

**VN NA CVIČÁKU**

**B.1 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY**

## **OBSAH**

1. **Základní údaje o povodí**
2. **Bezpečnostní přeliv**
3. **Bilance nádrže**
4. **Prázdňení nádrže**
5. **Použitá literatura**

### **1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O POVODÍ**

<b>Základní údaje o povodí</b>	
Tok	Bezejmenný tok
Hydrologické číslo povodí	1-10-02-0460
Profil	
Plocha povodí	0,84 km <sup>2</sup>
Průměrná dlouhodobá roční výška srážek	608 mm
Průměrný dlouhodobý roční průtok	4,5 l/s
Nadmořská výška	472,00 - 476,00 m.n.m
Q <sub>330</sub>	1,0 l/s

<b>N-leté průtoky [m<sup>3</sup>/s]</b>							
1	2	5	10	20	50	100	třída
0,606	0,994	1,67	2,31	3,07	4,26	5,32	IV.

## 2. BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV

Korunový přímý lichoběžníkového profilu se sklonem svahů 1:5. Přeliv bude tvořen betonovými prahy s kamenným obkladem v horním líci. Mezi těmito prahy bude provedena kamenná dlažba z lomového kamene do betonu.

### SO 01 STÁVAJÍCÍ VODNÍ NÁDRŽ

PARAMETRY BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU	
Návrhový kulminační průtok	$Q_{100} = 5,32 \text{ m}^3/\text{s}$
Typ bezpečnostního přelivu	čelní, zpevněný průleh v hrázi
Délka přelivné hrany	$b = 11,5 \text{ m}$
Sklon svahů	$n = 1 : 5$
Kóta přepadové hrany BP	462,50 Bpv
Hladina maximální	$M_{\max} = 462,90 \text{ Bpv}$
Maximální výška přepadového paprsku	$h = 0,40 \text{ m}$
Kóta koruny hráze	463,00 Bpv

**Zásady návrhu:**

1. **návrhový průtok :**  $Q_{100} = 5,32 \text{ [m}^3/\text{s]}$
2. **typ bezpečnostního přelivu :** zpevněný průleh, lichoběžník
3. **přelivná hrana:** široká koruna
2. **součinitel přepadu  $m$  :**  $m = 0,360$
4. **délka přelivné hrany :**  $b = 11,5 \text{ [m]}$
5. **sklon bočních stěn**  $n = 5$
6. **nadmořská výška přelivné hrany**  $462,50 \text{ [m.n.m]}$

VÝPOČET BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU									
$Q = m \cdot (b + n \cdot h) \cdot (2g)^{0,5} \cdot h^{1,5}$									
$h$	$h^{1,5}$	$2g^{0,5}$	$m$	$n$	$b$	$(b + n \cdot h)$	$Q$	přeliv	$H$
[m]					[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	m.n.m	m.n.m
0,00	0,00	4,43	0,360	5,0	11,50	11,50	0,00	462,50	462,50
0,05	0,01	4,43	0,360	5,0	11,50	11,75	0,21	462,50	462,55
0,10	0,03	4,43	0,360	5,0	11,50	12,00	0,61	462,50	462,60
0,15	0,06	4,43	0,360	5,0	11,50	12,25	1,13	462,50	462,65
0,20	0,09	4,43	0,360	5,0	11,50	12,50	1,78	462,50	462,70
0,25	0,13	4,43	0,360	5,0	11,50	12,75	2,54	462,50	462,75
0,30	0,16	4,43	0,360	5,0	11,50	13,00	3,41	462,50	462,80
0,35	0,21	4,43	0,360	5,0	11,50	13,25	4,38	462,50	462,85
0,40	0,25	4,43	0,360	5,0	11,50	13,50	5,45	462,50	462,90
0,45	0,30	4,43	0,360	5,0	11,50	13,75	6,62	462,50	462,95

- $Q =$  návrhový kulminační průtok  $[\text{m}^3/\text{s}]$   
 $m =$  součinitel přepadu  
 $b =$  délka přelivné hrany  $[\text{m}]$   
 $h =$  výška přepadového paprsku při návrhovém průtoku  $[\text{m}]$   
 $n =$  průměr sklonu svahů bezpečnostního přelivu , obdélník  $n=0, 1:6 \text{ } n=6$

