PŘÍLOHA 02 – HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

Stanovení $Q_{10\,000}$

Tabulka č. 0.1: N-leté průtoky toku Jezernice

Tok	Profil	Q_1	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
		$[m^3.s^{-1}]$	$[m^3.s^{-1}]$	$[m^3.s^{-1}]$	$[m^3.s^{-1}]$	$[m^3.s^{-1}]$	$[m^3.s^{-1}]$	$[m^3.s^{-1}]$
Jezernice	Nad obcí Podhoří	12.70	18.60	25.80	31.10	36.10	47.30	52.50

Tabulka č. 0.2: Určení průtoku $Q_{10\,000}$

Varianta 1. log (N)			Varianta 3. log log (N), log (Q)		
	log (N)	Q(y)		log log (N)	log (Q)
1	0.000	12.70	1		
2	0.301	18.60	2	-0.521	1.27
5	0.699	25.80	5	-0.156	1.41
10	1.000	31.10	10	0.000	1.49
20	1.301	36.10	20	0.114	1.56
50	1.699	47.30	50	0.230	1.67
100	2.000	52.50	100	0.301	1.72
10 000	Q_{10000} $[m^3/s]$=	91.82	10 000	Q_{10000} $[m^3/s]$=	71.35
Varianta 2. log (N), log (Q)			Varianta 4. log log (N), log log (Q)		
	log (N)	log (Q)		log log (N)	log log (Q)
1	0.000	1.10	1		
2	0.301	1.27	2	-0.521	0.10
5	0.699	1.41	5	-0.156	0.15
10	1.000	1.49	10	0.000	0.17
20	1.301	1.56	20	0.114	0.19
50	1.699	1.67	50	0.230	0.22
100	2.000	1.72	100	0.301	0.24
10 000	Q_{10000} $[m^3/s]$=	227.98	10 000	Q_{10000} $[m^3/s]$=	78.49

Q_{10000} $[m^3/s]$ =	**80.6**

Pro odvození $Q_{10\ 000}$ byla použita metoda logaritmické extrapolace kulminačních N-letých průtoků při zachování polynomického trendu. Ze získaných hodnot se vypočítal průměr, který se rovná hodnotě $Q_{10\ 000}$.

Pozn.: Výsledek s nejrozdílnější hodnotou se do průměru nezahrnuje.

VARIANTA 1

- Výběh větrové vlny

Tabulka č. 1.1: Výpočet výběhu větrové vlny

hloubka vody	H [m] =	50.00
rychlost větru 10 m nad zemí	w_{10z} [m/s] =	23
efektivní délka rozběhu vlny	L_{ef} [m] =	342.07
součinitel	K [-] =	1.21
rychlost větru 10 m nad hladinou vody	w_{10v} [m/s] =	34.86
-	$g*L_{ef}/w_{10v}^2$	2.76
-	$g*H/w_{10v}^2$	0.40
získáno z grafu 1	$g*hc/w^2_{10v}$	0.01
získáno z grafu 2	$g*T/2\pi*w_{10v}$	0.12
výška vlny	h_c [m]	0.62
perioda vlny	T_c [s]	2.68
délka vlny	λ [m]	11.20
součinitel opevnění	k_d [-]	1
součinitel	k_p [-]	2.3
sklon svahu	-	1 : 1,75
cotg úhlu sklonu svahu	cotg(α)	1.75
výška vlny s pravděpodobností 1%	$h_{1\%}$ [m]	0.86
výběh vlny s pravděpodobností 1%	$H_{v1\%}$ [m]	1.99
součinitel pro pravděpodobnost 13%	ki [-]	0.85
výběh vlny	h_w [m]	1.70

Výpočty postupovaly podle normy ČSN 75 0255, která zohledňuje délku rozběhu vlny L_{ef}.

- Průsak těsněním

Tabulka č. 1.2: Stanovení průsaku těsněním

k [m/s]	1E-11
H [m]	50.83
t [mm]	100
L_1 [m]	189
L_2 [m]	47
Q [m^3/s]	0.000012
Q [m^3/rok]	384.36

Pro určení průsaku těsněním se použila rovnice:

$$Q = \frac{k}{6}\frac{H^2}{t}(L_1 + 2L_2)$$

kde:

Q ... průsak těsněním,

k ... hydraulická vodivost těsnění,

t ... tloušťka vrstvy těsnění,

L_1 ... délka koruny hráze,

L_2 ... délka ve dně hráze,

H ... výška hráze.

