


D.8.

PDPS

SPRÁVA A ÚDRŽBA SILNIC PARDUBICKÉHO KRAJE Doubravice 98, 533 53 Pardubice	
REKONSTRUKCE SILNICE III/3661 KŘIŽ. I/34 – VENDOLÍ	

GENERÁLNÍ PROJEKTANT: MDS projekt s r.o. Försterova č.p. 175 566 01 Vysoké Mýto	RAZÍTKO	 FÖRSTEROVA Č.P. 175, 566 01 VYSOKÉ MÝTO EMAIL.: MDS@MDSPROJEKT.CZ
	Č. ZAKÁZKY	21-2378-3

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: B.p.v.

VEDOUCÍ PROJEKTANT	ING. JAKOUBEK JAROSLAV		<div> ROKYCANOVA 114/IV VYSOKÉ MÝTO 566 01 tel. 465 423 691 - 2 E-mail: agroprojekce@agroprojekce.cz</div>	
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	PAVLÍČEK ONDŘEJ			
VYPRACOVAL	PAVLÍČEK ONDŘEJ			
KONTROLOVAL	ING. JAKOUBEK JAROSLAV			
KRAJ: PARDUBICKÝ	KÚ: VENDOLÍ	MěÚ, ObÚ: VENDOLÍ	DATUM	KVĚTEN 2021
NÁZEV AKCE: REKONSTRUKCE SILNICE III/3661 KŘIŽ. I/34 – VENDOLÍ OBJEKT: SO 302 DEŠŤOVÁ KANALIZACE			FORMÁT	1x A4
			MĚŘÍTKO	—
			ÚČEL	PDPS
			ČÍS. ZAKÁZKY	012 30/21
			ARCHIVNÍ ČÍS.	
NÁZEV VÝKRESU HYDROVÝPOČTY			ČÍS. SOUPRAVY	ČÍS. VÝKRESU D.8.6.

Hydrologické a hydrotechnické výpočty

Obsah výpočtů :

Údaje ČHMÚ	2. - 7.
Algoritmus k hydrologickým výpočtům	
Model DesQ – MaxQ – teorie výpočtů	8. - 13.
Algoritmus k hydrotechnickým výpočtům	
Výpočet rovnoměrného a nerovnoměrného proudění	
v obecných korytech	14. - 17.
Výpočet průtoku přes širokou korunu – vtok do propustků	18. - 19.
Vodní skok s dnovým režimem	20. - 21.
Schéma posuzovaných profilů	22.
Posuzovaný profil SO 302	23. - 28.
Schéma povodí posuzovaného profilu SO 302	23.
Stanovení hydrogramů povodně W_N povodí v SO 302	24.
Určení korelačního vztahu	25.
Stanovení hydrogramů povodně W_{100} povodí	
v profilu nátoku do Vendolského potoka	26. - 27.
Zhodnocení	28.

Hydrologické vstupní údaje byly získány výpočtovým modelem DesQ-MaxQ Prof. Ing. Dr. Hrádka. Hydrotechnické výpočty byly prováděny programem Hydrocheck. Veškeré použité programy ve výpočtech naše firma má v legálním vlastnictví. Vstupní údaje o technických prvcích byly získány v digitální podobě od zadavatele.

Dále uvedené hydrotechnické výpočty jsou natolik průkazné a výmluvné, že nepovažujeme za nutné k nim v této stati připojovat další komentář.

Údaje ČHMÚ



VÁŠ DOPIS ZN.: 17.02.2012-to2
ZE DNE: 19. 2. 2021

ODDĚLENÍ: hydrologie
VYŘIZUJE: Ing. Jana Boráková
TELEFON: 541 421 023
E-MAIL: jana.borakova@chmi.cz

MDS projekt s.r.o.
Försterova 175
566 01 Vysoké Mýto

DATUM: 4. 3. 2021
ČÍSLO EV.: CHMI/2415/2021
ČÍSLO JEDNACÍ: CHMI/561/142/2021
SPISOVÁ ZN.: ZN/CHMI/561/2/2021

Hydrologické údaje povrchových vod

Na Vaši žádost Vám zasíláme požadované základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400.

Vodní tok	Vendolský potok
Číslo hydrologického pořadí	4-15-02-0040
Profil	cca 1250 m pod levostranným přítokem v obci Vendolí
Souřadnice v S-JTSK	x = -606336 m y = -1099292 m
Plocha povodí A ^{a)}	4,89 km ²

N-leté průtoky Q_N ^{b)}			$m^3 \cdot s^{-1}$			Třída IV	
N	1	2	5	10	20	50	100
Q	0,7	1,2	2,3	3,6	5,5	8,9	12,5

Q ₁₀₀	12,5 m ³ /s
Objem povodňové vlny Q ₁₀₀	210 000 m ³

Poznámka:

Stanovené hydrologické charakteristiky nezahnují ovlivnění manipulacemi na rybnících v povodí nad řešeným profilem. Manipulační řády nemá ČHMÚ k dispozici.

Český hydrometeorologický ústav
Kroftova 2578/43, 616 67 Brno
Tel.: 541 421 011
www.chmi.cz

IČ: 00020699
DIČ: CZ00020699
Datová schránka: e37djs6
E-mail: pobocka.brno@chmi.cz

1/2

Doba platnosti poskytnutých hydrologických údajů od data jejich vydání je 5 let. Platnost hydrologických údajů lze prodloužit jejich ověřením. Na základě nových poznatků může dojít k jejich změnám.

Podmínky užívání dat se řídí Všeobecnými smluvními podmínkami ČHMÚ.

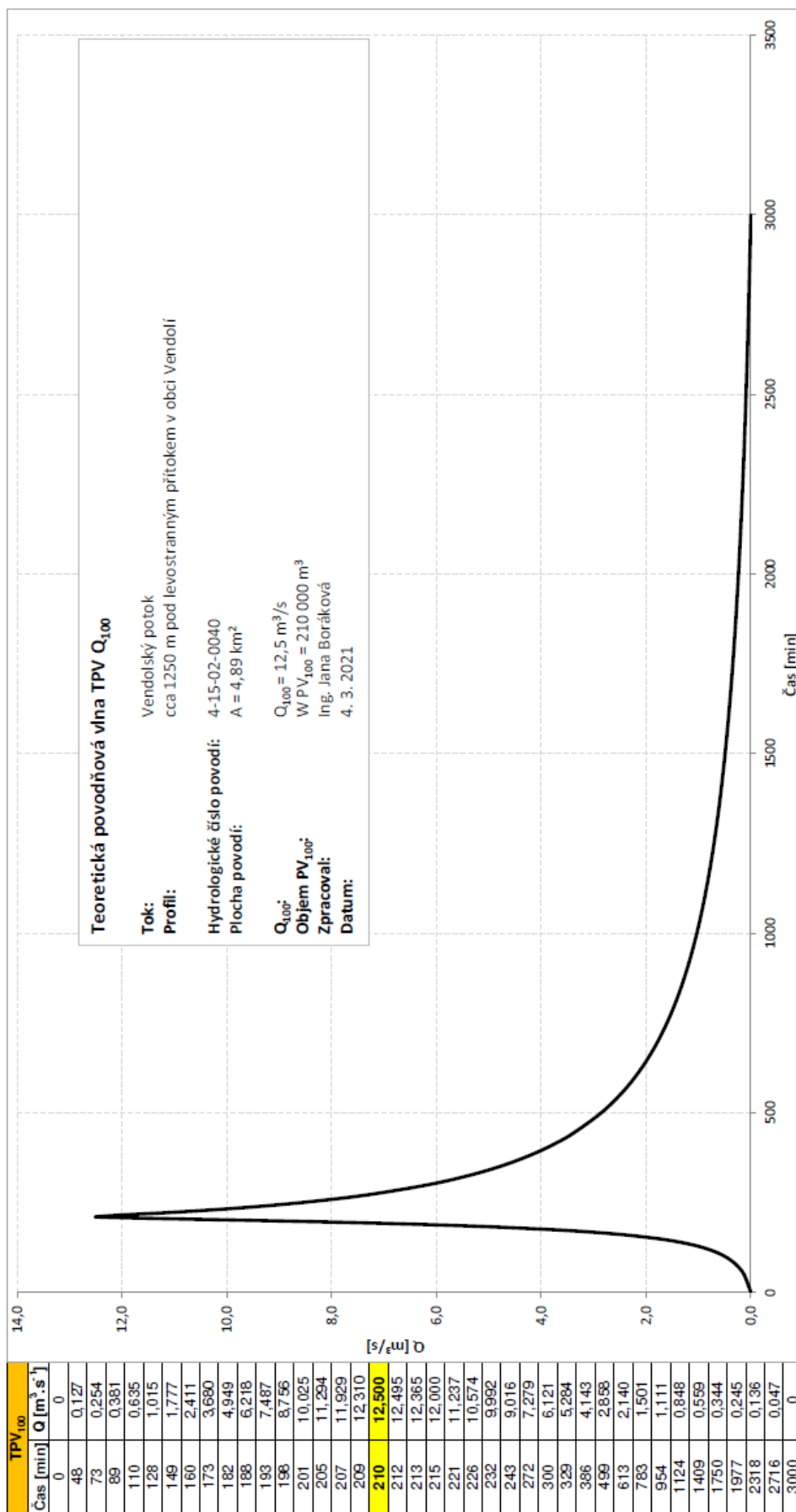
a) Plocha povodí A [km²] je určena z digitální vrstvy rozvodnic v měřítku 1:10 000 a podkladových map ZABAGED®.

