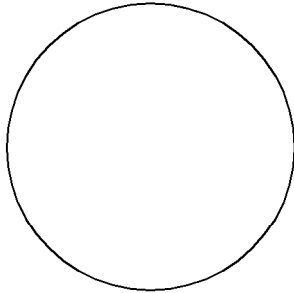


Razítko oprávněné osoby:



Stavebník/Investor:	<b>Správa železnic, státní organizace</b> Dlážděná 1003/7, Praha 1 - Nové Město, 110 00 IČO: 709 94 234	 <b>SPRÁVA ŽELEZNIC</b>	
Zástupce investora:	<b>OŘ HK, U Fotochemy 259, Hradec Králové 501 01</b>		

Generální projektant:	<b>PRODIN a.s.</b> K Vápence 2745, 530 02 Pardubice T: +420 466 055 130 IČO: 252 92 161 E: info@prodin.cz	 <b>PRODIN</b> SKUPINA VENTIO	
Zhotovitel profese:	<b>ProPMK s.r.o.</b> Pasecká 396, 539 44 Proseč T: +420 723 468 588 IČO: 141 44 069 E: rousar@propmk.cz	 <b>ProPMK</b> Projektování pozemních a mostních konstrukcí	
Hlavní projektant (HIP):	Martin Lipenský, DiS.	Souřadný systém: <b>S-JTSK, B.p.v.</b>	

Název stavby/akce:	<b>"Prostá rekonstrukce trati v úseku Chrastava - Hrádek nad Nisou"</b>	Zakázka: <b>31/23/1037.208</b>	
Místo stavby		Datum: <b>09/2024</b>	
		Stupeň dokumentace: <b>DSP+PDPS</b>	
Název části:	<b>Mosty, propustky, zdi</b>	Označení části: <b>D.2.1.4.5</b>	
Název objektu:	<b>Železniční propustek v evid. km 13,547</b>	Označení objektu: <b>SO 01-21-01</b>	
Odpovědný projektant:	Ing. Martin Roušar	Formát: 1xA4	
Zpracovatel přílohy:	Ing. Martin Roušar	Měřítko: -	
Název přílohy:	<b>HYDROTECHNICKÝ VÝPOČET</b>	Číslo přílohy: <b>15</b>	Č.paré:



## Hydrologické a hydrotechnické výpočty

Zhotovitel:

Agropojekce Litomyšl spol. s r.o.  
Rokycanova 114/IV  
566 01 Vysoké Mýto  
Ing. Jakoubek Jaroslav



Datum zpracování:

09.2024

## Obsah výpočtů :

Algoritmus k hydrologickým výpočtům

Model DesQ – MaxQ – teorie výpočtů

Algoritmus k hydrotechnickým výpočtům

Výpočet rovnoměrného a nerovnoměrného proudění v obecných korytech

Výpočet průtoku přes širokou korunu – vtok do propustků

Vodní skok s dnovým režimem

Schéma povodí propustku v km 13,547

Stanovení hydrogramů povodně  $W_N$  povodí v profilu km 13,547

Posouzení současného propustku

- Stávající profil
- Konsumpční křivka stávajícího potrubí 2x DN 400
- Kapacita stávajícího propustku 2x DN 400

Posouzení navrhovaného propustku

- Navrhovaný profil
- Konsumpční křivka navrhovaného potrubí DN 800
- Kapacita navrhovaného propustku DN 800

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.

## 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 přivalovým (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 <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )
	$x$	délka svahu	(m)
	$i_{sp}$	intenzita přítoku (efektivního deště)	(m.s <sup>-1</sup> )
	$t$	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 <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )
	$a, b$	hydraulické parametry	

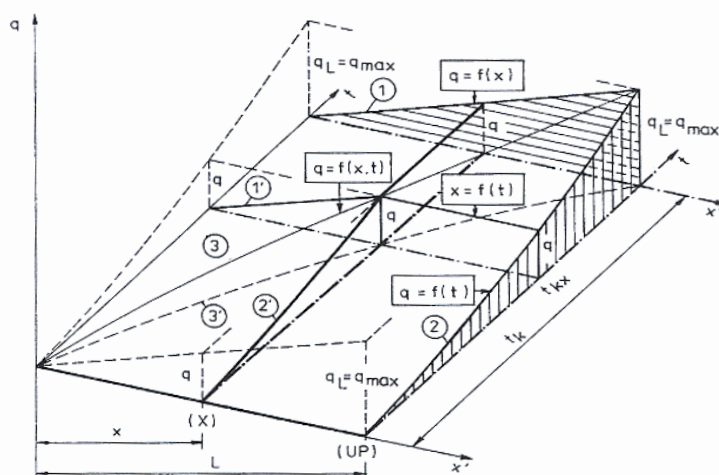
Základní rovnice, vycházející z modelu kinematické povodňové vlny

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

kde	$v$	střední profilová rychlost	(m.s <sup>-1</sup> )
-----	-----	----------------------------	----------------------

## 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',  $q = f(x=(X), t)$ :**

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 povodím (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  $\alpha_i$ , Froudovo číslo  $Fr_i$  a Boussinesqovo číslo  $\beta_i$  (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  $v$ ,  $\alpha$ ,  $Fr$ ,  $\beta$**

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

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

**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 :

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

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

platnost :  $4,3 < R_i/k_s < 276$

- Martincův vzorec :

