



Vodohospodářská opatření III v k. ú. Bolešiny

*Název stavby:
Rekonstrukce vodní nádrže VN 1 a výstavba
přehrážek na toku*

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE
PRO VYDÁNÍ STAVEBNÍHO POVOLENÍ A PROVEDENÍ
STAVBY

E.5 Hydrotechnické výpočty

PRAHA
ŘÍJEN 2018

KONZUMČNÍ KŘIVKA POŽERÁKU

Dokonalý přepad přes dlužovou stěnu:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

h - výška přepadajícího paprsku (vyhrazených dluží)

Součinitel boční kontrakce na přepadu:

$$\mu = 0,578 + \frac{3,615}{1000 \cdot h + 1,6}$$

b - délka přelivné hrany

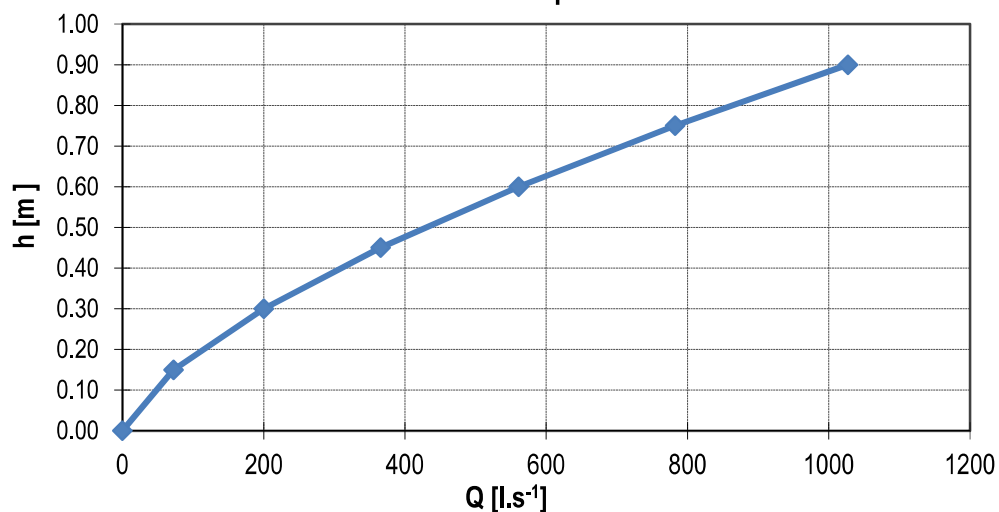
b 0.7 m

kóta dlužové stěny

max. hladina

H [m n.m.]	h [m]	μ	Q [l.s ⁻¹]
435.70	0	0	0
435.85	0.15	0.602	72
436.00	0.30	0.590	200
436.15	0.45	0.586	366
436.30	0.60	0.584	561
435.45	0.75	0.583	782
436.60	0.90	0.582	1027

Konzumční křivka požeráku



Posouzení kapacity bezpečnostního přelivu

Průtok bezpečnostním přelivem byl vypočten pomocí vztahu:

$$Q = m \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}, \text{ kde}$$

m ... součinitel přepadu, pro širokou korunu uvažován $m=0,34$

b_0 ... střední šířka lichoběžníkového přelivu

g ... gravitační zrychlení = 9,81

h ... přepadová výška (uvažována nulová nátoková rychlostní výška)

Střední šířka lichoběžníkového profilu uvažována při $h = 0,45$ m, šířce dna přelivu 8,5 m a sklonech svahů přelivu 1:1,5.

$$b_0 = 9,18 \text{ m}$$

Po dosazení vypočtených hodnot:

b_0 ... účinná délka přelivné hrany = 9,18 m

m ... součinitel přepadu = 0,34

a při uvažování

h ... přepadová výška = 0,45 m

byla vypočtena kapacita přelivu na $Q_{\max} = 4,17 \text{ m}^3/\text{s}$

Kapacita spodní výpusti = 0,56 m³/s

Bezpečnostní přeliv s délkou přelivné hrany 8,5 m ve dně a sklony svahů 1:1,5 při přepadové výšce 0,45 m bezpečně převede společně s kapacitou spodní výpusti průtok Q_{100} .

$$4,17 + 0,56 = 4,73 \text{ m}^3/\text{s} > 4,65 \text{ m}^3/\text{s} = Q_{100}$$

