

Vodohospodářská a protierozní opatření v rámci KPÚ Skuhrov u Železného Brodu

leden 2013

AV ProENVI, s.r.o., se sídlem Kolonka 118/8, 165 00 Praha



Autorizovaný inženýr pro stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství, stavby pro plnění funkce lesa

OBSAH:

1	Výpočet charakteristik odtoku	3
1.1	Výpočet odtokových charakteristik simulačním modelem SMODERP	3
1.1.1	Charakteristika pozemků	4
1.1.2	Aplikace modelu SMODERP	5
1.2	Návrh opatření	9
1.2.1	Cestní svodnice	11
1.2.2	Průtok vody propustkem	13
1.2.3	Cestní příkop SP1/OP1 od cesty C21 přes cestu C1	17

1 VÝPOČET CHARAKTERISTIK ODTOKU

V rámci návrhu plánu společných zařízení a v návaznosti na v územním plánu navrhované řešení PPO bylo přistoupeno v zhodnocení možností návrhu na zemědělské půdě, které by v sobě kombinovalo funkce prvků PEO, ÚSES a PPO. Na návrhem cestní sítě definovaných půdních blocích bylo z tohoto důvodu přistoupeno k stanovení odtokových charakteristik jednotlivých bloků (u pozemků bez trvalého zatravnění byla zároveň stanovena přípustná délka svahů). Na základě výpočtů délek svahů, množství povrchového odtoku byly následně navrženy prvky PEO a PPO sloužící zároveň jako interakční prvky navrženého lokálního ÚSES.

Charakteristiky odtoku (objem odtoku, kulminační průtok) ze západně ležících pozemků orné půdy a luk a pastvin pro řadu návrhových srážek byly určeny pomocí matematického simulačního modelu SMODERP.

1.1 Výpočet odtokových charakteristik simulačním modelem SMODERP

Simulační model SMODERP¹ (Simulační Model povrchového Odtoku a EROzního Procesu) byl odvozen na přelomu 80. a 90. let na katedře hydromeliorací a krajinného inženýrství Fakulty stavební ČVUT Praha.

Simulační model SMODERP řeší srážkoodtokové vztahy a erozní procesy na svahu (pozemku) a jeho výstupy dávají podklady pro návrh prvků protierozní ochrany (vsakovací či odváděcí příkopy, průlehy), pro návrh protipovodňových opatření (poldry, retenční prostory nádrží, ochrana intravilánu) nebo návrh či posouzení objektů na toku (mostky, propustky). Model simuluje povrchový odtok a erozní proces ze srážky proměnné intenzity na jednotlivém pozemku o velikosti cca do 100 ha s nehomogenitou morfologických, půdních a vegetačních poměrů.

Model lze využít pro stanovení:

- charakteristik povrchového odtoku (objem odtoku, vrcholový průtok, hloubka, rychlost a tangenciální napětí povrchového odtoku) ve zvolených profilech vyšetřovaného svahu a ve zvolených časových intervalech od počátku srážky,
- přípustné délky svahu (pozemku) na základě krajního nevymílacího tečného napětí a krajní nevymílací rychlosti povrchového odtoku.

Model je tvořen hydrologickým a erozním submodelem. Submodel povrchového odtoku je odvozen z rovnice kontinuity a rovnice pohybové na základě kinematického principu. Zahrnuje procesy intercepce, retence půdního povrchu a infiltrace vody do půdy. Submodel erozního procesu vychází z dynamického pojetí erozního jevu. Pohyb částic a jejich ukládání na vyšetřovaném pozemku se sleduje na základě porovnání množství půdních částic uvolněných srážkou a povrchovým odtokem a transportní schopností povrchového odtoku.

¹ Simulační model SMODERP je jednou z doporučených metod v Typizační směrnici Dimenzování kanálů, příkopů a průlehů v protierozní ochraně a v novele ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy.

Pro simulaci je každý vyšetřovaný svah (pozemek) rozdělen na úseky. Každý úsek je homogenní z hlediska morfologických, půdních a vegetačních poměrů. Maximální délka a šířka úseku je 1000 m. Vlastní simulace srážkoodtokových vztahů probíhá od začátku do konce návrhové srážky v simulačních krocích, délka simulačního kroku je 0,2 min.

Základní vstupní údaje pro každý úsek vyšetřovaného svahu tvoří:

- morfologické údaje (délka a šířka úseku, sklon),
- pedologické údaje (půdní druh, součinitel hydraulické vodivosti, sorptivita, drsnost půdního povrchu a jeho retenční schopnost),
- vegetační poměry (druh vegetačního krytu, poměrná listová plocha, potenciální intercepce, Manningův součinitel drsnosti pro povrchový odtok, faktor vlivu vegetace a způsobu obdělávání).

Hodnoty vstupních údajů, pokud nejsou známy z terénního průzkumu, jsou uvedeny jako doporučené hodnoty v uživatelském manuálu. V manuálu jsou rovněž uvedeny hodnoty návrhových srážek pro různou periodicitu.

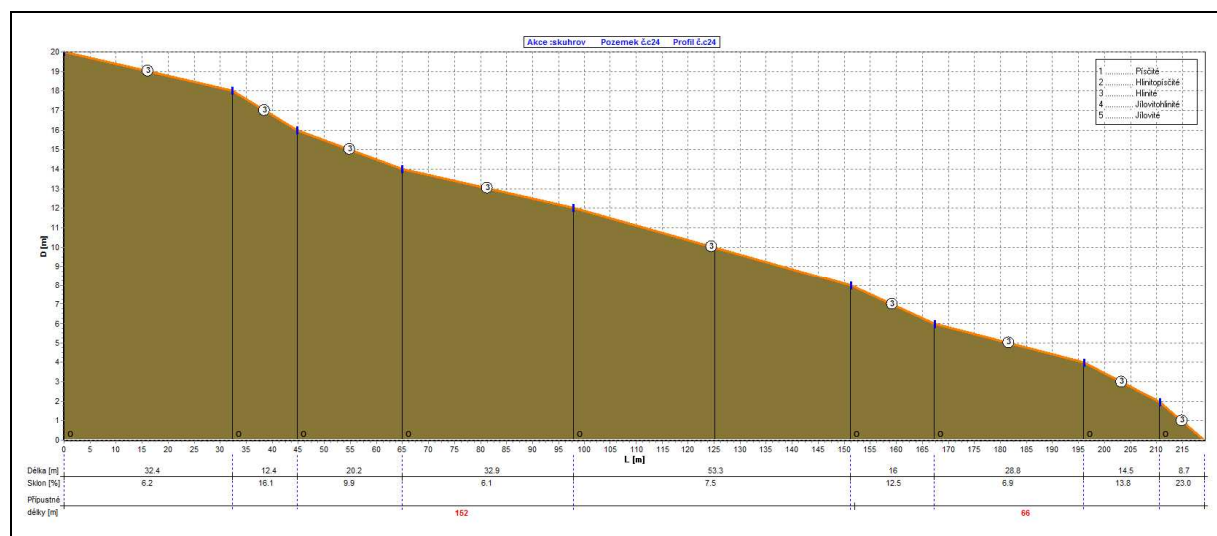
Výstupy modelu SMODERP tvoří:

- charakteristiky povrchového odtoku (objem odtoku, vrcholový průtok, hloubka, rychlost, tangenciální napětí) (2.varianta simulace),
- přípustná délka nepřerušného svahu (1.varianta simulace).