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

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 prouzcích :

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

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

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

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

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

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

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

Celoprofilová hodnota  $\alpha$  se pak vypočte z dílčích hodnot  $\alpha_i$  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  $\beta$

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

tedy

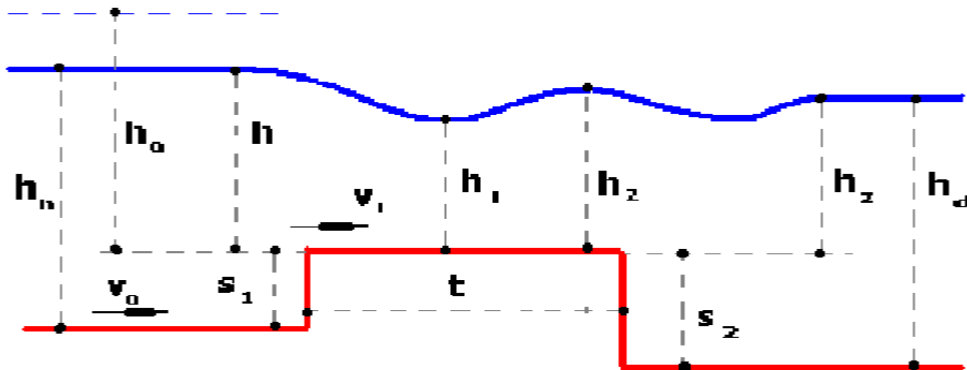
$$\beta_i = \frac{1}{Q_i \times v_i} \times \sum_{j=1}^m (\beta_{sij} \times v_{sij}^2 \times h_{ij} \times \Delta B_{ij})$$

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

## 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 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$\varphi_c$  upravený součinitel rychlosti,  $\varphi_c = \varphi \varepsilon_c / \sqrt{(\varphi^2 (\varepsilon_c^2 - 1) + 1)}$

$\varphi$  tabulková hodnota součinitele rychlosti podle vlastností jezu, zadaná obsluhou ve formuláři

$\varepsilon_c$  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 ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$h_r$  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 ( $\text{m}/\text{s}$ )

$\alpha$  Coriolisovo číslo v horním profilu



Řídící 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  $h_z > h_2 = \varepsilon_2 h_0$

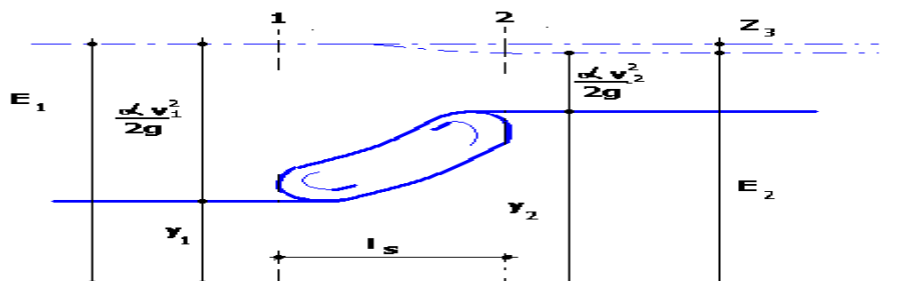
$h_z$  převýšení dolní hladiny nad korunou přepadu (m)

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

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

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

$Fr_{*1}$  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  $y_2 < (1,3 \div 1,4) y_1$ .