U návodního asfaltobetonového těsnění jsou postupy výpočtů průsaku těsněním dle výše zmíněné metody netypické, protože rovnice odpovídá spíše hydropedologickým účelům. Průsak asfaltobetonového těsnění je většinou stanoven výrobcem.

- Boční bezpečnostní přeliv

Pro určení kapacity bočního bezpečnostního přelivu a konsumční křivky byly použity tyto vztahy:

$$\mu_p = 0{,}312 + \sqrt{0{,}3 - 0{,}01\left(5 - \frac{h}{r}\right)^2} + 0{,}09\frac{h}{s}$$

$$\text{pro } 0{,}02 < r < s \qquad h \leq r\left(6 - \frac{20r}{s+3r}\right)$$

kde:

μ_p ... součinitel přepadu,

h ... přepadová výška,

r ... poloměr zaoblení přepadové hrany,

s ... hloubka vody před přepadem.

$$Q = \frac{2}{3}\mu_p b_0 \sqrt{2g} h_0^{\frac{3}{2}}$$

kde:

Q ... návrhový průtok,

μ_p ... součinitel přepadu,

b_0 ... účinná šířka přelivu,

g ... gravitační zrychlení,

h ... přepadová výška.

Tabulka č. 1.3: Výpočet bočního bezpečnostního přelivu

H	h	μ_p	m	b0	Q
[m n.m.]	[m]	[-]	[-]	[m]	[m3/s]
385.59	0.00	0.54	0.36	30.00	0.00
385.64	0.05	0.56	0.37	29.99	0.55
385.69	0.10	0.58	0.39	29.98	1.62
385.74	0.15	0.60	0.40	29.97	3.08
385.79	0.20	0.62	0.41	29.96	4.89
385.84	0.25	0.64	0.42	29.95	7.03
385.89	0.30	0.65	0.43	29.94	9.47
385.94	0.35	0.67	0.44	29.93	12.21
385.99	0.40	0.68	0.45	29.92	15.23
386.04	0.45	0.70	0.46	29.91	18.54
386.09	0.50	0.71	0.47	29.90	22.12
386.14	0.55	0.72	0.48	29.89	25.97
386.19	0.60	0.73	0.49	29.88	30.08
386.24	0.65	0.75	0.50	29.87	34.44
386.29	0.70	0.76	0.50	29.86	39.06
386.34	0.75	0.77	0.51	29.85	43.92
386.39	0.80	0.78	0.52	29.84	49.02
386.44	0.85	0.79	0.52	29.83	54.35
386.49	0.90	0.80	0.53	29.82	59.92

H	h	μ_p	m	b0	Q
[m n.m.]	[m]	[-]	[-]	[m]	[m3/s]
386.54	0.95	0.81	0.54	29.81	65.72
386.59	1.00	0.82	0.54	29.80	71.74
386.64	1.05	0.82	0.55	29.79	77.98
386.69	1.10	0.83	0.55	29.78	84.44
386.74	1.15	0.84	0.56	29.77	91.10
386.79	1.20	0.85	0.57	29.76	97.97
386.84	1.25	0.86	0.57	29.75	105.05
386.89	1.30	0.86	0.58	29.74	112.32
386.94	1.35	0.87	0.58	29.73	119.78

- Šachtový bezpečnostní přeliv

Pro výpočet šachtového bezpečnostního přelivu je použita rovnice:

$$Q = mb_0\sqrt{2g}h_0^{\frac{3}{2}}$$

kde:

Q ... návrhový průtok

m ... součinitel přepadu,

b_0 ... účinná šířka přelivu,

g ... gravitační zrychlení,

h ... přepadová výška.

Pro součinitel přepadu Haindl udává vztah:

$$m = 0{,}461\left(\frac{h}{r}\right)^{0{,}033}$$

kde:

h ... přepadová výška,

r ... poloměr koruny přelivu.