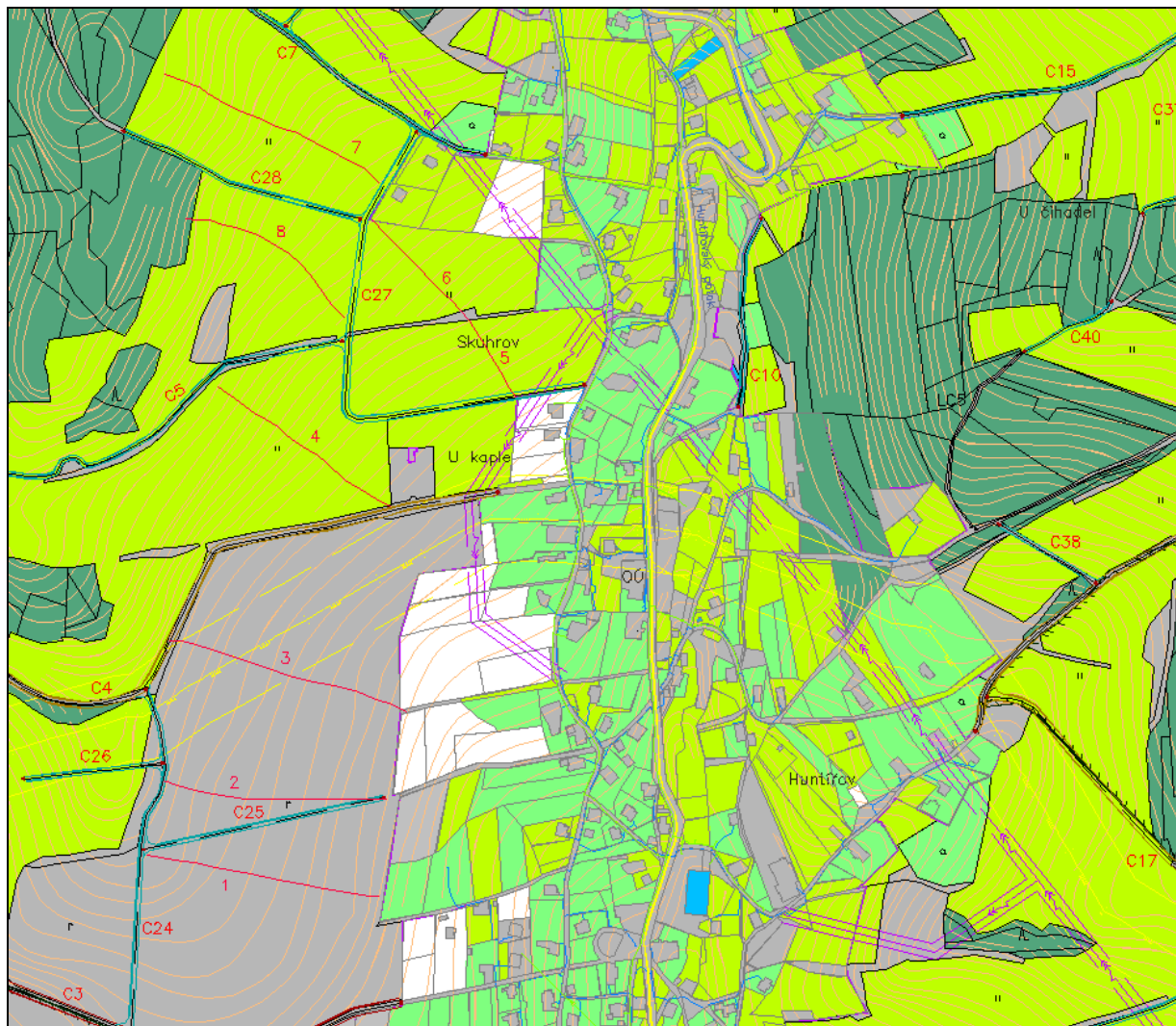
Výstupy, které jsou prezentovány v tabelární a grafické podobě, lze využít jako podklad pro návrh systémů protierozní ochrany a pro dimenzování nebo posuzování jednotlivých prvků.

1.1.1 Charakteristika pozemků

Místní území je z hospodářského hlediska využíváno převážně jako louky a pastviny pro hovězí dobytek, což je dáno převážně sklonitostí území a jeho morfologií. Místní svahy jsou poměrně krátké (cca 250m), jejich sklon se pohybuje od 6 – 12%. (viz obr), šířka pozemků pro charakteristické profily je cca 110 m.



Obrázek 1: Svah profilu na pozemku orné půdy - profil č. 1



Obrázek 2: Pozemky s umístěním odtokových profilů využitých pro stanovení charakteristik odtoku a přípustné délky svahu o orné půdy.

1.1.2 Aplikace modelu SMODERP

Model SMODERP byl aplikován na všech západně položené pozemky, které podle informací místních obyvatel generují většinu povrchového odtoku na TTP (profily 4 – 8), resp. na orné zatížené vodní erozí z bouřkových přívalových epizod (profily 1-3). Na půdních blocích byly navrženy charakteristické profily povrchového odtoku. Charakteristické profily byly voleny tak, aby dostatečně charakterizovaly odtokové poměry na každém půdním bloku. Z tohoto důvodu byl na některých blocích navržen pouze jeden charakteristický profil, na některých blocích dva i více charakteristických profilů. Celkem bylo v zájmovém území navrženo 8 charakteristických profilů.

Pro stanovení návrhové srážky byla použita data z nejbližší meteorologické stanice Turnov. Všechny charakteristické profily byly postupně posuzovány pro 4 návrhové srážky, a to pro srážku s periodicitou 2 roky, 5, 10 a 20 let. Časový průběh všech návrhových srážek uvádí tabulka.