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

### Vodní skok vzdutý

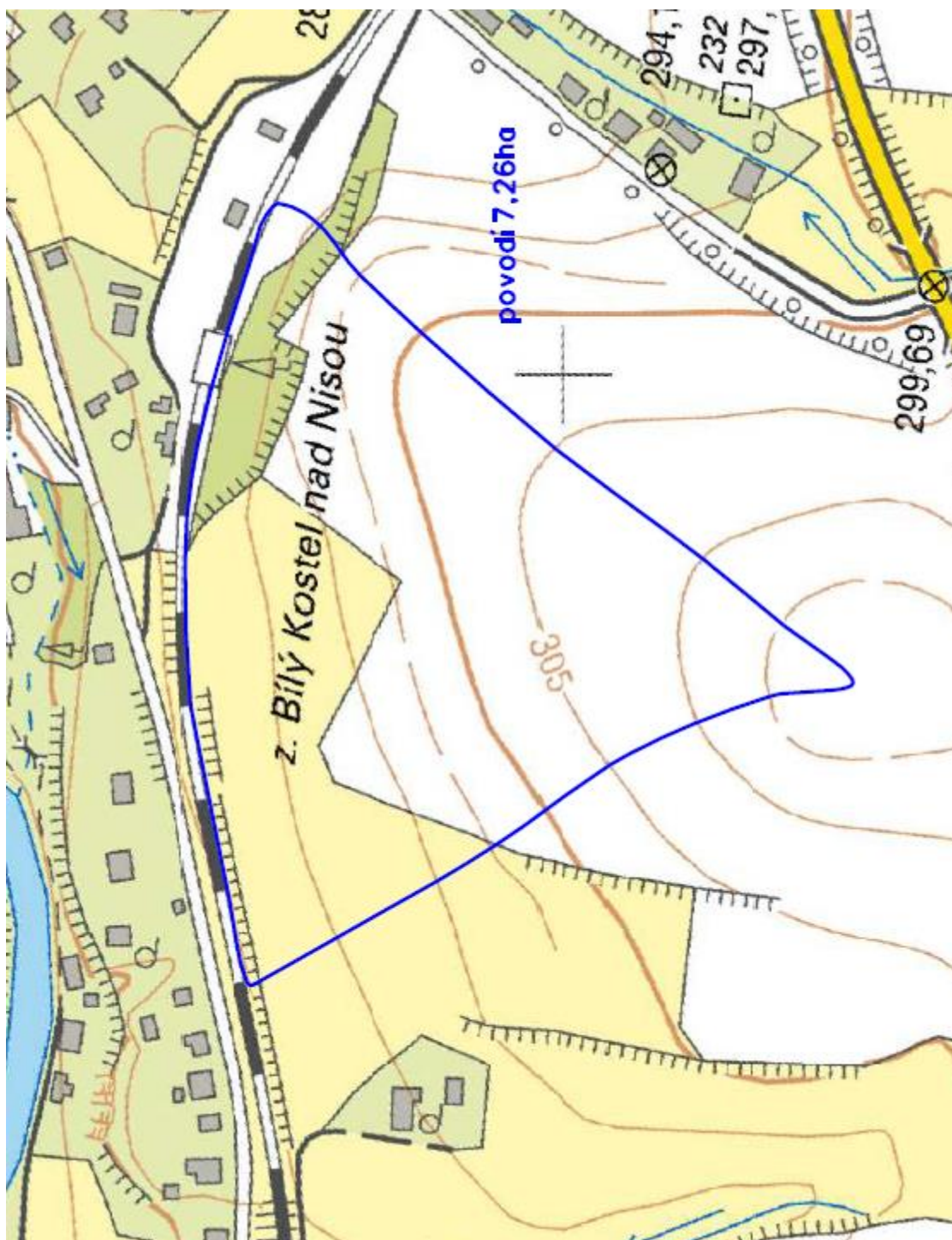
Vzniká při hloubce vody  $y_d$  v průřezu druhé vzájemné hloubky větší než  $y_2$ . Míra vzdutí

