 5,98	0,2
	4,1 4,15	0,5	4,4 4,43	0,5	4,8 4,69	0,5	5,1 4,93	0,5	5,4 5,17	0,5	6,0 5,59	0,5	6,5 5,98	0,5
	3,9 4,15	0,5+	4,3 4,43	0,5+	4,6 4,69	0,5+	4,9 4,93	0,5+	5,2 5,17	0,5+	5,7 5,59	0,5+	6,3 5,98	0,5+
2,5	4,8 4,16	0,2	5,3 4,44	0,2	5,7 4,70	0,2	6,1 4,95	0,2	6,5 5,18	0,2	7,2 5,61	0,2	7,9 6,00	0,2
	4,4 4,16	0,5	4,8 4,44	0,5	5,1 4,70	0,5	5,5 4,95	0,5	5,8 5,18	0,5	6,5 5,61	0,5	7,1 6,00	0,5
	4,2 4,16	0,5+	4,5 4,44	0,5+	4,9 4,70	0,5+	5,2 4,95	0,5+	5,6 5,18	0,5+	6,2 5,61	0,5+	6,8 6,00	0,5+
3,0	5,3 4,17	0,2	5,8 4,46	0,2	6,2 4,72	0,2	6,7 4,96	0,2	7,1 5,20	0,2	7,9 5,62	0,2	8,7 6,02	0,2
	4,7 4,17	0,5	5,1 4,46	0,5	5,6 4,72	0,5	6,0 4,96	0,5	6,4 5,20	0,5	7,1 5,62	0,5	7,8 6,02	0,5
	4,4 4,17	0,5+	4,9 4,46	0,5+	5,3 4,72	0,5+	5,6 4,96	0,5+	6,0 5,20	0,5+	6,7 5,62	0,5+	7,4 6,02	0,5+
3,5	5,8 4,19	0,2	6,4 4,47	0,2	6,9 4,73	0,2	7,4 4,98	0,2	7,9 5,21	0,2	8,8 5,64	0,2	9,7 6,03	0,2
	5,1 4,19	0,5	5,6 4,47	0,5	6,1 4,73	0,5	6,5 4,98	0,5	6,9 5,21	0,5	7,8 5,64	0,5	8,6 6,03	0,5
	4,8 4,19	0,5+	5,3 4,47	0,5+	5,7 4,73	0,5+	6,1 4,98	0,5+	6,5 5,21	0,5+	7,3 5,64	0,5+	8,1 6,03	0,5+
4,0	6,4 4,20	0,2	7,0 4,48	0,2	7,6 4,75	0,2	8,2 4,99	0,2	8,7 5,23	0,2	9,7 5,66	0,2	10,7 6,05	0,2
	5,6 4,20	0,5	6,1 4,48	0,5	6,6 4,75	0,5	7,1 4,99	0,5	7,6 5,23	0,5	8,5 5,66	0,5	9,4 6,05	0,5
	5,2 4,20	0,5+	5,7 4,48	0,5+	6,2 4,75	0,5+	6,6 4,99	0,5+	7,1 5,23	0,5+	8,0 5,66	0,5+	8,8 6,05	0,5+
4,5	7,2 4,22	0,2	7,8 4,50	0,2	8,5 4,76	0,2	9,1 5,01	0,2	9,6 5,24	0,2	10,8 5,67	0,2	11,8 6,07	0,2
	6,1 4,22	0,5	6,7 4,50	0,5	7,3 4,76	0,5	7,8 5,01	0,5	8,3 5,24	0,5	9,3 5,67	0,5	10,2 6,07	0,5
	5,7 4,22	0,5+	6,2 4,50	0,5+	6,7 4,76	0,5+	7,2 5,01	0,5+	7,7 5,24	0,5+	8,7 5,67	0,5+	9,5 6,07	0,5+
5,0 +	7,7 4,70	0,2	8,4 5,01	0,2	9,0 5,29	0,2	9,7 5,56	0,2	10,3 5,81	0,2	11,9 6,28	0,2	/	/
	6,5 4,70	0,5	7,1 5,01	0,5	7,7 5,29	0,5	8,2 5,56	0,5	8,8 5,81	0,5	10,2 6,28	0,5	10,8 6,71	0,5
	6,0 4,70	0,5+	6,5 5,01	0,5+	7,1 5,29	0,5+	7,6 5,56	0,5+	8,1 5,81	0,5+	9,4 6,28	0,5+	10,0 6,71	0,5+

**Příloha VI.7 - Minimální délka spadiště *L* pod trubním propustkem DN 800, pro délku potrubí 7,5 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T
2,0	5,2 4,33	0,5	5,4 4,49	0,5	5,6 4,64	0,5	5,9 4,79	0,5	6,1 4,93	0,5	6,5 5,21	0,5	7,0 5,46	0,5
	4,9 4,33	0,5+	5,2 4,49	0,5+	5,4 4,64	0,5+	5,6 4,79	0,5+	5,8 4,93	0,5+	6,2 5,21	0,5+	6,6 5,46	0,5+
2,5	5,6 4,34	0,5	5,8 4,50	0,5	6,1 4,66	0,5	6,4 4,81	0,5	6,7 4,95	0,5	7,2 5,22	0,5	7,6 5,48	0,5
	5,3 4,34	0,5+	5,5 4,50	0,5+	5,8 4,66	0,5+	6,1 4,81	0,5+	6,3 4,95	0,5+	6,8 5,22	0,5+	7,2 5,48	0,5+
3,0	6,1 4,36	0,5	6,4 4,52	0,5	6,7 4,67	0,5	7,0 4,82	0,5	7,3 4,96	0,5	7,9 5,24	0,5	8,4 5,50	0,5
	5,7 4,36	0,5+	6,0 4,52	0,5+	6,3 4,67	0,5+	6,6 4,82	0,5+	6,9 4,96	0,5+	7,4 5,24	0,5+	7,9 5,50	0,5+
3,5	6,7 4,37	0,5	7,1 4,53	0,5	7,4 4,69	0,5	7,7 4,84	0,5	8,1 4,98	0,5	8,7 5,25	0,5	9,3 5,51	0,5
	6,2 4,37	0,5+	6,6 4,53	0,5+	6,9 4,69	0,5+	7,2 4,84	0,5+	7,5 4,98	0,5+	8,1 5,25	0,5+	8,7 5,51	0,5+
4,0 +	8,5 4,94	0,5	9,0 5,11	0,5	9,4 5,27	0,5	9,8 5,44	0,5	10,2 5,59	0,5	11,0 5,88	0,5	11,8 6,16	0,5
	7,8 4,94	0,5+	8,2 5,11	0,5+	8,6 5,27	0,5+	9,0 5,44	0,5+	9,4 5,59	0,5+	10,2 5,88	0,5+	10,9 6,16	0,5+

**Příloha VI.8 - Minimální délka spadiště *L* pod trubním propustkem DN 800, pro délku potrubí 10,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T
2,0	5,3 4,41	0,5	5,6 4,61	0,5	5,9 4,80	0,5	6,2 4,99	0,5	6,5 5,16	0,5	7,0 5,50	0,5	7,5 5,81	0,5
	5,0 4,41	0,5+	5,3 4,61	0,5+	5,6 4,80	0,5+	5,9 4,99	0,5+	6,2 5,16	0,5+	6,7 5,50	0,5+	7,2 5,81	0,5+
2,5	5,7 4,42	0,5	6,1 4,62	0,5	6,4 4,82	0,5	6,7 5,00	0,5	7,1 5,18	0,5	7,7 5,51	0,5	8,3 5,83	0,5
	5,4 4,42	0,5+	5,7 4,62	0,5+	6,1 4,82	0,5+	6,4 5,00	0,5+	6,7 5,18	0,5+	7,3 5,51	0,5+	7,9 5,83	0,5+
3,0	6,2 4,44	0,5	6,6 4,64	0,5	7,0 4,83	0,5	7,4 5,02	0,5	7,8 5,19	0,5	8,5 5,53	0,5	9,2 5,84	0,5
	5,9 4,44	0,5+	6,2 4,64	0,5+	6,6 4,83	0,5+	7,0 5,02	0,5+	7,3 5,19	0,5+	8,0 5,53	0,5+	8,6 5,84	0,5+
3,5	6,9 4,45	0,5	7,3 4,65	0,5	7,8 4,85	0,5	8,2 5,03	0,5	8,6 5,21	0,5	9,4 5,55	0,5	10,2 5,86	0,5
	6,4 4,45	0,5+	6,8 4,65	0,5+	7,2 4,85	0,5+	7,6 5,03	0,5+	8,0 5,21	0,5+	8,8 5,55	0,5+	9,5 5,86	0,5+
4,0 +	8,7 5,02	0,5	9,3 5,24	0,5	9,8 5,45	0,5	10,4 5,65	0,5	10,9 5,84	0,5	11,9 6,20	0,5	12,9 6,54	0,5
	8,0 5,02	0,5+	8,5 5,24	0,5+	9,0 5,45	0,5+	9,5 5,65	0,5+	10,0 5,84	0,5+	11,0 6,20	0,5+	11,9 6,54	0,5+

**Příloha VI.9 - Minimální délka spadiště *L* pod trubním propustkem DN 800, pro délku potrubí 15,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T
2,0	5,5 4,55	0,5	5,9 4,82	0,5	6,3 5,08	0,5	6,7 5,33	0,5	7,1 5,56	0,5	7,9 5,99	0,5	8,6 6,39	0,5
	5,2 4,55	0,5+	5,7 4,82	0,5+	6,1 5,08	0,5+	6,4 5,33	0,5+	6,8 5,56	0,5+	7,5 5,99	0,5+	8,2 6,39	0,5+
2,5	6,0 4,56	0,5	6,5 4,84	0,5	6,9 5,10	0,5	7,4 5,34	0,5	7,8 5,58	0,5	8,7 6,01	0,5	9,5 6,41	0,5
	5,6 4,56	0,5+	6,1 4,84	0,5+	6,6 5,10	0,5+	7,0 5,34	0,5+	7,4 5,58	0,5+	8,2 6,01	0,5+	9,0 6,41	0,5+
3,0	6,5 4,58	0,5	7,1 4,85	0,5	7,6 5,11	0,5	8,1 5,36	0,5	8,6 5,59	0,5	9,6 6,03	0,5	10,5 6,43	0,5
	6,1 4,58	0,5+	6,7 4,85	0,5+	7,2 5,11	0,5+	7,6 5,36	0,5+	8,1 5,59	0,5+	9,0 6,03	0,5+	9,9 6,43	0,5+
3,5	7,2 4,59	0,5	7,8 4,87	0,5	8,4 5,13	0,5	9,0 5,38	0,5	9,5 5,61	0,5	10,6 6,04	0,5	11,6 6,45	0,5
	6,7 4,59	0,5+	7,3 4,87	0,5+	7,9 5,13	0,5+	8,4 5,38	0,5+	8,9 5,61	0,5+	9,9 6,04	0,5+	10,9 6,45	0,5+
4,0 +	9,1 5,17	0,5	9,9 5,47	0,5	10,7 5,75	0,5	11,4 6,02	0,5	12,1 6,27	0,5	13,5 6,74	0,5	/	/
	8,4 5,17	0,5+	9,1 5,47	0,5+	9,8 5,75	0,5+	10,5 6,02	0,5+	11,2 6,27	0,5+	12,4 6,74	0,5+	13,6 7,18	0,5+

**Příloha VI.10 - Minimální délka spadiště *L* pod trubním propustkem DN 1000, pro délku potrubí 7,5 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T	L v	M A T
2,0	6,5 4,68	0,5	6,8 4,83	0,5	7,1 4,98	0,5	7,4 5,12	0,5	7,7 5,26	0,5	8,2 5,52	0,5	8,7 5,77	0,5
	6,2 4,68	0,5+	6,5 4,83	0,5+	6,8 4,98	0,5+	7,0 5,12	0,5+	7,3 5,26	0,5+	7,8 5,52	0,5+	8,2 5,77	0,5+
2,5	7,2 4,70	0,5	7,5 4,85	0,5	7,8 4,99	0,5	8,1 5,14	0,5	8,4 5,27	0,5	9,0 5,54	0,5	9,6 5,79	0,5
	6,8 4,70	0,5+	7,1 4,85	0,5+	7,4 4,99	0,5+	7,7 5,14	0,5+	8,0 5,27	0,5+	8,5 5,54	0,5+	9,1 5,79	0,5+
3,0	7,9 4,71	0,5	8,3 4,86	0,5	8,7 5,01	0,5	9,0 5,15	0,5	9,4 5,29	0,5	10,0 5,56	0,5	10,7 5,81	0,5
	7,4 4,71	0,5+	7,8 4,86	0,5+	8,1 5,01	0,5+	8,4 5,15	0,5+	8,8 5,29	0,5+	9,4 5,56	0,5+	10,0 5,81	0,5+
3,5	8,9 4,73	0,5	9,3 4,88	0,5	9,7 5,03	0,5	10,1 5,17	0,5	10,5 5,31	0,5	11,3 5,57	0,5	12,0 5,82	0,5
	8,2 4,73	0,5+	8,6 4,88	0,5+	9,0 5,03	0,5+	9,4 5,17	0,5+	9,8 5,31	0,5+	10,5 5,57	0,5+	11,1 5,82	0,5+
4,0 +	10,5 5,35	0,5	10,9 5,51	0,5	11,4 5,67	0,5	11,9 5,82	0,5	12,3 5,97	0,5	13,2 6,25	0,5	14,0 6,52	0,5
	9,6 5,35	0,5+	10,0 5,51	0,5+	10,4 5,67	0,5+	10,9 5,82	0,5+	11,3 5,97	0,5+	12,1 6,25	0,5+	12,9 6,52	0,5+

**Příloha VI.11 – Minimální délka spadiště *L* pod trubním propustkem DN 1000,  
pro délku potrubí 10,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>
2,0	6,7 4,76	0,5	7,1 4,95	0,5	7,4 5,14	0,5	7,8 5,32	0,5	8,1 5,49	0,5	8,7 5,81	0,5	9,4 6,12	0,5
	6,4 4,76	0,5+	6,7 4,95	0,5+	7,1 5,14	0,5+	7,4 5,32	0,5+	7,7 5,49	0,5+	8,3 5,81	0,5+	8,9 6,12	0,5+
2,5	7,3 4,77	0,5	7,8 4,97	0,5	8,2 5,15	0,5	8,6 5,3	0,5	9,0 5,50	0,5	9,7 5,83	0,5	10,4 6,14	0,5
	6,9 4,77	0,5+	7,3 4,97	0,5+	7,7 5,15	0,5+	8,1 5,33	0,5+	8,5 5,50	0,5+	9,2 5,83	0,5+	9,8 6,14	0,5+
3,0	8,1 4,79	0,5	8,6 4,98	0,5	9,1 5,17	0,5	9,5 5,35	0,5	10,0 5,52	0,5	10,8 5,85	0,5	11,6 6,16	0,5
	7,6 4,79	0,5+	8,0 4,98	0,5+	8,5 5,17	0,5+	8,9 5,35	0,5+	9,3 5,52	0,5+	10,1 5,85	0,5+	10,9 6,16	0,5+
3,5	9,1 4,81	0,5	9,7 5,00	0,5	10,2 5,19	0,5	10,7 5,37	0,5	11,2 5,54	0,5	12,1 5,87	0,5	13,0 6,17	0,5
	8,4 4,81	0,5+	8,9 5,00	0,5+	9,4 5,19	0,5+	9,9 5,37	0,5+	10,4 5,54	0,5+	11,3 5,87	0,5+	12,1 6,17	0,5+
4,0 +	10,7 5,44	0,5	11,3 5,64	0,5	11,9 5,84	0,5	12,5 6,03	0,5	13,1 6,22	0,5	14,1 6,57	0,5	15,2 6,90	0,5
	9,8 5,44	0,5+	10,4 5,64	0,5+	10,9 5,84	0,5+	11,5 6,03	0,5+	12,0 6,22	0,5+	13,0 6,57	0,5+	14,0 6,90	0,5+