Tabulka 1: Srážkové úhrny periodicity 2, 5, 10 a 20 let pro zájmové území meteorologická stanice Turnov

T (min)	H ₂ (mm)	H ₅ (mm)	H ₁₀ (mm)	H ₂₀ (mm)
5	0.00	0.00	0.00	0.00
10	8.30	10.30	11.80	13.30
15	12.10	15.40	17.80	20.20
20	14.20	18.10	21.20	24.10
30	15.50	20.00	23.30	26.80
40	17.60	22.70	26.50	30.80
60	18.70	24.50	28.80	33.40
90	20.60	27.20	32.10	37.10
120	22.40	29.80	35.20	40.90

Poznámka: T – doba od počátku srážky (min)

H₂ – srážkový úhrn od počátku srážky (periodicita 2 roky)

H₅ – srážkový úhrn od počátku srážky (periodicita 5 let)

H₁₀ – srážkový úhrn od počátku srážky (periodicita 10 let)

H₂₀ – srážkový úhrn od počátku srážky (periodicita 20 let)

Půdy jsou charakterizovány jako kabizemě - půdy se vytvářejí hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin, v menší míře (sympké substráty) v rovinatém reliéfu. Vznik těchto půd z tak pestrého spektra substrátů podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska trofismu, zrnitosti a skeletovitosti, při uplatnění více či méně výrazného profilového zvrstvení zrnitosti, skeletovitosti, jakož i chemických (biogenní prvky, stopové potenciálně rizikové prvky) a fyzikálních vlastností (ulehlost bazálního souvrství, ovlivňující laterální pohyb vody v krajině). V hlavním souvrství dochází obecně k posunu zrnitostního složení do střední kategorie v relaci k bazálnímu souvrství, k čemuž přispívá i jejich obohacení prachem.²

Dle těchto charakteristik byly půdy v zájmovém území zařazeny do jedné skupiny (č.3). Pro všechny tyto půdní typy byly použity hodnoty součinitele hydraulické vodivosti K, sorptivity S, půdní retence R, poměrné listové plochy PLP, potenciální intercepce PI a Manningova součinitele drsnosti pro povrchový odtok MN, uvedené v následující tabulce.

² Dle taxonomického klasifikačního systému půd ČR

KPÚ Skuhrov u Železného Brodu

Tabulka 2: Půdní charakteristiky pro typické půdní druhy zájmové oblasti

Kód půdy	Plodina	K (cm.min ⁻¹)	S(cm.min ^{-0,5})	R (mm)
3	ÚH	0.01	0.1	3
	Š	0.014	0.115	3
	Ú	0.015	0.125	3
	T	0.016	0.13	3

Poznámka: ÚH – úhor, Š - širokořádkové plodiny, Ú – úzkořádkové plodiny, T – trvalé travní porosty

Tabulka 3: Charakteristiky intercepce plodin

Kód půdy	Plodina	PLP (-)	PI (mm)	MN	Faktor C
3	ÚH	0,00	0,00	0,030	1,000
	Š	0,20	0,13	0,035	0,550
	Ú	0,30	0,20	0,040	0,120
	T	1,00	0,40	0,100	0,005

Poznámka: PLP – poměrná listová plocha, PI – potenciální intercese, MN –Manningův součinitel drsnosti pro povrchový odtok, C – faktor ochranného vlivu vegetace

Pro každý charakteristický profil byly simulačním modelem určeny dvě základní charakteristiky povrchového odtoku z návrhové srážky, a to objem odtoku V (m³) a vrcholový (kulminační) průtok Q (l/s). Objem odtoku i kulminační průtok byly určovány pro pás pozemku jednotkové šířky 1 m. Simulace byla pro každý pozemek určena pro průměrný osevní postup, z důvodu sklonů pozemků s ornou půdou s vyloučením širokořádkových plodin, u lučních kultur pak pro TTP

Pro určení charakteristik odtoku pro jednotlivé půdní bloky byla každému charakteristickému profilu přiřazena účinná šířka a vypočten objem odtoku a vrcholový průtok, odpovídající části půdního bloku, definovaného příslušným charakteristickým profilem.

Výsledky výpočtu jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 4: Výsledky odtoku z posuzovaných pozemků

Svah	srážka	Celkový odtok [m3]	Doba dosažení kulminace [min]	Max. průtok [l/s]	Max. rychlost [m/s]	Max. výška hladiny [mm]	šířka svahu	Celkový odtok [m3]	Max. průtok [l/s]	povrch
1.DTS	2	0.32	13.8	1.12	0.17	6.71	106	33.92	118.72	Ú
2.DTS	2	1.02	11	0.84	0.16	5.76	172	175.44	144.48	Ú
3.DTS	2	0.47	10.8	0.66	0.14	4.64	79	37.13	52.14	Ú
4.DTS	2	1.28	18.2	0.93	0.11	8.73	140	179.2	130.2	TTP
5.DTS	2	0.53	14	0.53	0.09	5.95	109	57.77	57.77	TTP
6.DTS	2	0.53	15	0.67	0.09	7.21	111	58.83	74.37	TTP
7.DTS	2	1.73	22.2	1.06	0.11	10.55	140	242.2	148.4	TTP
8.DTS	2	0.67	15	0.48	0.08	5.87	114	76.38	54.72	TTP

KPÚ Skuhrov u Železného Brodu

Svah	srážka	Celkový odtok [m3]	Doba dosažení kulminace [min]	Max. průtok [l/s]	Max. rychlost [m/s]	Max. výška hladiny [mm]	šířka svahu	Celkový odtok [m3]	Max. průtok [l/s]	povrch
1.DTS	5	0.72	10.8	2.46	0.23	10.55	106	76.32	260.76	Ú
2.DTS	5	2.32	10.6	1.87	0.22	8.93	172	399.04	321.64	Ú
3.DTS	5	1.1	10	1.49	0.2	7.32	79	86.9	117.71	Ú
4.DTS	5	3.26	15.2	2.37	0.16	14.97	140	456.4	331.8	TTP
5.DTS	5	1.2	10.8	1.21	0.13	9.55	109	130.8	131.89	TTP
6.DTS	5	1.31	11.6	1.52	0.13	11.58	111	145.41	168.72	TTP
7.DTS	5	4.6	18.8	2.94	0.16	19.03	140	644	411.6	TTP
8.DTS	5	1.77	15	1.19	0.12	9.89	114	201.78	135.66	TTP
Celkový odtok								2140		
1.DTS	10	1.06	10	3.56	0.27	13.06	106	112.36	377.36	Ú
2.DTS	10	3.4	10.4	2.82	0.27	10.9	172	584.8	485.04	Ú
3.DTS	10	1.62	10	2.15	0.24	9.22	79	127.98	169.85	Ú
4.DTS	10	4.9	14.8	3.63	0.19	19.12	140	686	508.2	TTP
5.DTS	10	1.76	10	1.77	0.15	11.92	109	191.84	192.93	TTP
6.DTS	10	1.96	10.8	2.25	0.15	14.52	111	217.56	249.75	TTP
7.DTS	10	6.97	16.6	4.61	0.19	24.64	140	975.8	645.4	TTP
8.DTS	10	2.69	15	1.82	0.14	12.67	114	306.66	207.48	TTP
Celkový odtok								3203		
1.DTS	20	1.77	8.4	5.43	0.38	14.12	106	187.62	575.58	Ú
2.DTS	20	5.7	10	4.89	0.4	12.32	172	980.4	841.08	Ú
3.DTS	20	2.75	10	3.67	0.35	10.63	79	217.25	289.93	Ú
4.DTS	20	8.86	7	8.83	0.55	15.96	140	1240.4	1236.2	TTP
5.DTS	20	3.07	5.2	4.09	0.42	9.65	109	334.63	445.81	TTP
6.DTS	20	3.49	5.4	5.25	0.44	11.83	111	387.39	582.75	TTP
7.DTS	20	12.71	8.2	12.21	0.57	21.58	140	1779.4	1709.4	TTP
8.DTS	20	4.9	8	4.55	0.42	10.72	114	558.6	518.7	TTP
Celkový odtok								5685		

Na základě vstupů shodných se vstupy pro výpočet povrchového odtoku byla zjišťována přípustná délka svahu pro pozemky s ornou půdou za předpokladu, že orná není využívána pro pěstování širokořádkových plodin, což není vzhledem ke sklonitosti pozemků vhodné.