$$\sigma = \frac{y_d}{y^Z}$$

Délku vodního skoku vzdutého určíme podle Pikalova

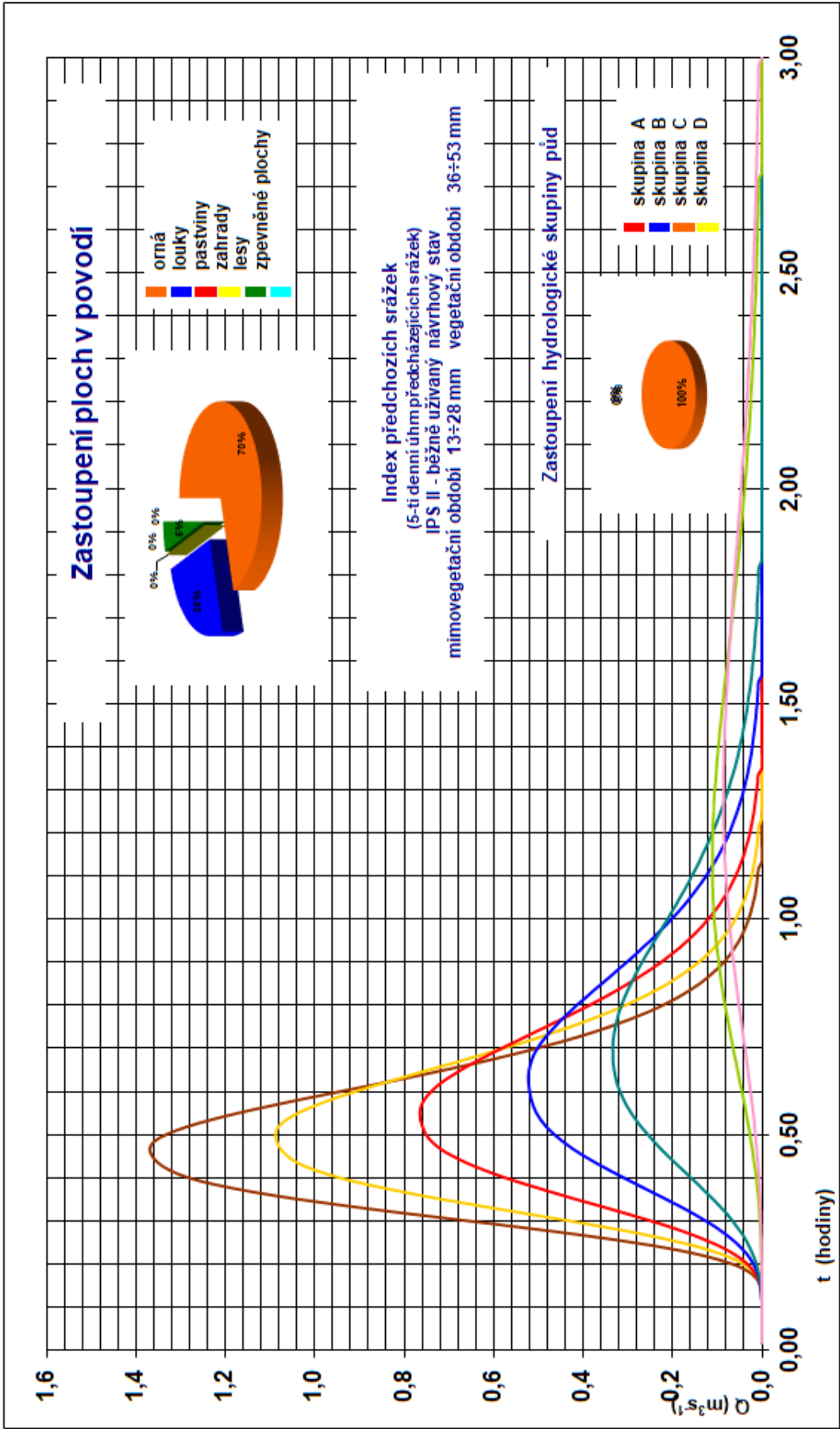
$$l_s \doteq 3 \sigma y_2$$

## Schéma povodí propustku v km 13,547



Stanovení hydrogramů povodně WN povodí v profilu železničního propustku

Akce: Prostá rekonstrukce trati v úseku Chrastava – Hrádek nad Nisou, železniční propustek v evid. km 13,547  
Varianta : Povodí v současném stavu

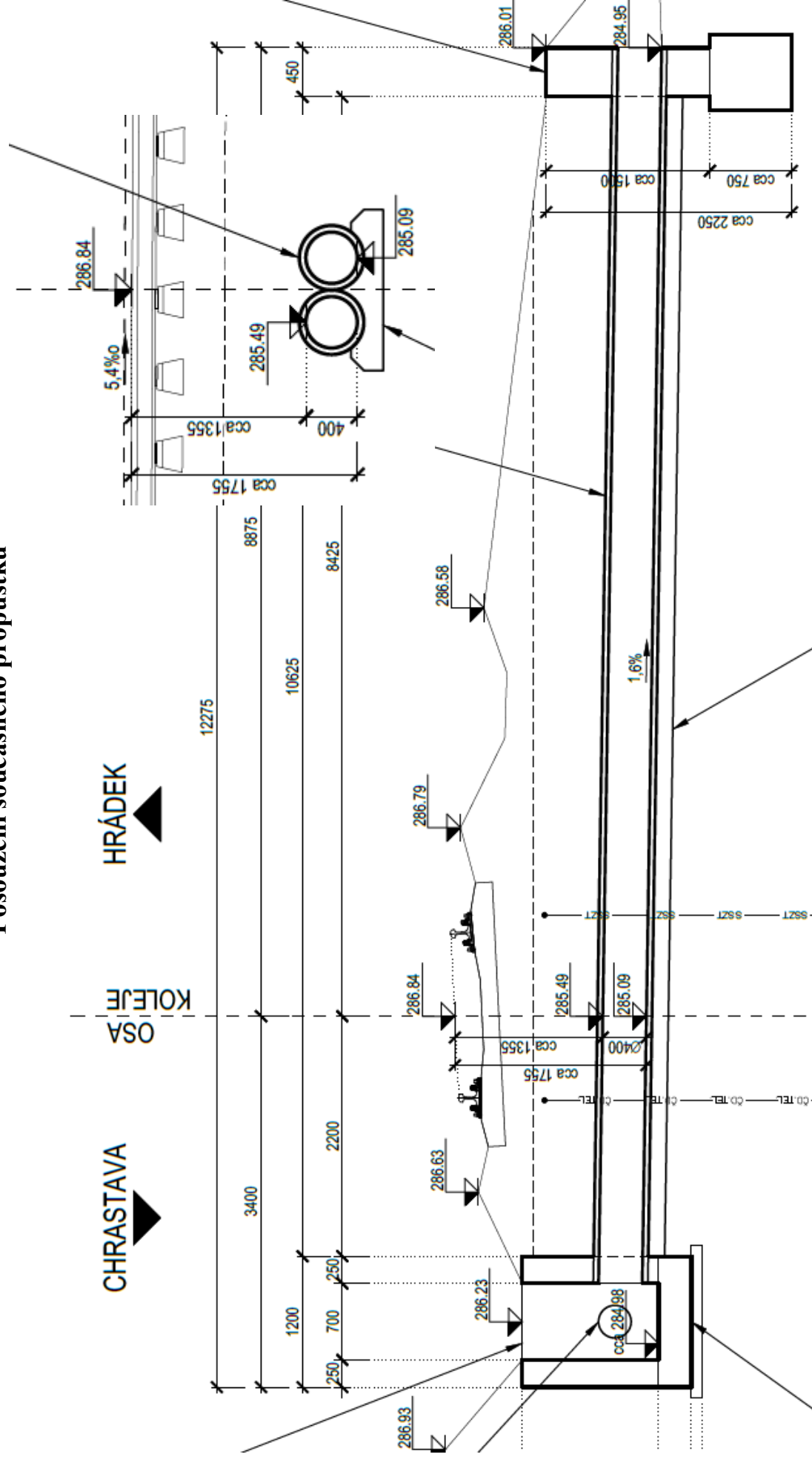


počet proveden modelem DesQ-MaxQ

Plocha povodí k vyšetřovanému profilu v km<sup>2</sup> : 0,073

N - doba opakování	roky	1	2	5	10	20	50	100
Q - průtok	m³ s <sup>-1</sup>	0,09	0,11	0,33	0,52	0,77	1,09	1,37
W - objem povodně	tisíc m³	0,4	0,5	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8
t <sub>k</sub> - kulminace	hod	1,35	1,18	0,70	0,63	0,55	0,50	0,47
t <sub>t</sub> - trvání povodně	hod	2,98	2,72	1,82	1,55	1,33	1,22	1,12

