

Výzkumný ústav čerpadel a.s.
Tř. Kosmonautů 6a
772 23 OLOMOUC

MVE KAROLINKA

TECHNICKÁ ZPRÁVA

OBSAH:

1. Parametry lokality:
2. Výpočet čistého spádu:
3. Volba typu turbíny, stanovení provozních režimů
4. Posouzení lokality z hlediska vodního rázu
5. Koncepční uspořádání a funkce automatického řízení MVE
6. Mechanická soustava turbíny a generátoru
7. Použité podklady

Zpracoval: Ing. Vratislav Hrachovec
Ing. Pavel Pozděna
Otakar Vrzal

Schválil: Ing. Jiří Šoukal, CSc.

1. Parametry lokality:

Hydrotechnické parametry

Údaje o povodí

Plocha povodí 22,80 [km²]

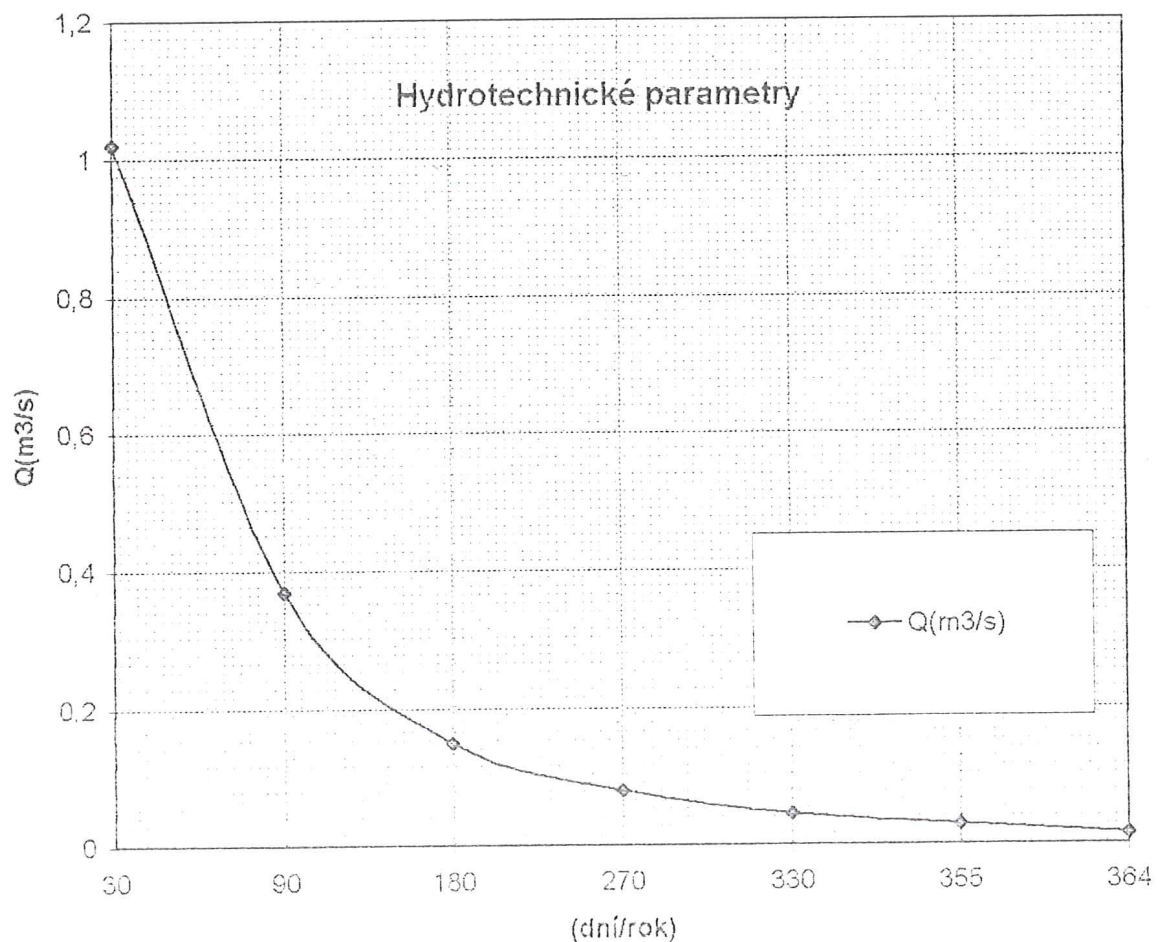
Průměrné roční srážky 992,00 [mm]