**Příloha VI.12 - Minimální délka spadiště *L* pod trubním propustkem DN 1000,  
pro délku potrubí 15,0 m a pro rovnoběžné (nerozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>	<i>L</i> v	<i>M</i> <i>A</i> <i>T</i>
2,0	7,0 4,90	0,5	7,5 5,17	0,5	8,0 5,42	0,5	8,4 5,66	0,5	8,9 5,89	0,5	9,8 6,32	0,5	10,6 6,72	0,5
	6,6 4,90	0,5+	7,1 5,17	0,5+	7,6 5,42	0,5+	8,0 5,66	0,5+	8,5 5,89	0,5+	9,3 6,32	0,5+	10,1 6,72	0,5+
2,5	7,7 4,91	0,5	8,2 5,18	0,5	8,8 5,44	0,5	9,4 5,68	0,5	9,9 5,91	0,5	10,9 6,34	0,5	11,9 6,74	0,5
	7,2 4,91	0,5+	7,8 5,18	0,5+	8,3 5,44	0,5+	8,8 5,68	0,5+	9,3 5,91	0,5+	10,3 6,34	0,5+	11,2 6,74	0,5+
3,0	8,5 4,93	0,5	9,1 5,20	0,5	9,8 5,45	0,5	10,4 5,70	0,5	11,0 5,93	0,5	12,2 6,36	0,5	13,3 6,76	0,5
	7,9 4,93	0,5+	8,6 5,20	0,5+	9,2 5,45	0,5+	9,7 5,70	0,5+	10,3 5,93	0,5+	11,4 6,36	0,5+	12,4 6,76	0,5+
3,5	9,5 4,95	0,5	10,3 5,22	0,5	11,0 5,47	0,5	11,7 5,71	0,5	12,4 5,94	0,5	13,6 6,38	0,5	14,9 6,78	0,5
	8,8 4,95	0,5+	9,5 5,22	0,5+	10,2 5,47	0,5+	10,8 5,71	0,5+	11,5 5,94	0,5+	12,7 6,38	0,5+	13,8 6,78	0,5+
4,0 +	11,2 5,59	0,5	12,0 5,87	0,5	12,8 6,15	0,5	13,6 6,41	0,5	14,4 6,65	0,5	/	/	/	/
	10,2 5,59	0,5+	11,0 5,87	0,5+	11,8 6,15	0,5+	12,5 6,41	0,5+	13,2 6,65	0,5+	14,6 7,12	0,5+	/	/

**Příloha VI.13 - Minimální délka spadiště L a šířka spadiště š pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 7,5 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T
2,0	6,6 2,2	0,2	6,4 2,2	0,2	6,3 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,1 2,2	0,2	4,9 2,2	0,2
	6,5 2,2	0,5	6,3 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	6,1 2,2	0,5	6,0 2,2	0,5	4,8 2,2	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,1 2,2	0,5+	5,8 2,1	0,5+	4,7 2,2	0,5+
2,5	6,6 2,2	0,2	6,3 2,2	0,2	6,3 2,2	0,2	6,3 2,2	0,2	6,1 2,2	0,2	6,0 2,2	0,2	4,9 2,2	0,2
	6,5 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,1 2,2	0,5	6,0 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,4 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,1 2,2	0,5+	5,8 2,1	0,5+	4,7 2,2	0,5+
3,0	6,7 2,2	0,2	6,5 2,2	0,2	6,4 2,2	0,2	6,3 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,0 2,2	0,2	5,0 2,2	0,2
	6,5 2,1	0,5	6,4 2,2	0,5	6,5 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	6,0 2,2	0,5	6,0 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,4 2,2	0,5+	6,5 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,1 2,2	0,5+	6,1 2,2	0,5+	5,0 2,2	0,5+
3,5	7,5 2,3	0,2	7,2 2,3	0,2	7,1 2,3	0,2	6,8 2,2	0,2	6,5 2,2	0,2	6,0 2,2	0,2	5,1 2,2	0,2
	6,6 2,2	0,5	6,6 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,3 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	6,1 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,4 2,2	0,5+	6,3 2,1	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,0 2,2	0,5+	6,0 2,2	0,5+	4,8 2,2	0,5+
4,0	8,7 2,5	0,2	8,6 2,5	0,2	8,6 2,5	0,2	8,5 2,5	0,2	8,3 2,5	0,2	8,2 2,4	0,2	7,2 2,4	0,2
	7,1 2,3	0,5	6,9 2,2	0,5	6,7 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,1 2,2	0,5	6,0 2,2	0,5	4,8 2,2	0,5
	6,8 2,2	0,5+	6,5 2,2	0,5+	6,4 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,0 2,2	0,5+	5,9 2,2	0,5+	5,1 2,2	0,5+
4,5	8,3 2,5	0,5	8,1 2,4	0,5	8,1 2,4	0,5	7,9 2,4	0,5	7,7 2,4	0,5	7,6 2,3	0,5	6,4 2,3	0,5
	7,4 2,3	0,5+	7,2 2,3	0,5+	7,1 2,3	0,5+	6,9 2,2	0,5+	6,5 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	5,0 2,2	0,5+
5,0	9,4 2,7	0,5	9,3 2,6	0,5	9,4 2,6	0,5	9,4 2,6	0,5	9,3 2,6	0,5	9,4 2,6	0,5	8,6 2,5	0,5
	8,5 2,5	0,5+	8,3 2,5	0,5+	8,3 2,5	0,5+	8,3 2,4	0,5+	8,0 2,4	0,5+	8,0 2,4	0,5+	6,9 2,4	0,5+

**Příloha VI.14 - Minimální délka spadiště L a šířka spadiště š pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 10,0 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T
2,0	6,6 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,0 2,2	0,2	5,0 2,2	0,2	3,4 2,2	0,2
	6,5 2,2	0,5	6,1 2,1	0,5	6,2 2,2	0,5	6,0 2,2	0,5	5,9 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5	3,3 2,2	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,1 2,1	0,5+	6,0 2,2	0,5+	5,7 2,2	0,5+	4,6 2,1	0,5+	3,2 2,1	0,5+
2,5	6,6 2,2	0,2	6,3 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,1 2,2	0,2	5,7 2,2	0,2	4,7 2,2	0,2	3,4 2,2	0,2
	6,5 2,1	0,5	6,2 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	5,9 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5	3,3 2,2	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,1 2,2	0,5+	5,7 2,1	0,5+	4,7 2,1	0,5+	3,2 2,1	0,5+
3,0	6,7 2,2	0,2	6,3 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	5,9 2,2	0,2	5,0 2,2	0,2	3,5 2,2	0,2
	6,6 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	6,3 2,2	0,5	6,1 2,2	0,5	5,7 2,1	0,5	4,8 2,2	0,5	3,3 2,2	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	5,8 2,2	0,5+	5,0 2,2	0,5+	3,4 2,2	0,5+
3,5	7,4 2,3	0,2	7,0 2,3	0,2	6,8 2,2	0,2	6,5 2,2	0,2	6,0 2,2	0,2	5,1 2,2	0,2	3,5 2,2	0,2
	6,6 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	6,3 2,2	0,5	5,9 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5	3,3 2,2	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,1 2,2	0,5+	5,8 2,2	0,5+	4,8 2,1	0,5+	3,1 2,1	0,5+
4,0	8,8 2,5	0,2	8,5 2,5	0,2	8,5 2,5	0,2	8,3 2,5	0,2	8,1 2,4	0,2	7,2 2,4	0,2	5,7 2,4	0,2
	7,1 2,2	0,5	6,6 2,2	0,5	6,5 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	5,9 2,2	0,5	5,1 2,2	0,5	3,5 2,2	0,5
	6,8 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	5,9 2,2	0,5+	5,1 2,2	0,5+	3,5 2,2	0,5+
4,5	8,3 2,4	0,5	7,9 2,4	0,5	7,9 2,4	0,5	7,7 2,4	0,5	7,5 2,3	0,5	6,4 2,3	0,5	4,8 2,3	0,5
	7,4 2,3	0,5+	7,0 2,3	0,5+	6,8 2,2	0,5+	6,6 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	5,0 2,2	0,5+	3,5 2,2	0,5+
5,0	9,5 2,6	0,5	9,3 2,6	0,5	9,4 2,6	0,5	9,4 2,6	0,5	9,3 2,6	0,5	8,6 2,5	0,5	7,3 2,5	0,5
	8,6 2,5	0,5+	8,2 2,5	0,5+	8,2 2,4	0,5+	8,1 2,4	0,5+	7,9 2,4	0,5+	6,9 2,4	0,5+	5,5 2,3	0,5+

**Příloha VI.15 - Minimální délka spadiště L a šířka spadiště š pod trubním propustkem DN 510, pro délku potrubí 15,0 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T
2,0	6,7 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,1 2,1	0,2	5,4 2,2	0,2	5,0 2,2	0,2	3,2 2,2	0,2	3,2 2,5	0,2
	6,6 2,1	0,5	6,0 2,1	0,5	6,1 2,1	0,5	5,4 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5	2,9 2,2	0,5	3,0 2,5	0,5
	6,6 2,2	0,5+	6,1 2,1	0,5+	6,2 2,2	0,5+	5,2 2,2	0,5+	4,7 2,1	0,5+	2,8 2,2	0,5+	2,9 2,5	0,5+
2,5	6,6 2,2	0,2	6,2 2,2	0,2	6,1 2,2	0,2	5,3 2,2	0,2	4,8 2,2	0,2	3,2 2,2	0,2	3,3 2,5	0,2
	6,7 2,2	0,5	6,3 2,2	0,5	6,3 2,2	0,5	5,3 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5	3,0 2,2	0,5	3,1 2,5	0,5
	6,7 2,2	0,5+	6,1 2,1	0,5+	6,1 2,1	0,5+	5,2 2,2	0,5+	4,7 2,1	0,5+	2,9 2,2	0,5+	3,0 2,5	0,5+
3,0	6,7 2,2	0,2	6,2 2,1	0,2	6,2 2,2	0,2	5,5 2,2	0,2	5,1 2,2	0,2	3,3 2,2	0,2	3,4 2,5	0,2
	6,7 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	5,3 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5	3,1 2,2	0,5	3,1 2,5	0,5
	6,7 2,2	0,5+	6,1 2,1	0,5+	6,2 2,2	0,5+	5,5 2,2	0,5+	5,0 2,2	0,5+	2,9 2,2	0,5+	3,0 2,5	0,5+
3,5	7,5 2,3	0,2	6,8 2,2	0,2	6,6 2,2	0,2	5,5 2,2	0,2	5,1 2,2	0,2	3,5 2,3	0,2	3,5 2,5	0,2
	6,7 2,2	0,5	6,2 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	5,4 2,2	0,5	4,9 2,2	0,5	3,1 2,2	0,5	3,2 2,5	0,5
	6,7 2,2	0,5+	6,3 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	5,3 2,2	0,5+	4,8 2,2	0,5+	3,0 2,2	0,5+	3,1 2,5	0,5+
4,0	8,9 2,5	0,2	8,5 2,5	0,2	8,5 2,4	0,2	7,6 2,4	0,2	7,2 2,4	0,2	4,7 2,4	0,2	3,7 3,5	0,2
	7,1 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	6,4 2,2	0,5	5,4 2,2	0,5	5,1 2,2	0,5	3,2 2,2	0,5	3,3 2,5	0,5
	6,8 2,2	0,5+	6,2 2,2	0,5+	6,2 2,1	0,5+	5,3 2,2	0,5+	5,1 2,2	0,5+	3,1 2,2	0,5+	3,2 2,5	0,5+
4,5	8,4 2,4	0,5	7,9 2,4	0,5	7,9 2,4	0,5	6,9 2,3	0,5	6,4 2,3	0,5	3,8 2,3	0,5	3,4 2,5	0,5
	7,5 2,3	0,5+	6,8 2,2	0,5+	6,7 2,2	0,5+	5,4 2,2	0,5+	5,0 2,2	0,5+	3,2 2,2	0,5+	3,2 2,5	0,5+
5,0	9,7 2,6	0,5	9,4 2,6	0,5	9,5 2,6	0,5	8,9 2,5	0,5	8,6 2,5	0,5	6,5 2,5	0,5	3,6 2,5	0,5
	8,7 2,5	0,5+	8,2 2,4	0,5+	8,2 2,4	0,5+	7,4 2,4	0,5+	6,9 2,4	0,5+	4,5 2,3	0,5+	3,3 2,5	0,5+

**Příloha VI.16 - Minimální délka spadiště L a šířka spadiště š pod trubním propustkem DN 550, pro délku potrubí 7,5 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T
2,0	8,7 2,7	0,2	8,7 2,7	0,2	8,9 2,7	0,2	9,2 2,7	0,2	9,4 2,7	0,2	9,2 2,7	0,2	8,6 2,7	0,2
	8,7 2,7	0,5	8,7 2,7	0,5	8,8 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	8,4 2,7	0,5
	8,6 2,7	0,5+	8,5 2,7	0,5+	8,7 2,7	0,5+	9,0 2,7	0,5+	9,2 2,7	0,5+	9,0 2,7	0,5+	8,5 2,7	0,5+
2,5	8,7 2,7	0,2	8,6 2,7	0,2	8,8 2,7	0,2	9,1 2,7	0,2	9,3 2,7	0,2	9,1 2,7	0,2	8,5 2,7	0,2
	8,8 2,7	0,5	8,7 2,7	0,5	8,9 2,7	0,5	9,0 2,7	0,5	9,4 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	8,5 2,7	0,5
	8,7 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+	9,1 2,7	0,5+	9,5 2,7	0,5+	9,2 2,7	0,5+	8,7 2,7	0,5+
3,0	8,7 2,7	0,2	8,6 2,7	0,2	8,9 2,7	0,2	9,1 2,7	0,2	9,6 2,7	0,2	9,4 2,7	0,2	8,7 2,7	0,2
	8,7 2,7	0,5	8,6 2,7	0,5	8,8 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	8,3 2,6	0,5
	8,7 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+	9,0 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	9,5 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+
3,5	9,5 2,8	0,2	9,3 2,8	0,2	9,4 2,8	0,2	9,5 2,7	0,2	9,6 2,7	0,2	9,5 2,7	0,2	8,7 2,7	0,2
	8,8 2,7	0,5	8,7 2,7	0,5	9,0 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	9,5 2,7	0,5	9,2 2,7	0,5	8,6 2,7	0,5
	8,8 2,7	0,5+	8,7 2,7	0,5+	8,8 2,7	0,5+	9,2 2,7	0,5+	9,4 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+
4,0	8,8 2,7	0,5+	8,7 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	9,4 2,7	0,5+	9,4 2,7	0,5+	8,8 2,7	0,5+
4,5	9,5 2,8	0,5+	9,4 2,8	0,5+	9,5 2,8	0,5+	9,7 2,7	0,5+	9,8 2,7	0,5+	9,5 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+