## Posouzení současného propustku



## Konsumpční křivka stávajícího potrubí 2x DN 400

Vypocet ustaleneho rovnomerneho proudeni

Datum : 16.9.2024

Cas : 17:35:53

Zpracovani souboru : C:\HYDROCH\2\VYPOCTY\CHRHRA.HC2

profilu : 2xDN400

Podelny sklon koryta : 0.016000

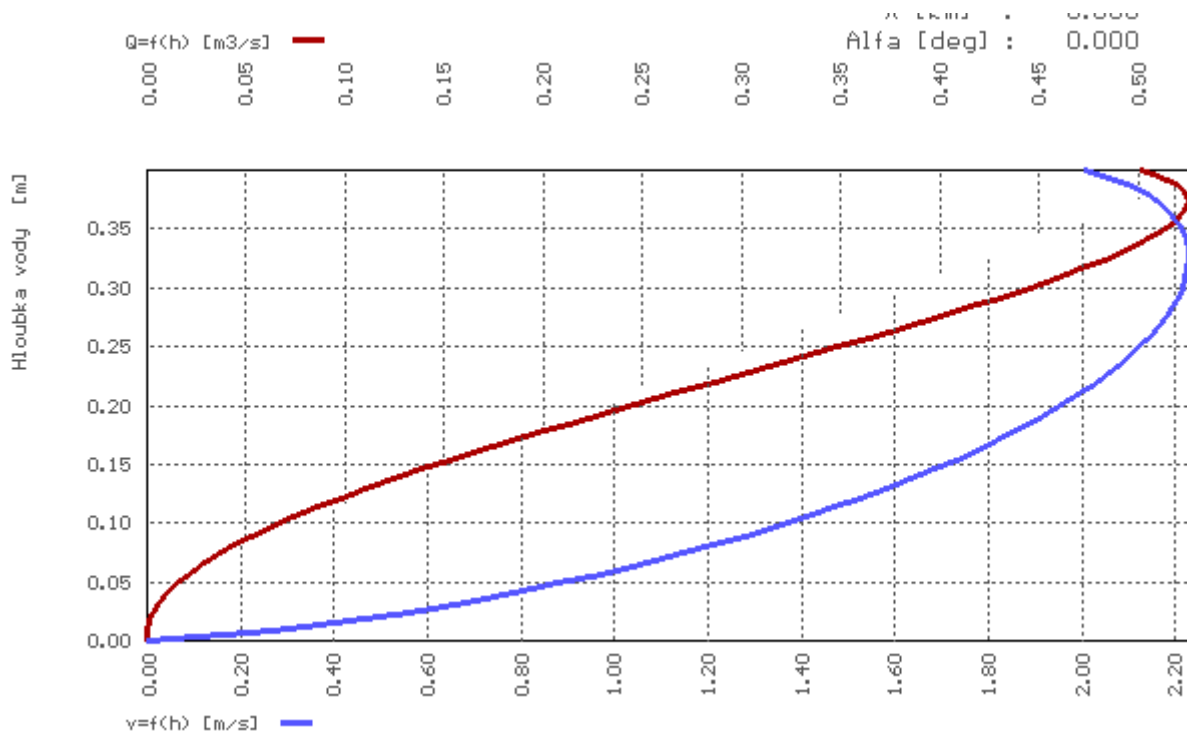
Metoda vypoctu C podle : Manning(0.0139)/Mostkov(10.0)

Vypocet prum. drsnosti :  $ni^{(3/2)}$

Nahradni drsnost vody : 0.0100

Alfa metoda :  $f(h,n)$

h [m]	[m n.m.]	Q [m3/s]	v [m/s]
0.000	285.110	0.000	0.000
0.020	285.130	0.002	0.498
0.040	285.150	0.010	0.780
0.060	285.170	0.023	1.007
0.080	285.190	0.043	1.201
0.100	285.210	0.067	1.367
0.120	285.230	0.095	1.517
0.140	285.250	0.128	1.648
0.160	285.270	0.164	1.764
0.180	285.290	0.203	1.866
0.200	285.310	0.244	1.955
0.220	285.330	0.286	2.032
0.240	285.350	0.328	2.097
0.260	285.370	0.370	2.149
0.280	285.390	0.409	2.189
0.300	285.410	0.446	2.217
0.320	285.430	0.478	2.228
0.340	285.450	0.504	2.223
0.360	285.470	0.521	2.197
0.380	285.490	0.524	2.137
0.400	285.510	0.502	2.006





