

---

## Hydrotechnické výpočty

### Obsah výpočtů :

- Algoritmus k hydrotechnickým výpočtům
- Výpočet průtoku přes širokou korunu – vtok do propustků
- Data ČHMÚ
- Posouzení navrženého železobetonového rámového profilu 3,3 x 1,5 m Ustáleným nerovnoměrným prouděním Přehledný podélný profil
- Schéma profilů v trati
- Schéma profilu v nátoku

**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

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

Celková hodnota hloubky těžiště průtočné plochy T

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

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  $v$ ,  $\alpha$ ,  $Fr$ ,  $\beta$** 

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

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

**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 :

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

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

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

$$v_{sij} = k_i \times v_{sij}$$

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

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

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

Celoprofilová hodnota  $\alpha$  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

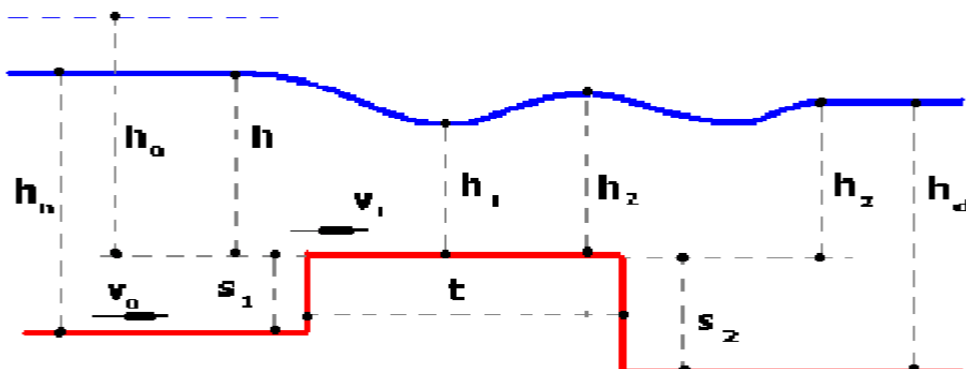
$$\beta_i = \frac{1}{Q_i \times v_i} \times \sum_{j=1}^m (\beta_{sij} \times v_{sij}^2 \times h_{ij} \times \Delta B_{ij})$$

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

## 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,  $\varphi_c = \varphi \epsilon_c / \sqrt{(\varphi^2 (\epsilon_c^2 - 1) + 1)}$

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

$\epsilon_c$  tabulková hodnota součinitele bočního zúžení podle vlastností jezu

$\epsilon_c \leq 1$ , zadaná obsluhou ve formuláři. Není-li boční zúžení, je  $\epsilon_c = 1$  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

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)

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

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

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.



ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

POBOČKA HRADEC KRÁLOVÉ

VÁŠ DOPIS ZN: ///  
DORUČEN DNE: 8.4.2014

Ing. Jaroslav Branda – ATELIER M

NAŠE ZNAČKA: P14002482/551

Krausova 215

VYŘIZUJE: Ing. Zdeňka Sedláčková

549 32 Velké Poříčí

DATUM: 23.4.2014

TELEFON: 495 705 032

E-MAIL: zdena.sedlackova@chmi.cz

### HYDROLOGICKÉ ÚDAJE POVRCHOVÝCH VOD

Na Vaši žádost Vám zasiláme požadované základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400 pro:

Vodní tok	Pravostranný přítok Brlenky v jejím cca 0,08 ř.km	
Číslo hydrologického pořadí	1-01-03-0360-0-00-00	
Profil	Křížení se silnicí Velké Poříčí - Žďárky	
Souřadnice v S JTSK	x = - 612062 m      y = - 1018921 m	
Plocha povodí A <sup>a)</sup>	1,58	km <sup>2</sup>

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P <sub>a</sub>	-----	mm	
Dlouhodobý průměrný průtok Q <sub>a</sub>	-----	l.s <sup>-1</sup>	třída -----

M-denní průtoky Q <sub>Ma</sub> <sup>b)</sup>												l.s <sup>-1</sup>	
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	třída
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

N-leté průtoky Q <sub>N</sub>							m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	
1	2	5	10	20	50	100	třída	
0,55	0,95	1,61	2,44	3,45	5,02	6,40	IV.	