**Příloha VI.17 - Minimální délka spadiště L a šířka spadiště š pod trubním propustkem DN 550, pro délku potrubí 10,0 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T
2,0	9,1 2,7	0,2	9,1 2,7	0,2	9,4 2,7	0,2	9,1 2,7	0,2	9,0 2,7	0,2	8,6 2,7	0,2	7,6 2,7	0,2
	8,8 2,7	0,5	9,0 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	8,9 2,7	0,5	8,9 2,7	0,5	8,5 2,7	0,5	7,6 2,7	0,5
	8,9 2,7	0,5+	9,0 2,7	0,5+	9,1 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	8,1 2,6	0,5+	7,7 2,7	0,5+
2,5	9,0 2,7	0,2	8,9 2,7	0,2	9,3 2,7	0,2	9,1 2,7	0,2	9,0 2,7	0,2	8,6 2,7	0,2	7,7 2,7	0,2
	9,1 2,7	0,5	9,0 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	9,0 2,7	0,5	9,0 2,7	0,5	8,5 2,7	0,5	7,6 2,7	0,5
	8,9 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	9,0 2,7	0,5+	9,0 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+	7,6 2,7	0,5+
3,0	9,0 2,7	0,2	9,0 2,7	0,2	9,3 2,7	0,2	9,2 2,7	0,2	9,2 2,7	0,2	8,7 2,7	0,2	7,8 2,7	0,2
	9,0 2,7	0,5	9,0 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	9,0 2,7	0,5	8,6 2,7	0,5	7,7 2,7	0,5
	8,9 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	9,4 2,7	0,5+	9,1 2,7	0,5+	9,1 2,7	0,5+	8,7 2,7	0,5+	7,7 2,7	0,5+
3,5	9,7 2,8	0,2	9,6 2,8	0,2	9,8 2,7	0,2	9,2 2,7	0,2	9,2 2,7	0,2	8,8 2,7	0,2	7,7 2,7	0,2
	9,0 2,7	0,5	9,2 2,7	0,5	9,5 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	8,6 2,7	0,5	7,9 2,7	0,5
	8,1 2,5	0,5+	9,0 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	9,1 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+	7,8 2,7	0,5+
4,0	9,1 2,7	0,5+	9,0 2,7	0,5+	9,4 2,7	0,5+	9,2 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	8,8 2,7	0,5+	7,9 2,7	0,5+
4,5	9,7 2,8	0,5+	9,7 2,8	0,5+	9,9 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	7,8 2,7	0,5+

**Příloha VI.18 - Minimální délka spadiště L a šířka spadiště š pod trubním propustkem DN 550, pro délku potrubí 15,0 m a pro vějířové (rozšiřující se) spadiště**

Sklon potrubí (%)	2,0		3,0		4,0		5,0		6,0		8,0		10,0	
	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T	L Š	M A T
2,0	9,2 2,7	0,2	9,4 2,7	0,2	9,2 2,7	0,2	8,8 2,7	0,2	8,6 2,7	0,2	6,9 2,7	0,2	4,1 2,7	0,2
	9,1 2,7	0,5	9,2 2,7	0,5	9,1 2,7	0,5	8,7 2,7	0,5	8,5 2,7	0,5	6,9 2,7	0,5	4,2 2,7	0,5
	9,0 2,7	0,5+	9,2 2,7	0,5+	8,8 2,6	0,5+	8,6 2,7	0,5+	8,0 2,6	0,5+	6,9 2,7	0,5+	3,7 2,6	0,5+
2,5	9,1 2,7	0,2	9,3 2,7	0,2	9,2 2,7	0,2	8,7 2,7	0,2	8,6 2,7	0,2	7,0 2,7	0,2	4,3 2,7	0,2
	9,2 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	9,2 2,7	0,5	8,7 2,7	0,5	8,5 2,7	0,5	6,8 2,7	0,5	4,2 2,7	0,5
	9,1 2,7	0,5+	9,2 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	8,8 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+	6,9 2,7	0,5+	4,2 2,7	0,5+
3,0	9,1 2,7	0,2	9,3 2,7	0,2	9,4 2,7	0,2	8,9 2,7	0,2	8,8 2,7	0,2	7,1 2,7	0,2	4,2 2,7	0,2
	9,1 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	8,7 2,7	0,5	8,7 2,7	0,5	7,0 2,7	0,5	4,2 2,7	0,5
	9,3 2,7	0,5+	9,4 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	8,8 2,7	0,5+	8,7 2,7	0,5+	7,0 2,7	0,5+	4,2 2,7	0,5+
3,5	9,7 2,8	0,2	9,7 2,7	0,2	9,5 2,7	0,2	9,0 2,7	0,2	8,8 2,7	0,2	7,4 2,7	0,2	4,5 2,7	0,2
	9,3 2,7	0,5	9,5 2,7	0,5	9,3 2,7	0,5	8,8 2,7	0,5	8,6 2,7	0,5	7,2 2,7	0,5	4,2 2,7	0,5
	9,2 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	8,8 2,7	0,5+	8,6 2,7	0,5+	7,1 2,7	0,5+	4,3 2,7	0,5+
4,0	9,2 2,7	0,5+	9,4 2,7	0,5+	9,3 2,7	0,5+	9,0 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	7,1 2,7	0,5+	4,3 2,7	0,5+
4,5	9,8 2,8	0,5+	9,9 2,7	0,5+	9,5 2,7	0,5+	9,1 2,7	0,5+	8,9 2,7	0,5+	7,1 2,7	0,5+	4,6 2,7	0,5+

*Poznámka: Pro trubní propustky větších světlostí (DN 600 +) není efektivní budovat vějířové spadiště a bezeškodně převádět vodu na povrch lesní půdy.*

## Příloha VII. – Hodnoty Manningova drsnostního součinitele $n$ použité pro dimenzování propustků a navazujících koryt

Charakter koryta	$n$	Poznámka	
Toky se štěrkovým dnem	$d_m = 20$ mm	0,025	ZUNA (2008)
	$d_m = 40$ mm	0,031	
	$d_m = 100$ mm	0,039	
	$d_m = 120$ mm	0,043	
	$d_m = 150$ mm	0,047	
	$d_m = 200$ mm	0,050	
	$d_m = 300$ mm	0,055	
Bystřiny se štěrkovým dnem, nepravidelné břehy s vegetací	0,045 – 0,055		
Bystřiny s oblázky a valouny, peřejnatý průtok	0,055 – 0,067		
Bystřiny s valouny a prudkým pěnicím proudem	0,080		
Bystřiny s vodopády, koryto s velkými valouny a balvany, voda zpěněná	0,080		
Zemní koryto pravidelné, udržovaný travní porost	0,035		
Koryta vyhloubená dozery a bagry (cestní příkopy), přímé zemní kanály, stejnozrný materiál:	čisté nedávno dokončené, pravidelný profil	0,016 – 0,020	HAVLÍK, MAREŠOVÁ (1994)
	čisté, starší, s pravidelnou údržbou	0,018 – 0,025	
	štěrkové koryto s pravidelným profilem	0,022 - 0,030	
	koryto zarostlé nízkou travou, málo plevele	0,022 – 0,033	
Pravidelné koryto, štěrkový pohoz, plůtky z tyčoviny, udržovaný travní porost	0,035	ZUNA (2008)	
Pohoz dna z kameniva $d_m < 100$ mm	0,033		
Pohoz dna z kameniva $d_m = 100$ až 150 mm	0,040		
Koryto se štěrkovými pohozy s průměrnou zrnitostí $d_{50}$ m	$d_{50} = 0,01$ m	0,020	JAKUBIS (1993)
	$d_{50} = 0,02$ m	0,025	
	$d_{50} = 0,03$ m	0,027	
	$d_{50} = 0,04$ m	0,028	
Koryto se štěrkovými záhozy a rovinami s průměrnou velikostí výstupků jednotlivých kamenů (m)	0,05 – 0,06	0,030	
	0,07 – 0,08	0,031	
	0,09 – 0,10	0,032	
	0,11 – 0,12	0,033	
	0,13 – 0,14	0,034	
Polovegetační tvárnice bez porostu, výplň otvoru štěrkem $d_m < 50$ mm	0,015	ZUNA (2008)	
Polovegetační tvárnice, výplň otvoru štěrkem $d_m < 50$ mm, travní porost	0,025		
Dlažba z lomového kamene spárovaná cementovou maltou	0,018 – 0,030		
Dlažba z velkých kopáků	0,020 – 0,026		
Dlažba z lomového kamene na sucho	0,025 – 0,035		
Zdivo z opracovaného kamene spárovaného cem. maltou	0,013 – 0,030		
Zdivo z lomového kamene spárovaného cem. maltou	0,017 – 0,030		
Zdivo z lomového kamene na sucho	0,020 – 0,032		
Rovnanina z kamene	0,023 – 0,035		

Technické doporučení pro tlumení energie vody na výtoku z propustků lesních cest  
včetně typových dokumentací – certifikovaná metodika TD3 – verze 2

Propustky s potrubím ze spirálově svařované oceli, černé		0,012 – 0,015	HAVLÍK, MAREŠOVÁ (1994)
Potrubí ocelové, pozinkované z vlnitého plech s folií nebo bez ní	DN = 400 mm	0,014	HANDBOOK of STEEL DRAINAGE (2007), HEC- RAS (2024)
	DN = 500 mm	0,015	
	DN = 600 mm	0,016	
	DN = 900 mm	0,018	
	DN = 1200 mm	0,020	
Propustky s potrubím plastovým		0,009 – 0,013	JANDORA, UHMANNOVÁ (1999)
Propustky z betonových nebo železobetonových trub, se spoji, oblouky a slabými nánosy		0,011 – 0,013	HAVLÍK, MAREŠOVÁ (1994), HEC- RAS (2024)
Inundační území - křoviny	jednotlivé keře, hustý plevel	0,035 – 0,070	
	řídké stromy a keře v zimě	0,035 – 0,060	
	dtto v létě	0,040 -0,080	
	křoviny střední a velké hustoty v zimě	0,045 – 0,110	
	dtto v zimě	0,070 – 0,160	
Inundační území - stromy	hustý vrbový porost v létě	0,110 – 0,200	
	vykácené území s pařezy, bez zmlazení	0,030 – 0,050	
	dtto, ale se silným zmlazením pařezů	0,050 – 0,080	
	hustší porost z větších stromů, málo malých stromů a podrostu, hladina nedosahuje větví	0,080 – 0,120	
	dtto, hladina dosahuje větví	0,100 – 0,160	
Travní porosty nízké, udržované		0,025 – 0,035	JAKUBIS (1993)
Travní porosty vysoké, zahuštěné		0,030 – 0,050	
Křovité porosty řídké s buřením		0,035 – 0,060	
Křovité porosty středně husté, udržované		0,045 – 0,080	
Křovité porosty velmi husté, neudržované		0,070 – 0,140	
Břehový porost nepravidelný na celé délce svahu s výmladky a s podrostem		0,080 – 0,120	
Řidší stromový porost na svahu o průměrech kmene 0,20 – 0,30 m v pravidelném sponu 0,4 stromu na 1 m <sup>2</sup>		0,040 – 0,050	
Přirozený stromový porost na svahu, s průměry kmenů 0,20 – 0,30 m v nepravidelném sponu 0,22 stromů na 1 m <sup>2</sup>		0,033 – 0,045	
Les s bylinným porostem do 3 cm	slabý	0,40*	JANEČEK et al. (2012)
	hustý	0,80*	

\*) Uvedené hodnoty jsou zhruba 10x větší než hodnoty pro obdobné plochy / povrchy uváděné jinými autory.

### Příloha VIII. - Hodnoty nevymílajících rychlostí $v_{krit.}$ použité pro dimenzování propustků a navazujících koryt

Způsob opevnění	Tloušťka/dm (mm)	Hloubka vody (m)		
		0,4	1,0	2,0
		Nevymílací rychlost $v_k$ ( $m \cdot s^{-1}$ )		
Travní porost zapojený	-	1,00	1,50	2,00
Hrubý štěrk	40 až 75	2,00	2,40	2,75
Hrubý štěrk	75 až 100	2,45	2,80	3,20
Hrubý štěrk	100 až 150	3,00	3,55	3,75
Štěrk s valouny	150 až 200	3,50	3,80	4,30
Valouny	200 až 300	3,85	4,35	4,70
Velké valouny	300 až 400	-	4,75	4,95
Balvany	400 až 500	-	5,50	-
Zához z kamene	1 vrstva	0,90	0,90	0,90
Zához z kamene	2 vrstvy	1,10	1,10	1,10
Dlažba z kamene na sucho	250	3,0	3,5	4,0
Dlažba z kamene na sucho	300	3,2	4,0	4,5
Dlažba z kamene na sucho	400	3,5	4,5	5,0
Dlažba z kopáků na sucho	300	4,0	5,0	5,5
Dlažba z kopáků na sucho	400	4,5	5,5	6,0
Rovnanina z lomového kamene od 80 do 200 kg	450	-	6,4	-
Rovnanina z lomového kamene od 200 do 500 kg	600	-	7,0	-
Rovnanina z lomového kamene nad 500 kg	750	-	7,5	-

### Příloha IX. - Hodnoty kritických tečných napětí $\tau_{krit.}$ použité pro dimenzování propustků a navazujících koryt

Charakter koryta	$\tau_{krit.}$ (Pa)	Poznámka	
Toky se štěrkovým dnem	$d_m = 20$ mm	0,025	
	$d_m = 40$ mm	0,031	
	$d_m = 100$ mm	0,039	
	$d_m = 120$ mm	0,043	
	$d_m = 150$ mm	0,047	
	$d_m = 200$ mm	0,050	
	$d_m = 300$ mm	0,055	
Bystřiny se štěrkovým dnem, nepravidelné břehy s vegetací	0,045 – 0,055	ZUNA (2008)	
Bystřiny s oblázky a valouny, peřejnatý průtok	0,055 – 0,067		
Bystřiny s valouny a prudkým pěnicím proudem	0,080		
Bystřiny s vodopády, koryto s velkými valouny a balvany	0,080		
Zemní koryto pravidelné, udržovaný travní porost	0,035		
Koryta vyhloubená dozery a bagry (cestní příkopy), přímé zemní kanály, stejnozrný materiál:	čisté nedávno dokončené, pravidelný profil		0,016 – 0,020
	čisté, starší, s pravidelnou údržbou		0,018 – 0,025
	štěrkové koryto s pravidelným profilem	0,022 - 0,030	
	koryto zarostlé nízkou travou, málo plevelů	0,022 – 0,033	
Pravidelné koryto, štěrkový pohoz, plůtky z tyčoviny, udržovaný travní porost	0,035	ZUNA (2008)	
Pohoz dna z kameniva $d_m < 100$ mm	0,033		
Pohoz dna z kameniva $d_m = 100$ až 150 mm	0,040		

## Příloha X. – Fotodokumentace



Obrázek 10.4.1: Trubní propustek na lesní cestě ze ŽB trub, lomené vtokové čelo ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou s vyspárováním, dřevěné zábradlí - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.2: Rámový propustek - autor: Alena Tichá



Obrázek 10.4.3 Trubní propustek na lesní cestě ze ŽB trub, přímé vtokové čelo ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou s vyspárováním - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.4 Trubní propustek na lesní cestě ze ŽB trub, přímé vtokové čelo z betonu / ŽB - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.5: Trubní propustek na lesní cestě ze ŽB trub, přímé vtokové čelo ze zdiva z lomového kamene na sucho do drátěných košů (gabionů) - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.6: Trubní propustek na lesní cestě z betonových trub osmibokých, přímé vtokové čelo ze ŽB prefabrikátů - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.7: Trubní propustek / hospodářský propustek na lesní cestě, resp. na samostatném sjezdu z plastových korugovaných trub, bez čela - - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.8: Trubní propustek / hospodářský propustek / dočasný propustek na lesní cestě, resp. na samostatném sjezdu z ocelových trub spirálně svařených, bez čela *Pozn. Otvor v troubě slouží k manipulaci a transportu trouby při použití v dočasných trubních propustcích!* - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.9: Vtoková jímka trubního propustku na lesní cestě ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou s vyspárováním, se ŽB římsou, s oboustranným přítokem - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.10: Vtoková jímka trubního propustku na lesní cestě ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou s vyspárováním (bez římsy), s jednostranným přítokem - autor: Karel Zlatuška