Tabulka 5: Přípustné délky svahů pro zjišťované profily

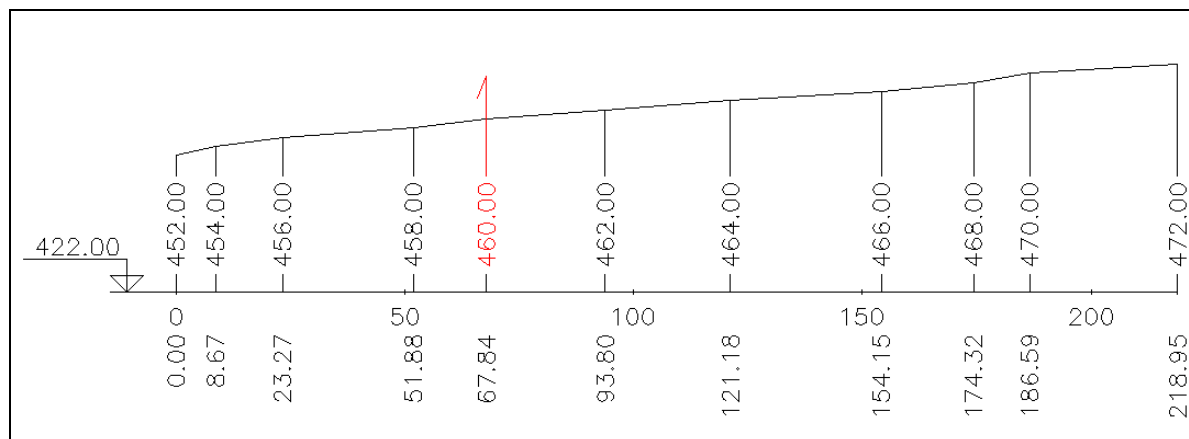
Číslo profilu	Srážka	L (m)	Obilí
1	10	219	158,61
2	10	231	166,65
3	10	206	157,49

1.2 Návrh opatření

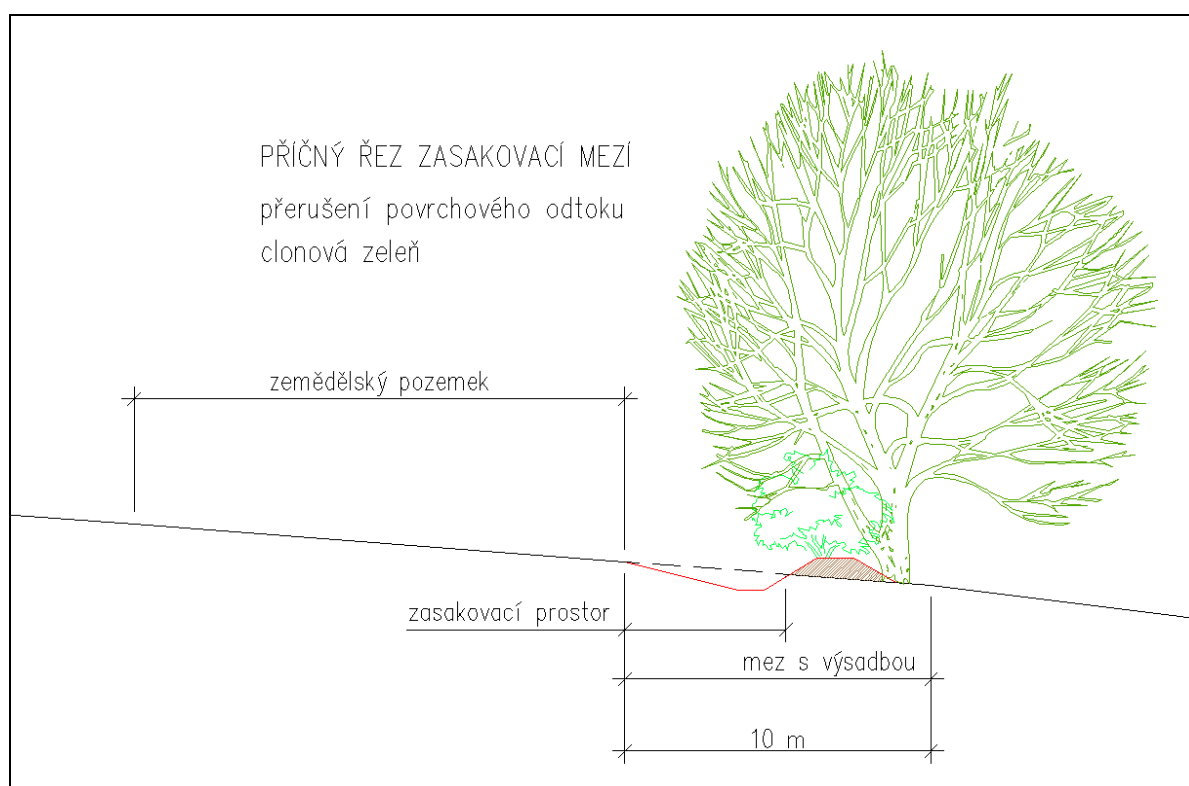
Na základě výstupů z modelu SMODERP byla navržena soustava retenčních mezí, jejichž celková retenční kapacita, daná délkou příkopu a průřezem retenčního prostoru příkopu (plocha průřezu příkopu odpovídá cca 2 m²), odpovídá předpokládanému objemu odtoku z pozemků při srážkové epizodě s periodicitou opakování 5 let:

Číslo EUC	Profil	Návrh opatření
2	1	Na úrovni 460 m n.m. se navrhuje mez s označením PEO 6, která dělí pozemek na dvě části dle přípustné délky svahu. Mez se navrhuje s celkovou šířkou do 10m, délky 180 m. Mez kopíruje terén z důvodu zbrzdění povrchového odtoku a posílení retenční funkce prvku. Funkce meze je protierozní, zasakovací, krajinná, interakční prvek
2	2,3	Na úrovni 466-462 m n.m. se navrhuje mez s označením PEO 5, která dělí pozemek na dvě části dle přípustné délky svahu. Mez se navrhuje s celkovou šířkou do 10m, délky 308 m. Mez kopíruje terén z důvodu zbrzdění povrchového odtoku a posílení retenční funkce prvku. Funkce meze je protierozní, zasakovací, krajinná, interakční prvek
7	4	Na úrovni 484 m n.m. se navrhuje mez s označením PEO 4, která dělí pozemek na dvě části dle přípustné délky svahu. Mez se navrhuje s celkovou šířkou do 10m, délky 255 m. Mez kopíruje terén z důvodu zbrzdění povrchového odtoku a posílení retenční funkce prvku. Funkce meze je zasakovací, krajinná, interakční prvek
7	5	Odtok je brzděn stávající mezí.
9	6	Odtok je brzděn stávající mezí.
9	7	Na Pozemku s profilem č 7 se navrhuje dva odtokové profily dělící meze a to mez PEO 3 na úrovni 502 m n.m., ve spodní části pozemku (mez je tvarovaná do mírného protisvahu) a mez s označením PEO 1 na úrovni vrstevnice 522 m n.m., která dělí pozemek na dvě části dle přípustné délky svahu. Mez se navrhuje s celkovou šířkou do 10m, délek 140m pro PEO1, resp. 95 m pro PEO 3. Mez PEO 1kopíruje terén z důvodu zbrzdění povrchového odtoku a posílení retenční funkce prvku. Funkce meze je zasakovací, krajinná, interakční prvek
9	8	Na úrovni 510 m n.m. se navrhuje mez s označením PEO 2, která dělí pozemek na dvě části dle přípustné délky svahu. Mez se navrhuje s celkovou šířkou do 10m, délky 80 m. Mez kopíruje terén z důvodu zbrzdění povrchového odtoku a posílení retenční funkce prvku. Funkce meze je zasakovací, krajinná, interakční prvek

KPÚ Skuhrov u Železného Brodu



Obrázek 3: Profil č.1 na pozemku s ornou půdou, červeně a šipkou vyznačeno umístění meze



Obrázek 4: Vzorový řez mezí

Tabulka 6: retenční kapacity příkopů

prvek	označení	výměra (m ²)	ret. Kapacita (m ³)	vlastník
protierozní mez	PEO 1	1420	284	obec
protierozní mez	PEO 2	806	162	obec
protierozní mez	PEO 3	1092	219	obec
protierozní mez	PEO 4	2554	511	obec
protierozní mez	PEO 5	3102	621	obec
protierozní mez	PEO 6	1812	363	obec
celkem		10786	2160	

Pozn.: délka příkopu násobená plochou průřezu retenčního prostoru příkopu 2 m²

1.2.1 Cestní svodnice

Svodnice vody na navrhované cestní síti jsou do cest navrhovány pro ochranu konstrukce cesty před protékající povrchovou vodou, dále z důvodu potřeby oddělit povrchovou vodu mimo cestu, aby nedocházelo k nadměrnému soustředění vody v profilu cesty a voda nebyla sváděna cestou až k hranici obce.

Jako vhodné svodnice je možné používat např. svodnice IDEAL, které se vyznačují svou vysokou samočisticí schopností, jejich průtočný se tvarově nejvíce blíží tzv. „hydraulicky dokonalému příčnému profilu“. V případě potřeby odvádění většího množství vody mimo cestní těleso je možné do tělesa cesty zabudovat příčně položené betonové kanály osazené (chráněné) z důvodu pojezdu zemědělskou technikou kanálovou vpustí.

Funkčně se jedná o svodnici, která je pouze tvarově a rozměrově upravena, resp. zvětšena. Vzhledem k objemu a rozměrům tělesa je nutné kanál dostatečně stavebně založit, aby v průběhu používání vpusti (kanálu) nedocházelo k jeho deformacím (viz nákres).

Kapacita svodnice pro parametry dané nákresem byla určena pomocí Chézyho rovnice ve tvaru $Q = S \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$