Dvorská 410/102, 503 11 Hradec Králové - Svobodné Dvory  
tel.: 495 705 011, fax: 495 705 001, e-mail: hradec@chmi.cz

IČ: 00020699, DIČ: CZ00020699, nejsme plátcí DPH  
č. ú.: 54132041/0100, www.chmi.cz

Hydroprojekt, s.r.o.



Platnost hydrologických údajů je nejvýše 5 let ode dne vydání.

Tyto poskytnuté údaje nesmí být využity k jinému než vámi uvedenému účelu.

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

b)  $M$ -denní průtoky jsou odvozeny z pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1981–2010.

Informace o odvození  $M$ -denních průtoků jsou dostupné na adrese:

<http://voda.chmi.cz/opv/qm.html>.

Poznámka: ///

Za tyto práce Vám účtujeme v souladu se zákonem č. 526/1990 Sb. o cenách v platném znění částku 3 420,-Kč.

Přílohy: faktura



RNDr. Zdeněk Šiftář  
Ředitel pobočky

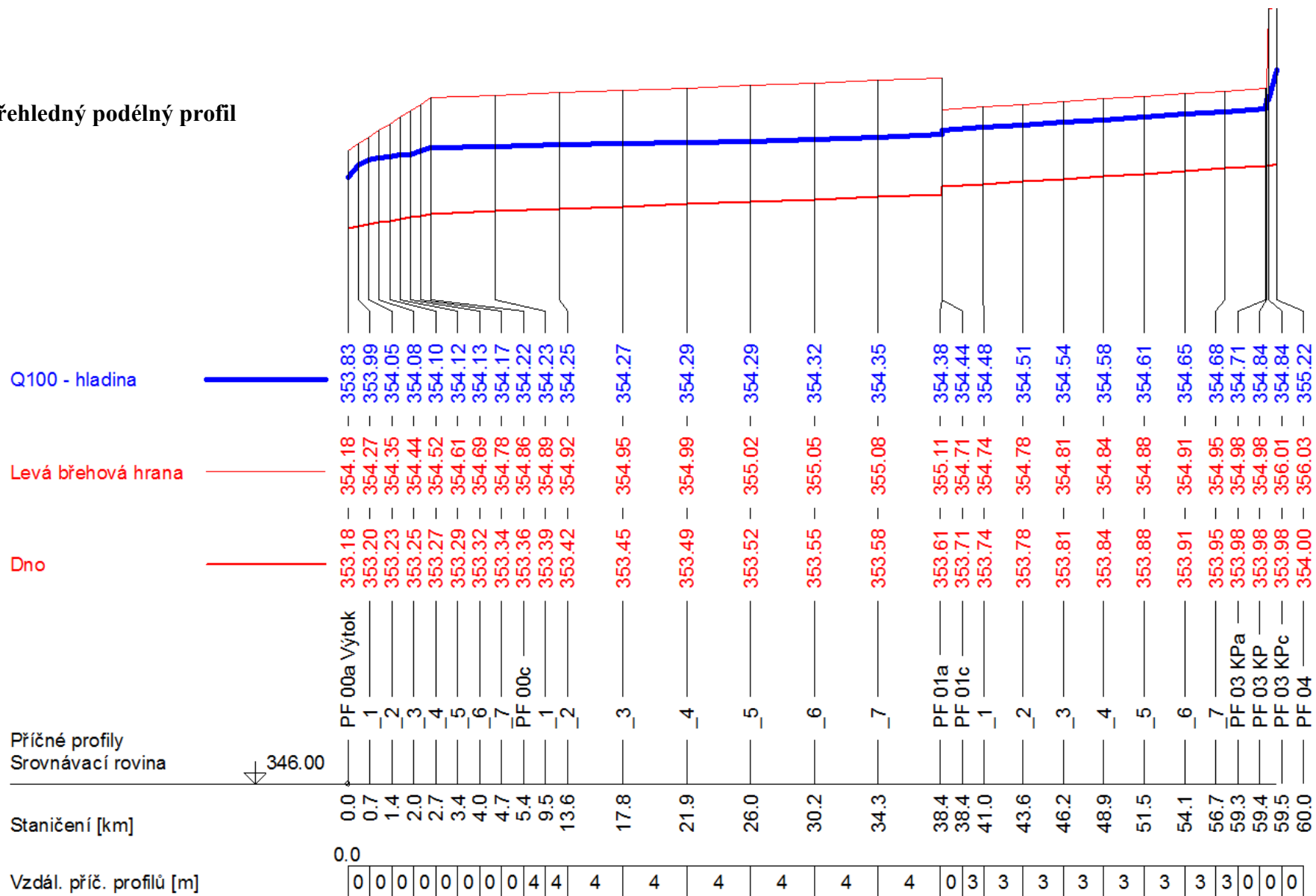
## Posouzení navrženého železobetonového rámového profilu 3,3 x 1,5 m Ustáleným nerovnoměrným prouděním