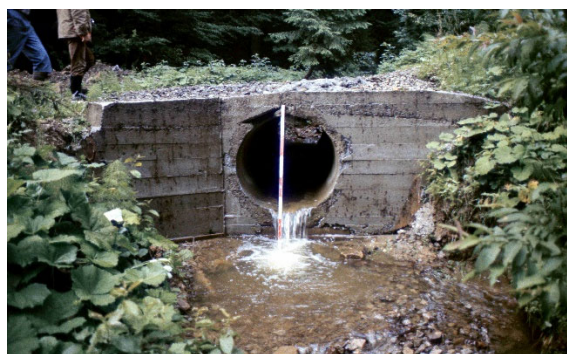
Obrázek 10.4.11: Trubní propustek na lesní cestě z ocelové trouby, přímé výtokové čelo ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou s vyspárováním, spadiště z kamenné rovnániny bez úpravy líce - autor: Jiří Ježek



Obrázek 10.4.12: Trubní propustek na lesní cestě ze ŽB trub, přímé výtokové čelo ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou s vyspárováním, spadiště z kamenného záhozu bez úpravy líce doplněný o pohoz z drceného kameniva - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.13 Trubní propustek na lesní cestě z ocelové trouby, přímé výtokové čelo ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou s vyspárováním, spadiště z kamenné dlažby - autor: Jiří Ježek



Obrázek 10.4.14 Trubní propustek na lesní cestě z ocelové trouby, lomené výtokové čelo z betonu / ŽB hrubě bedněného, bez spadiště / dopadiště - autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.15 Trubní propustek na lesní cestě z betonových trub, přímé výtokové čelo ze zdiva z lomového kamene na maltu cementovou s vyspárováním s betonovou / ŽB římsou, poškozená (utržená) římsa a zavalený výtok z důvodu krátkého čela, *spadiště nebo dopadiště není možno identifikovat*  
- autor: Karel Zlatuška



Obrázek 10.4.16 Trubní propustek na lesní cestě z plastové korugované trouby, přímé výtokové čelo z betonu / ŽB, erozí poškozené spadiště z kamenné rovnaniny, následně sanované těžkým kamenným záhozem (bez urovnání líce)  
- autor: Karel Zlatuška

## **Příloha XI. - Typové dokumentace**

**Příloha XI.1 - Trubní propustek se ŽB potrubím a s dopadištěm (vývarem)**

**Příloha XI.2 - Trubní propustek s ocelovým potrubím a s rovnoběžným  
(nerozšiřujícím se) spadištěm**

**Příloha XI.3 - Trubní propustek s plastovým potrubím a s vějířovým  
(rozšiřujícím se) spadištěm**

**Příloha XI.4 – Hospodářský propustek s plastovým potrubím a spadištěm  
v cestním příkopu**

## **Výkresy:**

XI.1.1 Situace

XI.1.2 Podélný profil - řez A-A´

XI.1.3 Příčné řezy - 1. část

XI.1.4 Příčné řezy - 2. část

Příloha XI.1

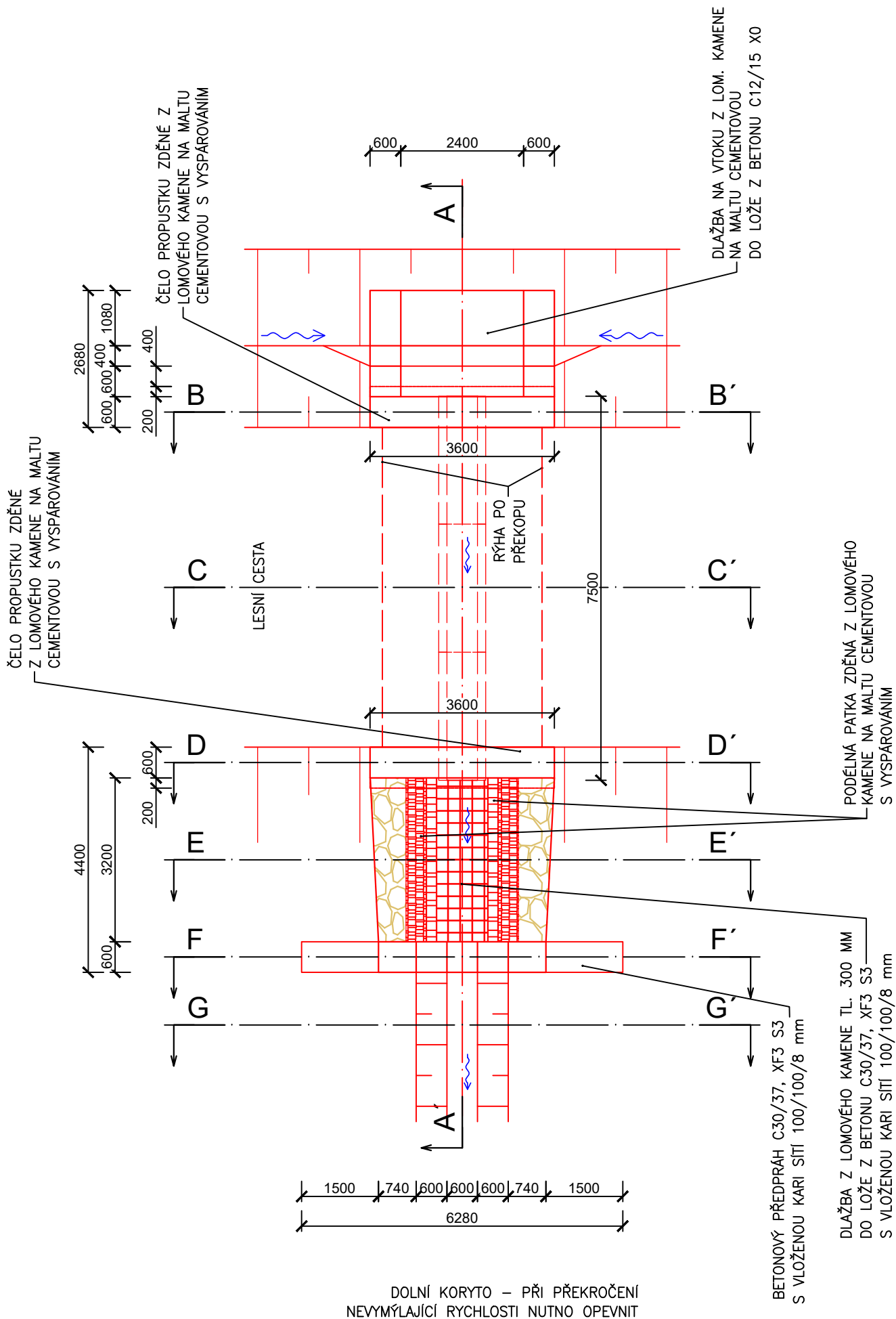
Typová dokumentace

- Trubní propustek se železobetonovým potrubím

Použité parametry:

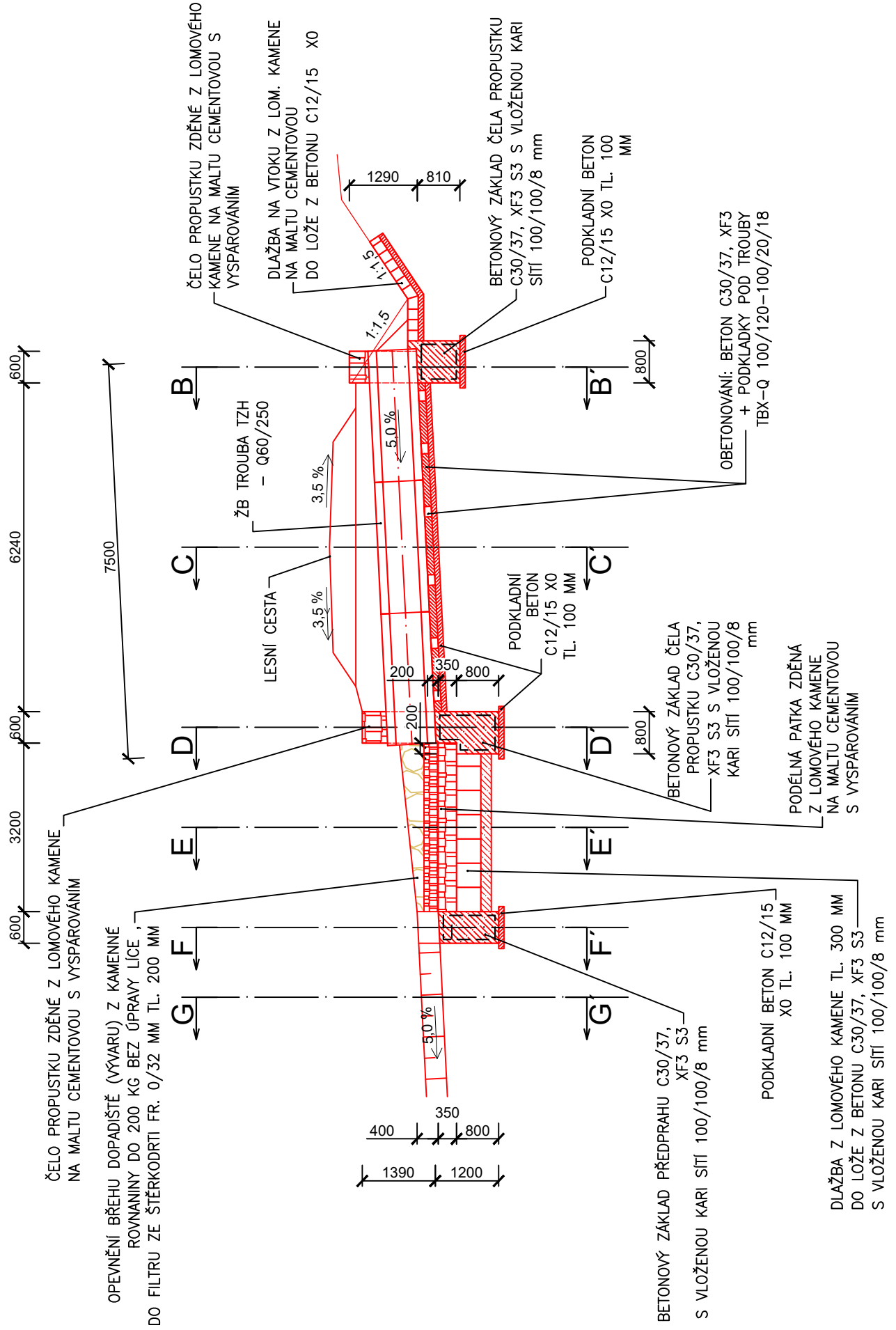
Železobetonový trubní propustek DN 600, délky 7,5 m Opevnění výtoku dopadištěm (vývarem) z dlažby z lomového kamene do lože z betonu s vloženou výztuží

Příkop na vtoku s dlažbou



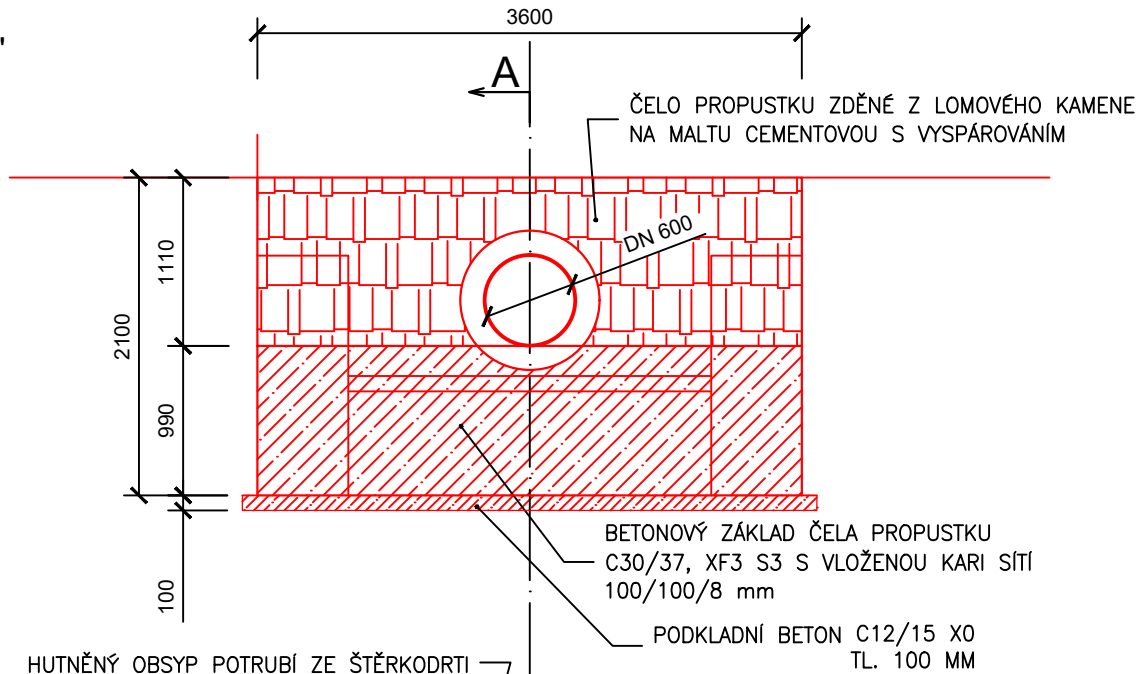
DOLNÍ KORYTO – PŘI PŘEKROČENÍ NEVYMÝLAJÍCÍ RYCHLOSTI NUTNO OPEVNIT

Typová dokumentace 2 - Trubní propustek se železobetonovým potrubím  
 Výkres: 11.1.1. Situace M 1 : 100

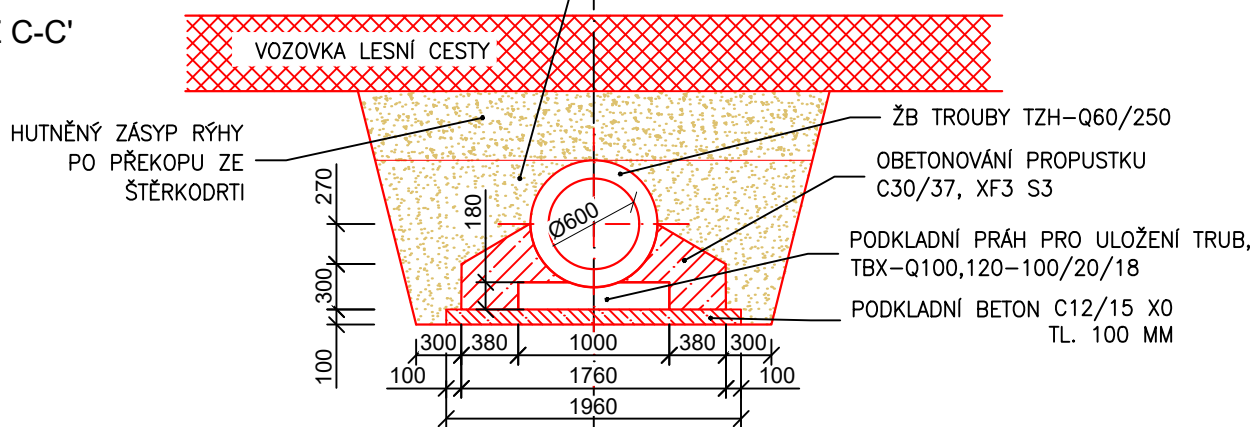


Typová dokumentace 2 - Trubní propustek se železobetonovým potrubím  
 Výkres: 11.1.2. Podélný profil - řez A-A' M 1 : 100

