
E.3 CELKOVÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ

VD ŠANOV - DUR

STUPEŇ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE:

Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby

DATUM:

04/2018



POVODÍ VLTAVY, STÁTNÍ PODNIK



SWECO 

Sweco Hydroprojekt a.s.

Ústředí Praha
Táborská 31, Praha 4
www.sweco.cz

ČÍSLO ZAKÁZKY: 11 6147 0300
ARCHIVNÍ ČÍSLO: 001441/18/1

VD Šanov - DUR	E.3 Celkové vodohospodářské řešení
	DUR

E.3 CELKOVÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ

ÚPLNÝ NÁZEV AKCE (PROJEKTU): VD Šanov - DUR		DATUM: 04/2018
PODNÁZEV:	STUPEŇ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE: Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby	
OBJEDNATEL: Povodí Vltavy, státní podnik	ADRESA: Holečkova 8/3178, 150 00 Praha 5	
ZHOTOVITEL: Sweco Hydroprojekt a.s.	ADRESA: Táborská 31, 140 16 Praha 4	GENERÁLNÍ ŘEDITEL: Ing. Milan Moravec, Ph.D.
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU: Ing. Radek Veselý	ŘEDITEL DIVIZE: Ing. Petr Matějček	TECHNICKÁ KONTROLA: Ing. Radek Veselý

Společnost **Sweco Hydroprojekt a.s.** je certifikovaná dle norem **ČSN EN ISO 9001:2009**, **ČSN EN ISO 14001:2005** a **ČSN OHSAS 18001:2008**.

© **Sweco Hydroprojekt a.s.**

Tato dokumentace včetně všech příloh (s výjimkou dat poskytnutých objednatelem) je duševním vlastnictvím akciové společnosti Sweco Hydroprojekt a.s. Objednatel této dokumentace je oprávněn ji využít k účelům vyplývajícím z uzavřené smlouvy bez jakéhokoliv omezení. Jiné osoby (jak fyzické, tak právnické) nejsou bez předchozího výslovného souhlasu objednatele oprávněny tuto dokumentaci ani její části jakkoli využívat, kopírovat (ani jiným způsobem rozmnožovat) nebo zpřístupnit dalším osobám.

Poznámka: Podpisy zpracovatelů jsou připojeny pouze k výtisku číslo 01 nebo originálu přílohy (matrici).

OBSAH / SEZNAM PŘÍLOH

	strana
1	Úvodní údaje 5
1.1	Popis a účel vodního díla 5
1.2	Hydrologická data 5
1.3	Charakteristické křivky nádrže 6
2	Vodohospodářské řešení zásobního prostoru nádrže 7
2.1	Minimální zůstatkový průtok 7
2.1.1	Platný metodický pokyn 8
2.1.2	Nová metodika pro stanovení minimálních průtoků 8
2.2	Vodohospodářské řešení 10
3	Návrh převýšení koruny hráze 13
3.1	Výpočet náběhu vlnu dle ČSN 75 0255 13
3.2	Stanovení převýšení koruny hráze 14
4	Ochranná funkce nádrže a maximální hladina v nádrži 14
4.1	Kapacita bezpečnostního přelivu 15
4.2	Kapacita odpadní chodby 15
4.3	Návrh vývaru 16
4.4	Kapacita spodních výpustí 16
4.5	Transformace povodňových vln 18
4.5.1	Transformace TPV 100 18
4.5.2	Transformace TPV 50 19
4.5.3	Transformace TPV 20 19
4.5.4	Transformace TPV 10 20
4.5.5	Zhodnocení transformačního účinku nádrže 20
5	Přílohy 21
5.1	Kapacita bezpečnostního přelivu 21
5.2	Kapacita odpadní chodby 21
5.3	Kapacita spodních výpustí 22
5.3.1	Výpust DN 150 22
5.3.2	Výpust DN 400 22

VD Šanov - DUR	E.3 Celkové vodohospodářské řešení
	DUR

1 ÚVODNÍ ÚDAJE

Vodohospodářské řešení vodní nádrže je základem pro efektivní návrh nádrže z hlediska jejího objemu a jeho rozdělení pro plnění jednotlivých požadavků, které jsou na nádrž kladeny. Na základě vodohospodářského řešení lze vytvořit vodohospodářský plán a manipulační řád nádrže.