b) N-leté průtoky jsou odvozeny z dat staniční sítě ČHMÚ za maximální období pozorování podle reálného režimu odtoku v povodí. Odpovídají současnému stavu poznatků o režimu povodní v povodích. Způsob a rozsah jejich ovlivnění není znám.

Za tyto práce Vám účtujeme v souladu se zákonem č. 526/1990 Sb. o cenách v platném znění částku **8 890,- Kč**.

Příloha: Teoretická povodňová vlna Q_{100}

Mgr. Ivana Černá
vedoucí oddělení hydrologie pobočky



VÁŠ DOPIS ZN.: 17.02.2012-to1
ZE DNE: 19. 2. 2021

ODDĚLENÍ: hydrologie
VYŘIZUJE: Ing. Jana Boráková
TELEFON: 541 421 023
E-MAIL: jana.borakova@chmi.cz

MDS projekt s.r.o.
Försterova 175
566 01 Vysoké Mýto

DATUM: 5. 3. 2021
ČÍSLO EV.: CHMI/2419/2021
ČÍSLO JEDNACÍ: CHMI/561/143/2021
SPISOVÁ ZN.: ZN/CHMI/561/2/2021

Hydrologické údaje povrchových vod

Na Vaši žádost Vám zasíláme požadované základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400.

Vodní tok	Vendolský potok
Číslo hydrologického pořadí	4-15-02-0040
Profil	cca 500 m pod levostranným přítokem, v obci Vendolí
Souřadnice v S-JTSK	x = -606971 m y = -1099434 m
Plocha povodí A ^{a)}	2,89 km ²

N-leté průtoky Q_N ^{b)}			$m^3 \cdot s^{-1}$			Třída IV	
N	1	2	5	10	20	50	100
Q	0,6	0,8	1,6	2,5	3,9	6,6	9,5

Q ₁₀₀	9,5 m ³ /s
Objem povodňové vlny Q ₁₀₀	122 000 m ³

Poznámka:

Stanovené hydrologické charakteristiky nezahrnují ovlivnění manipulacemi na rybnících v povodí nad řešeným profilem. Manipulační řády nemá ČHMÚ k dispozici.

Doba platnosti poskytnutých hydrologických údajů od data jejich vydání je 5 let. Platnost hydrologických údajů lze prodloužit jejich ověřením. Na základě nových poznatků může dojít k jejich změnám.

Podmínky užívání dat se řídí Všeobecnými smluvními podmínkami ČHMÚ.

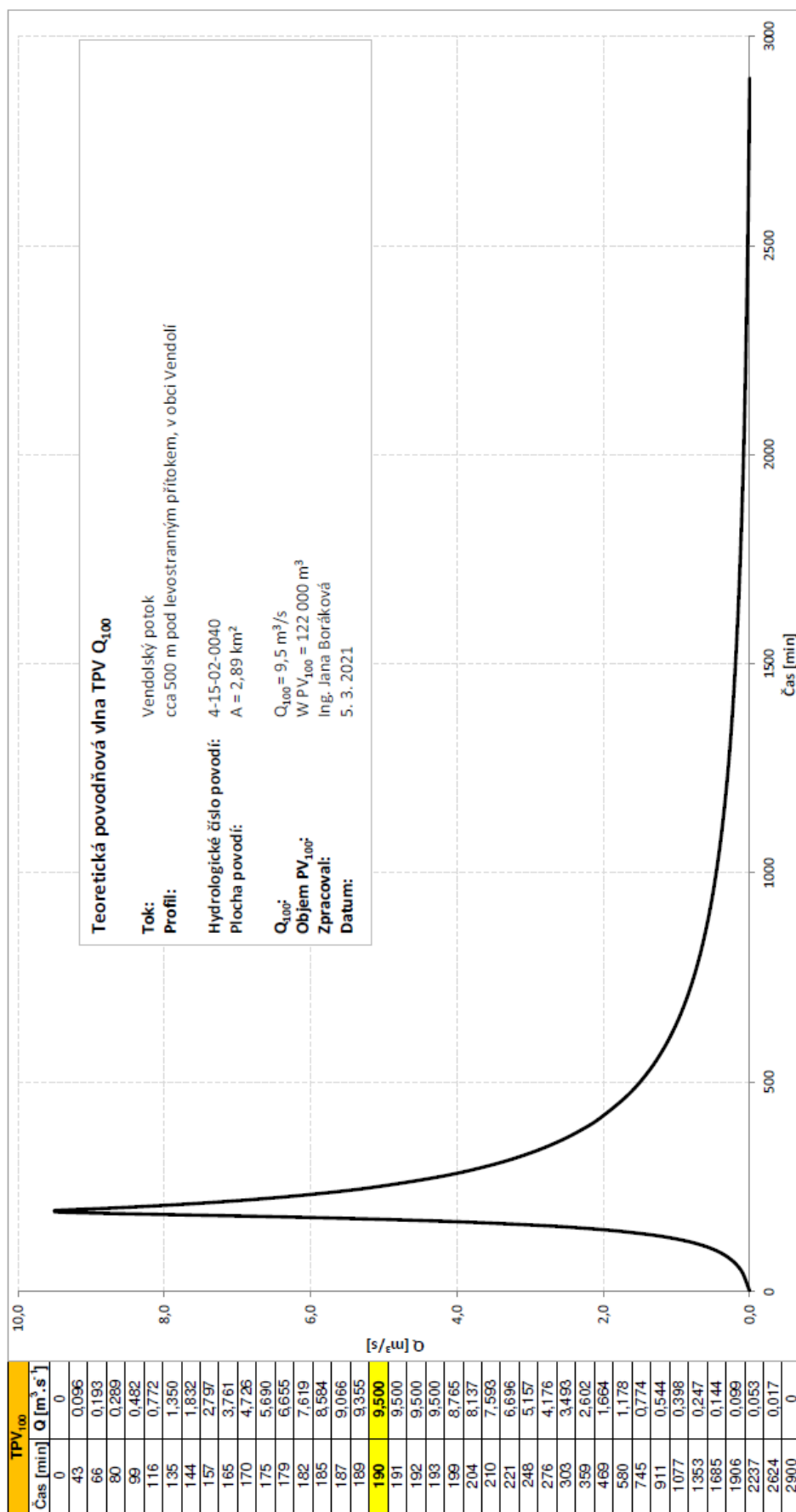
a) Plocha povodí A [km^2] je určena z digitální vrstvy rozvodnic v měřítku 1:10 000 a podkladových map ZABAGED®.

b) N -leté průtoky jsou odvozeny z dat staniční sítě ČHMÚ za maximální období pozorování podle reálného režimu odtoku v povodí. Odpovídají současnému stavu poznatků o režimu povodní v povodích. Způsob a rozsah jejich ovlivnění není znám.