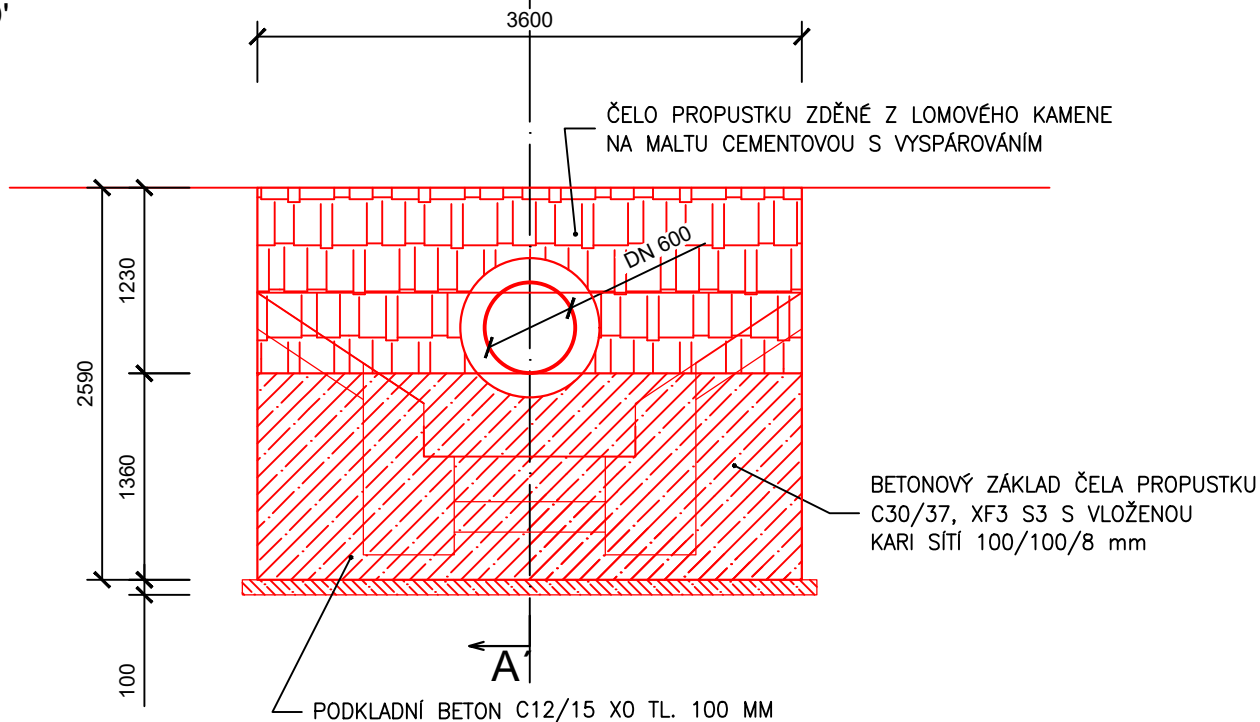
ŘEZ B-B'



ŘEZ C-C'

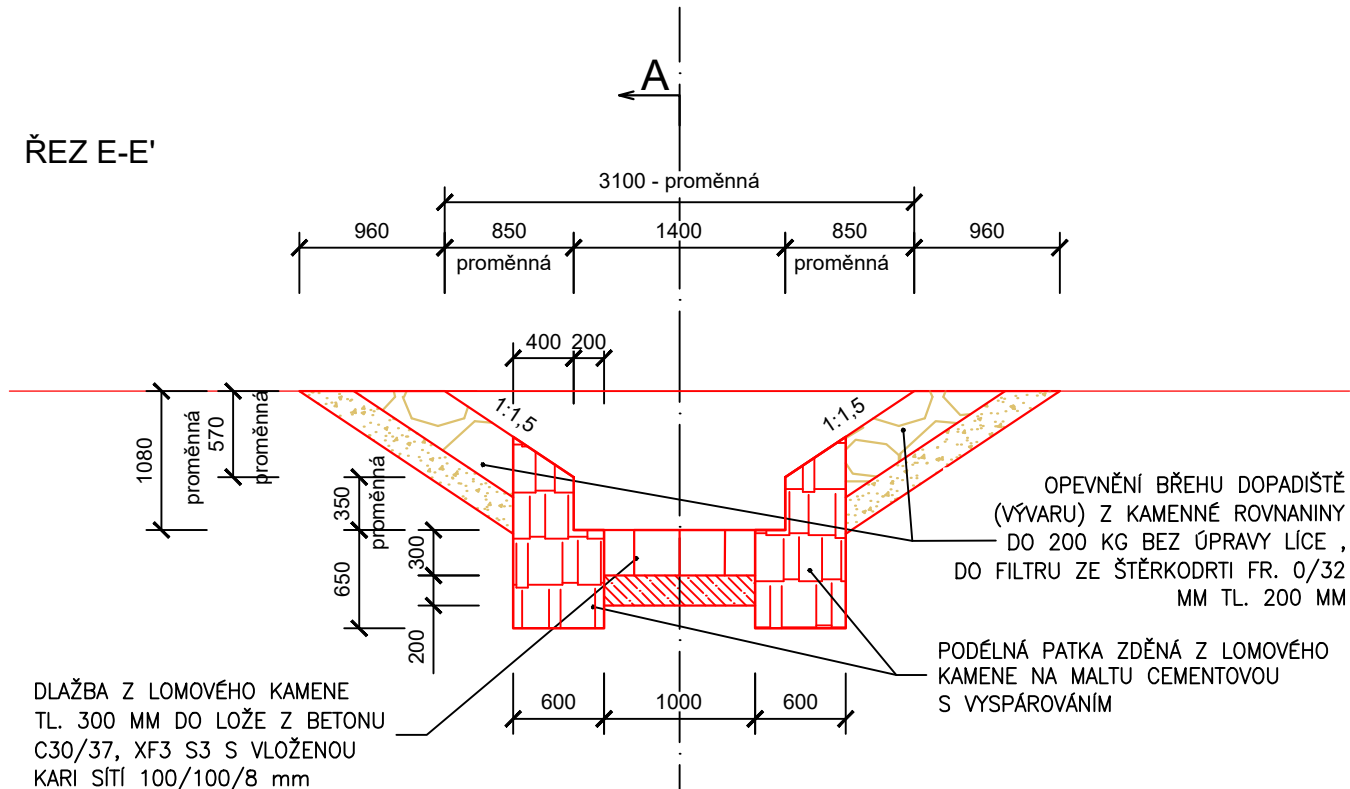


ŘEZ D-D'

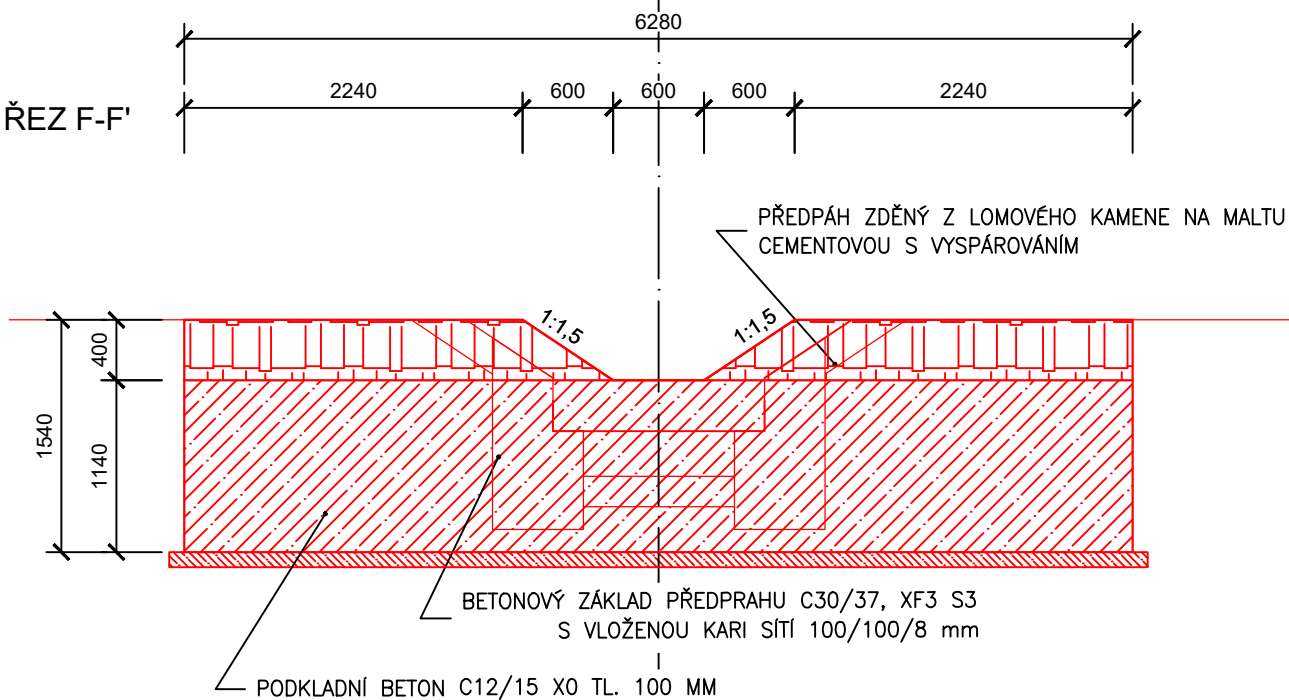


Typová dokumentace 2 - Trubní propustek se železobetonovým potrubím  
 Výkres: 11.1.3. Příčné řezy - 1. část M 1 : 50

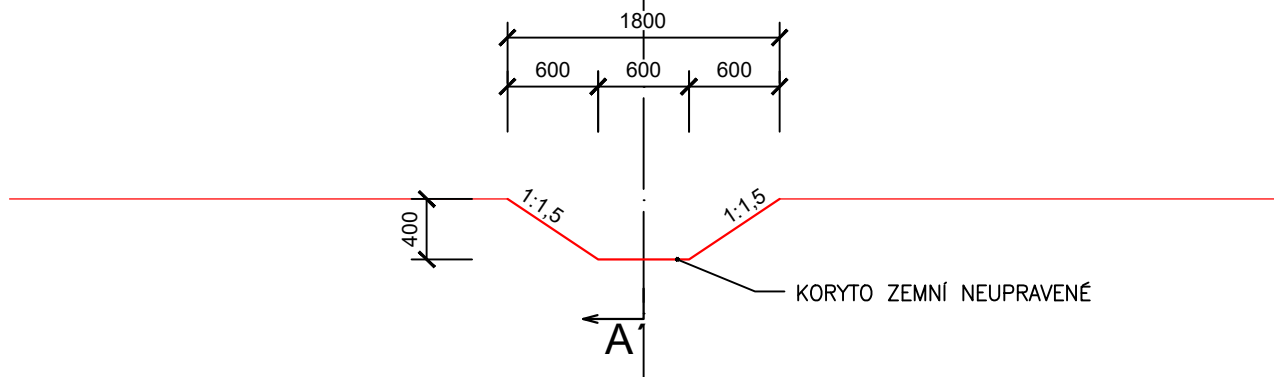
ŘEZ E-E'



ŘEZ F-F'



ŘEZ G-G'