Průtokové údaje

Průměrný dlouhodobý roční průtok 0,38 [m³.s⁻¹]Průměrné roční odtoklé množství ..11 983 680 [m³.s⁻¹]

Hodnoty m-denních průtoků

30	90	180	270	330	355	364	[dní.rok ⁻¹]
1,02	0,37	0,15	0,08	0,040	0,030	0,015	[m ³ .s ⁻¹]



Grafické znázornění potvrzuje citovaný průměrný průtok a nejlépe vystihuje charakter lokality po stránce průtoků.

Hodnoty n-letých průtoků

1	2	5	10	20	50	100	[roky]
10	19	31	38	44	51	57	[m ³ .s ⁻¹]

2.3 Rozdělení prostoru nádrže

prostor	kóta [m n.m.]	objem [m ³]	plocha [ha]
stálé nadržení	486,00 - 500,00	1 062 524	15,10
zásobní prostor	500,00 - 520,00	5 985 905	48,10
z toho zálohový	500,00 - 500,70	109 301	16,10
ochranný neovladatelný	520,00 - 521,20	596 439	50,83
celkový	486,00 - 521,20	7 644 868	50,83

2.4 Průměrné měsíční stavy hladin v roce 1993

měsíc	1	2	3	4	5	6
hladina [m n.m.]	518,98	519,72	519,72	519,88	519,52	518,88

měsíc	7	8	9	10	11	12
hladina [m n.m.]	518,52	518,22	517,93	518,32	518,71	519,23

Využitelné průtoky:

Vzhledem k tomu, že víceúčelová nádrž postavená na potoce Stanovnice v úseku 0,750 km především zabezpečuje vodu do úpravny v průměru $Q_u \approx 120 \text{ l/s}$ t.j. pro zásobování pitnou vodou Vsetínska a Vlárý lze k energetickým účelům využít dva průtoky:

- stálý sanitární - hygienický průtok $Q \approx 0,030 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$
- občasný průtok - přívalový průtok při nadměrných srážkách