1.1 POPIS A ÚČEL VODNÍHO DÍLA

Vodní dílo Šanov je navrženo za účelem dodržování minimálních zůstatkových průtoků pod profilem uvažované hráze a pro nalepšování těchto minimálních zůstatkových průtoků. Vodní dílo bude mít dále částečný protipovodňový efekt.

Hráz vodního díla je navržena jako zemní sypaná, která je osazena spodní výpustí a bezpečnostním přelivem.

Název vodního díla:	VD Šanov
Kategorie VD z hlediska TBD:	III. Kategorie
Název vodního toku:	Rakovnický potok
Číslo hydrologického pořadí:	1-11-03-0030
Katastrální území:	Šanov u Rakovníka (761958), Pšovlky (736554)
Souřadnice v S-JTSK:	x= -798783.0 m, y=-1034303.0 m

1.2 HYDROLOGICKÁ DATA

V rámci celkového vodohospodářského řešení byla využita hydrologická data ČHMÚ, ale i hydrologická data ČVUT. V případě hydrologických podkladů ČVUT se jednalo o řadu průměrných denních průtoků v profilu LGS Rakovník pro hydrologické roky 1981–2017 včetně přepočítávacích koeficientů pro profil VD Šanov. Z hydrologické řady průměrných denních průtoků pro profil VD Šanov byly odvozeny m-denní průtoky. Tyto m-denní průtoky se výrazně liší od průtoků stanovených ČHMÚ – jejich hodnoty jsou nižší. S ohledem na tento fakt byla hydrologická data m-denních průtoků a hydrologická řada průměrných denních průtoků ČVUT využita v rámci vodohospodářského řešení nádrže. V případě N-letých průtoků bylo využito dat ČHMÚ.

Data ČHMÚ:

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí Pa	530 mm
Dlouhodobý průměrný průtok Qa	109 l/s (Třída III)

Tab. 1 N-leté průtoky Q_N v m^3/s dle ČHMÚ (Třída III)

N	1	2	5	10	20	50	100
Q [m^3/s]	2,99	5,35	10,0	14,7	20,5	30,3	39,4

Tabulka 2 M-denní průtoky Q_{Md} v l/s dle ČHMÚ (Třída III)

m	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q [l/s]	223	152	123	104	92	84	76	67	58	49	40	28	19

VD Šanov - DUR	E.3 Celkové vodohospodářské řešení
	DUR

Hydrologická data ČVUT:

Dlouhodobý průměrný průtok Q_a^*

98,3 l/s

*odvozeno z řady průměrných denních průtoků za hydrologické roky 1981–2017

Tabulka 3 M-denní průtoky Q_m v l/s odvozené z řady průměrných denních průtoků 1981–2017