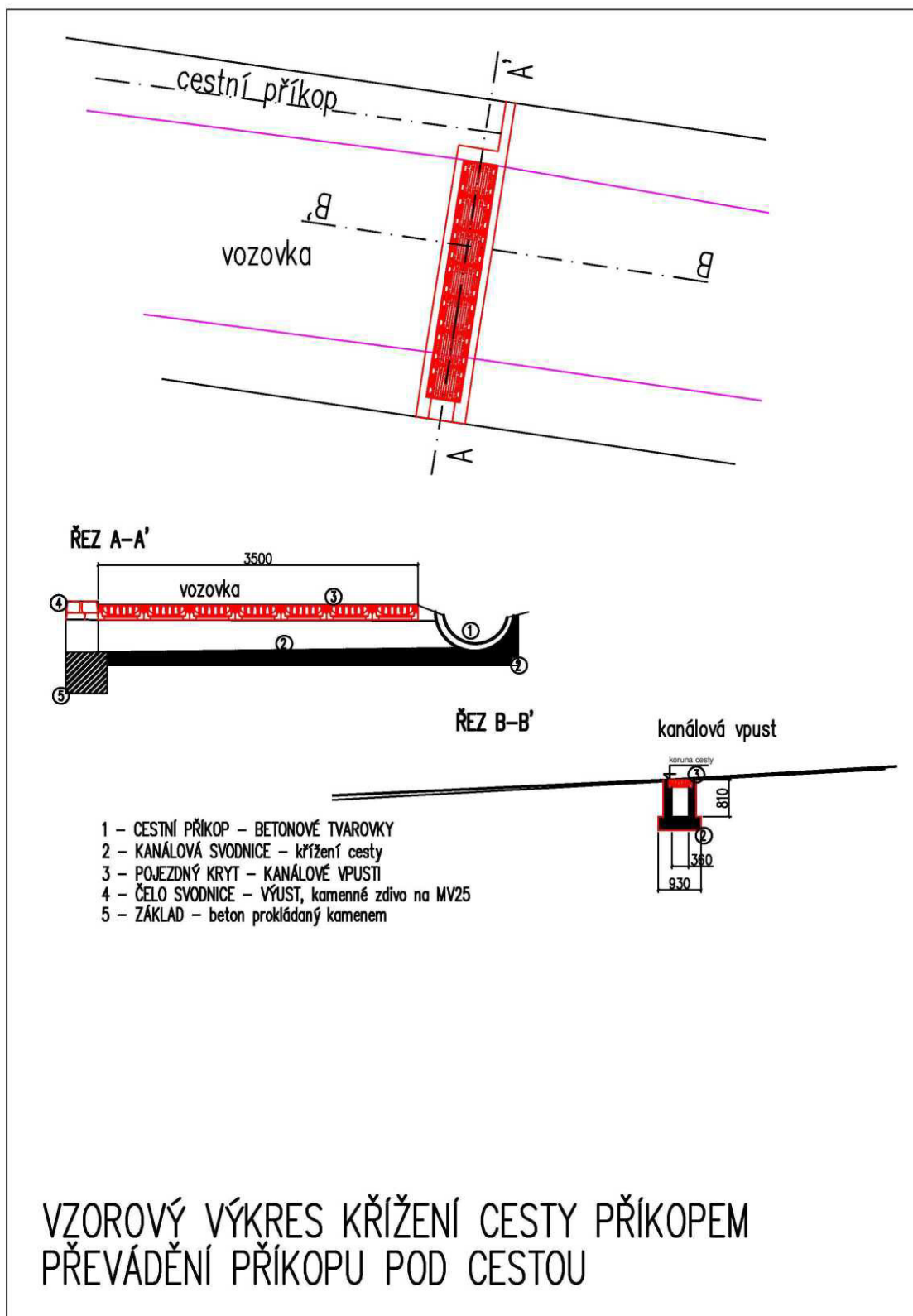
kde: S - průtočná plocha (m²),

- C - rychlostní součinitel (m^{0,5}/s)
- R - hydraulický poloměr m
- b - šířka koryta ve dně m
- h - hloubka vody m
- i - podélný sklon koryta (-)

h (m)	0.8
b (m)	0.36
n (-)	0.025
i (-)	0.01

h (m)	v (m/s)	Q (m ³ /s)	V _{kr} (m/s)
0.1	0.642	0.023	0.99
0.2	0.831	0.06	1.401
0.3	0.932	0.101	1.716
0.4	0.995	0.143	1.981
0.5	1.039	0.187	2.215
0.6	1.071	0.231	2.426
0.7	1.095	0.276	2.62
0.8	1.114	0.321	2.801

Výsledná kapacita svodnice vedené přes cestu je maximálně 0,3 m³/s.



Průtok vody propustkem

Pro každý objekt (propustek, mostek) je nutno nejprve určit kritické hodnoty. Pro zvolené kritické hloubky v objektu se určí následující hodnoty:

- Kritický průtok $Q_{kr} = S_{kr} \cdot v_{kr}$ ($m^3 \cdot s^{-1}$)
- Kritická rychlost $v_{kr} = (g \cdot h_{krs})^{0,5}$ ($m \cdot s^{-1}$)
- Střední hloubka $h_{krs} = S_{kr}/B_{kr}$ (m)
- Průtočná plocha S_{kr} (m^2)
- Šířka v hladině B_{kr} (m)
- Omočený obvod O_{kr} (m)
- Hydraulický poloměr $R_{kr} = S_{kr}/O_{kr}$ (m)
- Kritický sklon $I_{kr} = n^2 \cdot v_{kr}^2 / R_{kr}$ (-)
- Manningův součinitel drsnosti $n = 0,013 - 0,022$ pro beton,
- $n = 0,020 - 0,025$ pro dlažbu

Pro čtvercové a obdélníkové propustky se určí kritické hodnoty dosazením do výše uvedených vztahů, pro kruhové profily je možno použít tabulky potřebných hodnot pro částečné plnění potrubí.

V případě, že skutečný sklon dna objektu je větší než sklon kritický, jedná se o proudění nadkritické (bystřinné), v opačném případě o proudění říční. V případě nadkritického proudění odpovídají ve skutečnosti vypočtené průtoky nižším hodnotám hloubek vody (menší než hloubky kritické), vypočtenou závislost hloubek a odpovídajících průtoků je však možno s dostatečnou přesností považovat za odpovídající.

V případě říčního proudění se určí vztah hloubek a průtoků z Chezyho rovnice ve tvaru

$$Q = S \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad (m^3 \cdot s^{-1})$$

kde S je průtočná plocha (m^2)

O – omočený obvod (m)

R – hydraulický poloměr (m), $R = S/O$

n – Manningův součinitel drsnosti ($n = 0,017$ pro beton, $n = 0,025$ pro dlažbu)

I – sklon dna objektu (-)

Hloubka vody před objektem je pro oba typy proudění vlivem vzduť (místní ztráty vtokem do objektu) vyšší než kritická hloubka v objektu. Hloubka vody před objektem je dána vztahem

$$h_0 = \frac{1}{\phi} \cdot \left(h_{kr} + \frac{v_{kr}^2}{2g} \right) \quad (m)$$

kde ϕ je součinitel tvaru vtoku (zpravidla $\phi = 0,80 - 0,84$).

Uvedené zásady platí pro výšku vody nad objektem do úrovně $h_0 = \beta \cdot h_p$, kde součinitel β má hodnotu 1,2, h_p je výška propustku (m). Do této úrovně se jedná o volný vtok do propustku. Nad touto úrovní je vtok do propustku zahlcený a průtok se až do úrovně horní hrany propustku či mostku počítá dle vztahu:

$$Q = 0,62 \cdot S_p \cdot \phi \cdot 2g^{1/2} \cdot (h_0 - \varepsilon \cdot h_p) \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

kde S_p - průtočná plocha objektu (m^2)

ϕ - součinitel tvaru vtoku, $\phi = 0,84$

h_p - výška objektu (m)

ε - součinitel, pro profil kruhový $\varepsilon = 0.60$, pro čtvercový nebo obdélníkový $\varepsilon = 0.62$.

Tento vztah platí jak pro říční, tak pro bystřinné proudění vody v objektu.

1.2.1.1 konsumpční křivka propustku DN600

Odpad od výpusti tvoří betonové potrubí DN 600, sklon dna potrubí 1.00%

Manningův součinitel drsnosti $n = 0.015$

l - délka potrubí (m) $l = 5.00$

d - průměr potrubí $d = 0.60$

h - hloubka vody u vtoku do potrubí (m)

Tabulka 7: Kritické hodnoty potrubí

h_{kr} [m]	v_{kr} [m/s]	Q_{kr} [m^3/s]	i_{kr} [-]	h_o [m]
0.06	0.639	0.009	0.0070	0.096
0.12	0.914	0.037	0.0061	0.194
0.18	1.134	0.081	0.0060	0.292
0.24	1.331	0.141	0.0061	0.393
0.30	1.521	0.215	0.0065	0.497
0.36	1.716	0.304	0.0073	0.607
0.42	1.939	0.410	0.0085	0.728

kde h_{kr} je kritická hloubka (m), v_{kr} - kritická rychlost (m/s), Q_{kr} - kritický průtok (m^3/s),

i_{kr} - kritický sklon pro daný průtok (-), h_o - hloubka vody před vtokem do potrubí (m)