Kapacita škrtícího otvoru

Volný výtok otvorem při $z_1 = 2.1$ m

Velikost otvoru

Průměr $d = 0.4$ m

Poloměr $r = 0.2$ m

Plocha $S = 0.13$ m²

Hloubka zatopení $z_1 = 2.1$ m

Hloubka těžiště $z_t = 2.3$ m

Tíhové zrychlení $g = 9.8$ m/s

Rychlostní součinitel $\varphi = 1$

Výtokový součinitel $\mu_v = 0.7$

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu_v \cdot b \cdot (2g)^{0.5} \cdot (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})$$

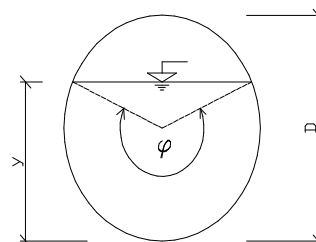
Průtok $Q = 0.59$ m³/s

Výtoková rychlost $v = 4.70$ m/s

ODPADNÍ POTRUBÍ - KONZUMČNÍ KŘIVKA

Návrhové parametry:

$i = 0.015$ podélný sklon
 $n = 0.012$ drsnost
 $D = 0.6$ m průměr potrubí

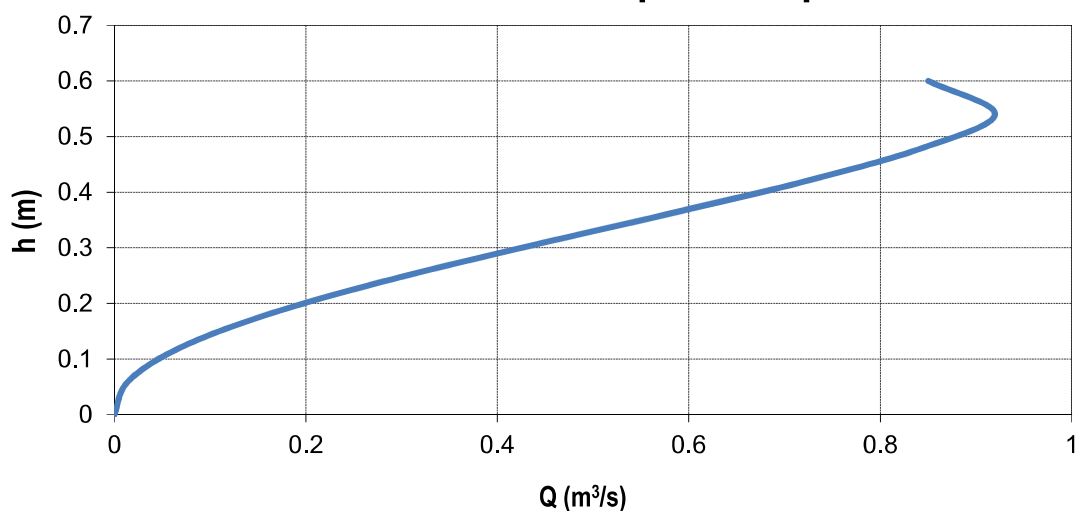


Parametry plného profilu:

$D = 0.6$ m
 $S_D = 0.283$ m²
 $O_D = 1.885$ m
 $Q_D = 0.850$ m³/s
 $v_D = 3.007$ m/s

y/D	y [m]	S [m ²]	O [m]	R [m]	Q [m ³ /s]	v [m/s]
0	0	0	0	0	0	0
0.1	0.06	0.015	0.387	0.038	0.014	1.001
0.2	0.12	0.040	0.557	0.073	0.068	1.699
0.3	0.18	0.072	0.696	0.103	0.160	2.249
0.4	0.24	0.106	0.824	0.128	0.282	2.673
0.5	0.3	0.141	0.942	0.150	0.425	3.007
0.6	0.36	0.177	1.061	0.166	0.576	3.256
0.7	0.42	0.211	1.189	0.178	0.723	3.419
0.8	0.48	0.242	1.329	0.182	0.845	3.485
0.9	0.54	0.268	1.499	0.179	0.920	3.434
1	0.6	0.283	1.885	0.150	0.850	3.007

Konzumční křivka odpadního potrubí



Konzumční křivka koryta:

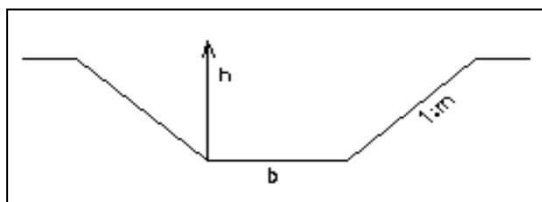
Parametry profilu:

- uvažovaný profil na konci skluzu

sklon nivelety dna $i = 16.7 \%$
 součinitel drsnosti $n = 0.069$ (rovnanina do betonu se zdrsněním 200 mm)

šířka dna $b = 2.00$ m

sklony levý břeh pravý břeh
 svahů 1.5 1.5



hloubka h [m]	délka levého břehu [m]	délka pravého břehu [m]	průtočná plocha S [m ²]	omočený obvod O [m]	hydraulic ký poloměr R [m]	Chezy C	průtočná rychlost [m/s]	kapacitní průtok [m ³ /s]
0.10	0.18	0.18	0.22	2.36	0.09	9.72	1.20	0.26
0.20	0.36	0.36	0.46	2.72	0.17	10.78	1.81	0.83
0.30	0.54	0.54	0.74	3.08	0.24	11.41	2.28	1.67
0.40	0.72	0.72	1.04	3.44	0.30	11.87	2.67	2.77
0.55	0.99	0.99	1.55	3.98	0.39	12.39	3.16	4.91
0.60	1.08	1.08	1.74	4.16	0.42	12.53	3.31	5.76
0.70	1.26	1.26	2.14	4.52	0.47	12.79	3.59	7.66
0.80	1.44	1.44	2.56	4.88	0.52	13.01	3.85	9.86

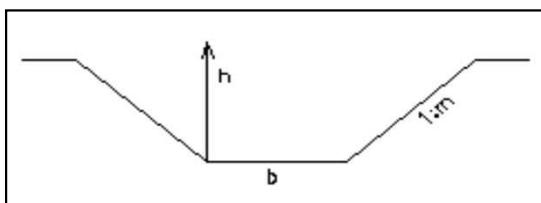
Parametry profilu:

- uvažovaný profil na začátku skluzu

sklon nivelety dna $i = 16.7 \%$
 součinitel drsnosti $n = 0.069$ (rovnanina do betonu se zdrsněním 200 mm)

šířka dna $b = 8.50$ m

sklony levý břeh pravý břeh
 svahů 1.5 1.5



hloubka h [m]	délka levého břehu [m]	délka pravého břehu [m]	průtočná plocha S [m ²]	omočený obvod O [m]	hydraulic ký poloměr R [m]	Chezy C	průtočná rychlost [m/s]	kapacitní průtok [m ³ /s]
0.10	0.18	0.18	0.87	8.86	0.10	9.83	1.26	1.09
0.20	0.36	0.36	1.76	9.22	0.19	11.00	1.96	3.46
0.25	0.45	0.45	2.22	9.40	0.24	11.39	2.26	5.02
0.30	0.54	0.54	2.69	9.58	0.28	11.72	2.54	6.81
0.40	0.72	0.72	3.64	9.94	0.37	12.26	3.03	11.03
0.50	0.90	0.90	4.63	10.30	0.45	12.68	3.47	16.06
0.60	1.08	1.08	5.64	10.66	0.53	13.03	3.87	21.85
0.70	1.26	1.26	6.69	11.02	0.61	13.33	4.24	28.37

Návrh tělesa patního drénu a filtru

Číslo nestejnozrnatosti materiálu ukládaného do hráze uvažováno dle IGP $C_u > 20$, $d_{50} = 0.17$

1. vrstva filtru, návrh frakce 0-4 mm

Kritérium filtrační stability	$D_{15}/d_{sf} < 4$
$d_{sf} = d_{50}$	
$D_{15} = 0.6$ mm	
$d_{50} = 0.17$	
$D_{15}/d_{sf} = 3.529$	< 4 vyhovuje

Kritérium propustnosti	$D_{15}/d_{15} > 4$
$d_{15} = 0.03$	
$D_{15} = 0.6$ mm	frakce 0-4
$D_{15}/d_{sf} = 20$	> 4 vyhovuje

2. vrstva filtru, návrh frakce 8-16 mm

$d_{10} = 0.4$ mm	<i>frakce 0-4</i>
$d_{60} = 2.4$ mm	<i>frakce 0-4</i>
$C_u = d_{60}/d_{10} = 6$	$C_u < 20$