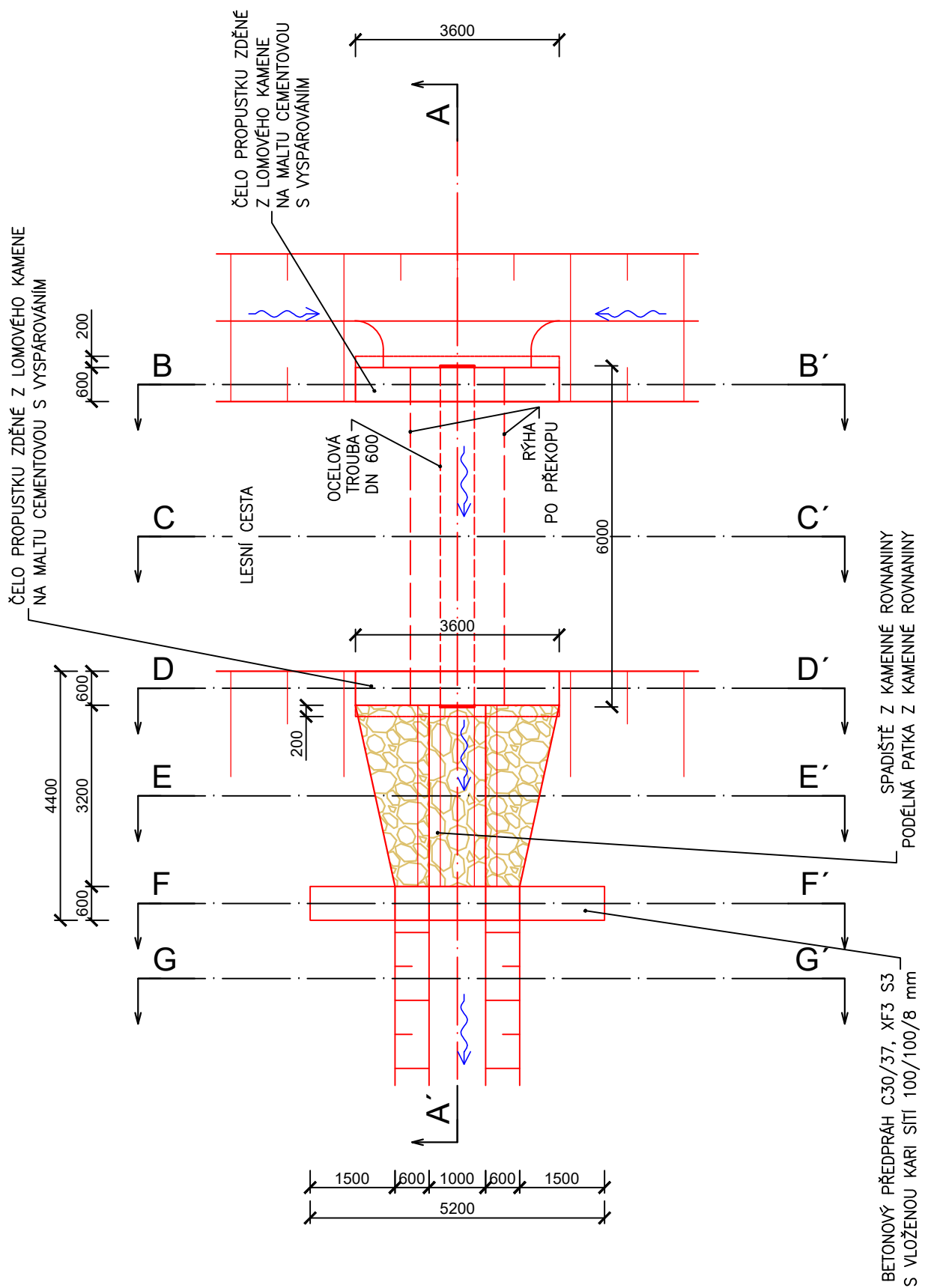


## **Výkresy:**

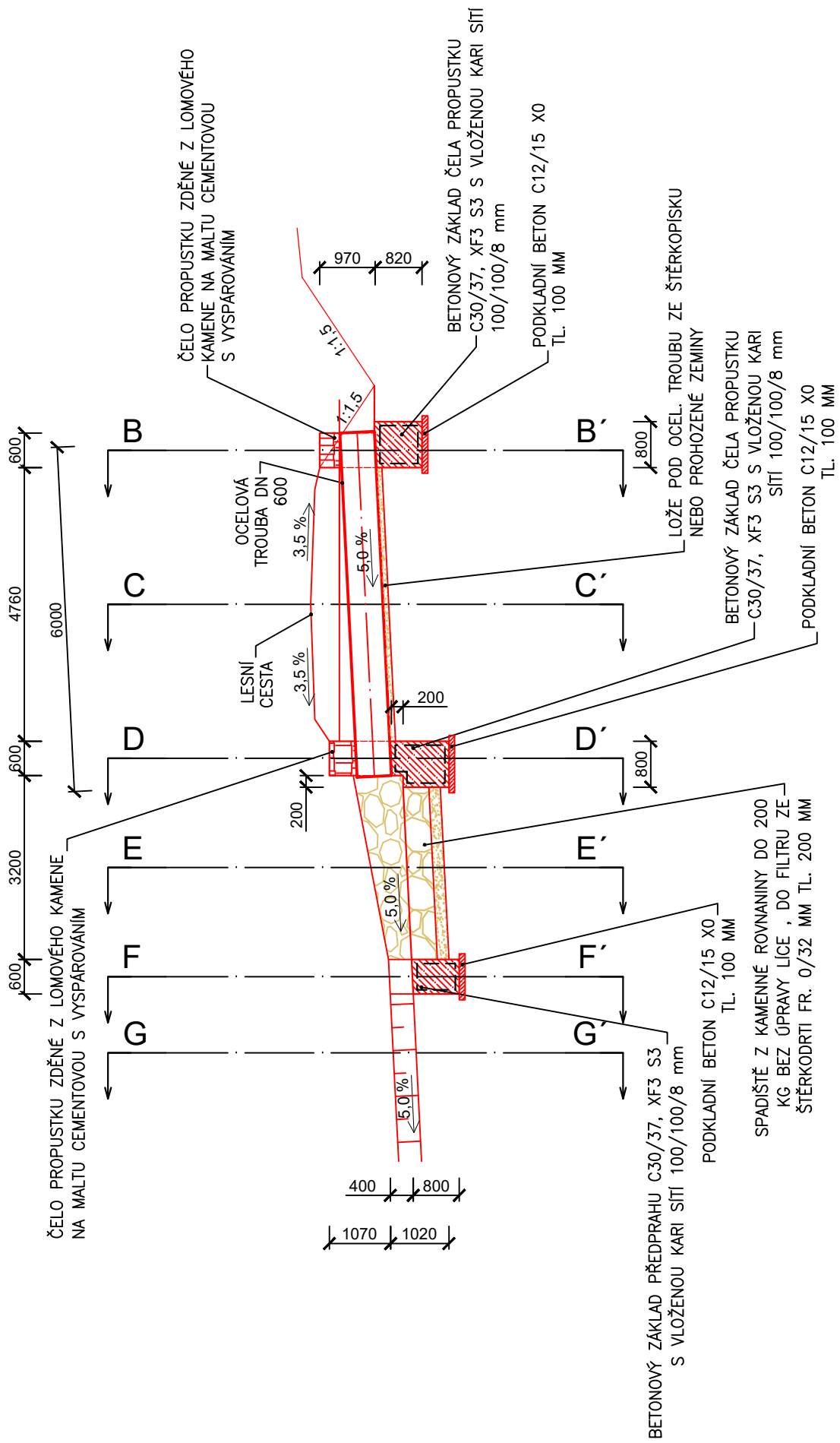
- XI.2.1 Situace
- XI.2.2 Podélný profil - řez A-A'
- XI.2.3 Příčné řezy - 1. část
- XI.2.4 Příčné řezy - 2. část

Příloha XI.2  
Typová dokumentace  
- Trubní propustek s ocelovým potrubím

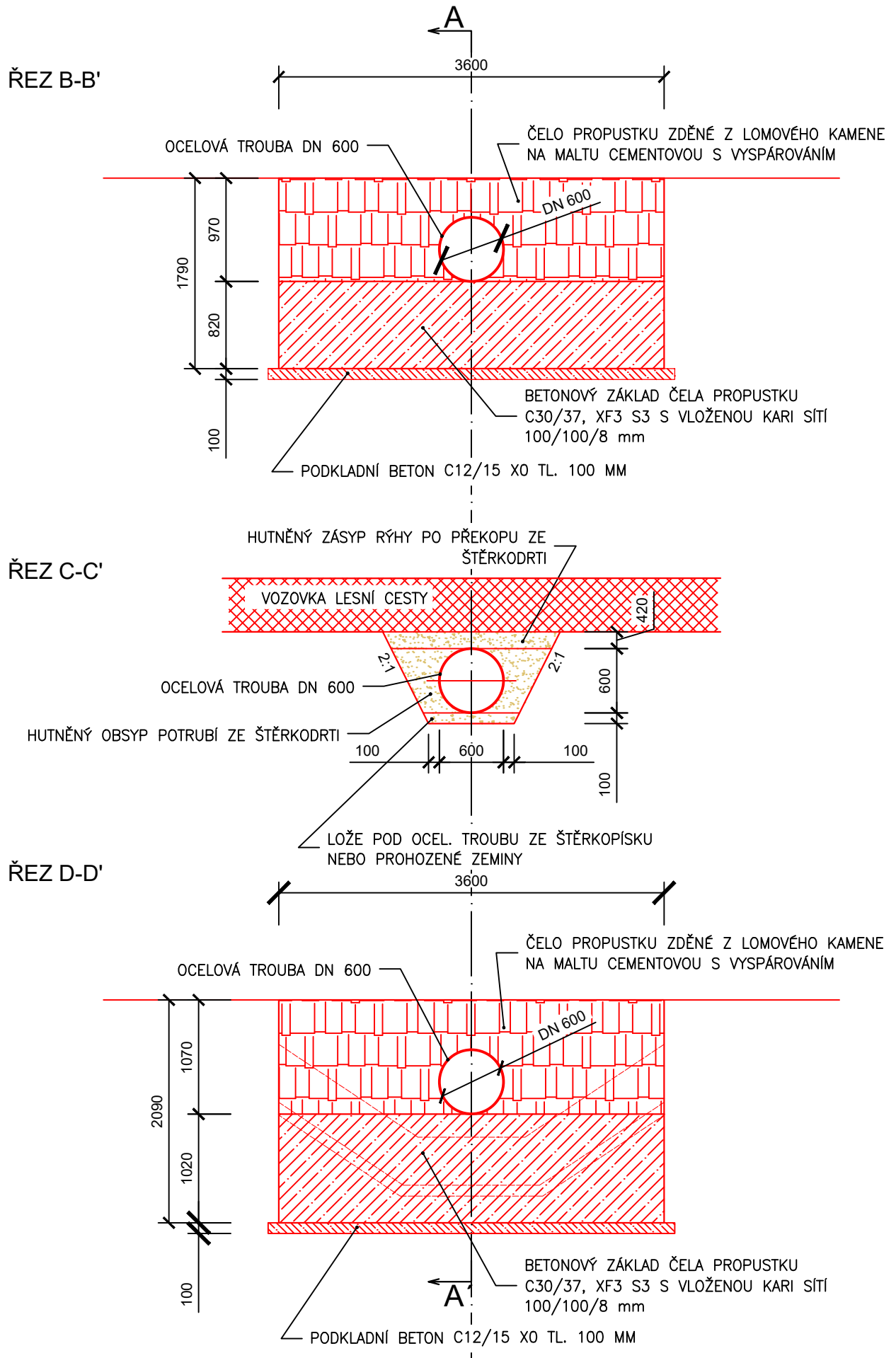
Použité parametry:  
Ocelový trubní propustek DN 600, délky 5,0 m Opevnění výtoku rovným spadištěm z kamenné rovnaniny Příkop na vtok bez dlažby



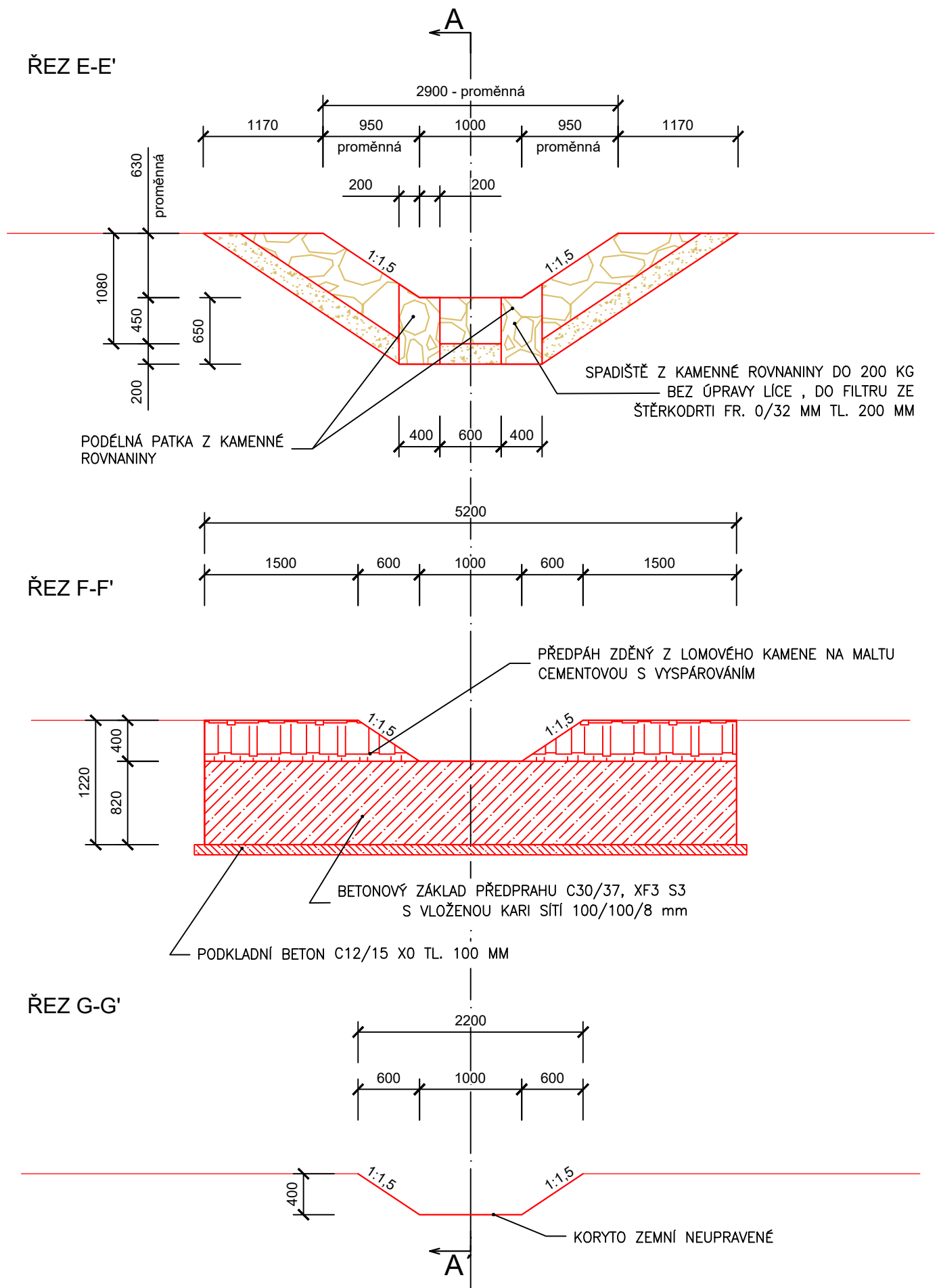
DOLNÍ KORYTO – PŘI PŘEKROČENÍ  
NEVYMÝLAJÍCÍ RYCHLOSTI NUTNO OPEVNIT



Typová dokumentace 2 - Trubní propustek s ocelovým potrubím  
 Výkres: 11.2.2 Podélný profil - řez A-A' M 1 : 100



Typová dokumentace 2 - Trubní propustek s ocelovým potrubím  
 Výkres: 11.2.3 Příčné řezy - 1. část M 1 : 50



Typová dokumentace 2 - Trubní propustek s ocelovým potrubím  
 Výkres: 11.2.4 Příčné řezy - 2. část M 1 : 50

## **Výkresy:**

- XI.3.1 Situace
- XI.3.2 Podélný profil - řez A-A´
- XI.3.3 Příčné řezy - 1. část
- XI.3.4 Příčné řezy - 2. část

Příloha XI.3

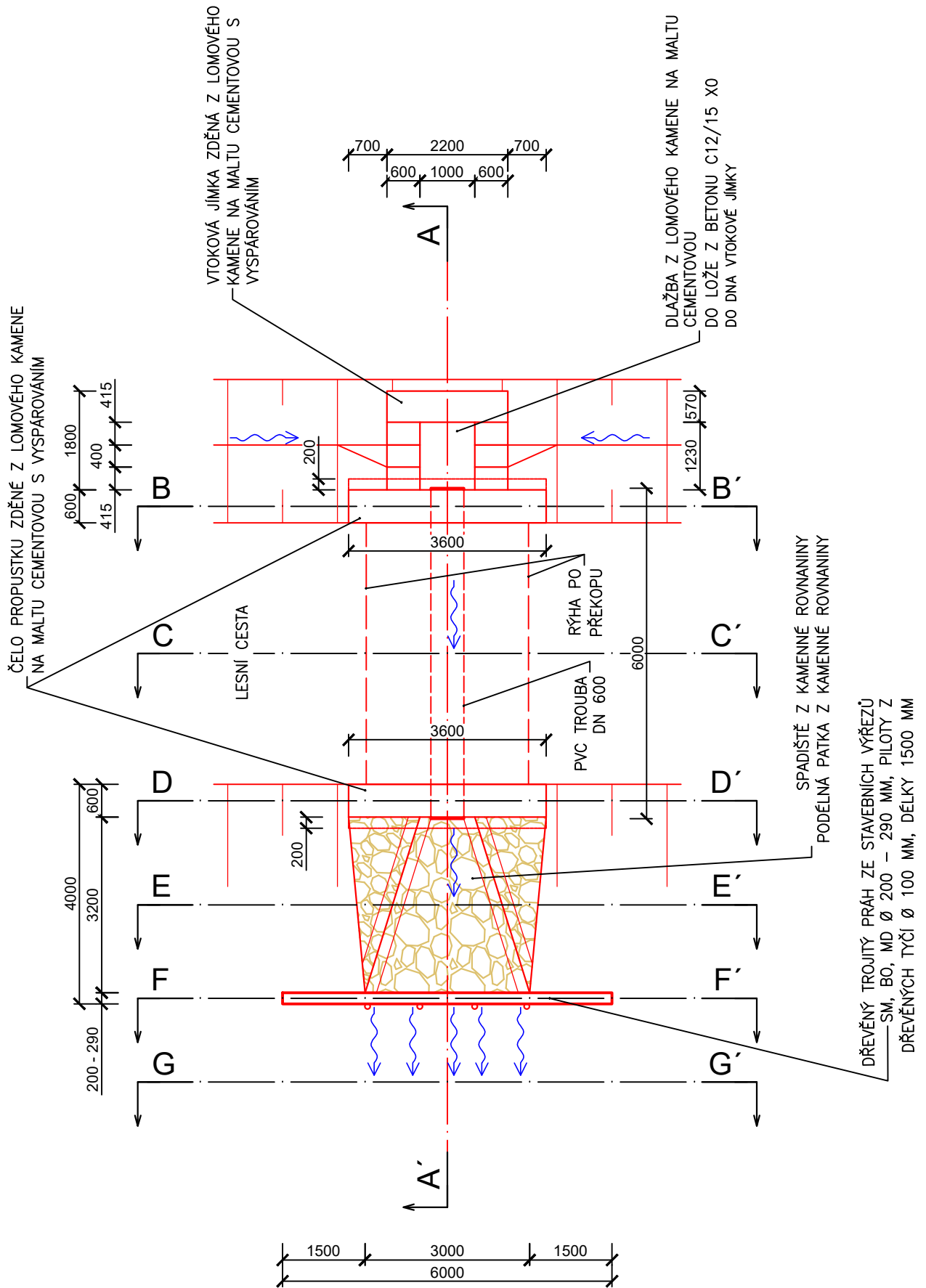
Typová dokumentace

- Trubní propustek se PVC potrubím

Použité parametry:

PVC trubní propustek DN 600, délky 5,0 m

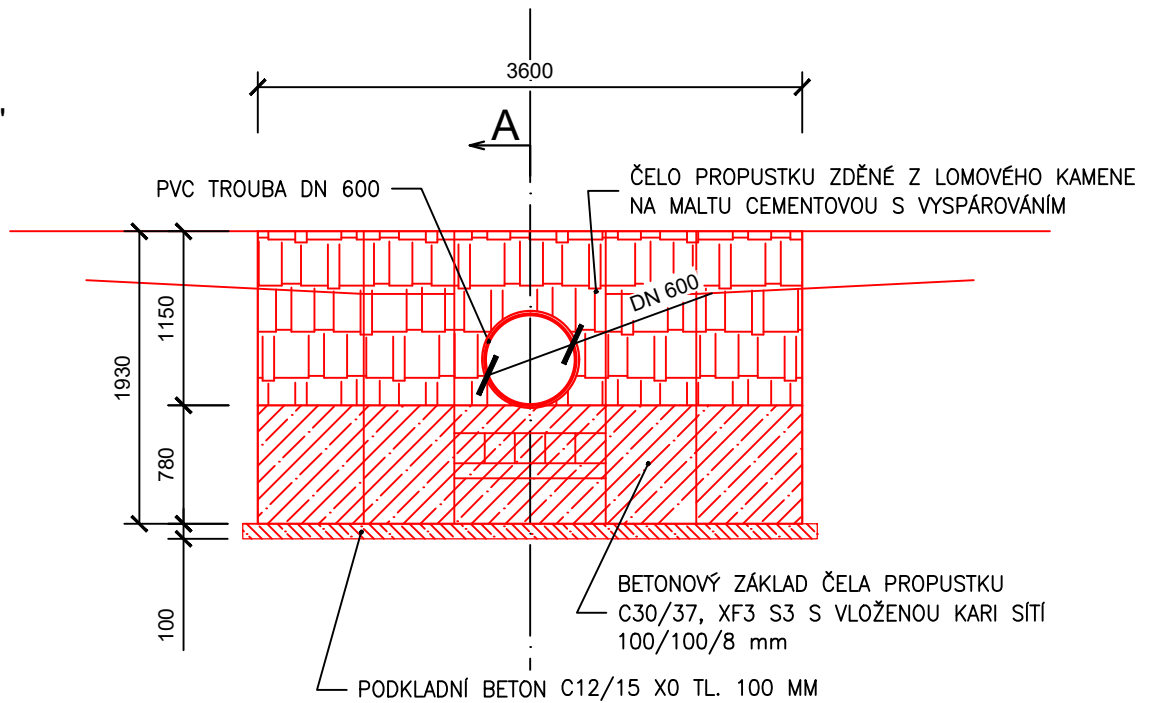
Opevnění výtoku rozšířeným spadištěm z kamenné rovnaniny Na vtok vtoková  
jímka



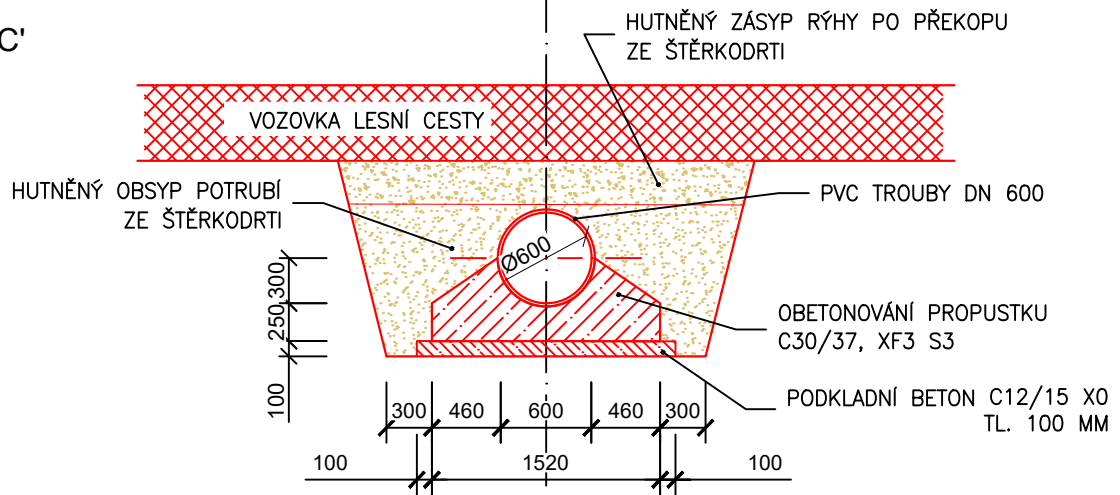
Typová dokumentace 2 - Trubní propustek s PVC potrubím  
 Výkres: 11.3.1 Situace M 1 : 100



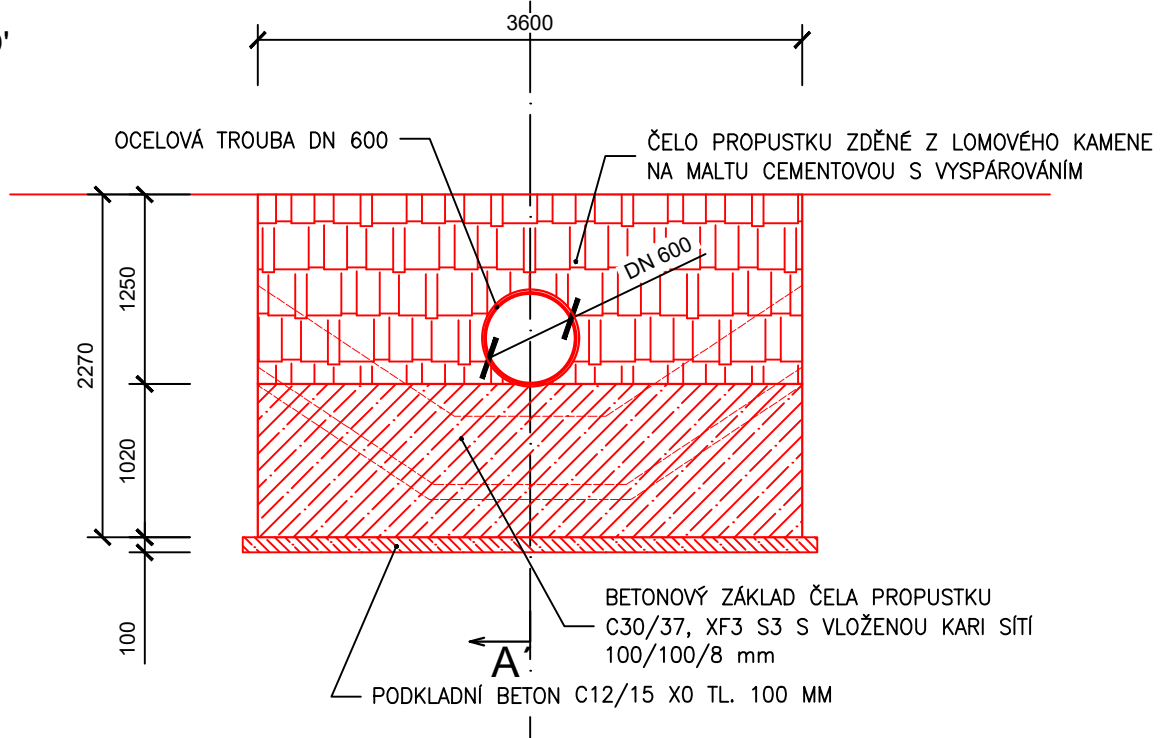
ŘEZ B-B'

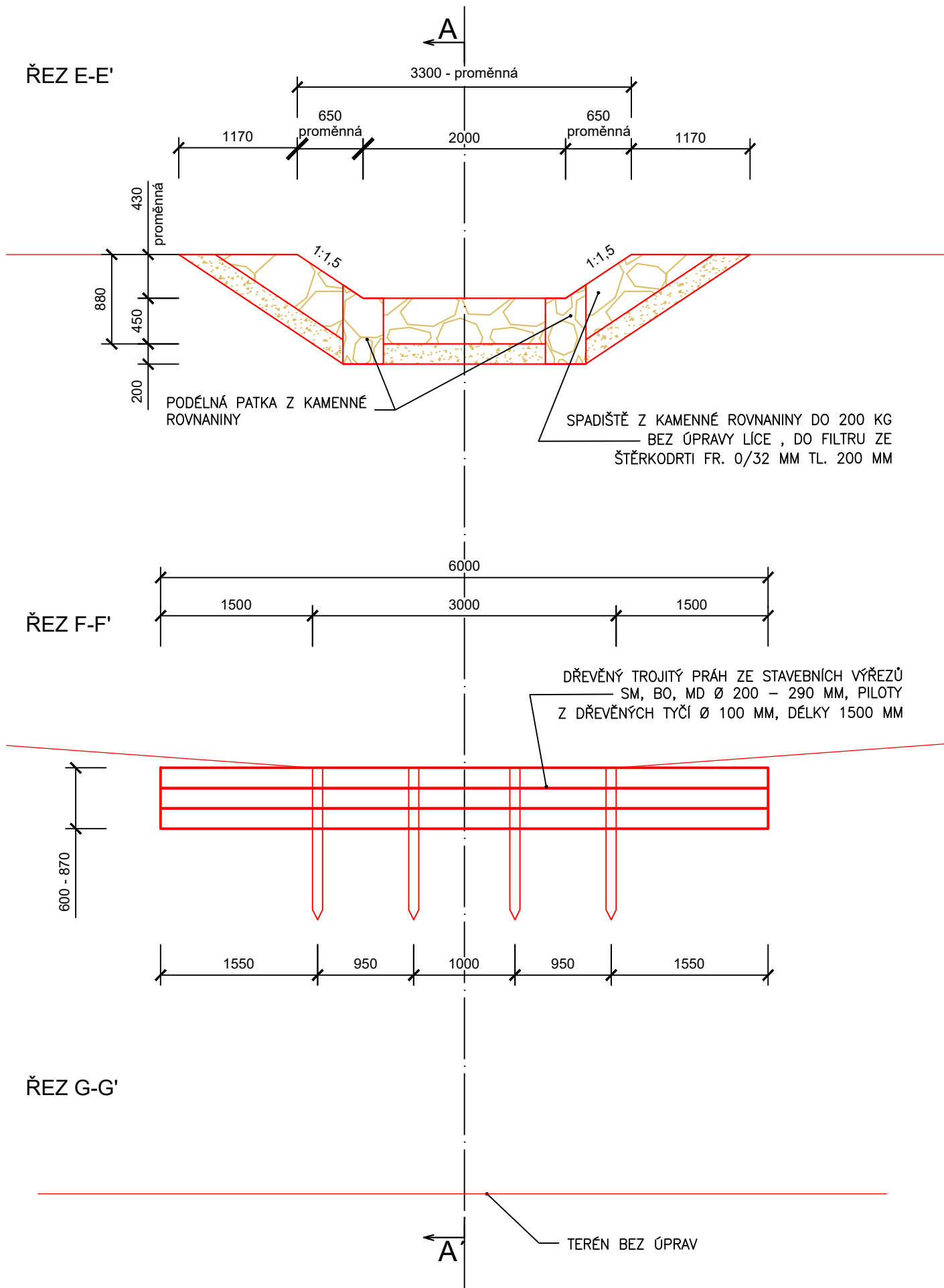


ŘEZ C-C'



ŘEZ D-D'





Typová dokumentace 2 - Trubní propustek s PVC potrubím  
 Výkres: 11.3.4 Příčné řezy - 2. část M 1 : 50

## **Výkresy:**

- XI.4.1 Situace
- XI.4.2 Podélný profil - řez A-A´
- XI.4.3 Příčné řezy - 1. část
- XI.4.4 Příčné řezy - 2. část