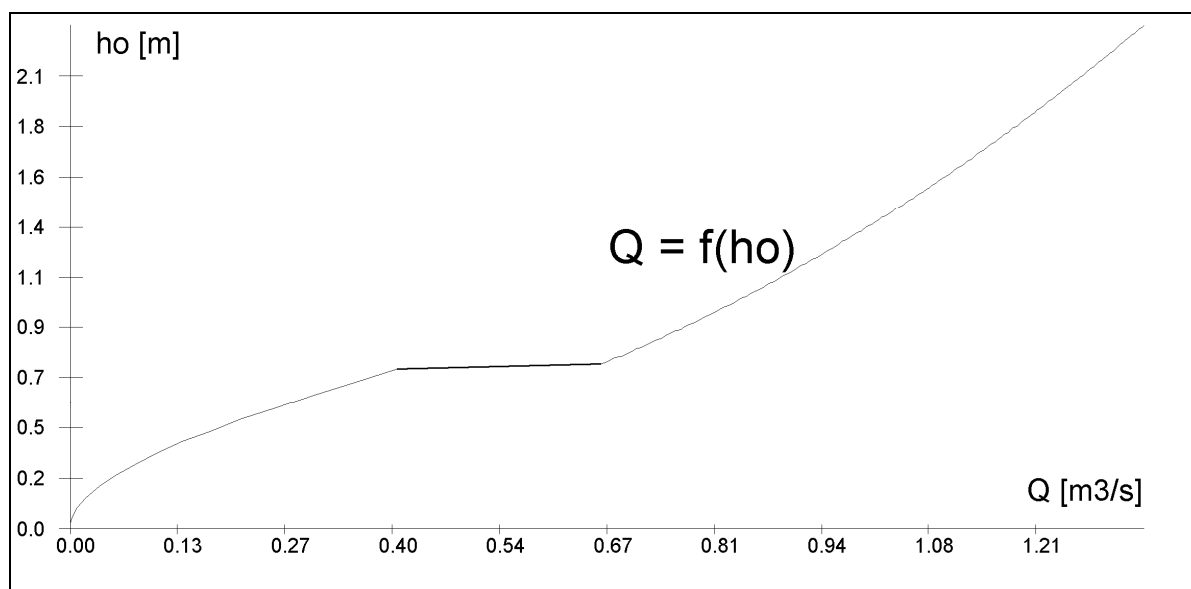
ϕ - součinitel tvaru vtoku; $\phi = 0.84$

Protože skutečný sklon potrubí je větší než vypočtený kritický sklon (proudění nadkritické), platí pro konsumpční křivku výpusti uvedená tabulka kritických hodnot potrubí.

Při hloubce vody větší než 0.75 m dochází k tlakovému proudění.

Tabulka 8: závislost výšky vody na vtoku do propustku a velikosti tlakově prováděného průtoku

H [m]	Q [m ³ /s]	H [m]	Q [m ³ /s]
0.750	0.664	1.550	1.071
0.850	0.728	1.650	1.111
0.950	0.786	1.750	1.150
1.050	0.840	1.850	1.188
1.150	0.891	1.950	1.225
1.250	0.939	2.050	1.260
1.350	0.985	2.150	1.295
1.450	1.029	2.250	1.328

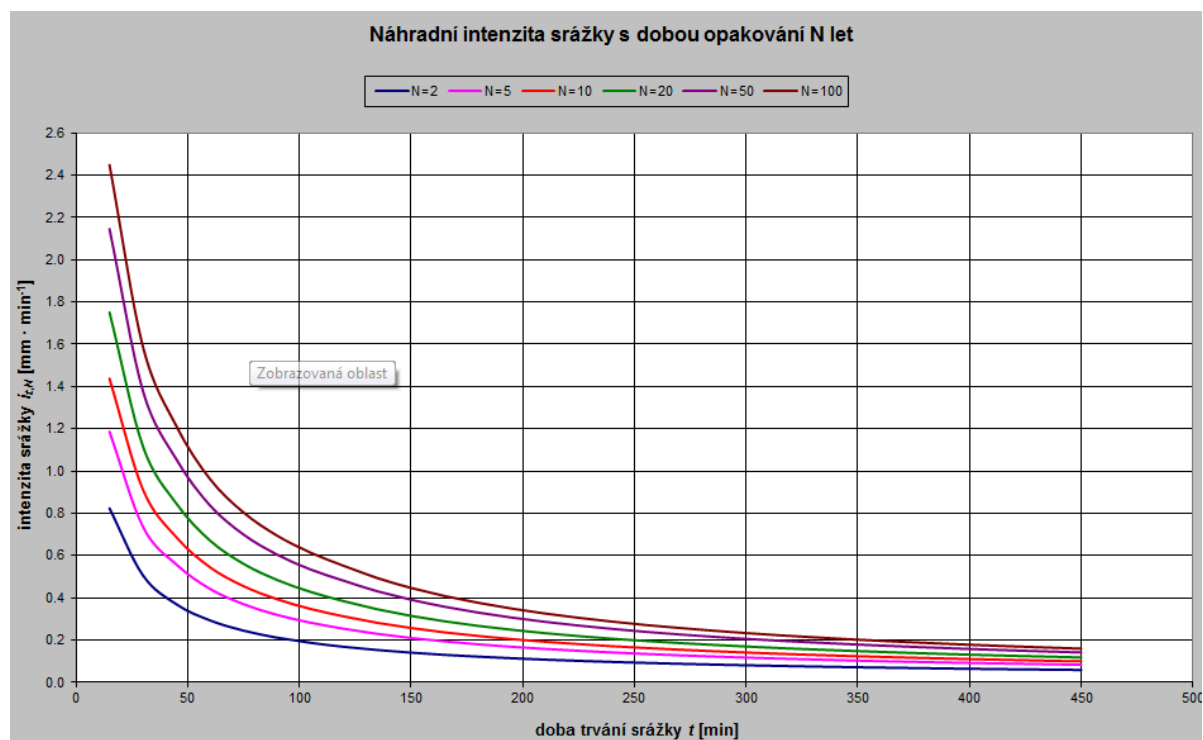


Obrázek 5: konsumpční křivka potrubí propustku DN600

Kapacita cestního propustku při proudění o volné hladině je 0,4 m³/s, při dosažení hloubky vody před propustkem 0,75 m dochází k vzniku tlakového proudění při kterém je propustek schopen provést kulminační průtoky od 0,65 – 1 m³/s v závislosti na konstrukci propustku (hloubce koryta před propustkem), resp. na výšce hladiny v místě nátoku do propustku (viz tabulka 8).