Kritérium filtrační stability	$D_{15}/d_{sf} < 4$
$d_{sf} = d_{85}$	<i>frakce 0-4</i>
$D_{15} = 9.2$ mm	<i>frakce 8-16</i>
$d_{85} = 3.4$ mm	<i>frakce 0-4</i>
$D_{15}/d_{sf} = 2.706$	< 4 vyhovuje

Kritérium propustnosti	$D_{15}/d_{15} > 4$
$d_{15} = 0.6$	
$D_{15} = 9.2$ mm	
$D_{15}/d_{sf} = 15.33$	> 4 vyhovuje

3. vrstva tělo drénu, návrh frakce 32-63 mm

$$\begin{aligned}d_{10} &= 8.8 \quad \text{mm} && \text{frakce 8-16} \\d_{60} &= 12.8 \quad \text{mm} && \text{frakce 8-16} \\C_u = d_{60}/d_{10} &= 1.455 \quad C_u < 20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kritérium filtrační stability} &&& D_{15}/d_{sf} < 4 \\d_{sf} &= d_{85} && \text{frakce 8-16} \\D_{15} &= 40 \quad \text{mm} && \text{frakce 32-63} \\d_{85} &= 14.8 \quad \text{mm} && \text{frakce 8-16}\end{aligned}$$

$$D_{15}/d_{sf} = 2.703 < 4 \quad \textbf{vyhovuje}$$

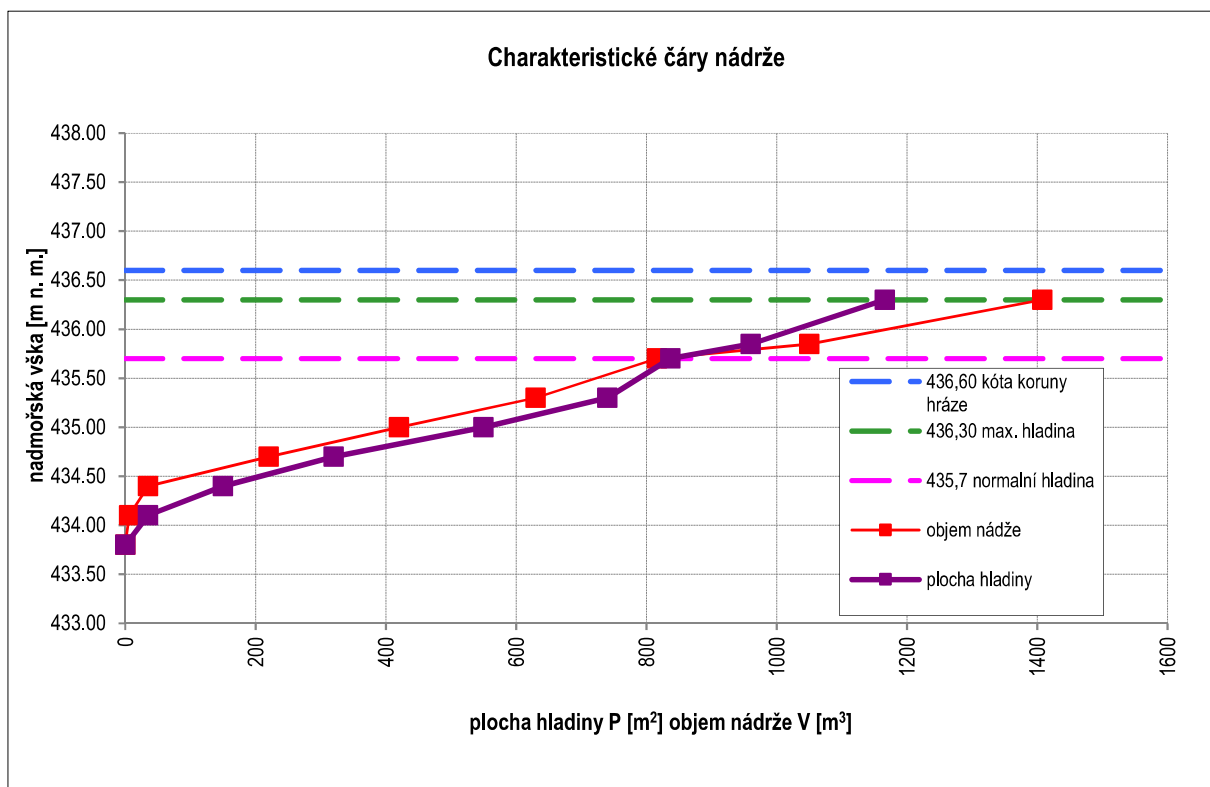
$$\begin{aligned}\text{Kritérium propustnosti} &&& D_{15}/d_{15} > 4 \\d_{15} &= 9.2 \\D_{15} &= 40 \quad \text{mm}\end{aligned}$$