Za tyto práce Vám účtujeme v souladu se zákonem č. 526/1990 Sb. o cenách v platném znění částku **8 890,- Kč**.

Příloha: Teoretická povodňová vlna Q_{100}

Mgr. Ivana Černá
vedoucí oddělení hydrologie pobočky



Model DesQ-MaxQ

Hydrologický model DesQ-MAX Q, verze 5.0 je určen pro výpočet maximálních průtoků v nepozorovaných profilech malých povodí.

Programy systému DesQ-MAX Q byly odvozeny pro povodí, jejichž geometrickou konfiguraci lze schematizovat jednou odtokovou plochou – samostatný svah nebo dvěma odtokovými plochami – modelové povodí s údolnicí.

Přírodní povodí – prototyp s členitější hydrografickou sítí lze schematizovat i více modelovými povodími, výsledný průtok v uzavírajícím profilu povodí lze odvozovat superpozicí hydrogramů z jednotlivých modelových povodí. Charakteristiky výpočtového deště lze volit formou scénářů.

Využití modelu:

- Výpočet maximálních N-letých (návrhových) průtoků a objemů povodňových vln, vyvolaných přívalovými dešti kritické doby trvání.
- Výpočet maximálních průtoků a objemů povodňových vln, vyvolaných dešti zadané doby trvání, příslušné náhradní intenzity.
- Výpočet maximálních průtoků a objemů povodňových vln, vyvolaných dešti zadané doby trvání a intenzity.
- Odvození tvaru povodňové vlny.
- Výpočet charakteristik hydrogramů ovlivněných antropogenní činností v povodí.

Model DesQ-MAX Q zohledňuje specifické charakteristiky velmi malých a malých povodí, vstupní parametry modelu zahrnují nejvýznamnější charakteristiky, ovlivňující proces maximálního odtoku.

Hydrologicko-hydraulické závislosti

Základní hydrologicko-hydraulické závislosti v procesu svahového odtoku jsou odvozeny pro idealizovanou elementární odtokovou plochu **IEOP**, která představuje rovinný, nepropustný svah. Odvozené rovnice jsou dále modifikovány pro elementární odtokovou plochu **EOP**, která představuje rovinný svah propustný s přírodním pokryvem. Pro řešení odtoku z přírodního povodí (prototypu) je definováno modelové povodí **MP**, jehož svahy tvoří **EOP**.

Předpoklady pro odvození hydrologicko-hydraulických závislostí na EOP

Model DesQ-MAX Q využívá následujících zjednodušujících předpokladů pro odvození hydraulických závislostí při svahovém odtoku na elementární odtokové ploše:

- **EOP** je zasažena přívalovým (výpočtovým) deštěm konstantní intenzity i_d v době svého trvání t_d
- analytické vztahy odvozené pro **IEOP** lze využít pro **EOP** při nahrazení výpočtového deště deštěm efektivním, intenzity i_{sp} a doby trvání t_{sp}
- hydraulické řešení vychází z modelu kinematické vlny, který využívá zjednodušených St. Venantových rovnic. Rovnice kontinuity je ponechána v diferenciálním tvaru

$$\frac{\delta y}{\delta t} + \frac{\delta q}{\delta x} = i_{sp} \quad (1)$$

kde	y	výška vrstvy odtékající vody	(m)
	q	průtok z jednotkové šířky svahu	(m ² .s ⁻¹)
	x	délka svahu	(m)
	i_{sp}	intenzita přítoku (efektivního deště)	(m.s ⁻¹)
	t	čas	(s)

a dynamická podmínka je zjednodušena do tvaru

$$q = a y^b \quad (2)$$

kde	y	výška vrstvy odtékající vody	(m)
	q	průtok z jednotkové šířky svahu	(m ² .s ⁻¹)
	a, b	hydraulické parametry	

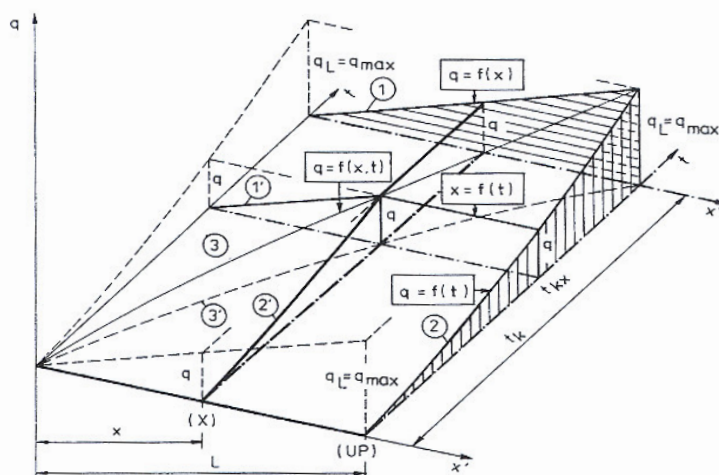
Základní rovnice, vycházející z modelu kinematické povodňové vlny

$$y=f(x,t), \quad v=f(x,t) \quad \text{a} \quad q=f(x,t) \quad (3)$$

kde	v	střední profilová rychlost	(m.s ⁻¹)
-----	-----	----------------------------	----------------------

Základní hydrologicko-hydraulické závislosti

Pro výpočet stavových veličin modelu v libovolném průtočném profilu svahu x a v libovolném okamžiku od začátku odtoku t lze použít algebraických formulací HRÁDEK (1990), viz Obr.1., který znázorňuje výše uvedené závislosti.



Obr.1.: Hydraulické závislosti procesu svahového odtoku

Obr.1.: Hydraulické závislosti procesu svahového odtoku

Křivka 1, $q = f(x, t=t_k)$:

Vyjadřuje velikost odtoku z jednotkové šířky svahu jako funkci polohy a intenzity deště v době koncentrace $t=t_k$.

Křivka 2, $q = f(x=L, t)$:

Vyjadřuje velikost odtoku z jednotkové šířky svahu jako funkci času a intenzity deště v uzávěrovém profilu UP povodí, $x=L$.

Křivka 3, $q = f(x, t)$:

Vyjadřuje velikost odtoku z jednotkové šířky svahu jako funkci polohy a času.

Křivka 1', $q = f(x, t=t_{k,x})$:

Vyjadřuje velikost odtoku z jednotkové šířky svahu jako funkci polohy a intenzity deště v okamžiku $t_{k,x}$, kdy dojde k ustálení hladiny v profilu (X) . Je vyjádřena závislostí

$$q = x \cdot i_{sp} \quad (4)$$

kde	q	průtok z jednotkové šířky svahu	$(m^2.s^{-1})$
	x	vzdálenost průtočného profilu od rozvodnice (půdorysný průmět)	(m)
	i_{sp}	intenzita přítoku (efektivního deště)	$(m.s^{-1})$

Křivka 2', $q = f(x, t)$:

Vyjadřuje velikost odtoku z jednotkové šířky svahu ve zvoleném profilu (x) v závislosti na čase. Je vyjádřena závislostí

$$q = a (i_{sp} t)^b \quad (5)$$

kde	a, b	hydraulické charakteristiky, HRÁDEK (1990)	
	t	čas od počátku odtoku	(s)

Křivka 3', $x = f(t)$:

Vyplývá z porovnání vztahů (4) a (5) a vyjadřuje závislost délky svahu a ustálené hladiny na čase. Je půdorysným průmětem křivky 3 do roviny (x, t) a vyjadřuje délky úseků s ustálenou hladinou v časové závislosti.

$$x = a \cdot i_{sp}^{b-1} \cdot t^b \quad (6)$$

Rovnice (6) je rovnicí vzestupné větve hydrogramu, maximální průtok nastává v době koncentrace t_k , za předpokladu doby trvání efektivního deště (přítoku na svah) větší nebo rovné době koncentrace:

$$t_{sp} \geq t_k \quad (7)$$

kde	t_{sp}	doba trvání přítoku	(min)
	t_k	doba kulminace	(min)

Uvedené základní analytické vztahy jsou dále využity v metodice výpočtu maximálního odtoku ze svahu HRÁDEK (1990, 1993).