Q100(27.07.2016 08:42:39) - souhrnná bilance

Stan [km]	Profil / křivka	Hk[m]	H[m]	Z[mnm]	Dno[mnm]	L[mnm]	P[mnm]	A[mnm]	B[mnm]	v[m/s]	Q[m <sup>3</sup> /s]	DzetaV/S
0.000000	PF 00a Výtok	0.73	0.65	353.83	353.18	354.18	354.18	354.18	354.18	2.999	6.400	0.1000 S
0.000675	_1	0.79	0.79	353.99	353.20	354.27	354.27	354.27	354.27	2.667	6.400	0.5000 V
0.001350	_2	0.83	0.83	354.05	353.23	354.35	354.35	354.35	354.35	2.658	6.400	0.5000 V
0.002025	_3	0.84	0.84	354.08	353.25	354.44	354.44	354.44	354.44	2.649	6.400	0.5000 V
0.002700	_4	0.83	0.83	354.10	353.27	354.52	354.52	354.52	354.52	2.643	6.400	0.5000 V
0.003375	_5	0.83	0.83	354.12	353.29	354.61	354.61	354.61	354.61	2.641	6.400	0.5000 V
0.004050	_6	0.81	0.81	354.13	353.32	354.69	354.69	354.69	354.69	2.672	6.400	0.1000 S
0.004725	_7	0.79	0.83	354.17	353.34	354.78	354.78	354.78	354.78	2.532	6.400	0.1000 S
0.005400	PF 00c	0.77	0.86	354.22	353.36	354.86	354.86	354.86	354.86	2.381	6.400	0.5000 V
0.009525	_1	0.77	0.84	354.23	353.39	354.89	354.89	354.89	354.89	2.430	6.400	0.5000 V
0.013650	_2	0.77	0.83	354.25	353.42	354.92	354.92	354.92	354.92	2.481	6.400	0.5000 V
0.017775	_3	0.77	0.81	354.27	353.45	354.95	354.95	354.95	354.95	2.525	6.400	0.5000 V
0.021900	_4	0.77	0.80	354.29	353.49	354.99	354.99	354.99	354.99	2.564	6.400	0.5000 V
0.026025	_5	0.77	0.77	354.29	353.52	355.02	355.02	355.02	355.02	2.665	6.400	0.5000 V
0.030150	_6	0.77	0.77	354.32	353.55	355.05	355.05	355.05	355.05	2.665	6.400	0.1000 S
0.034275	_7	0.77	0.77	354.35	353.58	355.08	355.08	355.08	355.08	2.665	6.400	0.1000 S
0.038400	PF 01a	0.77	0.77	354.38	353.61	355.11	355.11	355.11	355.11	2.665	6.400	0.5000 V
0.038410	PF 01c	0.73	0.73	354.44	353.71	354.71	354.71	354.71	354.71	2.669	6.400	0.1000 S
0.041021	_1	0.73	0.73	354.48	353.74	354.74	354.74	354.74	354.74	2.669	6.400	0.1000 S
0.043633	_2	0.73	0.73	354.51	353.78	354.78	354.78	354.78	354.78	2.669	6.400	0.5000 V
0.046244	_3	0.73	0.73	354.54	353.81	354.81	354.81	354.81	354.81	2.669	6.400	0.1000 S
0.048855	_4	0.73	0.73	354.58	353.84	354.84	354.84	354.84	354.84	2.669	6.400	0.1000 S
0.051466	_5	0.73	0.73	354.61	353.88	354.88	354.88	354.88	354.88	2.669	6.400	0.5000 V
0.054078	_6	0.73	0.73	354.65	353.91	354.91	354.91	354.91	354.91	2.669	6.400	0.1000 S
0.056689	_7	0.73	0.73	354.68	353.95	354.95	354.95	354.95	354.95	2.669	6.400	0.5000 V
0.059300	PF 03 KPa	0.73	0.73	354.71	353.98	354.98	354.98	354.98	354.98	2.669	6.400	0.1000 S
0.059400	PF 03 KP		0.86	354.84	353.98					2.271	6.400	
0.059500	PF 03 KPc	0.73	0.86	354.84	353.98	356.01	356.01	356.01	356.01	2.271	6.400	0.5000 V
0.060000	PF 04	1.22	1.22	355.22	354.00	356.03	356.03	356.03	356.03	3.419	6.400	