VN NA CVIČÁKU  
B.1 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

**SO 02 MVN 1**

PARAMETRY BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU	
Návrhový kulminační průtok	$Q_{100} = 5,32 \text{ m}^3/\text{s}$
Typ bezpečnostního přelivu	čelní, zpevněný průleh v hrázi
Délka přelivné hrany	$b = 11,5 \text{ m}$
Sklon svahů	$n = 1 : 5$
Kóta přepadové hrany BP	469,50 Bpv
Hladina maximální	$M_{\max} = 469,90 \text{ Bpv}$
Maximální výška přepadového paprsku	$h = 0,40 \text{ m}$
Kóta koruny hráze	470,00 Bpv

**Zásady návrhu:**

1. návrhový průtok :  $Q_{100} = 5,32 \text{ [m}^3/\text{s]}$
2. typ bezpečnostního přelivu : zpevněný průleh, lichoběžník
3. přelivná hrana: široká koruna
2. součinitel přepadu  $m = 0,360$
4. délka přelivné hrany :  $b = 11,5 \text{ [m]}$
5. sklon bočních stěn  $n = 5$
6. nadmořská výška přelivné hrany  $469,50 \text{ [m.n.m]}$

VÝPOČET BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU									
$Q = m \cdot (b + n \cdot h) \cdot (2g)^{0,5} \cdot h^{1,5}$									
h	$h^{1,5}$	$2g^{0,5}$	m	n	b	(b+n*h)	Q	přeliv	H
[m]					[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	m.n.m	m.n.m
0,00	0,00	4,43	0,360	5,0	11,50	11,50	0,00	469,50	469,50
0,05	0,01	4,43	0,360	5,0	11,50	11,75	0,21	469,50	469,55
0,10	0,03	4,43	0,360	5,0	11,50	12,00	0,61	469,50	469,60
0,15	0,06	4,43	0,360	5,0	11,50	12,25	1,13	469,50	469,65
0,20	0,09	4,43	0,360	5,0	11,50	12,50	1,78	469,50	469,70
0,25	0,13	4,43	0,360	5,0	11,50	12,75	2,54	469,50	469,75
0,30	0,16	4,43	0,360	5,0	11,50	13,00	3,41	469,50	469,80
0,35	0,21	4,43	0,360	5,0	11,50	13,25	4,38	469,50	469,85
0,40	0,25	4,43	0,360	5,0	11,50	13,50	5,45	469,50	469,90
0,45	0,30	4,43	0,360	5,0	11,50	13,75	6,62	469,50	469,95

**SO 03 MVN 3**

PARAMETRY BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU	
Návrhový kulminační průtok	$Q_{100} = 5,32 \text{ m}^3/\text{s}$
Typ bezpečnostního přelivu	čelní, zpevněný průleh v hrázi
Délka přelivné hrany	$b = 11,5 \text{ m}$
Sklon svahů	$n = 1 : 5$
Kóta přepadové hrany BP	473,50 Bpv
Hladina maximální	$M_{\max} = 473,90 \text{ Bpv}$
Maximální výška přepadového paprsku	$h = 0,40 \text{ m}$
Kóta koruny hráze	474,00 Bpv

VN NA CVIČÁKU  
B.1 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

**Zásady návrhu:**

- |                                   |                              |               |         |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------|---------|
| 1. návrhový průtok :              | $Q_{100} =$                  | <b>5,32</b>   | [m³/s]  |
| 2. typ bezpečnostního přelivu :   | zpevněný průleh, lichoběžník |               |         |
| 3. přelivná hrana:                | široká koruna                |               |         |
| 2. součinitel přepadu m :         | $m =$                        | <b>0,360</b>  |         |
| 4. délka přelivné hrany :         | $b =$                        | <b>11,5</b>   | [m]     |
| 5. sklon bočních stěn             | $n =$                        | <b>5</b>      |         |
| 6. nadmořská výška přelivné hrany |                              | <b>473,50</b> | [m.n.m] |

