

Robustnost návrhu zásobního objemu nádrže Vlachovice v podmínkách nejistoty klimatické změny

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.

Ing. Kateřina Knopková, Mgr. Petr Štěpánek, Ph.D.



KONFERENCE VODNÍ
NÁDRŽE

- **Klimatická změna**
 - Hydrologické extrémy (povodně a sucho)
- **Adaptace na změnu klimatu (MZE 2015)**
 - Posouzení výstavby nových nádrží
 - Komplexní analýza zohledňující dosažený stupeň poznání
- **Hluboká nejistota vs. Robust Decision**

Cílem příspěvku na konferenci NV2019 je představit klimatologické, hydrologické a vodohospodářské nástroje, které povedou k stanovení robustního návrhu zabezpečení zásobního objemu nádrže v podmínkách nejistoty změny klimatu.

- **Analýza zásobního objemu nádrže Vlachovice z pohledu hluboké nejistoty změny klimatu.**
- **Aplikace Robust Decision**
 - Robustnost V_z a P nádrže

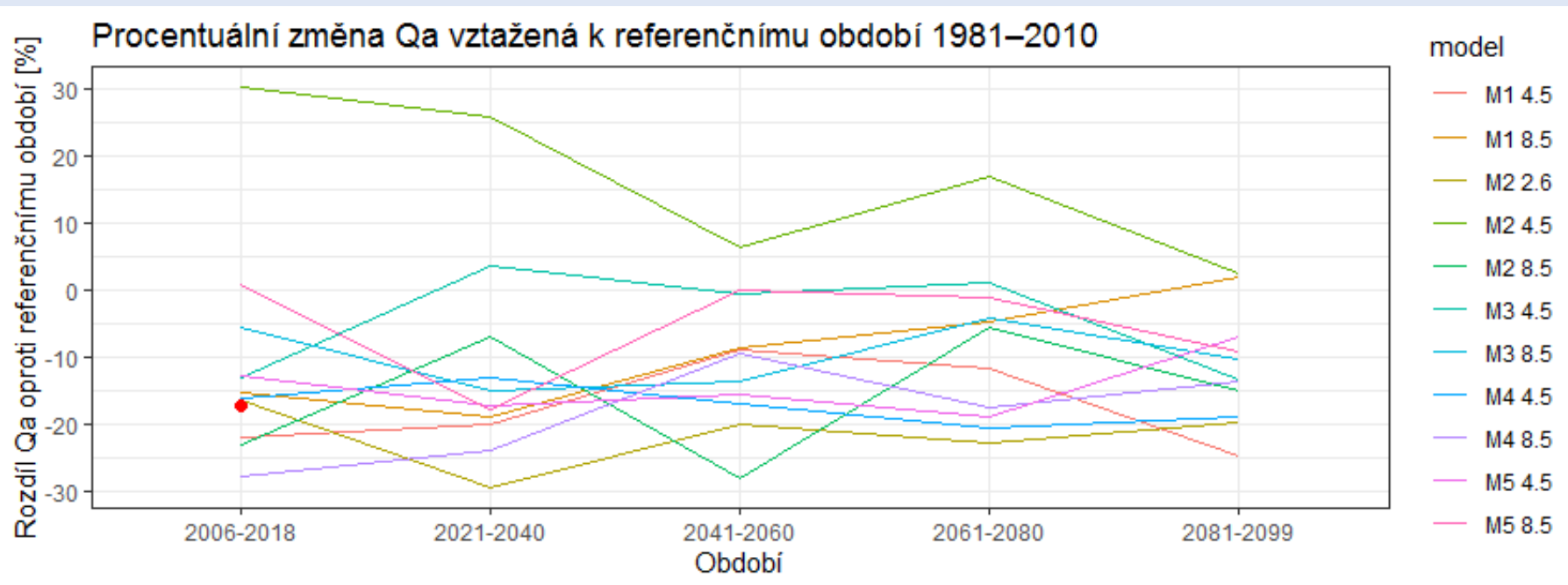
- **Ansámbl klimatologických dat (CzechGlobe)**
 - Hluboká nejistota – 11 klimatologických simulací
 - M1 až M5 - GCM/RCM
 - Emisní scénáře RCP 2.6 až 8.5
- **Bilanční hydrologický model**
 - Software Runoff Prophet (VUT, 2018)
- **Simulační model nádrže v podmínkách klimatické změny**
 - Software Unce Clima Change (VUT, 2017)
- **Robustnost V_z a P_t nádrže, $ROB \in \langle 0,1 \rangle$**

- Povodí Vlárý – 169.82 km²
- Profil Popov Q_m – 1955 až 2018
- Vizovice $H_{s,m}$, Slavičín T_m – 1961 až 2018
- Ansámbl klimatických scénářů
 - Klimatologická simulace – 2006 až 2099

Praktická aplikace – hydrologická analýza

- **Hydrologický bilanční model kalibrace/validace**
 - Kalibrace (1970-2005) NS = 0.65
 - Validace 1 (1961-1969) NS = 0.65
 - Validace 2 (2006-2018) NS = 0.57
- **Ansámbl hydrologických dat 2006 – 2099**
 - Období (2006 - 2018)
 - Období (2021-2040) , (2041-2060)
 - Období (2061-2080) , (2081-2099)
- **Porovnání s $Q_{a,Popov} = 1,36 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$**