Přírodní povodí (P) je nahrazeno „výpočtovým“ povodím (VP), o němž se předpokládá, že je celé zasaženo přívalovým deštěm. V závislosti na topografii a hydrografické síti se ve VP vyčleňují „modelová povodí“ (MP). Výpočtové povodí může být nahrazeno jedním, nebo více MP.

Modelové povodí (MP): je základním plošným elementem výpočtového povodí. Představuje buď samostatný rovinný svah nebo povodí ve tvaru „otevřené knihy“, s rovinnými svahy.

- Vstupní geometrické charakteristiky modelu :
 - plochy svahů povodí - F
 - délka údolnice - L_U

Z nich se vypočte střední délka svahu - L_S a dráha svahového odtoku - L_{SO} .

- Sklonové poměry povodí jsou charakterizovány průměrným sklonem jednotlivých svahů I_S (Herbstův sklon) a průměrným sklonem údolnice - I_U .
- Půdní charakteristiky a způsob využívání pozemků v povodí jsou odvozovány pro stávající, případně „návrhový“ stav metodou CN-křivek - JANEČEK, M. a kol. (1992). Podkladem je výběr příslušné „hydrologické skupiny půd“, přičemž se využívá podkladů VÚMOP Praha - kategorie BPEJ.
- Stav předchozí nasycenosti povodí je charakterizován 3 skupinami „předchozích vláhových poměrů“ (PVP). Pro „návrhový stav“ se doporučuje skupina PVP 2.
- Využívání půdy, způsob obdělávání a hydrologické podmínky (infiltrační schopnost vrchní vrstvy půdního profilu) se zohledňují rovněž příslušným číslem CN - křivky - JANEČEK, M. a kol. (1992).

Při charakterizování využití půdy se rozlišují : úhor, širokořádkové plodiny, úzkořádkové plodiny, víceleté pícniny, pastviny, louky, křoviny, sady, zemědělský areál, komunikace, nepropustné a zastavěné plochy a vodní plochy.

Využívání půdy ovlivňuje rovněž drsnostní charakteristiku povrchu povodí, která je zohledněna volbou součinitele drsnosti, který je rovněž vstupním parametrem modelu.

Příčinný (výpočtový) déšť

a.) Výpočtové povodí (VP) je schematizováno jedním modelovým povodí (MP) :

Pro každý svah model odvodí „kritickou dobu“ trvání deště a příslušnou (náhradní) intenzitu deště zvolené doby opakování (periodicity), které je rovněž možno alternativně zadat.

Předpokládá se rovnoměrné časové i plošné rozložení deště na příslušném svahu (povodí). Intenzita výpočtového deště se odvozuje metodou redukce 1-denních maximálních srážkových úhrnů - HRÁDEK, F. - KOVÁŘ, P. (1994).

Déšť „kritické doby“ trvání deště vyvolává na svahu největší možný průtok zvolené doby opakování Q_N .

Vzhledem k tomu, že nelze prakticky předpokládat zasažení každého ze svahů MP příslušným „kritickým“ deštěm, odvozuje se v intervalu, omezeném kritickými dobami trvání deště pro levý a pravý svah MP doba trvání „výpočtového deště“ a jeho příslušná intenzita pro celé MP.

b.) Výpočtové povodí je schematizováno více modelovými povodími (MP) :

Model odvodí „výpočtové deště“ pro jednotlivá modelová povodí - viz ad a).

Posuzují se scénáře výpočtu, při kterých se volí „výpočtové deště“ odvozené pro jednotlivá MP a předpokládá se, že zasáhnou všechna MP (tedy celé „výpočtové povodí“). Z jednotlivých scénářů výpočtu je považován za výsledný ten, při kterém byl vypočten největší „návrhový“ průtok Q_N .

V hydrotechnických výpočtech byly používány následující vzorce a teze :**Výpočet rovnoměrného a nerovnoměrného proudění v obecných korytech**

Postup výpočtu v profilu, který je rozdělený na několik dílčích částí. Pokud by byl profil nedělený, je automaticky postup shodný, pouze s tím rozdílem, že celý profil je tvořen jedinou dílčí částí.

Zaved'mě tyto indexy :

i – i-tý dílčí projekt

j – j-tá úsečka omočeného obvodu v dílčím profilu

k – celkový počet dílčích profilů

Výpočtový algoritmus nejprve pro zadanou hladinu (resp. pro okamžitou hladinu v každém iteračním kroku) nalezne její průsečíky s příslušným, obrysem dílčích profilů a určí pro každý dílčí profil základní geometrické údaje.

B_i šířka v hladině

S_i průtočná plocha

O_i omočený obvod

R_i hydraulický poloměr

T_i hloubka těžiště dílčího profilu k hladině

$$n_i = \left(\frac{1}{O_i} \times \sum (n_{ij}^e \times O_{ij}) \right)^{1/e}$$

$O_i = \sum O_{ij}$ (omočený obvod)

e exponent nabývající hodnoty 1,2 nebo 3/2 podle n

Rychlostní součinitel C_i dle různých autorů (viz dále)

$$B = \sum B_i, \quad S = \sum S_i, \quad O = \sum O_i, \quad K = \sum K_i$$

Celkové hodnoty n, c

$$c = \left(\sum c_i K_i \right) / K$$

Celková hodnota hloubky těžiště průtočné plochy T

$$T = \left(\sum T_i S_i \right) / S$$

Není-li zadán sklon J, především u nerovnoměrného proudění, pak

$$J = Q^2 / K^2$$

Rychlosti v_i a průtoky

$$v_i = c_i \sqrt{(R_i J)}$$

$$Q_i = v_i S_i$$

Coriolisovo číslo α_i , Froudovo číslo Fr_i a Boussinesqovo číslo β_i (viz. dále)

$$Fr_i = \sqrt{\left(\frac{\alpha_i Q_i^2 b_i}{g S_i^3} \right)}$$

Celková hodnota průtoku Q

$$Q = \sum Q_i$$

Celkové hodnoty v , α , Fr , β

$$v = (\sum v_i K_i) / K$$

$$Fr = (\sum Fr_i K_i) / K$$

Výpočet rychlostního součinitele C
možný dle různých autorů

Přímé vzorce :

- Manningův vzorec :

$$C_i = \frac{1}{n_i} \times R_i^{1/6}$$

$$\text{platnost : } 0,001 < n_i \\ 0,3 \text{ m} < R_i < 5 \text{ m}$$

- Pavlovského vzorec :

$$C_i = \frac{1}{n_i} \times R_i^y$$

$$\text{kde } y = 2,5 \times \sqrt{n_i} - 0,13 - 0,75 \times (\sqrt{n_i} - 0,1)$$

$$\text{platnost : } 0,001 < n_i < 0,04 \\ 0,1 \text{ m} < R_i < 3 \text{ m}$$

- Agroskinův vzorec :

$$C_i = 17,72 \times \left(\frac{0,05643}{n_i} + \log R_i \right)$$

$$\text{platnost : } 0,009 < n_i$$

Nepřímé vzorce :

- Stricklerův vzorec :

$$\frac{1}{n_i} = \frac{21,1}{k_s^{1/6}}$$

$$C_i = \frac{1}{n_i} \times R_i^{1/6}$$

$$\text{platnost : } 4,3 < R_i/k_s < 276$$

- Martincův vzorec :

$$C_i = 17,72 \times \left(0,77 + \log \frac{R_i}{d_{50}} \right)$$

$$\text{platnost : } 0,15 \text{ m} < R_i < 2,25 \text{ m}$$

$$0,004 \text{ m} < d_{50} < 0,25 \text{ m}$$

Poznámka : vztah byl odvozen z měření na českých řekách

- Mostkovův vzorec :

$$C_i = 22 \times \log \frac{R_i}{k} + 9,5 \times \frac{k}{R_i} + 1,5$$

Program disponuje třemi možnostmi aplikace zadání a výpočtů Coriolisova čísla „alfa“.