Tabulka č. 1.4: Šachtový bezpečnostní přeliv

H	h	m	Q	H	h	m	Q
[m n.m.]	[m]	[-]	[m3/s]	[m n.m.]	[m]	[-]	[m3/s]
385.6	0.00	0.000	0.00	386.35	0.75	0.431	44.89
385.65	0.05	0.394	0.71	386.40	0.80	0.432	49.56
385.70	0.10	0.403	2.04	386.45	0.85	0.433	54.38
385.75	0.15	0.409	3.81	386.50	0.90	0.434	59.36
385.80	0.20	0.413	5.92	386.55	0.95	0.434	64.49
385.85	0.25	0.416	8.33	386.60	1.00	0.435	69.77
385.90	0.30	0.418	11.02	386.65	1.05	0.436	75.19
385.95	0.35	0.420	13.95	386.70	1.10	0.436	80.75
386.00	0.40	0.422	17.12	386.75	1.15	0.437	86.44
386.05	0.45	0.424	20.51	386.80	1.20	0.438	92.27
386.10	0.50	0.425	24.11	386.85	1.25	0.438	98.23
386.15	0.55	0.427	27.90	386.90	1.30	0.439	104.31
386.20	0.60	0.428	31.88	386.95	1.35	0.439	110.53
386.25	0.65	0.429	36.05	387.00	1.40	0.440	116.86
386.30	0.70	0.430	40.38				

- Spodní výpusti

K určení kapacity spodních výpustí je použita rovnice:

$$Q = \sqrt{\frac{2gH}{1 + \sum\xi + \lambda\frac{l}{d}}}$$

kde:

g ... gravitační zrychlení,

H ... výška hladiny,

ξ ... součinitel místních ztrát,

λ ... součinitel ztrát třením,

l ... délka potrubí,

d .... průměr potrubí.

Tabulka č. 1.5: Stanovení kapacity spodních výpustí

H	h	Q	
		1 Výpust	2 Výpusti
[m n.m.]	[m]	[m^3/s]	[m^3/s]
382.44	45.44	17.80	35.59
382.64	45.64	17.84	35.67
382.84	45.84	17.88	35.75
383.04	46.04	17.91	35.83
383.24	46.24	17.95	35.91
383.44	46.44	17.99	35.98
383.64	46.64	18.03	36.06
383.84	46.84	18.07	36.14
384.04	47.04	18.11	36.22
384.24	47.24	18.15	36.29
384.44	47.44	18.18	36.37
384.64	47.64	18.22	36.45
384.84	47.84	18.26	36.52
385.04	48.04	18.30	36.60
385.24	48.24	18.34	36.67
385.44	48.44	18.37	36.75
385.64	48.64	18.41	36.83
385.84	48.84	18.45	36.90
386.04	49.04	18.49	36.98

- Odpadní chodba

Pro stanovení kapacity odpadní chodby je použita rovnice:

$$Q = C * S * \sqrt{R * i}$$

$$C = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}}$$

$$R = \frac{S}{O}$$

kde:

C ... rychlostní součinitel,

S ... průtočná plocha,

R ... hydraulický poloměr,

i ... sklon ,

n ... drsnostní součinitel,

O ... omočený obvod.