Příloha XI.4

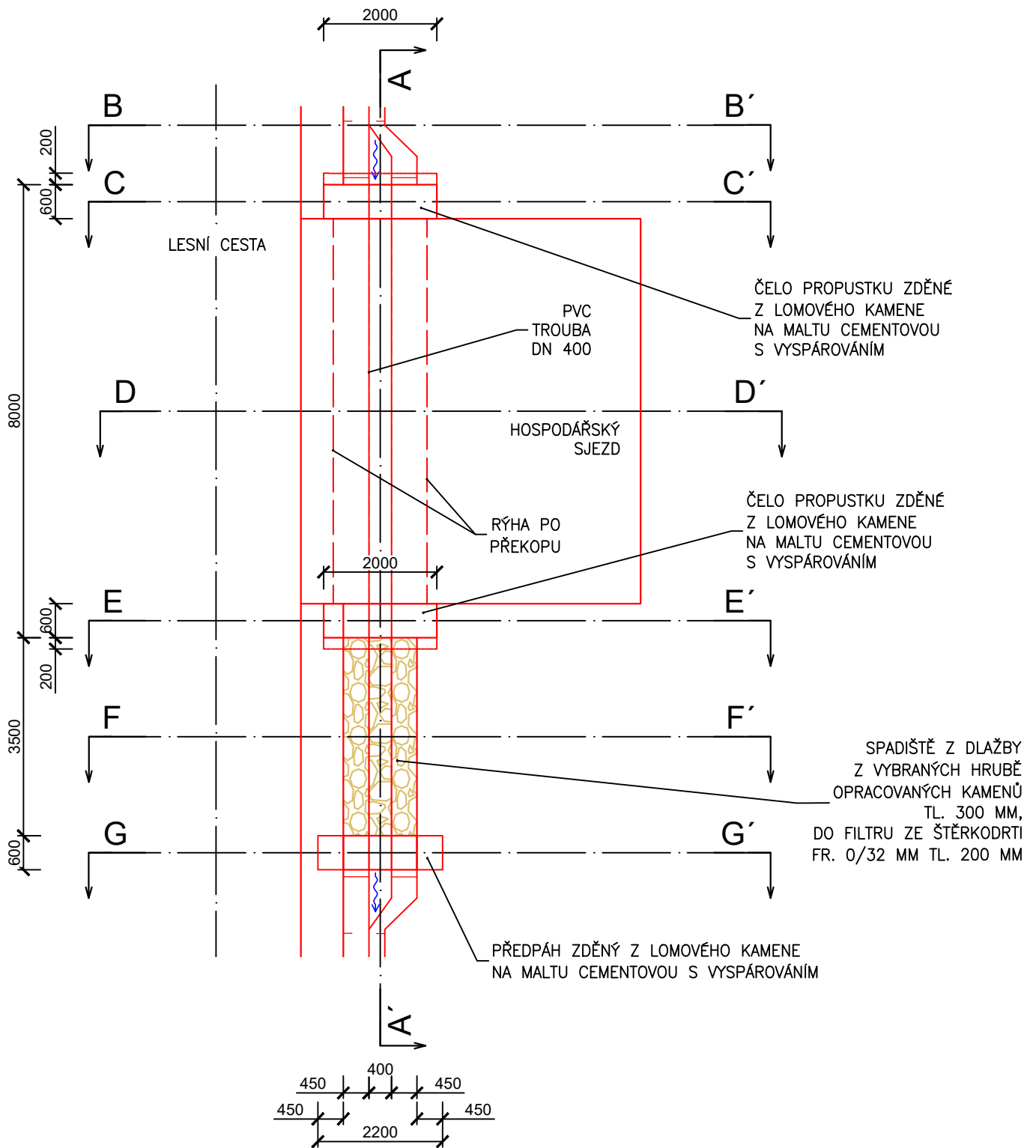
Typová dokumentace

- Hospodářský propustek s PVC potrubím a se spadištěm v cestním příkopu

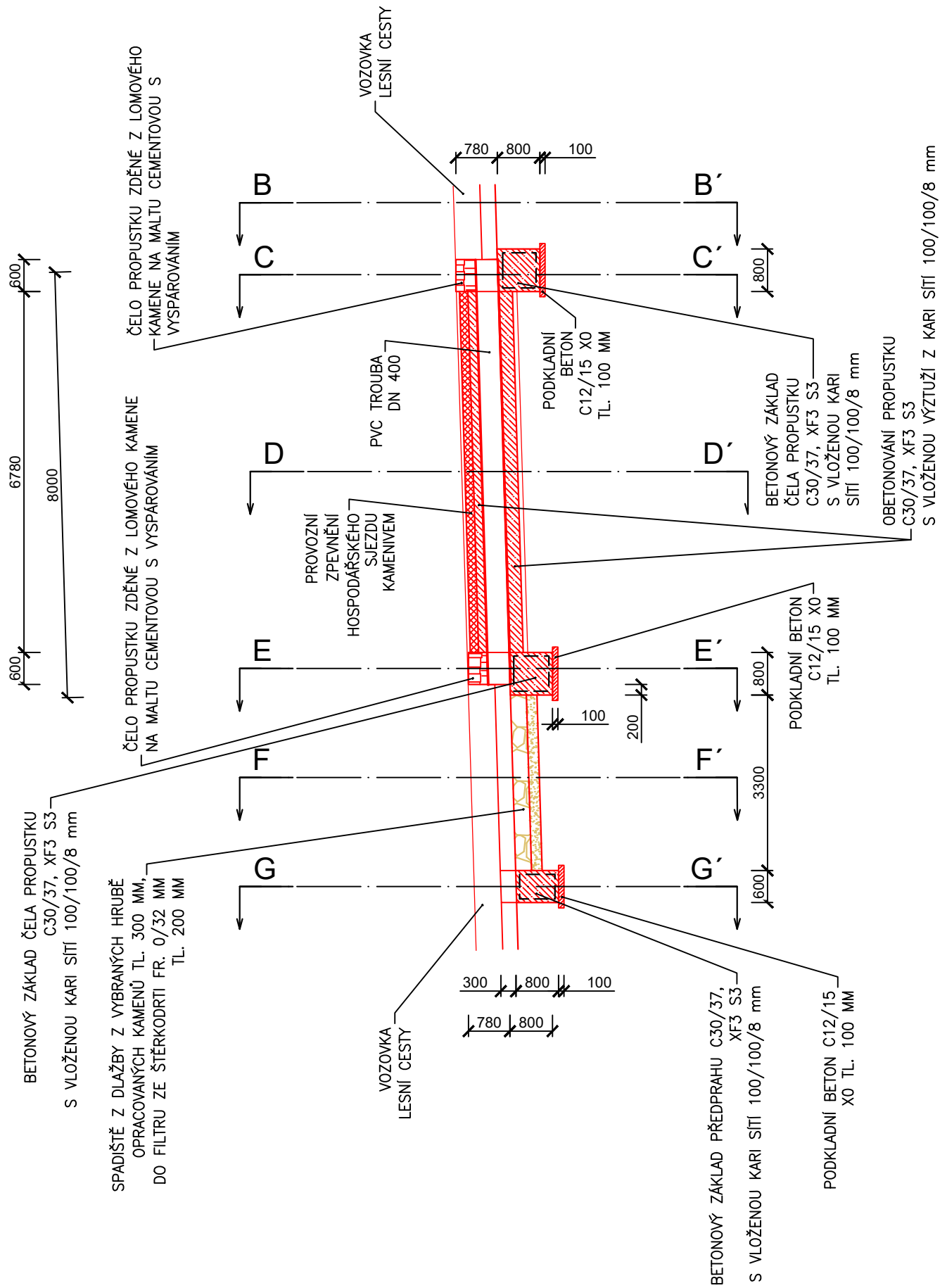
Použité parametry:

PVC trubní propustek DN 400, délky 8,0 m

Opevnění výtoku spadištěm z dlažby z vybraných hrubě opracovaných kamenů

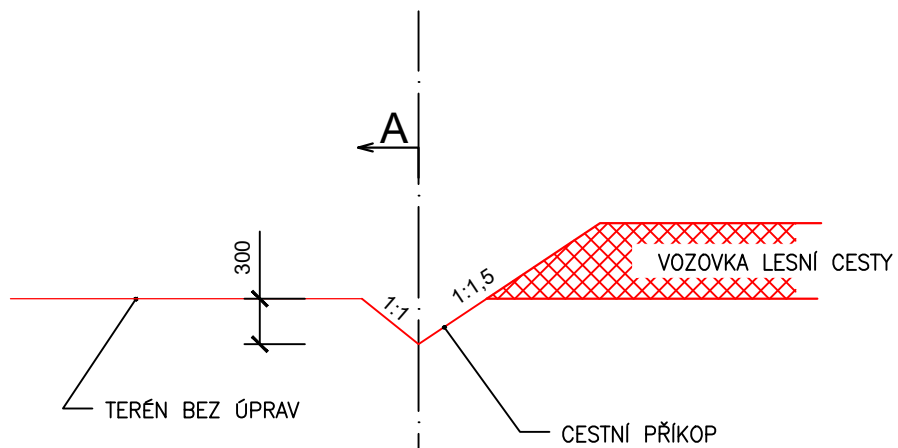


Typová dokumentace 2 - Hospodářský propustek s plastovým potrubím  
 Výkres: 11.4.1 Situace M 1 : 100

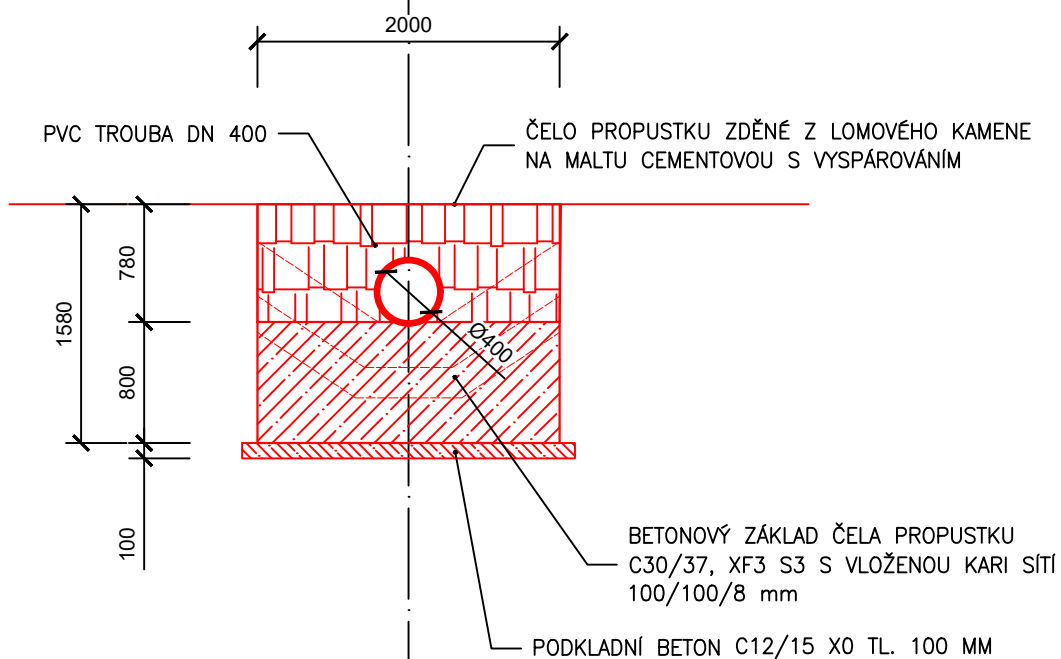


Typová dokumentace 2 - Hospodářský propustek s plastovým potrubím  
 Výkres: 11.4.2 Podélný profil - řez A-A' M 1 : 100

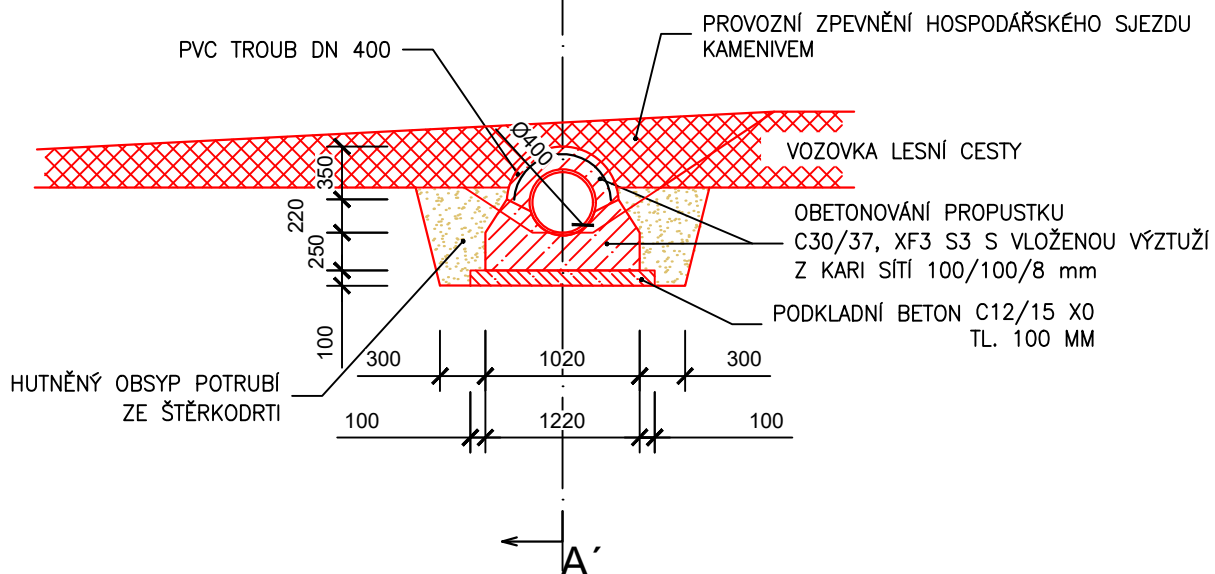
ŘEZ B-B'



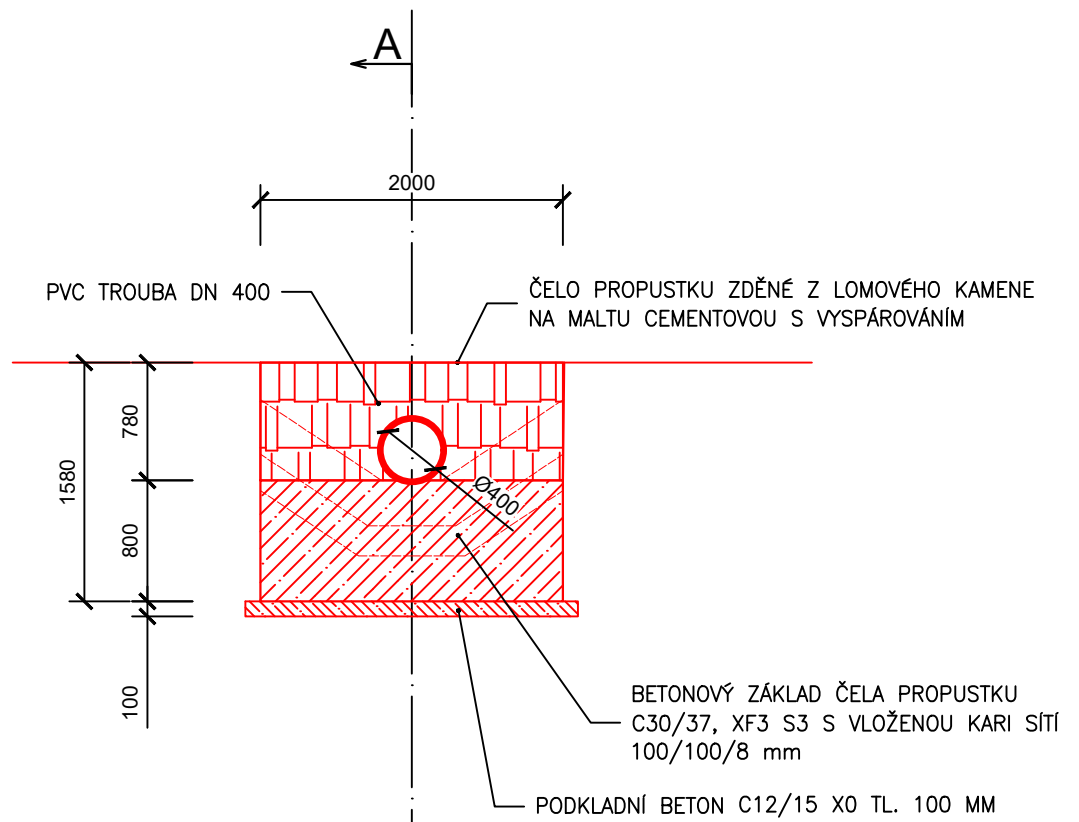
ŘEZ C-C'



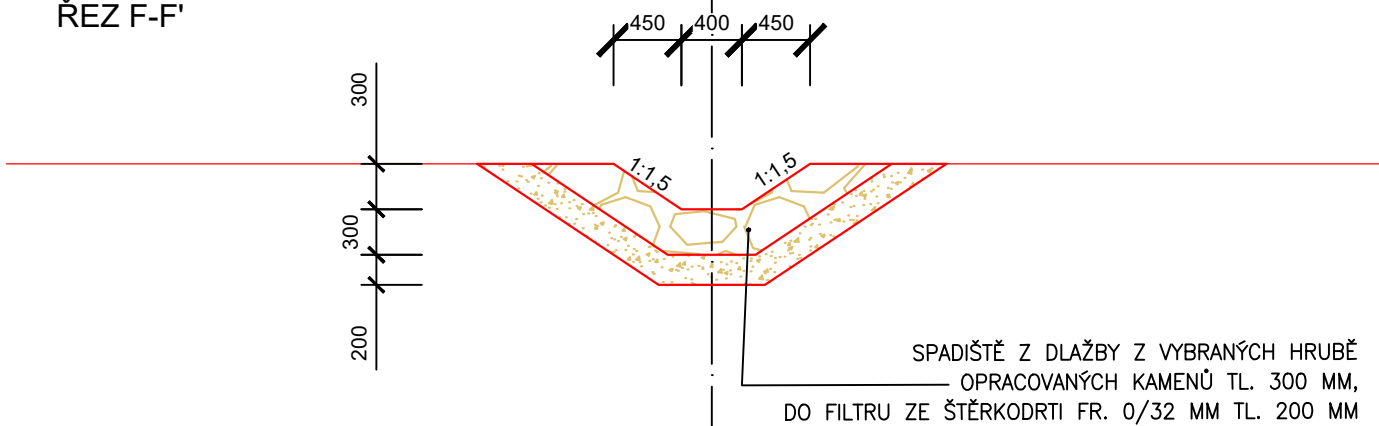
ŘEZ D-D'



ŘEZ E-E'



ŘEZ F-F'



ŘEZ G-G'