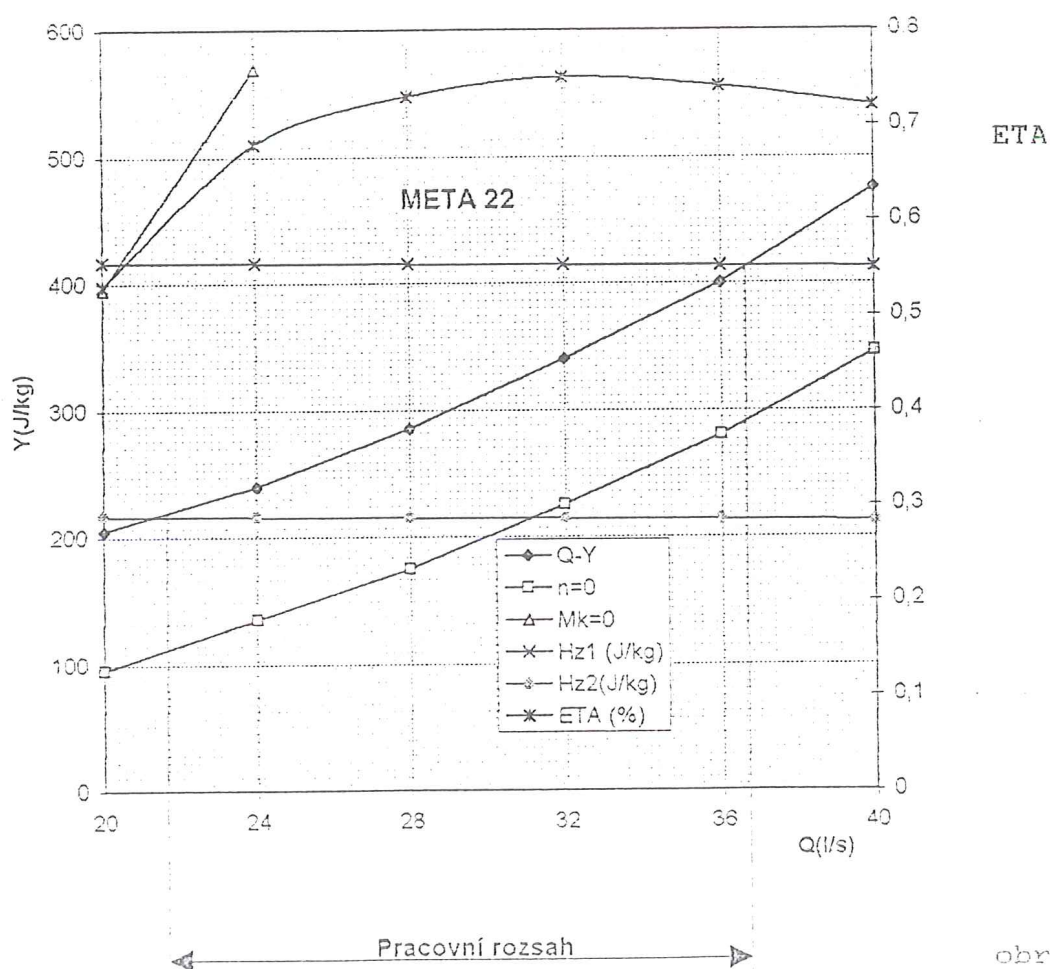
S využitím retenční schopnosti nádrže, předpovědi počasí a zkušeností hrázného bude možno s příslušným nastavením časovače chodu velké turbíny průtoky lokalitou maximálně využít.

2. Výpočet čistého spádu:

Maximální hladina:	521,20	[m n.m.]
Maximální provozní hladina:	520,00	[m n.m.]
Minimální provozní hladina:	500,00	[m n.m.]
Práh vývaru:	477,20	[m n.m.]
Maximální spád:	$H_{\max} = 44$	[m]
Maximální provozní spád:	$H_{\max p} = 43$	[m]
Minimální provozní spád:	$H_{\min p} = 23$	[m]
Ztráty v potrubí a místní ztráty:	$H_z = 1$	[m]
Využitelný čistý spád:	$H = 42 \div 22$	[m]