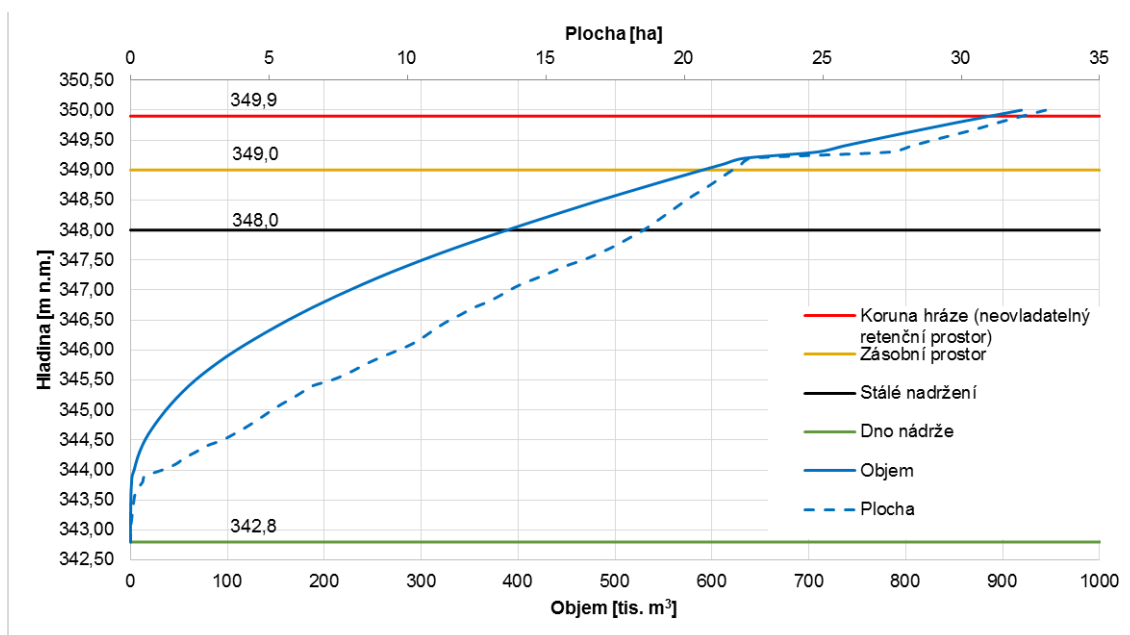
m	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q [l/s]	210	143	115	100	85	76	68	53	44	36	27	15	6

1.3 CHARAKTERISTICKÉ KŘIVKY NÁDRŽE

Charakteristické křivky nádrže, tedy čáry zatopených ploch a objemů vzešly z geodetického zaměření, DMT 4G a dimenzí hráze.

Tab. 4 Charakteristické křivky nádrže

Kóta	Objem	Plocha	Kóta	Objem	Plocha	Kóta	Objem	Plocha
m n, m,	m ³	ha	m n, m,	m ³	ha	m n, m,	m ³	ha
342,80	4	0,003	345,30	53 516	6,204	347,80	351 994	17,749
342,90	8	0,005	345,40	59 927	6,548	347,90	369 938	18,132
343,00	15	0,009	345,50	66 897	7,269	348,00	388 454	18,524
343,10	34	0,018	345,60	74 450	7,796	348,10	407 146	18,850
343,20	98	0,047	345,70	82 457	8,221	348,20	426 150	19,155
343,30	156	0,069	345,80	90 902	8,651	348,30	445 453	19,459
343,40	238	0,094	345,90	99 795	9,146	348,40	465 063	19,763
343,50	346	0,122	346,00	109 249	9,682	348,50	484 979	20,066
343,60	487	0,166	346,10	119 186	10,159	348,60	505 536	20,401
343,70	708	0,279	346,20	129 543	10,527	348,70	526 119	20,760
343,80	1 140	0,437	346,30	140 231	10,841	348,80	547 038	21,090
343,90	1 620	0,523	346,40	151 236	11,163	348,90	568 289	21,409
344,00	3 702	1,143	346,50	162 577	11,530	349,00	589 862	21,735
344,10	5 307	1,638	346,60	174 342	11,959	349,10	611 759	22,056
344,20	7 096	1,943	346,70	186 502	12,356	349,20	633 993	22,411
344,30	9 358	2,357	346,80	199 396	12,884	349,30	707 323	27,382
344,40	11 928	2,739	346,90	212 502	13,315	349,40	735 097	28,181
344,50	14 949	3,320	347,00	226 005	13,687	349,50	763 685	28,969
344,60	18 526	3,736	347,10	239 904	14,123	349,60	793 322	29,830
344,70	22 601	4,123	347,20	254 295	14,674	349,70	823 635	30,658
344,80	26 923	4,472	347,30	269 239	15,202	349,80	854 657	31,391
344,90	31 573	4,797	347,40	284 705	15,704	349,90	886 521	32,193
345,00	36 534	5,107	347,50	300 748	16,334	350,00	919 167	33,045
345,10	41 813	5,463	347,60	317 355	16,860			
345,20	47 481	5,854	347,70	334 452	17,334			