VÝPOČET BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU									
$Q = m \cdot (b + n \cdot h) \cdot (2g)^{0,5} \cdot h^{1,5}$									
h	$h^{1,5}$	$2g^{0,5}$	m	n	b	(b+n*h)	Q	přeliv	H
[m]					[m]	[m]	[m³/s]	m.n.m	m.n.m
0,00	0,00	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	11,50	<b>0,00</b>	473,50	473,50
0,05	0,01	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	11,75	<b>0,21</b>	473,50	473,55
0,10	0,03	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	12,00	<b>0,61</b>	473,50	473,60
0,15	0,06	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	12,25	<b>1,13</b>	473,50	473,65
0,20	0,09	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	12,50	<b>1,78</b>	473,50	473,70
0,25	0,13	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	12,75	<b>2,54</b>	473,50	473,75
0,30	0,16	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	13,00	<b>3,41</b>	473,50	473,80
0,35	0,21	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	13,25	<b>4,38</b>	473,50	473,85
0,40	0,25	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	13,50	<b>5,45</b>	473,50	473,90
0,45	0,30	4,43	0,360	5,0	<b>11,50</b>	13,75	<b>6,62</b>	473,50	473,95

**Bezpečnostní přeliv převede  $Q_{100}$  při výšce přepadového paprsku 0,40 m a délce přelivné hrany  $b = 11,50$  m.**

### 3. BILANCE NÁDRŽE

#### SO 01 STÁVAJÍCÍ VODNÍ NÁDRŽ

ztráty nádrže výparem													
Ms [m.n.m]	462,50			s výpar [mm/rok]			1200	S <sub>n</sub> [m²]			3120		
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ rok
výpar rozdělení[%]	1	2	6	9	12	14	16	15	11	7	5	2	100
měsíční výpar[mm]	12,0	24,0	72,0	108,0	144,0	168,0	192,0	180,0	132,0	84,0	60,0	24,0	1200,0
výpar [m³]	37,4	74,9	224,6	337,0	449,3	524,2	599,0	561,6	411,8	262,1	187,2	74,9	3744,0

ztráta vody vsakem do dna a infiltrací dnem nádrže							
$Q = k \cdot f \cdot (H + k) / h$							
k	f	H	h	Q	Q	Q	Q
[m/s]	[m²]	[m]	[m]	[m³/s]	[m³/den]	[m³/měs]	[m³/rok]
0,0000001	3385	0	1,23	0,000339	29,25	877,39	<b>10674,94</b>

$k$  = součinitel propustnosti dna [m/s]

VN NA CVIČÁKU  
B.1 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

f=plocha dna a svahů rybníka [m<sup>2</sup>]  
h=hloubka vody v rybníku [m]  
H=hladina spodní vody [m]

ztráta vody průsakem hrází nádrže					Zn=k*B*(H <sup>2</sup> /2L)				
k	n	L <sub>o</sub>	L	h	B	Z <sub>n</sub>	Z <sub>n</sub>	Z <sub>n</sub>	Z <sub>n</sub>
[m/s]		[m]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /den]	[m <sup>3</sup> /měs]	[m <sup>3</sup> /rok]
0,0000001	3	17	15,5	2,5	55	1,11E-06	0,10	2,87	34,97

k=součinitel propustnosti dna [m/s]

L=L<sub>o</sub>-0,5\*n [m]

n=sklon návodního líce

L<sub>o</sub>=šířka hráze v základně [m]

B=délka hráze [m]

h=výška vody u hráze [m]

ROČNÍ BILANCE NÁDRŽE						
		[m/rok]	[l/s/ha]	plocha	[l/s]	[m <sup>3</sup> /rok]
průměrný dlouhodobý roční průtok	Q <sub>a</sub>				3,55	111952,80
<b>součet přítoků</b>					<b>3,55</b>	<b>111952,80</b>
vsak do dna nádrže						10674,94
průsak hrází nádrže						34,97
výpar					0,12	3744,00
zaručený odtok	Q <sub>330</sub>				1,00	31536,00
obměna vody v nádrži			0,4	0,312	0,12	3935,69
<b>součet ztrát</b>					<b>1,24</b>	<b>49925,60</b>
<b>roční bilance nádrže</b>					<b>2,31</b>	<b>62027,20</b>
<b>Roční bilance nádrže je aktivní</b>					<b>62027,20</b>	<b>[m<sup>3</sup>/rok]</b>

doba napouštění nádrže					
průměrný přítok po odečtení ztrát	2,30	[l/s]			
prostor stálého nadržení V <sub>s</sub> při M <sub>s</sub>	3020,00	[m <sup>3</sup> ]			
<b>doba napouštění nádrže</b>	<b>1315105</b>	<b>[s]</b>	<b>=</b>	<b>15,2</b>	<b>[dne]</b>