Obecně v jednotlivých proužcích :

$$V_{s'ij} = \frac{1}{n_{ij}} \times \sqrt{i \times h_{ij}^{2/3}}$$

$$Q'_i = \sum_{j=1}^m (v_{s'ij} \times h_{ij} \times \Delta B_{ij})$$

$$k_i = \frac{Q_i}{Q'_i}$$

$$v_{sij} = k_i \times v_{s'ij}$$

$$\alpha = \frac{\int_s u^3 ds}{v^2 \times Q} = \frac{\int_s u^3 ds}{v^3 \times S}$$

$$v^2 \times Q \quad v^3 \times S$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{Q_i \times v_i^2} \times \sum_{j=1}^m (d_{sij} \times v_{sij} \times h_{ij} \times \Delta B_{ij})$$

Celoprofilová hodnota α se pak vypočte z dílčích hodnot α_i jako průměr vážený dílčími moduly průtoku K_i .

První metoda - ruční zadávání – viz. výše

Druhá metoda - $\alpha - \text{svis} = 1$

Třetí metoda - $\alpha - \text{svis} = f(y, n)$

$$\alpha_{sij} = \frac{1}{h_{ij}} \times \int_0^n \frac{1}{1 + \frac{6,2642 \times n_{ij}}{h_{ij}^{1/6}}} \times \left(1 + \ln \frac{z}{h_{ij}} \right)^{1/3} dz$$

Výpočet Boussinesqova čísla β

$$\beta = \frac{\int_s u^2 ds}{v^2 \times S} = \frac{\int_s u^2 ds}{v^3 \times Q}$$

tedy

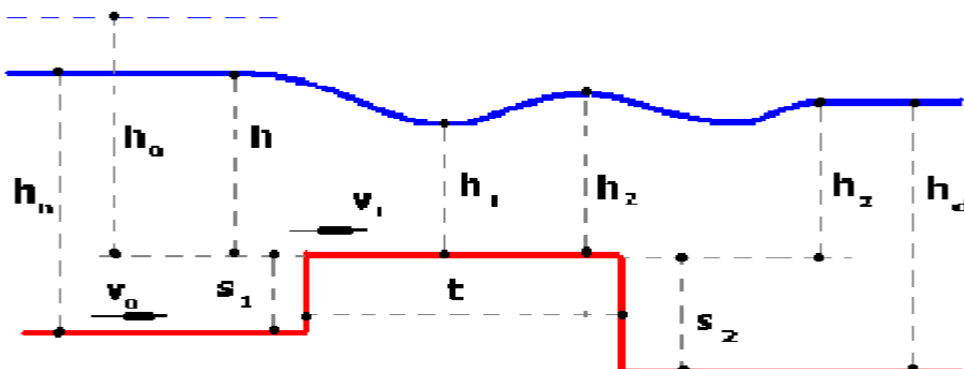
$$\beta_i = \frac{1}{Q_i \times v_i} \times \sum_{j=1}^m \left(\beta_{sij} \times v_{sij}^2 \times h_{ij} \times \Delta B_{ij} \right)$$

$$\beta = \left(\sum \beta_i K_i \right) / K$$

Výpočet průtoku přes širokou korunu – vtok do propustků

Široká koruna

Schéma podélného řezu jezovým tělesem s vyznačením dále používaných veličin



Obvyklé řešení jezových těles vychází ze známé základní rovnice :

$$Q = \varphi_c b_n h_r \sqrt{2g (h_o - h_r)}$$

- Q průtok (m^3/s)
- φ_c upravený součinitel rychlosti, $\varphi_c = \varphi \varepsilon_c / \sqrt{(\varphi^2 (\varepsilon_c^2 - 1) + 1)}$
- φ tabulková hodnota součinitele rychlosti podle vlastností jezu, zadaná obsluhou ve formuláři
- ε_c tabulková hodnota součinitele bočního zúžení podle vlastností jezu
- $\varepsilon_c \leq 1$, zadaná obsluhou ve formuláři. Není-li boční zúžení, je $\varepsilon_c = 1$ a tudíž $\varphi_c = \varphi$
- b_n náhradní šířka přelivu při hloubce h_r (tj. šířka obdélníkového přelivu se stejnou průtočnou plochou při dané hloubce) (m)
- g tíhové zrychlení (m/s^2)
- h_r řídící hloubka (m)
- h_o $h_o = h + h_{od}$
- h přepadová výška (m)
- h_{od} rychlostní výška (m) : $h_{od} = \alpha v_o^2 / 2g$
- v_o přítoková rychlost (m/s)
- α Coriolisovo číslo v horním profilu

Řídicí hloubka h_r je různě vyčíslována s ohledem na zatopení takto :

dokonalý přepad $h_r = h_1 = \varepsilon_1 h_0$

zatopený přepad $h_r = h_z$

kriterium zatopení $h_z > h_2 = \varepsilon_2 h_0$

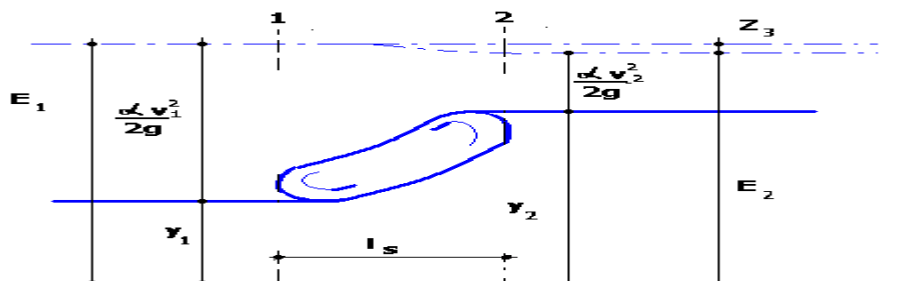
h_z převýšení dolní hladiny nad korunou přepadu (m)

ε_1 $\varepsilon_1 = (2\varphi_c^2 - 1) \varepsilon_2$

ε_2 $\varepsilon_2 = 2\varphi_c^2 / (1 + 2\varphi_c^2 (2\varphi_c^2 - 1))$

Většina členů výrazu na pravé straně rovnice není bohužel konstantní. Některé z nich závisí přímo či nepřímo na hodnotě průtoku Q , takže vyřešení rovnice vyžaduje iteraci. Při každém iteračním kroku je přitom třeba vyhodnocovat kriterium zatopení a používat tomu odpovídající variantu rovnice.

Vodní skok



Vzájemné hloubky vodního skoku y_1 a y_2 v korytě s nulovým sklonem dna jsou svázány vztahem

Vodní skok s dnovým režimem

Vodní skok prostý vzniká při hloubce $y_2 > (1,3 \div 1,4) y_k$

Funkce vodního skoku

$\theta(y)$, odvozená z věty o hybnostech pro objem vody mezi průřezy 1 a 2 (viz obrázek)

$$\theta(y) = \frac{\beta Q^2}{g^s} + z_T S$$

Kde β Boussinesquovo číslo ($\beta \doteq 1,0$)

S plocha průřezu

z_T hloubka těžiště průřezu

Minimum $\theta(y)$ je při

$$\frac{\beta Q^2}{g} = \frac{S^3}{B}$$

Kde B šířka v hladině

Vzájemné hloubky vodního skoku

y_1 a y_2 v korytě s nulovým sklonem dna jsou svázány vztahem

$$y_2 \frac{y_1}{2} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{8\beta q^2}{gy_1^3}} \right] = \frac{y_1}{2} \left[-1 + \sqrt{(1 + 8 Fr_{*1})} \right]$$

kde q měrný průtok $q = \frac{Q}{B}$ ($m^2 s^{-1}$)

Fr_{*1} Froudovo číslo bystrinného pohybu $Fr_{*1} = \frac{v^2}{gz_1}$

Délka vodního skoku prostého

z řady vzorců uvádíme :

- podle Smetany $l_s = 6 (y_2 - y_1)$
- podle Pavlovského $l_s = 0,5 [4,5 y_2 + 5 (y_2 - y_1)]$

Rozdíl $y_2 - y_1$ nazýváme výškou vodního skoku.

Ztráta energie

(energetické výšky ve vodním skoku prostém Z_s při $\alpha \doteq \beta \doteq 1,0$)

$$Z_s = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4 y_1 y_2}$$

Vodní skok vlnovitý

Vzniká při $y_2 < (1,3 \div 1,4) y_k$.