## Kapacita stávajícího propustku 2x DN 400

Vypocet pracovniho bodu objektu

Datum : 16.9.2024

Cas : 17:46

Soubor : C:\HYDROCH\2\VYPOCTY\CHRHRA.HC2

Horni profil : -----

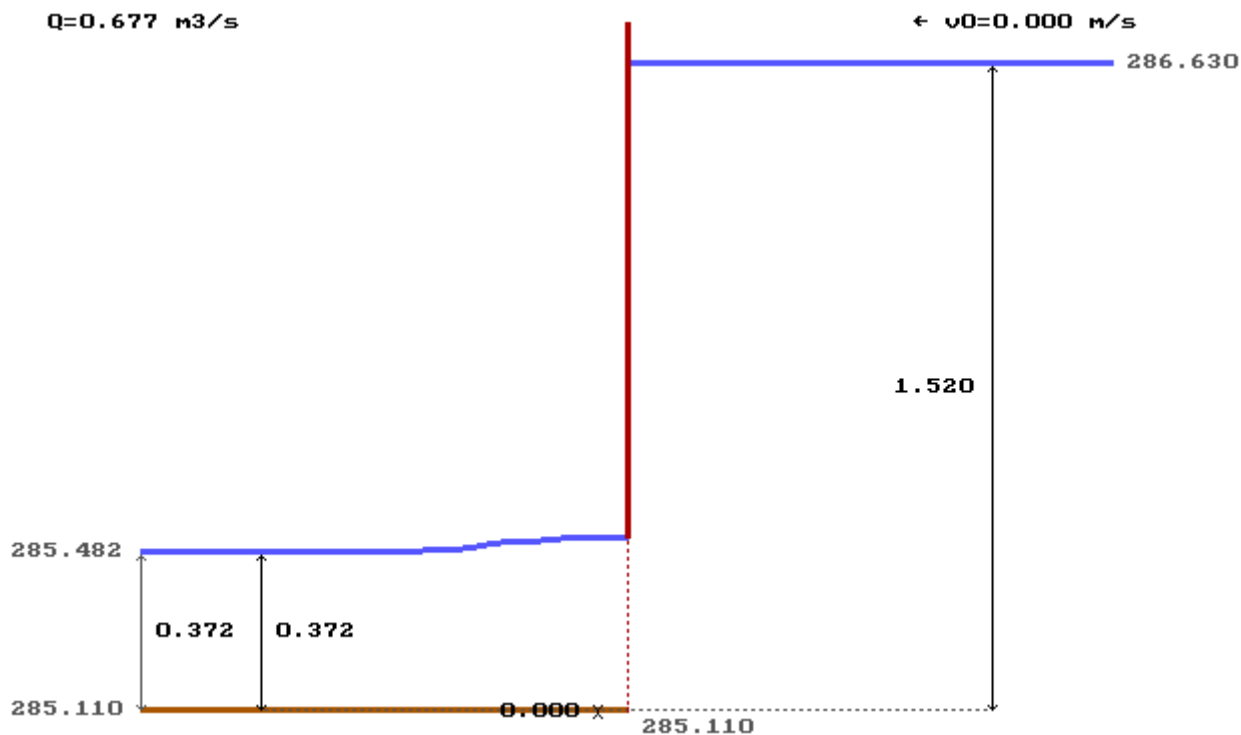
v0[m/s] : 0.000      alfa : 1.000

OBJEKT : Vy [285.110 mm]

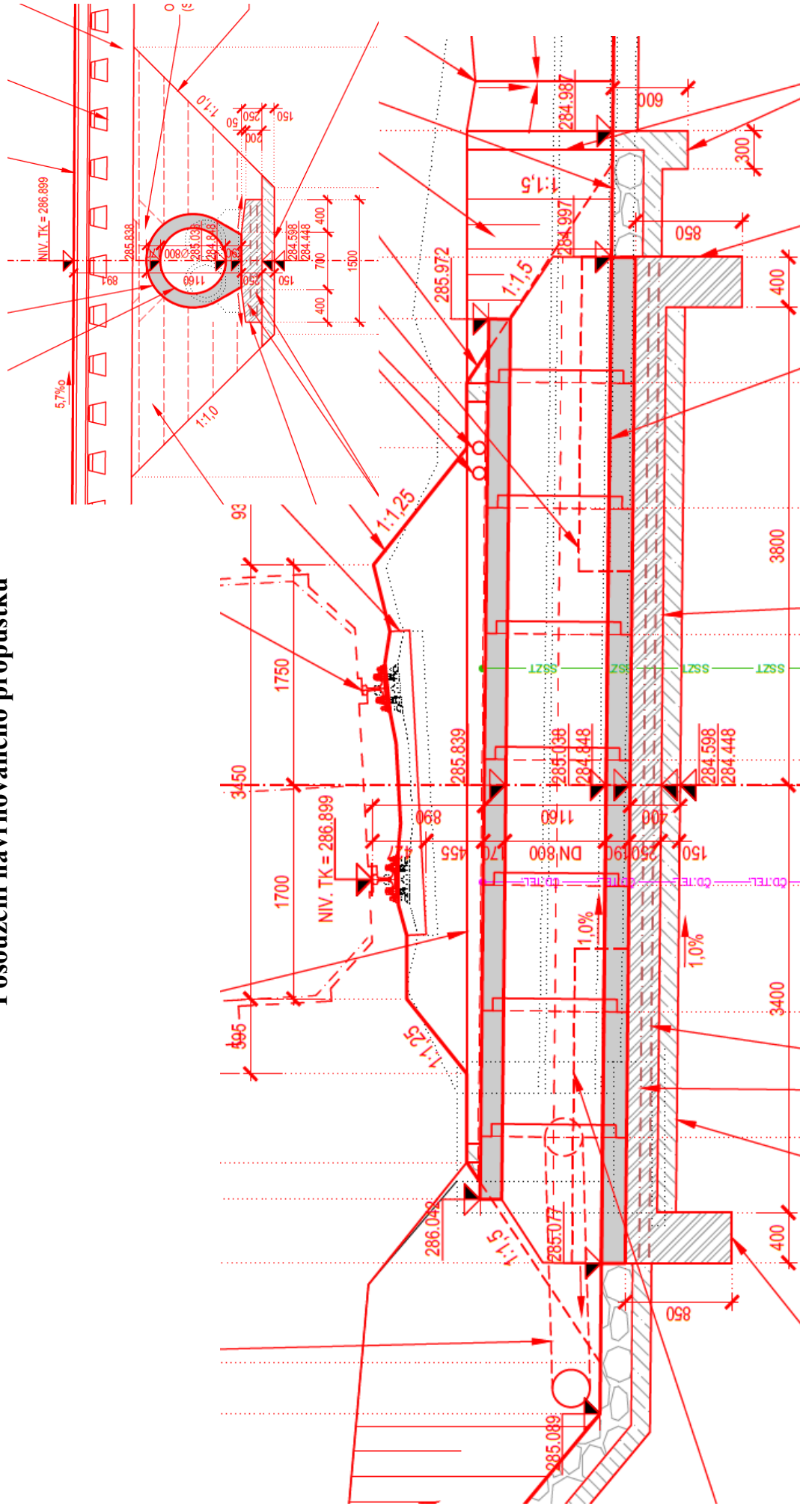
s1[m] :	-----	s2[m] :	0.000
<b>h [m/mnm] :</b>	<b>1.520/286.630</b>	<b>Q[m3/s] :</b>	<b>0.677</b>
h0[m] :	1.520	Sc[m2] :	0.2503
vv[m/s] :	2.704	Sp[%] :	100.00
delta[ ] :	90.000	mi :	0.5700
pokles[m] :	0.000		