Q100(27.07.2016 08:42:39) - konec souhrnné bilance

## Přehledný podélný profil

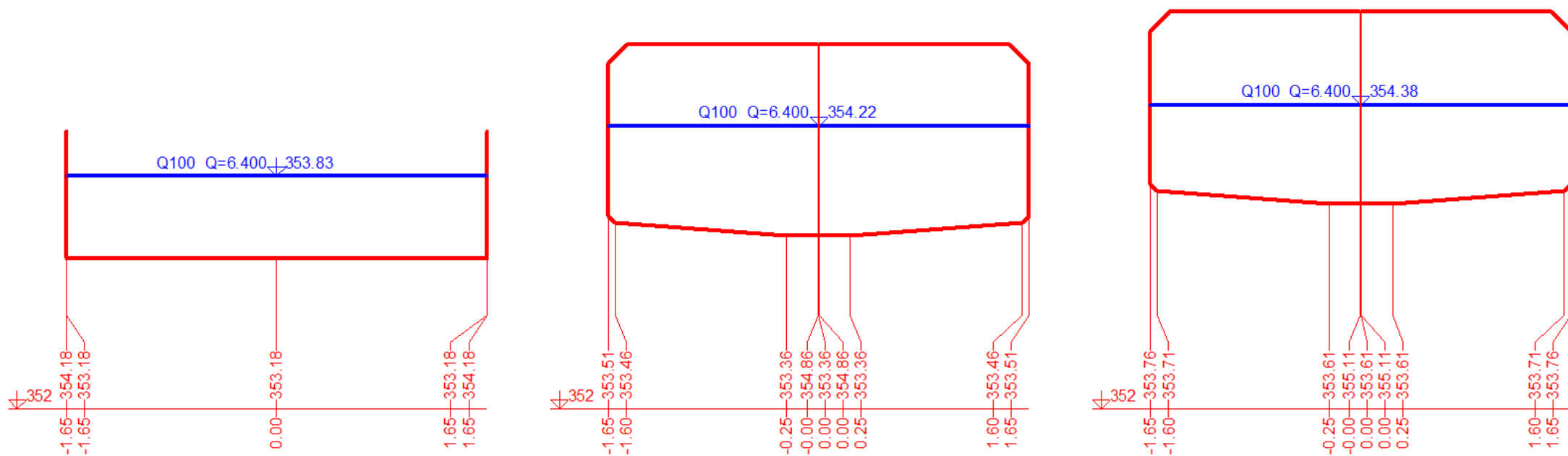


## Schéma profilu v trati

### PF 00c ř.km 0.005

### PF 01a ř.km 0.038

### PF 00a Výtok ř.km 0.000



## Schéma profilu v nátoku

## PF 01c ř.km 0.038