Druhou vzájemnou hloubku vypočteme ze vztahu $y_2 \doteq y_1 Fr_{*1}$

Vodní skok vzdutý

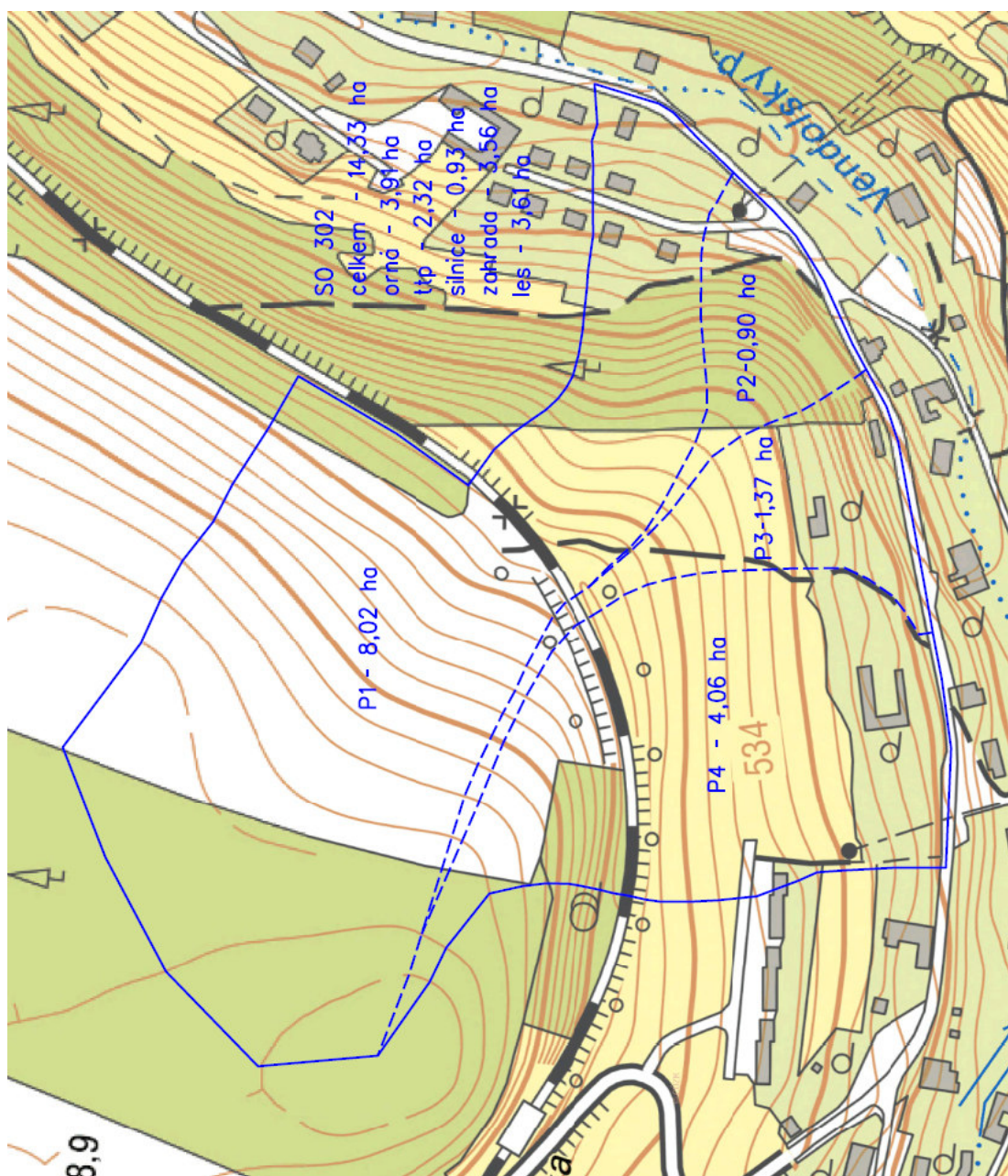
Vzniká při hloubce vody y_d v průřezu druhé vzájemné hloubky větší než y_2 . Míra vzdutí

$$\sigma = \frac{y_d}{y_2}$$

Délku vodního skoku vzdutého určíme podle Pikalova

$$l_s \doteq 3 \sigma y_2$$

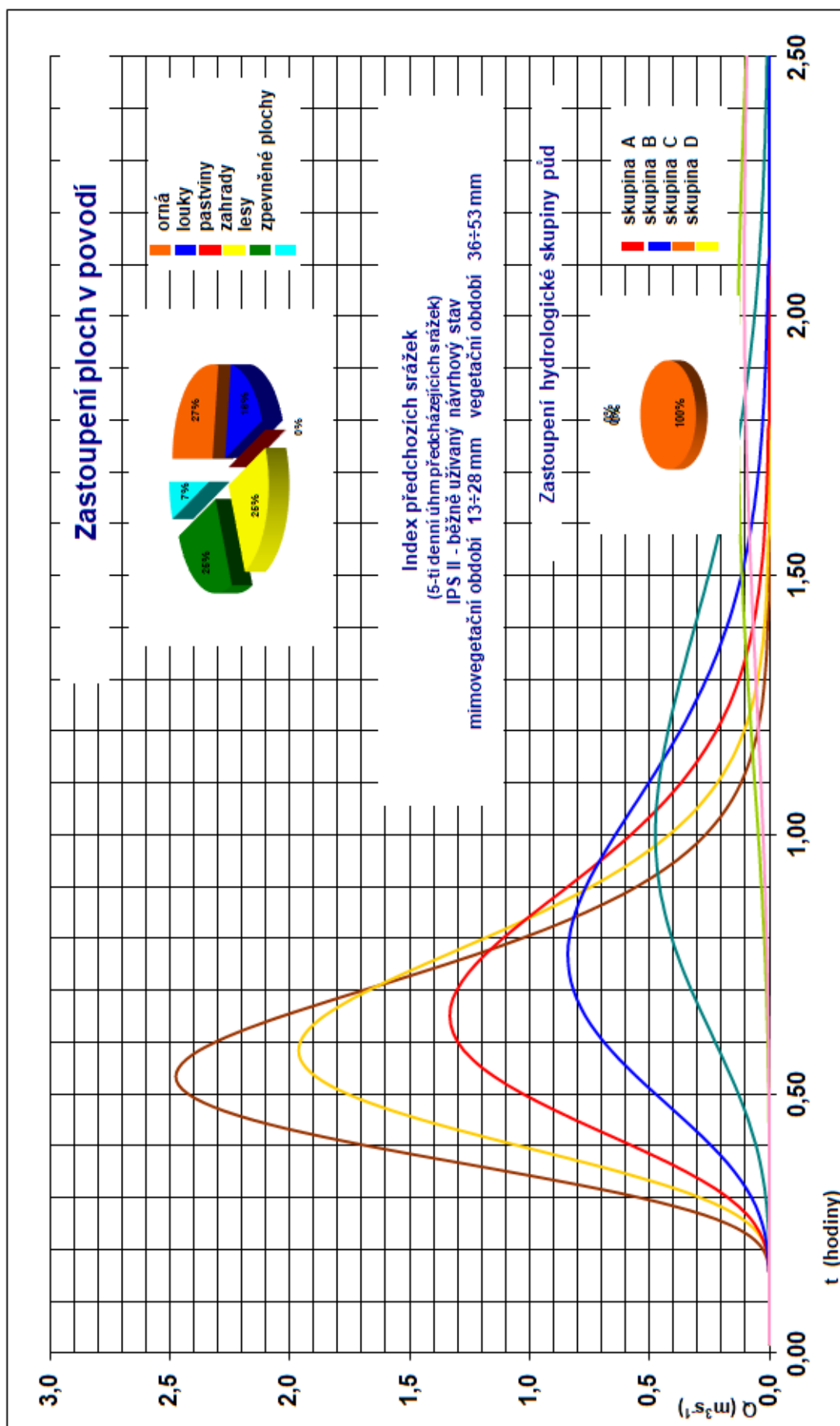
Schéma povodí posuzovaného profilu SO 302