Tabulka č. 1.6: Výpočet kapacity odpadní chodby

h	S	O	R	c	Q	v	Fr	Proudění
[m]	[m2]	[m]	[m]	[-]	[m3/s]	[m/s]	[-]	[-]
0.00	0.00	3.00	-	-	0.00	-	-	-
0.05	0.15	3.10	0.05	50.30	0.27	1.82	2.60	bystřinné
0.10	0.30	3.20	0.09	56.17	0.85	2.83	2.85	bystřinné
0.15	0.45	3.30	0.14	59.79	1.63	3.63	2.99	bystřinné
0.20	0.60	3.40	0.18	62.41	2.58	4.31	3.08	bystřinné
0.25	0.75	3.50	0.21	64.46	3.68	4.90	3.13	bystřinné
0.30	0.90	3.60	0.25	66.14	4.89	5.43	3.17	bystřinné
0.35	1.05	3.70	0.28	67.55	6.21	5.91	3.19	bystřinné
0.40	1.20	3.80	0.32	68.77	7.62	6.35	3.21	bystřinné
0.45	1.35	3.90	0.35	69.83	9.11	6.75	3.21	bystřinné
0.50	1.50	4.00	0.38	70.77	10.68	7.12	3.22	bystřinné
0.55	1.65	4.10	0.40	71.60	12.32	7.46	3.21	bystřinné
0.60	1.80	4.20	0.43	72.36	14.01	7.78	3.21	bystřinné
0.65	1.95	4.30	0.45	73.04	15.76	8.08	3.20	bystřinné
0.70	2.10	4.40	0.48	73.67	17.56	8.36	3.19	bystřinné
0.75	2.25	4.50	0.50	74.24	19.41	8.63	3.18	bystřinné
0.80	2.40	4.60	0.52	74.77	21.30	8.87	3.17	bystřinné
0.85	2.55	4.70	0.54	75.26	23.23	9.11	3.15	bystřinné
0.90	2.70	4.80	0.56	75.71	25.19	9.33	3.14	bystřinné
0.95	2.85	4.90	0.58	76.14	27.19	9.54	3.13	bystřinné
1.00	3.00	5.00	0.60	76.53	29.22	9.74	3.11	bystřinné
1.05	3.15	5.10	0.62	76.90	31.28	9.93	3.09	bystřinné
1.10	3.30	5.20	0.63	77.25	33.37	10.11	3.08	bystřinné
1.15	3.45	5.30	0.65	77.58	35.48	10.28	3.06	bystřinné
1.20	3.60	5.40	0.67	77.89	37.62	10.45	3.05	bystřinné
1.25	3.75	5.50	0.68	78.18	39.78	10.61	3.03	bystřinné
1.30	3.90	5.60	0.70	78.46	41.96	10.76	3.01	bystřinné

VARIANTA 3 – Horní nádrž

- Varianta 3 - Výběh vlny horní nádrže

Tabulka 3.1: Výpočet výběhu větrové vlny horní nádrže

hloubka vody	H [m] =	30.00
rychlost větru 10 m nad zemí	w_{10z} [m/s] =	23.00
efektivní délka rozběhu vlny	Lef [m] =	312.03
součinitel	K [-] =	1.20
rychlost větru 10 m nad hladinou vody	w_{10v} [m/s] =	34.60
-	$g*L_{ef}/w_{10v}^2$	2.56
-	$g*H/w_{10v}^2$	0.25
získáno z grafu 1	$g*hc/w^2_{10v}$	0.01
získáno z grafu 2	$g*T/2\pi*w_{10v}$	0.12
výška vlny	h_c [m]	0.61
perioda vlny	T_c [s]	2.66
délka vlny	λ [m]	11.04
součinitel opevnění	k_d [-]	1
součinitel	k_p [-]	2.4
sklon svahu	-	1 : 1,75
cotg úshlu sklonu svahu	cotg(α)	1.75
výška vlny s pravděpodobností 1%	$h_{1\%}$ [m]	0.85
výběh vlny s pravděpodobností 1%	$h_{v1\%}$ [m]	2.05
součinitel pro pravděpodobnost 13%	ki [-]	0.85
výběh vlny	h_w [m]	1.80

Výpočty postupovaly podle normy ČSN 75 0255, která zohledňuje délku rozběhu vlny L_{ef}.

- Varianta 3 - Průsak těsněním horní nádrže

Tabulka č. 3.2: Stanovení průsaku těsněním – horní nádrž

k [m/s]	1E-11
H [m]	25.00
t [mm]	100
L1 [m]	1605
L2 [m]	1269
Q [m3/s]	0.000043
Q [m3/rok]	1 360.98

Výpočty stanovení průsaku těsněním odpovídají výpočtům použitých u stanovení průsaku těsněním varianty 1.

- Varianta 3 - Produkce elektrické energie

Ztráty na přivaděči byly stanoveny ze vztahu:

$$z = \left(\lambda \frac{L}{D} + \xi\right) \frac{Q^2}{S^2 2g}$$

kde:

z ... ztrátová výška,

λ ... součinitel ztrát třením,

L ... délka potrubí,

D ... průměr potrubí,

ξ ... součinitel místních ztrát,

Q ... průtok,

S ... plocha potrubí,

g ... gravitační zrychlení.