Dolni kons.krivka : KK [285.110 mm]

hd[m/mnm] :	0.372/285.482		
hz[m] :	0.372	ha[m] :	-0.033



## Posouzení navrhovaného propustku



## Konsumpční křivka navrhovaného potrubí DN 800

Vypocet ustaleneho rovnomerneho proudeni

Datum : 16.9.2024

Cas : 17:57:55

Zpracovani souboru : C:\HYDROCH\2\VYPOCTY\CHRHRA.HC2

profilu : DN800

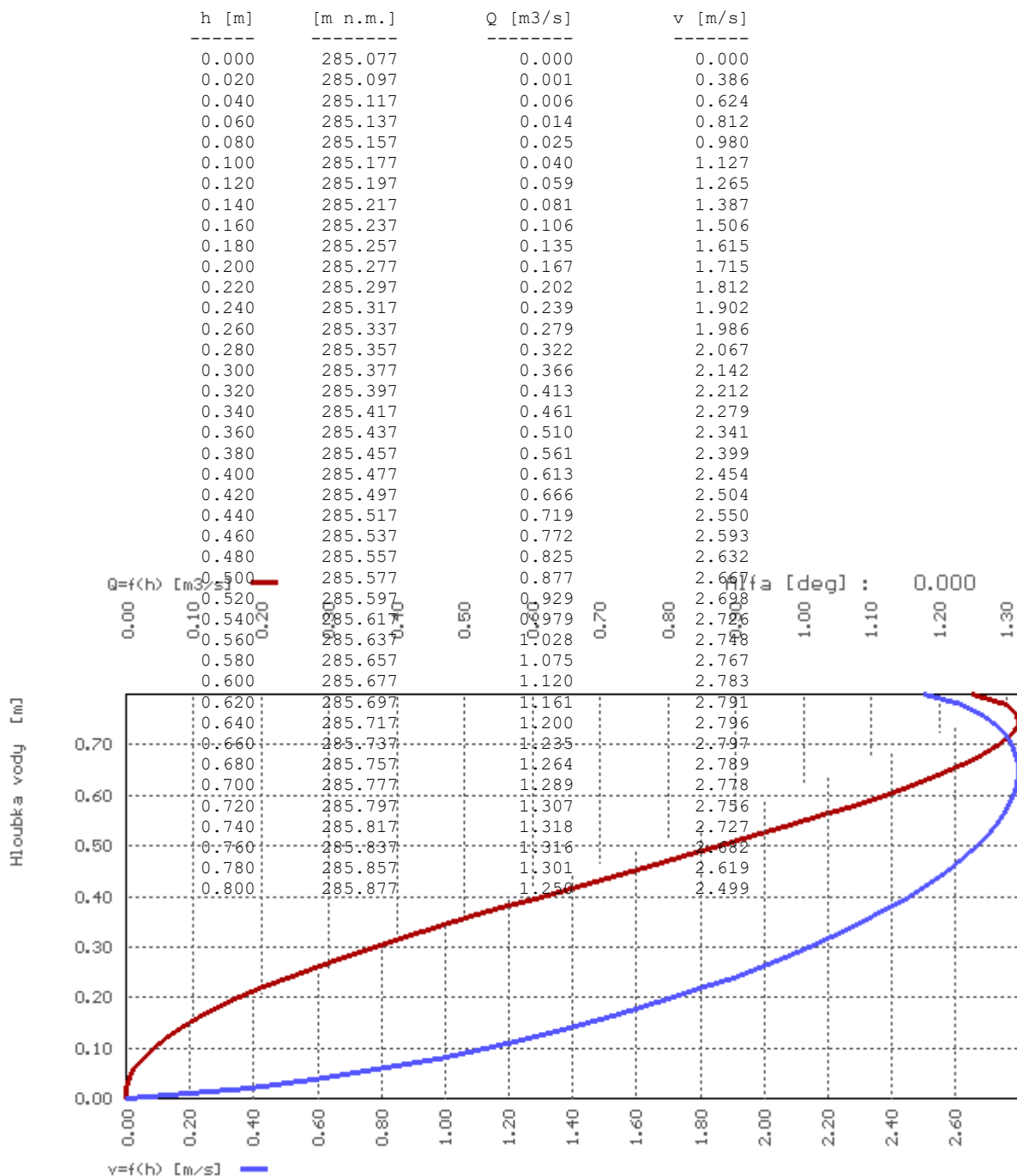
Podelny sklon koryta : 0.010000

Metoda vypoctu C podle : Manning(0.0139)/Mostkov(10.0)

Vypocet prum. drsnosti :  $ni^{(3/2)}$

Nahradni drsnost vody : 0.0100

Alfa metoda :  $f(h,n)$



## Kapacita navrhovaného propustku DN 800

Vypocet pracovniho bodu objektu

Datum : 16.9.2024

-----

Cas : 18:03

Soubor : C:\HYDROCH\2\VYPOCTY\CHRHRA.HC2

Horni profil : -----

-----

v0[m/s] : 0.000 alfa : 1.000

OBJEKT : Vy [285.077 mm]

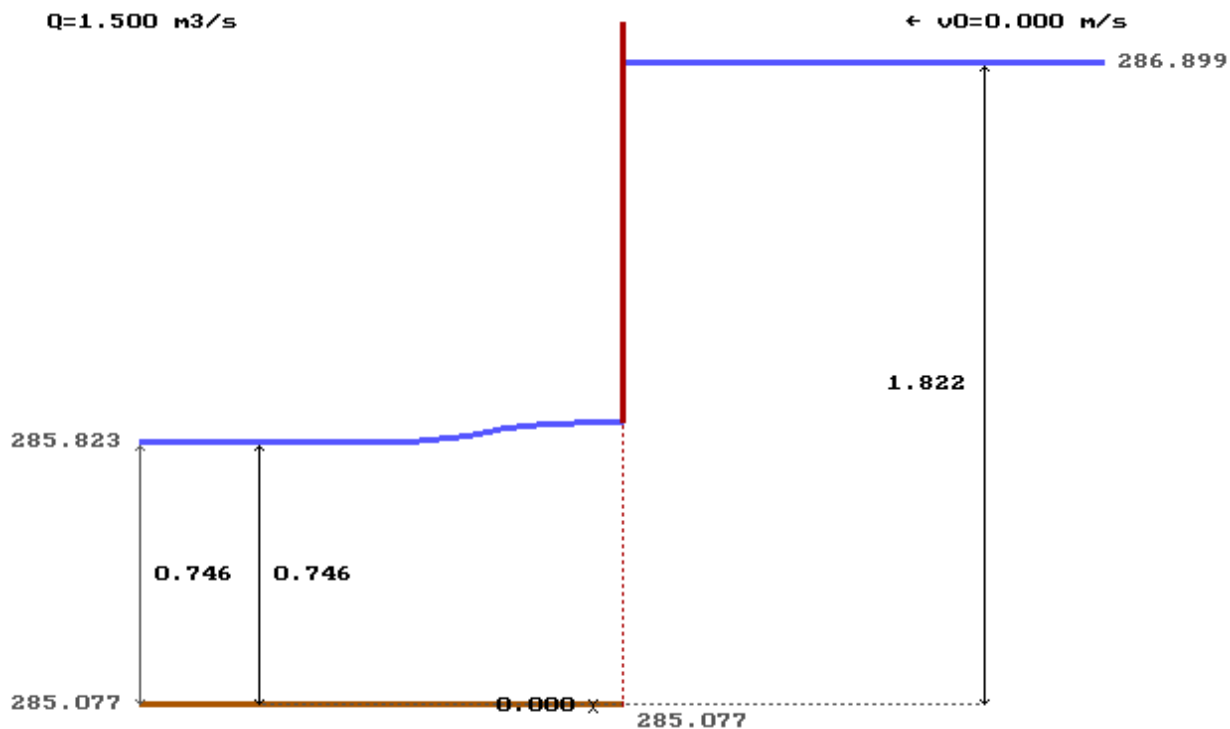
-----

s1[m] :	-----	s2[m] :	0.000
<b>h [m/mnm] :</b>	<b>1.822/286.899</b>	<b>Q[m3/s] :</b>	<b>1.500</b>
h0[m] :	1.822	Sc[m2] :	0.5026
vv[m/s] :	2.985	Sp[%] :	100.00
delta[ ] :	90.000	mi :	0.6500
pokles[m] :	0.000		

Dolni kons.krivka : KK [285.077 mm]

-----

hd[m/mnm] :	0.746/285.823		
hz[m] :	0.746	ha[m] :	-0.054



**Navržený příčný profil splňuje hodnoty provedení návrhového průtoku**