3. Volba typu turbíny, stanovení provozních režimů

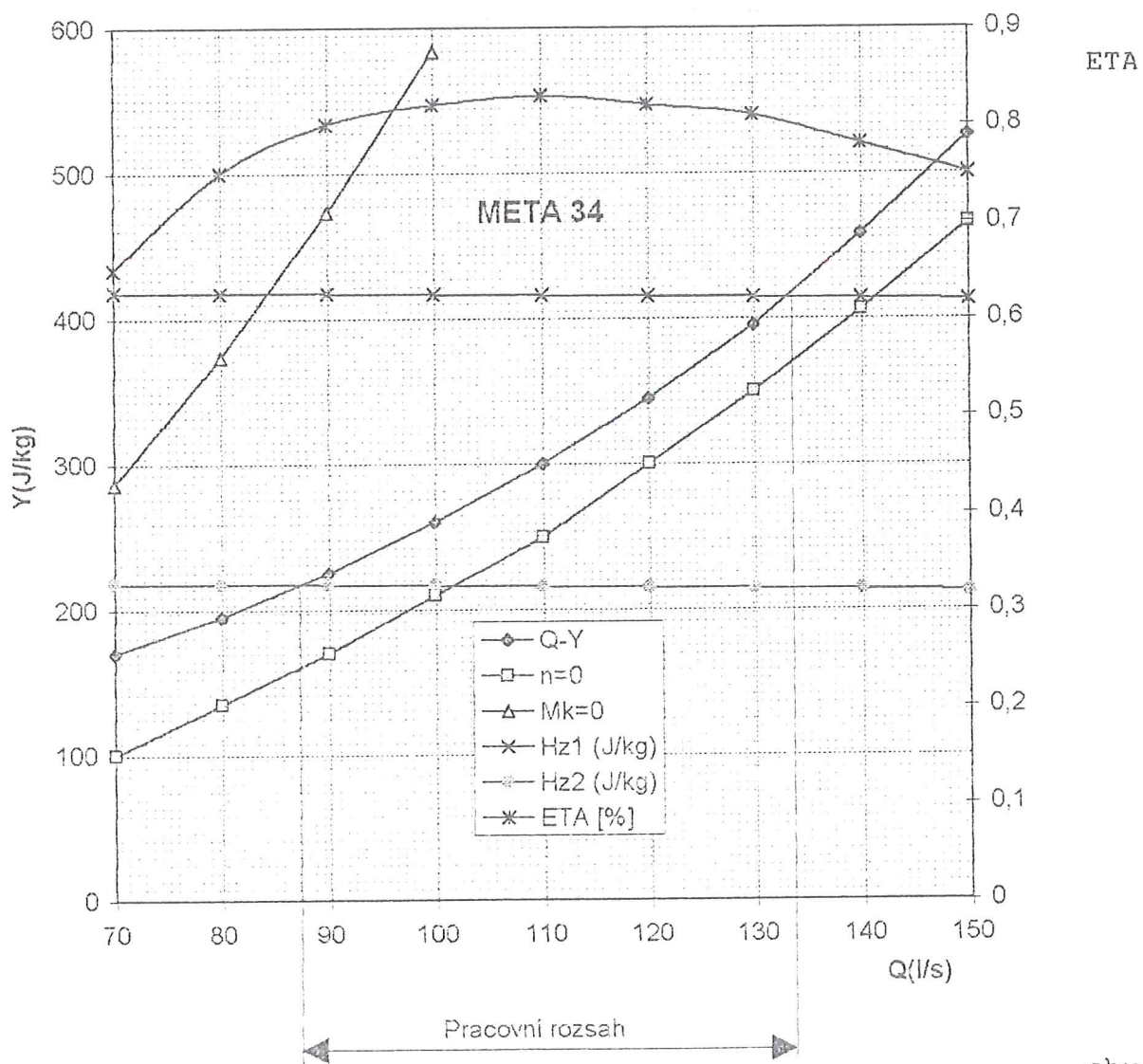
Na základě odzkoušených turbínových charakteristik byly vybrány dvě turbíny. Pro stálý provoz při sanitárním průtoku $Q \approx 0,030 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ byla navržena turbína T-META 22. Pracovní charakteristika turbíny je zpracovaná pro otáčky $n = 1520 \text{ min}^{-1}$ na obr. 2.



obr. 2

Při maximální možné hladině bude tato turbína v bodě N_1 dosahovat výkon $P_1 = 11 \text{ kW}$ a při minimální hladině v bodě N_2 $P_2 = 2,8 \text{ kW}$. Průtok se bude pohybovat v rozmezí $Q = 21,5 \div 37 \text{ l/s}$. V případě výpadku el. energie bude turbína zabržděna.

Pro dočasný provoz (ve špičce a na jaře) byla zvolena turbína T-META 34. Provozní charakteristika je zpracována pro otáčky $n = 1520 \text{ min}^{-1}$. Na obrázku 3 je vidět, že při maximální horní hladině bude turbína dosahovat výkonu $P = 45 \text{ kW}$ a při minimální hladině bude výkon $P = 19,2 \text{ kW}$. Průběh Q se bude pohybovat v rozmezí $Q = 86 \div 135 \text{ l/s}$. V případě výpadku el. energie bude turbína zabržděna.



obr. 3

4. Posouzení lokality z hlediska vodního rázu

Doba otevírání a zavírání el. ovládaných klapek A1 a A2 $t = 30$ s je dostatečně dlouhá z hlediska bezpečnosti vzniku vodního rázu.

4.1 Posouzení lokality z hlediska vodního rázu při selhání brzd

Při selhání obou brzd se obě soustrojí dostanou do průběžných otáček a dojde k poklesu průtoku, jak je vidět v tabulce

	Q [l/s]	při $M_k = 0$ [l/s]	ΔQ
META 22	38	21	17
META 34	138	85	53

Celková změna $\Delta Q = 70$ l/s.