$$D_{15}/d_{sf} = 4.348 > 4 \quad \textbf{vyhovuje}$$

Pro tělo drénu je navržena frakce 32-63 mm, s minimálním podílem 85 % hmotnosti částic větších než 40 mm

Charakteristické čáry nádrže (čára zatopených ploch, čára zatopených objemů)

	Nadmořská výška (m n. m.)	Plocha (m ²)	Objem (m ³)
Koruna hráze	436.60	-	-
Max. hladina (při Q ₁₀₀ , max hl. retenčního prostoru)	436.30	1166	1408
Hladina BP	435.85	960	1050
Normální hladina (zásobní prostor)	435.70	837	816
	435.30	740	630
	435.00	550	420
	434.70	320	220
	434.40	150	35
	434.10	35	6
Dno = kóta spodní výpusti (mrtvý prostor)	433.80	0	0



VÝPOČET TEORETICKÉ DOBY PLNĚNÍ

Celková doba plnění nádrže t (s) byla vypočtena dle vzorce:

$$t = \frac{V}{Q}$$

kde	V	je stálý objem nádrže (m^3)	=	816	m^3
	Q_a	průměrný roční průtok (m^3/s)	=	2	l/s
	Q_{330d}	zůstatkový průtok (m^3/s)	=	0.9	l/s
	Q	rozdíl průtoků (m^3/s)	=	1.1	l/s
	t	počítaný čas (s)			

Výpočet:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{816}{1.1} = 741818.182 \text{ s}$$

	206.1	hod
$t =$	8.6	dní

Nádrž VN1 bude za předpokladu dosažení průměrného ročního průtoku 2,0 l/s v toku naplněna za 9 dní. Při výpočtu byl zohledněn minimální zůstatkový průtok Q_{330d} , který bude i při napouštění nádrže v toku zajištěn.

VÝPOČET TEORETICKÉ DOBY PRÁZDNĚNÍ

Celková doba prázdnění nádrže **T** (s) byla vypočtena dle vzorce:

$$T = \frac{0,132 \cdot V}{m \cdot b_0 \cdot z^{1,5}} \quad [s]$$

kde V je stálý objem nádrže (m^3) $V = 816 \quad m^3$
 m součinitel přepadu $m = 0.407$
 z výška jedné dluže (m) $z = 0.2 \quad m$
 b_0 účinná šířka dluže se započtením vlivu kontrakce

$$b_0 = b \cdot \left(1 - \frac{0,3 \cdot z}{b + 1,5 \cdot z}\right) \quad [m]$$

kde b je skutečná šířka přepadové hrany (m) $b = 0.7 \quad m$

Výpočet:

$$b_0 = b \cdot \left(1 - \frac{0,3 \cdot z}{b + 1,5 \cdot z}\right) = 0.658 \quad m$$

$$T = \frac{0,132 \cdot V}{m \cdot b_0 \cdot z^{1,5}} = \begin{matrix} 4497 & s \\ 1.25 & \text{hod} \end{matrix}$$

$$\underline{\underline{T = 0.05 \quad \text{dne}}}$$

Nádrž VN1 bude vypuštěna postupným vyhrazováním dluží tak, že max. výška přepadového paprsku přes horní hranu dlužové stěny bude rovna max 0.3 m), min. výška bude rovna výšce jedné dluže. Při prázdnění nádrže tak bude brán ohled na statiku hráze.

- maximální výška vody, kterou je možno za jeden den vypustit: $h = 0.2 \quad m$
- počet dluží, které udržují normální hladinu (435,70 m n. m.):
 $n = 10 \quad \dots \text{dluže výšky } 0.2 \text{ m}$

- **Výsledná max. doba prázdnění :**

$$\underline{\underline{T = 10 \quad \text{dní}}}$$