VN NA CVIČÁKU  
B.1 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

ztráty nádrže výparem													
Ms [m.n.m]	469,50			výpar [mm/rok]			1200	S <sub>n</sub> [m²]			5530		
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ rok
výpar rozdělení[%]	1	2	6	9	12	14	16	15	11	7	5	2	100
měsíční výpar[mm]	12,0	24,0	72,0	108,0	144,0	168,0	192,0	180,0	132,0	84,0	60,0	24,0	1200,0
výpar [m³]	66,4	132,7	398,2	597,2	796,3	929,0	1061,8	995,4	730,0	464,5	331,8	132,7	6636,0

ztráta vody vsakem do dna a infiltrací dnem nádrže							
$Q=k*f*(H+k)/h$							
k	f	H	h	Q	Q	Q	Q
[m/s]	[m²]	[m]	[m]	[m³/s]	[m³/den]	[m³/měs]	[m³/rok]
0,0000001	7500	0	1,23	0,00075	64,80	1944,00	23652,00

k=součinitel propustnosti dna [m/s]

f=plocha dna a svahů rybníka [m²]

h=hloubka vody v rybníku [m]

H=hladina spodní vody [m]

ztráta vody průsakem hrází nádrže									
$Z_n=k*B*(H^2/2L)$									
k	n	L <sub>o</sub>	L	h	B	Z <sub>n</sub>	Z <sub>n</sub>	Z <sub>n</sub>	Z <sub>n</sub>
[m/s]		[m]	[m]	[m]	[m]	[m³/s]	[m³/den]	[m³/měs]	[m³/rok]
0,0000001	3	25	23,5	4	106	3,61E-06	0,31	9,35	113,80

k=součinitel propustnosti dna [m/s]

L=L<sub>o</sub>-0,5\*n [m]

n=sklon návodního líce

L<sub>o</sub>=šířka hráze v základně [m]

B=délka hráze [m]

h=výška vody u hráze [m]

ROČNÍ BILANCE NÁDRŽE						
		[m/rok]	[l/s/ha]	plocha	[l/s]	[m³/rok]
průměrný dlouhodobý roční průtok	Q <sub>a</sub>				3,55	111952,80
součet přítoků					3,55	111952,80
vsak do dna nádrže						23652,00
průsak hrází nádrže						113,80
výpar					0,21	6636,00
zaručený odtok	Q <sub>330</sub>				1,00	31536,00
obměna vody v nádrži			0,4	0,553	0,22	6975,76
součet ztrát					1,43	68913,56
roční bilance nádrže					2,12	43039,24

VN NA CVIČÁKU  
B.1 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

doba napouštění nádrže				
průměrný přítok po odečtení ztrát	2,12	[l/s]		
prostor stálého nadržení $V_s$ při $M_s$	5510,00	[m³]		
<b>doba napouštění nádrže</b>	<b>2601052</b>	<b>[s]</b>	<b>=</b>	<b>30,1 [dne]</b>

### SO 03 MVN 3

ztráty nádrže výparem													
$M_s$ [m.n.m]	473,50			$\varnothing$ výpar [mm/rok]			1200	$S_n$ [m²]			2020		
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\Sigma$ rok
výpar rozdělení[%]	1	2	6	9	12	14	16	15	11	7	5	2	100
měsíční výpar[mm]	12,0	24,0	72,0	108,0	144,0	168,0	192,0	180,0	132,0	84,0	60,0	24,0	1200,0
výpar [m³]	24,2	48,5	145,4	218,2	290,9	339,4	387,8	363,6	266,6	169,7	121,2	48,5	2424,0

ztráta vody vsakem do dna a infilrací dnem nádrže							
$Q=k*f*(H+k)/h$							
k	f	H	h	Q	Q	Q	Q
[m/s]	[m²]	[m]	[m]	[m³/s]	[m³/den]	[m³/měs]	[m³/rok]
0,0000001	3500	0	2,8	0,00035	30,24	907,20	11037,60

k=součinitel propustnosti dna [m/s]

f=plocha dna a svahů rybníka [m²]

h=hĺoubka vody v rybníku [m]