Pro výpočet výkonu byla použita rovnice:

$$P = Q * \rho * g * H_N * \eta$$

kde:

P ... výkon turbíny/čerpadla,

ρ ... hustota tekutiny,

H_N ... čistý spád,

η ... účinnost.

Tabulka č. 3.2: Produkce elektrické energie

čas	t [hod]	8
objem vody	V [m3] =	2 736 118.37
hrubý spád	H_B [m] =	180.78
ztrátová výška	Hz [m] =	8.07
čistý spád turbíny	$H_{N,t}$ [m] =	172.71
výkon celkem turbíny	Pt celkem [MW] =	138.40
výkon jedné turbíny	Pt [MW] =	69.20
čistý spád čerpadla	$H_{N,č}$ [m] =	188.85
výkon celkem čerpadla	$P_č$ celkem [MW]	204.70
výkon jednoho čerpadla	$P_č$ [MW] =	102.35

VARIANTA 4

- Varianta 4 – výběh větrové vlny dolní + horní nádrže

Výběh větrové vlny je pro dolní nádrž roven vypočtené hodnotě výběhu větrové vlny v *tabulce č. 1.1* u varianty 1 a pro horní nádrž v *tabulce 3.1* pro variantu 3.

- Varianta 4 -Průsak těsněním dolní nádrže

Pro určení průsaku těsněním byly použity shodné výpočty, jako u varianty 1 a 3.

Tabulka č. 4.1: *Stanovení průsaku těsněním*

k [m/s]	1E-11
H [m]	65.38
t [mm]	100
L1 [m]	189
L2 [m]	47
Q [m3/s]	0.000020
Q [m3/rok]	635.86

- Varianta 4 – Boční bezpečnostní přeliv

Boční bezpečnostní přeliv byl posouzen stejným způsobem jako u varianty 1, výsledky jsou také stejné (viz *tabulka č. 1.3*).

- Varianta 4 – Šachtový bezpečnostní přeliv

Šachtový bezpečnostní přeliv byl posouzen stejným způsobem jako u varianty 1, výsledky jsou také stejné. (viz *tabulka č. 1.4*).

- Varianta 4 – Spodní výpusti

Pro určení kapacity spodních výpustí byly použity stejné vztahy, jako u varianty 1.

Tabulka č. 4.2: *Stanovení kapacity spodních výpustí*

H	h	Q	
		1 Výpust	2 Výpusti
[m n.m.]	[m]	[m^3/s]	[m^3/s]
396.99	57.99	19.35	38.69
397.09	58.09	19.36	38.73
397.19	58.19	19.38	38.76
397.29	58.29	19.40	38.79
397.39	58.39	19.41	38.83
397.49	58.49	19.43	38.86
397.59	58.59	19.45	38.89
397.69	58.69	19.46	38.93
397.79	58.79	19.48	38.96
397.89	58.89	19.50	38.99
397.99	58.99	19.51	39.02
398.09	59.09	19.53	39.06

- Varianta 4 – Odpadní chodba

Pro určení kapacity odpadní chodby byly použity stejné vztahy, jako je tomu u varianty 1. Výsledná kapacita je rovna té, určené u varianty 1 (viz *tabulka č. 1.6*)

- Varianta 4 – produkce elektrické energie

Tabulka č. 4.3: výpočet produkce elektrické energie

čas	t [hod]	8
objem vody	V [m3] =	2 736 118.37
hrubý spád	H_B [m] =	173.50
ztrátová výška	Hz [m] =	8.07
čistý spád turbíny	$H_{N,t}$ [m] =	165.43
výkon celkem turbíny	Pt celkem [MW] =	132.31
výkon jedné turbíny	Pt [MW] =	66.15
čistý spád čerpadla	$H_{N,Č}$ [m] =	181.58
výkon celkem čerpadla	$P_Č$ celkem [MW]	197.21
výkon jednoho čerpadla	$P_Č$ [MW] =	98.60

Vztahy pro určení výkonu jsou stejné, jako u varianty 3.