Tabulka 9: Hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností opakování N let podle Gumbela $H1d,N$ (mm) pro stanici Mimoň

N = 2 roky	33.1
N = 5 let	44.7
N = 10 let	52.1
N = 20 let	59.9
N = 50 let	69.4
N = 100 let	76.9



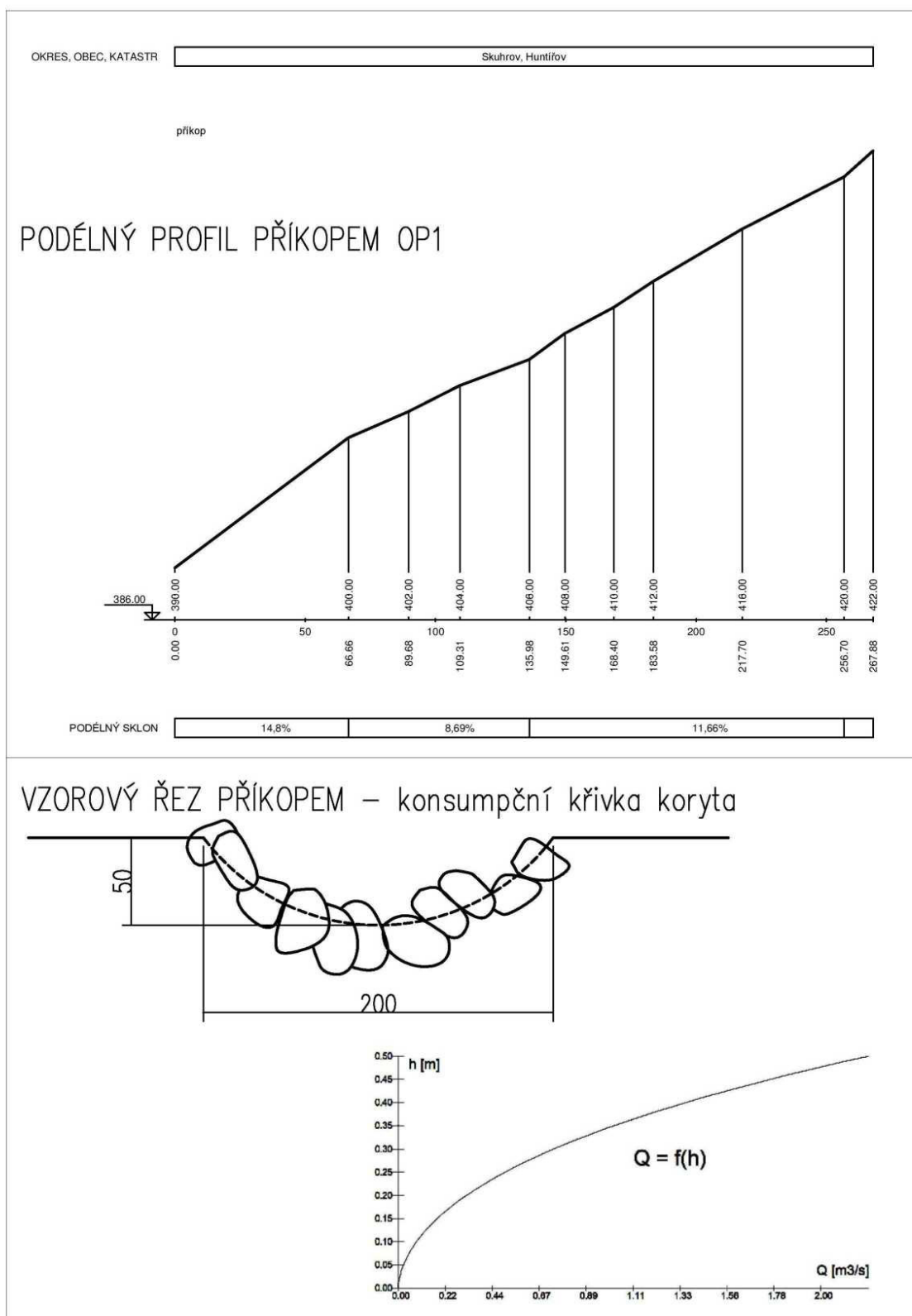
Obrázek 6: náhradní intenzity deště stanice Mimoň

Při ploše povodí pro profil cestního propustku P2 odpovídající ploše 77500 m^2 je při náhradní intenzitě deště $0,74 \text{ mm/min}$ je kulminační průtok vytvořený 30 minutovou srážkou s periodicitou opakování 5 let $0,956 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tento průtok cestní propustek provede tlakově při 1,2 m vysokém čele propustku (měřeno do dna příkopu, 0,6 m výška vodního sloupce na návodní straně propustku), konstrukčně výška čela odpovídá mocnosti skladby cesty.

1.2.2 Cestní příkop SP1/OP1 od cesty C21 přes cestu C1

Příkop SP1/OP1 je navržen jako odlehčení vody protékající cestním příkopem od zemědělského areálu. Příkop je vzhledem k velkému podélnému sklonu navržen s miskovitým průtočným profilem (evokující údolnici), průtočný profil je zpevněn kamenným pohozem velikost kamenů okolo 300 mm. Velká drsnost kamenného dna umožňuje efektivní tlumení energie protékající vody. Miskovitý profil koryta je volen s ohledem na okolní terén, aby příkop nepůsobil rušivě v krajině a bylo díky široké břehové hraně umožněno jeho rychle zapojení do krajiny pomocí keřových porostů, které mohou v blízkosti koryta nerušeně vyrůst. Šířka koryta v břehových hranách jsou 2m, hloubka koryta je 0,7-0,5 m (s ohledem na vysokou drsnost koryta). Při sklonech údolí okolo 8 -11% (koryto by mělo fungovat jako balvanitý skluz) provede koryta bezpečně průtoky okolo 1,6-1,8 m³/s.

Příkop bude pod cestou C1 převáděn pomocí trubního propustku DN 600, profil koryta před propustkem bude proto na vzdálenosti cca 20 m před a za propustkem přecházet z miskovitého profilu na lichoběžník, hloubka koryta se před propustkem se změnou profilu zahlubí na 0,7 m (0 20 cm oproti standardní hloubce příkopu). Půdorys příkopu v břehových hranách zůstane zachován. Čela propustku budou z kamenného zdiva na MC.



Obrázek 7: Vzorový řez příkopem

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Srážkové úhrny periodicity 2, 5, 10 a 20 let pro zájmové území meteorologická stanice Turnov	6
Tabulka 2: Půdní charakteristiky pro typické půdní druhy zájmové oblasti.....	7
Tabulka 3: Charakteristiky intercepce plodin	7
Tabulka 4: Výsledky odtoku z posuzovaných pozemků.....	7
Tabulka 5: Přípustné délky svahů pro zjišťované profily	8
Tabulka 6: retenční kapacity příkopů	10
Tabulka 7: Kritické hodnoty potrubí.....	14
Tabulka 8: závislost výšky vody na vtoku do propustku a velikosti tlakově prováděného průtoku	15
Tabulka 9: Hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností opakování N let podle Gumbela $H_{1d,N}$ (mm) pro stanici Mimoň.....	16

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Svah profilu na pozemku orné půdy - profil č. 1	4
Obrázek 2: Pozemky s umístěním odtokových profilů využitých pro stanovení charakteristik odtoku a přípustné délky svahu o orné půdy.	5
Obrázek 3: Profil č.1 na pozemku s ornou půdou, červeně a šipkou vyznačeno umístění meze	10
Obrázek 4: Vzorový řez mezí.....	10
Obrázek 5: konsumpční křivka potrubí propustku DN600	15
Obrázek 6: náhradní intenzity deště stanice Mimoň	16