Stanovení hydrogramů povodně WN povodí SO 302

Akce: Rekonstrukce silnice III/3661, Křiž. I/34 - Vendolí

Varianta : Povodí návrhového stavu



počet proveden modelem DesQ-MaxQ

Plocha povodí k vyšetřovanému profilu v km² : 0,143

N - doba opakování	roky	1	2	5	10	20	50	100
Q - průtok	m ³ s ⁻¹	0,11	0,13	0,48	0,84	1,33	1,96	2,48
W - objem povodně	tisíc m ³	0,78	0,88	1,68	2,22	2,80	3,42	3,86
t _k - kulminace	hod	2,17	1,87	1,02	0,77	0,65	0,58	0,53
t _t - trvání povodně	hod	4,82	4,42	2,67	2,10	1,78	1,57	1,43

URČENÍ KORELAČNÍHO VZTAHU

Akce **Rekonstrukce silnice III/3661, Křiž. I/34 - Vendolí**

Analogické povodí **Vendolský potok 4-15-02-0040**

Plocha povodí **4,89 km²**

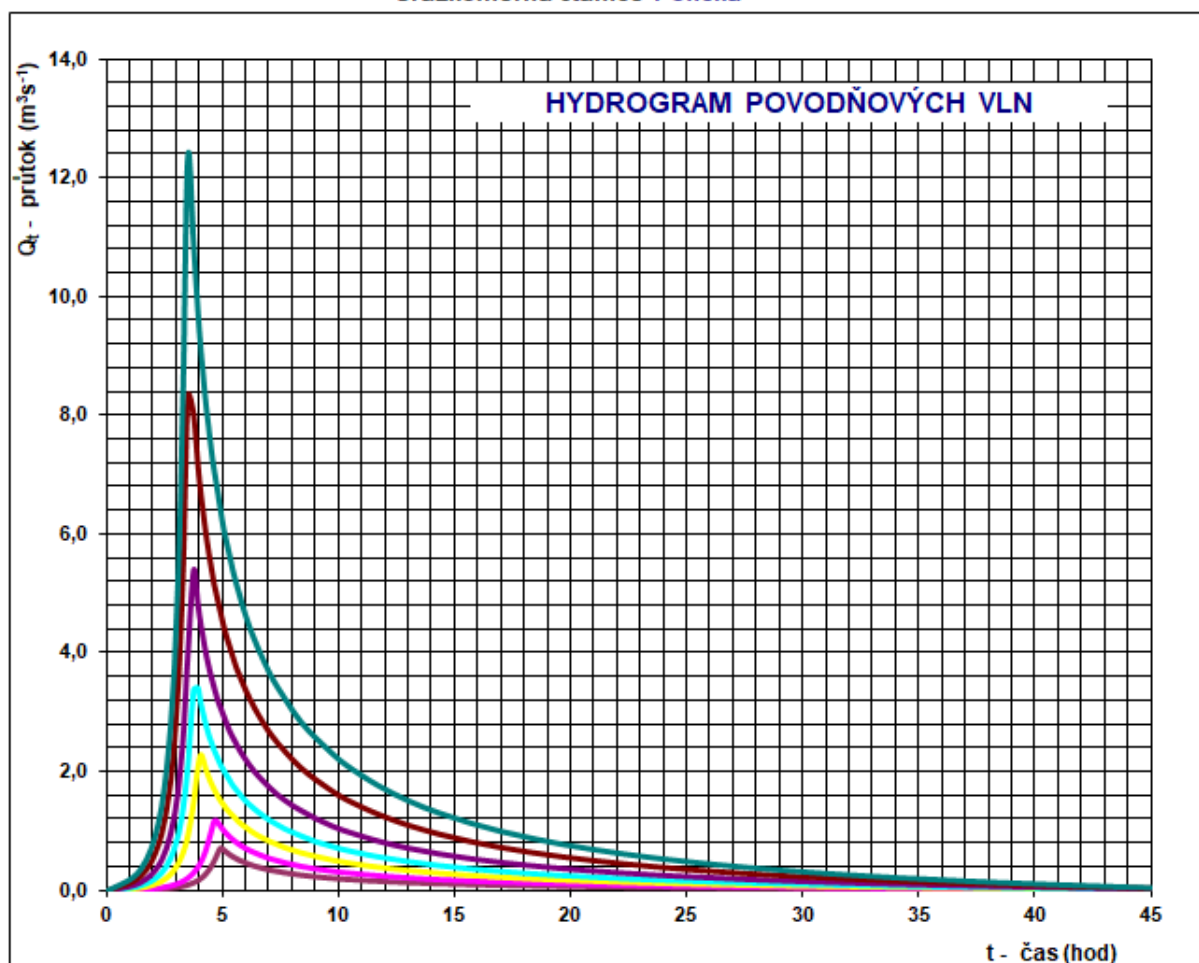
N -roků	1	2	5	10	20	50	100
$H_{\max\text{den}}[\text{mm}]^{\text{Samaj}}$	33,1	37,3	55,3	67,7	80,1	95,3	107,2
$Q_N[\text{m}^3\text{s}^{-1}]^{\text{HMU}}$	0,7	1,2	2,3	3,6	5,5	8,9	12,5
$W_{100}[\text{m}^3]^{\text{HMU}}$	údaj o povodni W_{100} je dán včetně celého hydrogramu						210 000

Vendolský potok v místě zaústění potrubí SO 302

Po rekonstrukci komunikace

VÝPOČET KORELAČNÍCH PARAMETRŮ

CN	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0
$H_{\max\text{den}} [\text{mm}]$	33,1	37,3	55,3	67,7	80,1	95,3	107,2
$H_o [\text{mm}]$	1,9	3,1	10,3	16,8	24,3	34,4	42,9
$P [\text{km}^2]$	4,890	4,890	4,890	4,890	4,890	4,890	4,890
$T_p \text{ kulminace} [\text{hod}]$	4,90	4,65	4,01	3,80	3,68	3,55	3,50
$O_{pH} [\text{m}^3]$	9 321	14 992	50 151	82 131	118 693	168 293	210 005
$Q_{pH} [\text{m}^3\text{s}^{-1}]$	0,7	1,2	2,3	3,6	5,5	8,9	12,5

Srážkoměrná stanice **Polička**

Hydrogram povodně sestaven dle jednotkového odvozeného z W_{100} získaného od HMU