Délka potrubí $l = 225$ m

Šíření v potrubí

$$a = \frac{C_{zv}}{\sqrt{1 + \frac{D}{t} \cdot \frac{1}{\beta \cdot E}}} = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{800}{7} \cdot \frac{1}{0,493 \cdot 205}}}$$

$$\underline{a = 976 \text{ m.s}^{-1}}$$

Rychlost v potrubí při provozu turbín

$$c_1 = \frac{4 \cdot 0,176}{\pi \cdot 0,8^2} = 0,35 \text{ m.s}^{-1}$$

Rychlost v potrubí při výpadku el. energie

$$c_2 = \frac{4 \cdot 0,106}{\pi \cdot 0,8^2} = 0,21 \text{ m.s}^{-1}$$

Totální ráz

$$\Delta p_{rt} = \rho \cdot a \cdot \Delta c = 999,7 \cdot 976 \cdot (0,35 - 0,21) \cdot 10^{-6} = 0,13 \quad [\text{MPa}]$$

Čas změny v potrubí

$$t = \frac{2 \cdot s}{a} = \frac{2 \cdot 225}{976} = 0,46 \quad s$$

Závěr: Provoz MVE z hlediska vodního rázu je bezpečný.

5. Koncepční uspořádání a funkce automatického řízení MVE

Koncepční uspořádání MVE je vidět v příloze technické zprávy

5.1 Schema a popis MVE

MVE Karolinka se skládá jak uvedeno na schematu ze dvou soustrojí. První soustrojí S1 zajišťuje základní biologický - sanitární průtok. Druhé soustrojí S2 bude pracovat v přetržitém provozu dle přebytku Q.

Parametry

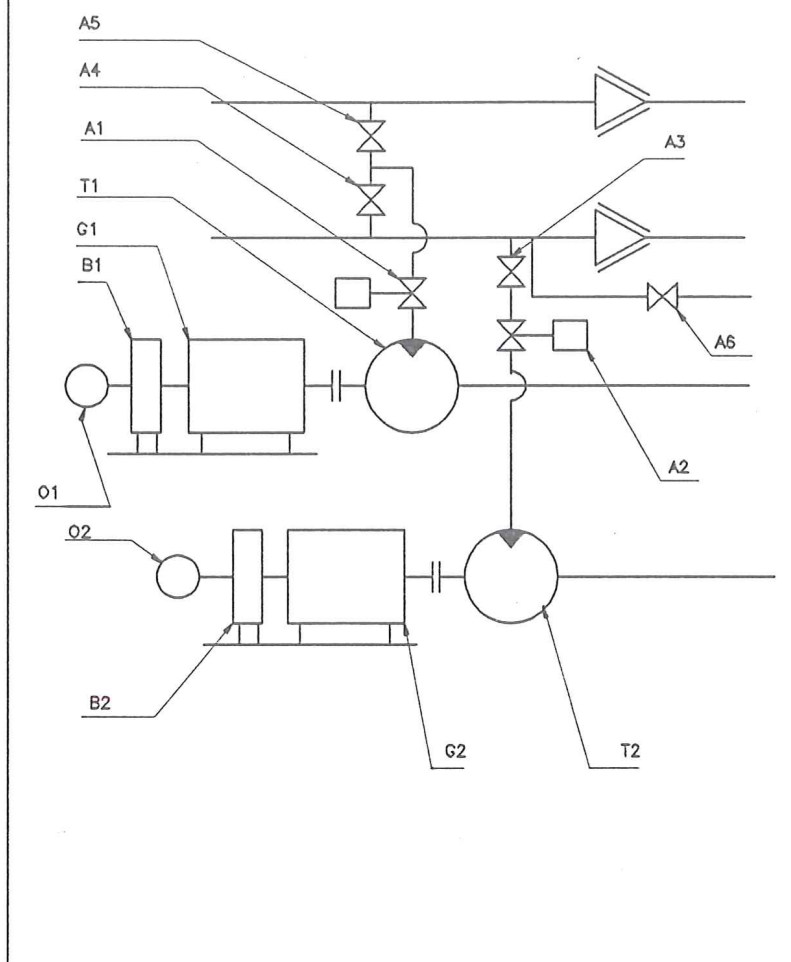
Soustrojí S1 -

složení: turbína T1 (T-META 22)
generátor G1 (C 160 M04) P = 11 kW
klapka A1 (DN 200; servo)
snímač otáček 01
brzda B1 - EBA 25