Praktická aplikace – hydrologická analýza



	M1 4.5	M1 8.5	M2 2.6	M2 4.5	M2 8.5	M3 4.5	M3 8.5	M4 4.5	M4 8.5	M5 4.5	M5 8.5
2006–2018	-21.8	-15.3	-16.4	30.3	-23.0	-13.0	-5.5	-16.1	-27.6	-12.7	0.7
2021–2040	-19.8	-18.8	-29.4	25.7	-6.9	3.8	-15.0	-13.1	-23.9	-17.1	-17.7
2041–2060	-8.9	-8.4	-20.0	6.4	-27.8	-0.6	-13.4	-16.9	-9.4	-15.4	-0.1
2061–2080	-11.7	-4.6	-22.8	17.0	-5.6	1.1	-4.1	-20.6	-17.3	-18.8	-1.0
2081–2099	-24.6	1.9	-19.6	2.6	-14.8	-13.2	-10.2	-18.7	-13.5	-7.0	-9.0

- **Nádrž Vlachovice – povodí Vlárý**
- **Varianta výpočtu (Aquatis a PMO 2018)**
 - **$V_{z,var2} = 23\,120\,000\text{ m}^3$ ($V_c = 29\,068\,000\text{ m}^3$)**
 - **PV – Převody Vody jen z horní části obou povodí gravitačně – $P_{Svi} = 46\%$ $P_{Smo} = 47\%$**
 - Výpočet proveden k $\alpha \in \langle 0,1 \rangle$
 - Ztráty vody výparem
 - **$P_t = 100\%$, $P_t = 99,5\%$ (A), $P_t = 98,5\%$ (B)**

Praktická aplikace – vodohospodářské řešení

- **Q_m odvozeno Vlára/Popov 1955 – 2018**
 - Q_m – varianta PV
 - $Q_a = 0.488 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- **Ansámbl hydrologických dat**
 - 11 scénářů klimatické změny (2006-2099)
 - M1 až M5 (RCP 2.6 až RCP 8.5)
 - I (2006-2035), II(2006-2069) , III(2006-2099)

Vlachovice $V_{z,var2}$ 23 120 000 – varianta PV

1. $V_z - P_t = 100\%$

α	O_p [$m^3 s^{-1}$]	V_z [m^3]
0,7	0,342	16 119 708
0,7623	0,372	23 118 670
0,8	0,3904	29 641 752
0,9	0,439	58 432 156

2. $O_p - P_t < 100\%$

α	O_p	P_T	Porucha [měsíc]
0,7614	0,3716	100	0
0,8	0,390	98,72	9
0,809	0,3948	98,59	10
0,85	0,415	96,73	24

Vlachovice $V_{z,var2}$ 23 120 000 – varianta PV

1. $V_z - P_t = 100\%$

Období	Ex(Q_a) [$m^3 s^{-1}$]	α	Ex(O_p) [$m^3 s^{-1}$]	Ex(V_z) [m^3]	ROB [%]
I (2006-2035)	0,415	0,9686	0,402	23 090 070	54,54
II(2006-2069)	0,426	0,8913	0,379	23 133 535	45,46
III(2006-2099)	0,426	0,8784	0,374	23 135 208	45,46

2. $O_p - P_t < 100\%$ ($P_t = 99,5\%$)

Období	Ex(Q_a) [$m^3 s^{-1}$]	α	Ex(O_p) [$m^3 s^{-1}$]	Ex(P_t) [%]	ROB [%]
I (2006-2035)	0,415	0,992	0,412	99,513	81,82
II(2006-2069)	0,426	0,932	0,397	99,501	63,64
III(2006-2099)	0,426	0,931	0,397	99,539	63,64

3. $O_p - P_t < 100\%$ ($P_t = 98,5\%$)

Období	Ex(Q_a) [$m^3 s^{-1}$]	α	Ex(O_p) [$m^3 s^{-1}$]	Ex(P_t) [%]	ROB [%]
I (2006-2035)	0,415	1	0,415	99,25	72,73
II(2006-2069)	0,426	0,9534	0,409	98,514	54,55
III(2006-2099)	0,426	0,9728	0,406	98,512	63,64

Závěr

- Nárůst T_r – 1.4 až 5.4°C (9,8°C – 13,8°C)
- Nárůst $H_{S,r}$ – 2,8% až 23,6%
- Pokles Q_a – 13%

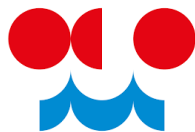
(Aquatis a PMO 2018)

- Vlachovice $V_{z,var2} = 23\,120\,000\text{ m}^3$ – varianta PV
- Návrh $O_{p,100} = 0,349\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$, $O_{p,98,5} = 0,364\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$
- $\alpha = 0,7623$; $O_p = 0,372\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$; $V_z = 23\,118\,670\text{ m}^3$
- $\alpha = 0,7737$; $O_p = 0,378\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$; $P_t = 99,51\%$ (3)
- $\alpha = 0,809$; $O_p = 0,395\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$; $P_t = 98,59\%$ (10)
- $O_p - P_t < 100\%$ ($P_t = 99,5\%$)

Období	Ex(Q_a) [$\text{m}^3\text{ s}^{-1}$]	α	Ex(O_p) [$\text{m}^3\text{ s}^{-1}$]	Ex(P_t) [%]	ROB [%]
I (2006-2035)	0,415	0,992	0,412	99,513	81,82
II(2006-2069)	0,426	0,932	0,397	99,501	63,64
III(2006-2099)	0,426	0,931	0,397	99,539	63.64

- **Propojení modelů.**
- **RunOff Prophet - dobrá kalibrace/validace.**
- **Unce Clima Change – hluboká nejistota a robustnost.**

- **Trend poklesu Q_a v povodí (-13%).**
- **V_z navržen robustně na $P_t \geq 99.5$ %.**
- **Pro zajištění V_z a O_p nutnost převodů vody v povodí.**



Děkuji za pozornost