OSTATNÍ VSTUPNÍ ÚDAJE

n 0,400

 s_a 0,020

 I_2 100

 s_b 0,040

 I_5 300

 s_o 0,036

 I_{10} 3660

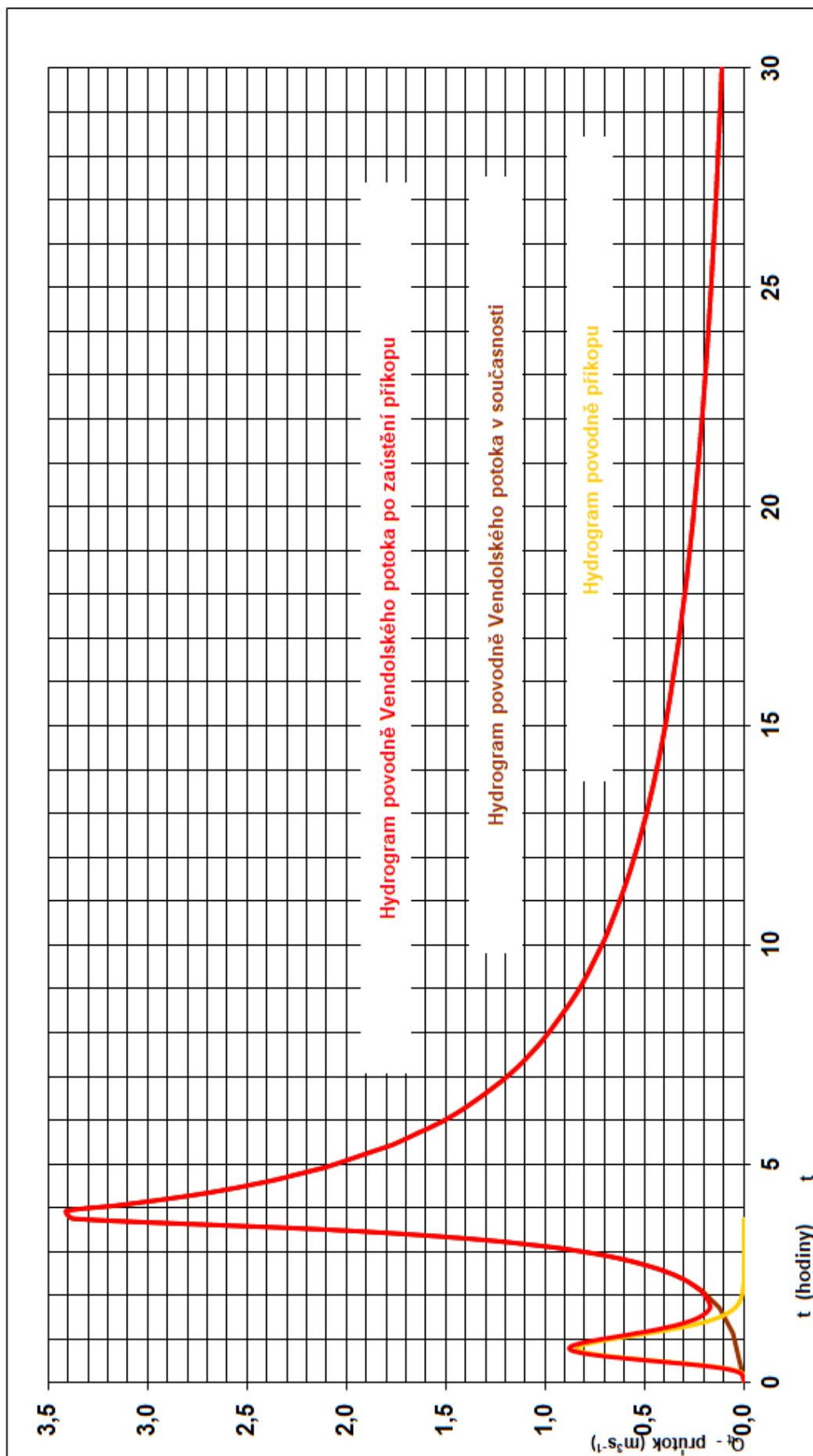

Autor a majitel výpočtového programu

Program spolupracuje s Hydrocheckem 1

Stanovení hydrogramů povodně W10 povodí v profilu nátku do Vendolského potoka

Akce: Rekonstrukce silnice III/3661, Křiž. I/34 – Vendolí

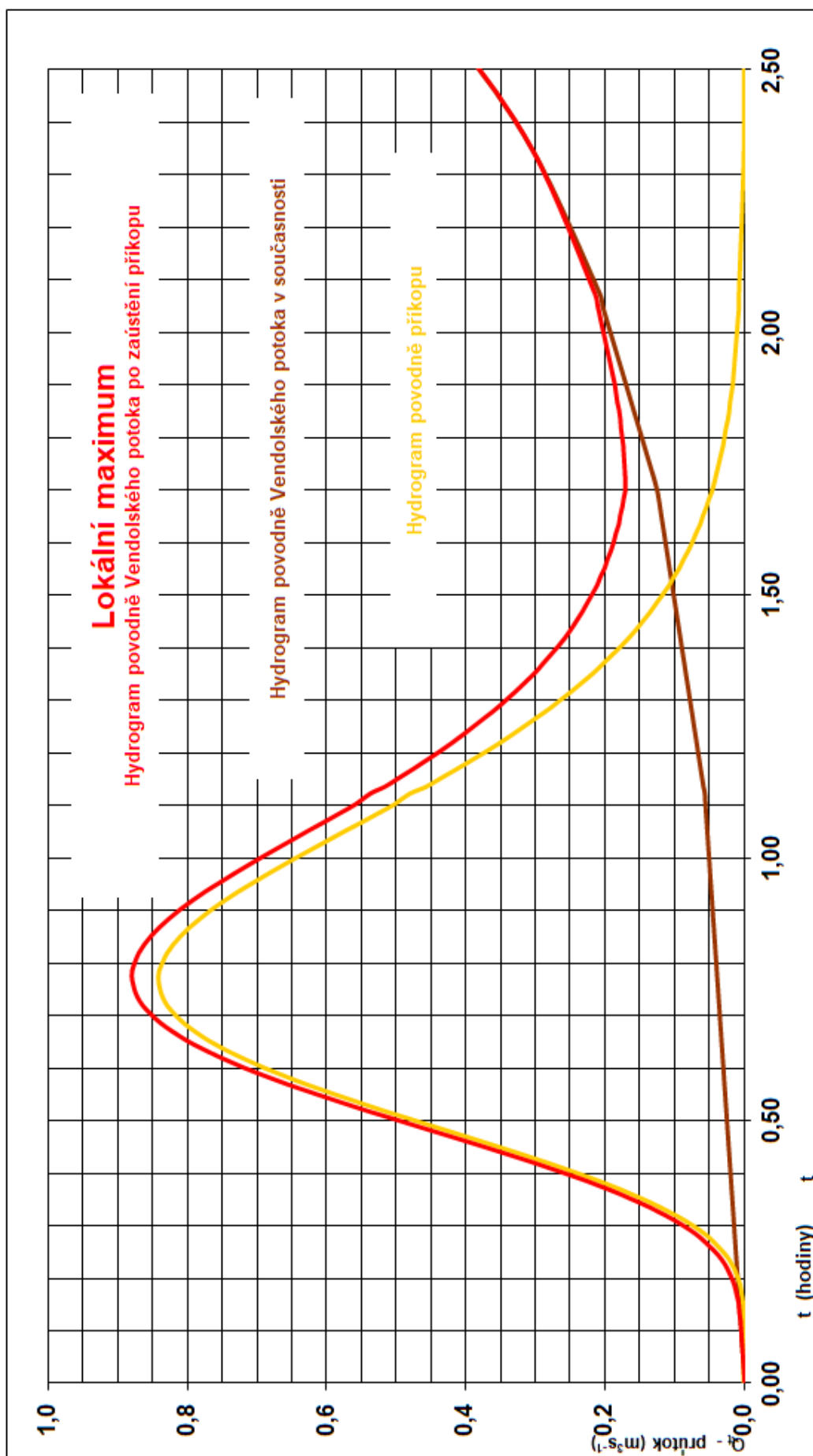
Ve výpočtu je uvažováno rovnoměrné rozdělení objemu povodně W100 v povodí.



objem povodně W_{100} tis. m^3	zdroj	kulminace Q $m^3 \cdot s^{-1}$	kulminace t_k hod	trvání povodně t_d hod
210	ČHMÚ	3.41	3.91	52.80
222	Model DesQ-MaxQ	0.28	0.42	0.42
212	Superpozice	3.41	3.91	52.80

Stanovení hydrogramů povodně W10 povodí v profilu nátku do Vendolského potoka

Akce: Rekonstrukce silnice III/3661, Křiž. I/34 - Vendolí
Ve výpočtu je uvažováno rovnoměrné rozdělení objemu povodně W10 v povodí.



objem povodně W ₁₀₀ tis. m ³	zdroj	kulminace Q m ³ s ⁻¹	kulminace t _k hod	trvání povodně t _t hod
0.04	CHMÚ	0.04	0.77	52.80
0.84	Model DesQ-MaxQ	0.84	0.77	0.42
0.88	Superpozice	0.88	0.77	52.80

Superpozicí hydrogramu Vendolského potoka v současnosti a hydrogramu vyvolaného silniční dešťovou kanalizací bylo vyšetřeno, že při průchodu Q_{10} lokalitou nedojde vlivem zaústění dešťové kanalizace ke zvýšení kulminace potoka, na hydrogramu celého povodí k vyšetřovanému bodu zaústění vznikne na vzestupné větvi pouze lokální maximum hodnoty $0,88 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

$$0,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = Q_1 < Q_{10\text{lokmax}} = 0,88 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} < 1,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = Q_2$$

Vzhledem k tomu, že lokální zvýšení průtoku na vzestupné větvi hydrogramu při průchodu Q_{10} lokalitou je přibližně rovno Q_1 Vendolského potoka, je možné prohlásit, že navrhované odvedení povrchových vod zatrubněním do Vendolského potoka nezpůsobí reálné zhoršení odtokových poměrů.