Soustrojí S2 -

složení: turbína T2 (T-META 34)
generátor G2 (F 225 M04) P = 45 kW
klapka A2 (DN 200; servo SP 4)
snímač otáček 02
brzda B2 - EKB 63

Schema MVE KAROLINKA



Legenda

- T1 -turbína - soustrojí S1
- T2 -turbína - soustrojí S2
- G1 -generátor S1 G - C 160 M04 P=11kW
- G2 -generátor S2 G - F 225 M04 P= 45kW
- B1 -brzda S1 EBA 25
- B2 -brzda S2 EKB 63
- A1 -hlavní uzavírací armatura S1
- A2 -hlavní uzavírací armatura S2
- A4,A5 -pomocné armatury pro S1
- A6 -armatura obtoku
- O1 -otáčkoměr
- O2 -otáčkoměr

5.2 Funkce automatického řízení MVE

5.2.1 Provozní spouštění soustrojí S1

Obsluha zmáčkne tl. "spustit soustrojí S1" a dále automaticky následující tyto operace:

- a) odbrždění EBA 25
- b) otevírání A1
- c) připojení generátoru k síti dle otáčkoměru
- d) plné otevření armatury A1

5.2.2 Provozní spouštění soustrojí S2

Obsluha před spuštěním nastaví periodu chodu a poté zmáčkne tl. "Spustit soustrojí S2".

Dále automaticky následující tyto operace:

- a) odbrždění EKB 63
- b) otevírání A2
- c) připojení generátoru k síti dle otáčkoměru
- d) plné otevření armatury A2

5.2.3 Provozní odstavení S1

Obsluha zmáčkne tlačítko "Odstavit soustrojí S1" a dále automaticky následující tyto operace:

- a) začne se zavírat armatura A1
- b) odpojení generátoru dle otáčkoměru
- c) uzavření armatury A1
- d) zabrždění

5.2.4 Provozní odstavení S2

Odstavení nastane: - po signálu z časovače
- zásah obsluhou

Dále následují tyto operace:

- a) začne se zavírat armatura A2
- b) odpojení generátoru dle otáčkoměru
- c) uzavření armatury A2
- d) zabrždění

5.2.5 Výpadek el. proudu

- zabrždění soustrojí S1 a S2

5.2.6 Spouštění po poruše

Obnoví se původní stav před výpadkem el. proudu

- a) uzavřou se otevřené armatury
- b) podle původního stavu najede dané soustrojí dle 5.2.1 resp. 5.2.2

6. Mechanická soustava turbíny a generátoru a brzdy

6.1 Soustrojí S1

Kontrola brzdy B1

Momenty setrvačnosti

META 22	0,22
Generátor	0,078
Brzda EBA 25	0,025
Spojka SW 150	0,025
Celkový	0,348

M _{tur}	72	Nm
Koeficient záběru	1,7	
Celkový urychluji	122,4	Nm
Brzdový moment	250	Nm
Doba zastavit	0,4	s

6.2 Kontrola brzdy B2

Momenty setrvačnosti

META 34	0,4
Generátor	0,775
Brzda	0,035
Spojka	0,035

M _{tur}	282,7	Nm
Koeficient záběru	1,7	
Celkový urychluji	480,5	Nm
Brzdový moment	630	Nm
Doba zastavení	1,5	s

Závěr: Brzdy vyhovují

7. Použité podklady

- [1] VÚČ: Čerpadlové turbíny typové řady META
- [2] Prospekty S I G M A
- [3] Katalogy MEZ Frenštát
- [4] Manipulační řád "Přehrada na Stanovnici, Karolinka"