H=hĺadina spodní vody [m]

ztráta vody průsakem hrází nádrže									
$Z_n=k*B*(H^2/2L)$									
k	n	$L_o$	L	h	B	$Z_n$	$Z_n$	$Z_n$	$Z_n$
[m/s]		[m]	[m]	[m]	[m]	[m³/s]	[m³/den]	[m³/měs]	[m³/rok]
0,0000001	3	15,5	14	2,8	65	1,82E-06	0,16	4,72	57,40

k=součinitel propustnosti dna [m/s]

$L=L_o-0,5*n$  [m]

n=sklon návodního líce

$L_o$ =šířka hráze v základně [m]

B=délka hráze [m]

h=výška vody u hráze [m]

ROČNÍ BILANCE NÁDRŽE						
		[m/rok]	[l/s/ha]	plocha	[l/s]	[m³/rok]
průměrný dlouhodobý roční průtok	$Q_a$				3,55	111952,80
<b>součet přítoků</b>					<b>3,55</b>	<b>111952,80</b>
vsak do dna nádrže						11037,60



VN NA CVIČÁKU  
B.1 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

průsak hrází nádrže						57,40
výpar					0,08	2424,00
zaručený odtok	$Q_{330}$				1,00	31536,00
obměna vody v nádrži			0,4	0,202	0,08	2548,11
<b>součet ztrát</b>					<b>1,16</b>	<b>47603,10</b>
<b>roční bilance nádrže</b>					<b>2,39</b>	<b>64349,70</b>
<b>Roční bilance nádrže je aktivní</b>					<b>64349,70</b>	<b>[m³/rok]</b>

doba napouštění nádrže				
průměrný přítok po odečtení ztrát	2,39	[l/s]		
prostor stálého nadržení $V_s$ při $M_s$	1990,00	[m³]		
<b>doba napouštění nádrže</b>	<b>831823</b>	<b>[s]</b>	<b>=</b>	<b>9,6 [dne]</b>

#### 4. PRÁZDNĚNÍ NÁDRŽE

##### SO 01 STÁVAJÍCÍ VODNÍ NÁDRŽ

PRÁZDNĚNÍ NÁDRŽE				
	H [m.n.m]	max.hloubka[m]	výška dluže [m]	povolený pokles[m/den]
$M_s$	462,50	2,50	0,150	0,300
dno	460,00			
<b>doba vypouštění nádrže bude</b>		<b>200,00</b>	<b>hod</b>	<b>= 8,33 dne</b>

##### SO 02 MVN 2

PRÁZDNĚNÍ NÁDRŽE				
	H [m.n.m]	max.hloubka[m]	výška dluže [m]	povolený pokles[m/den]
$M_s$	469,50	4,00	0,150	0,300
dno	465,50			
<b>doba vypouštění nádrže bude</b>		<b>320,00</b>	<b>hod</b>	<b>= 13,33 dne</b>

##### SO 03 MVN 3

PRÁZDNĚNÍ NÁDRŽE				
	H [m.n.m]	max.hloubka[m]	výška dluže [m]	povolený pokles[m/den]
$M_s$	473,50	2,80	0,150	0,300
dno	470,70			
<b>doba vypouštění nádrže bude</b>		<b>224,00</b>	<b>hod</b>	<b>= 9,33 dne</b>

#### 5. POUŽITÁ LITERATURA

VN NA CVIČÁKU  
B.1 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

- Hydroprojekt Brno 1987 - Typizační směrnice :Navrhování výpustných zařízení MVN
- Hydroprojekt Brno 1987 - Typizační směrnice : Břehové žlabové přelivné objekty
- Hydroprojekt Brno 1987 - Typizační směrnice : Objekty malých vodních nádrží
- Doc.Ing.Karel Vrána Csc, Ing.Jan Beran - Skripta : Rybníky a účelové nádrže
- Hydroprojekt Brno - TN : Vodní nádrže a zdrže
- Hydroprojekt Brno - TN : Vodní nádrže a zdrže
- Hydroprojekt Brno - TN : Odběrné a výpustné objekty na vodních tocích
- Doc.Ing.Jiří Kunštátský - Hydraulické výpočty propustků a mostů
- Tomáš Just a kol. – Vodohospodářské revitalizace
- ČSN 75 24 10 Malé vodní nádrže
- Matematické,fyzikální a chemické tabulky

V Karlových Varech      12/2014

Vypracoval Ing. Antonín Kavan