Obr. 1 Charakteristické křivky nádrže

2 VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ ZÁSObNÍHO PROSTORU NÁDRŽE

Vodní dílo Šanov primárně navrženo za účelem nalepšování průtoku ve vodním toku pod profilem uvažované hráze za účelem zajištění minimálního zůstatkového průtoku. Je tedy zcela klíčové stanovit optimální objem zásobního prostoru nádrže, který je determinován mírou nutnosti nalepšení průtoku vodního toku.

2.1 MINIMÁLNÍ ZŮSTATKOVÝ PRŮTOK

Podklady pro stanovení minimálního zůstatkového průtoku (MZP) byly pro srovnání zpracovány podle stávajícího metodického pokynu Ministerstva životního prostředí ČR (MŽP) a podle návrhu nového metodického pokynu MŽP. V rámci finálního vodohospodářského řešení byla využita hodnota minimálního zůstatkového průtoku dle platného metodického pokynu.

VD Šanov - DUR	E.3 Celkové vodohospodářské řešení
	DUR

2.1.1 PLATNÝ METODICKÝ POKYN

Platný metodický pokyn č. 9/1998 stanovuje hodnoty MZP podle Tab. 5.

Tab. 5 Minimální zůstatkový průtok dle MP č.9/1998

průtok Q_{355d}	minimální zůstatkový průtok
menší než $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$	Q_{330d}
$0,05 - 0,50 \text{ m}^3/\text{s}$	$(Q_{330d} + Q_{355d}) \cdot 0,5$
$0,51 - 5,0 \text{ m}^3/\text{s}$	Q_{355d}
větší než $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$(Q_{355d} + Q_{364d}) \cdot 0,5$

V zájmovém profilu odpovídají průtoky:

$$Q_{355d} = 0,015 \text{ m}^3/\text{s} < 0,05 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_{330d} = 0,027 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (viz data ČVUT prezentované v kap.1.2)}$$

$$Q_Z = Q_{330d} = 0,027 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.1.2 NOVÁ METODIKA PRO STANOVENÍ MINIMÁLNÍCH PRŮTOKŮ

Nová metodika pro stanovení minimálních průtoků navržena ve VÚV T. G. M., v.v.i.

Zadání projektu nové metodiky od MŽP zahrnovalo následující požadavky:

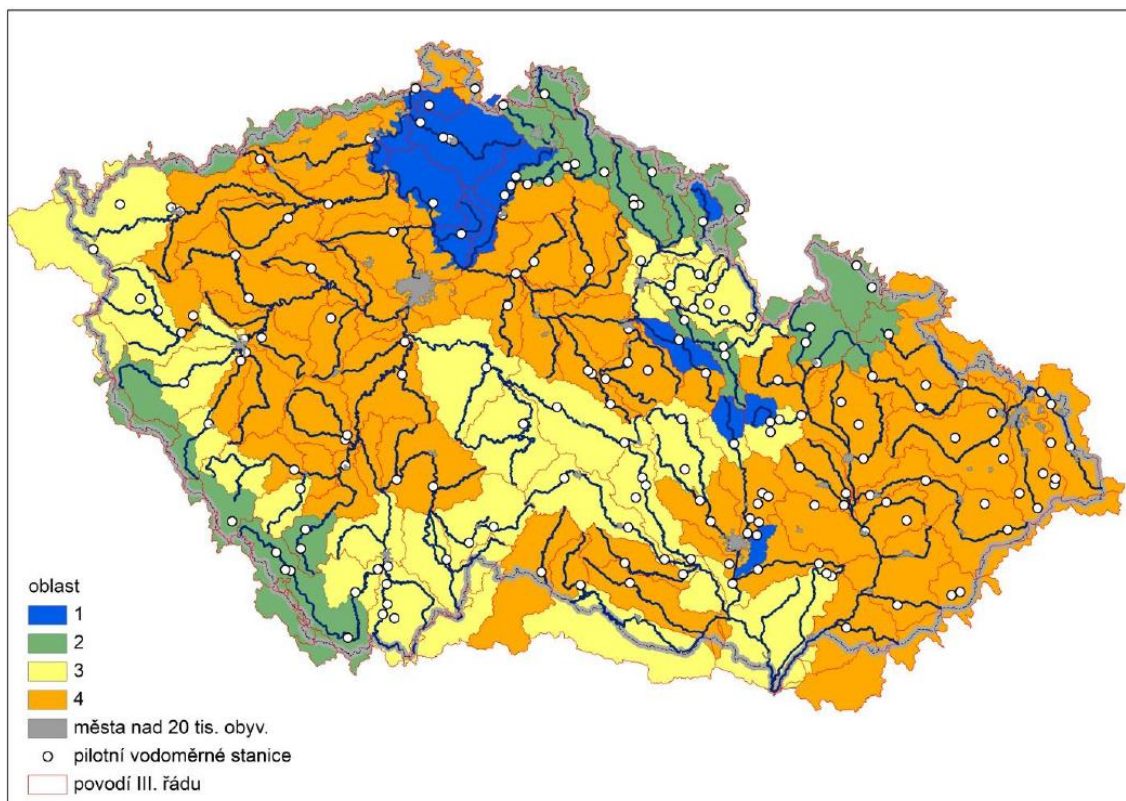
- 1. Regionalizace** – rozdělení ČR na oblasti, které budou mít odlišnou metodu stanovení MZP dle přírodních podmínek
- 2. Sezonalita** – hodnota MZP bude proměnná v roce, aby lépe vystihla přirozený vodní režim
- 3. Využití hodnot m-denních průtoků** pro stanovení MZP, m-denní průtoky stanoveny pro jednotlivé referenční období 1981–2010 dle nového katastru ČHMÚ (nově ovlivněné a neovlivněné m-denní Q)
- 4. E-flows (ekologický průtok)** a jejich spojitost s hodnotami MZP (Evropská komise – posoudit vztah MZP a E-flows – plány povodí)
- 5. Dopady na biologické složky** – návrh hodnoty MZP v podmínkách ČR vychází z výsledků vyhodnocení expertních studií přírůstkové metodiky IFIM a jejího modelového nástroje PHABSIM

Současný návrh, doposud neschválený, používá regionální rozdělení ČR do 4 kategorií podle parametru K_{99} , který je poměrem mezi $Q_{99\%}$ a průtokem Q_a .

$$K_{99} = Q_{99\%} / Q_a,$$

kde $Q_{99\%}$ je průměrný denní průtok s pravděpodobností překročení 99 % a Q_a je průměrný dlouhodobý průtok.

Pro potřeby stanovení minimálního zůstatkového průtoky je území ČR rozděleno podle parametru K_{99} do čtyř oblastí, jak lze zaznamenat na Obr. 2 níže.



Obr. 2 Regionalizace ČR pro stanovení MZP

V rámci metodiky je rozlišována hlavní sezóna a jarní sezóna, viz Tab. 6.

Tab. 6 Návrh výpočetního postupu pro stanovení MZP v jednotlivých kategoriích pro dvě sezóny v roce

Kategorie	K ₉₉	Hlavní sezóna		Jarní sezóna	
		období	Q _z	období	Q _z
1	>0,18	květen – leden	$(1 - Q_{355}/Q_a)Q_{330d} \cdot 1,2$	únor – duben	Q _{330d}
2	0,15–0,18	květen – leden	$(1 - Q_{355}/Q_a)Q_{330d} \cdot 1,1$	únor – duben	Q _{330d}
3	0,10–0,15	květen – leden	$(1 - Q_{355}/Q_a)Q_{330d} \cdot 1,05$	únor – duben	Q _{330d}
4	<0,1	květen – leden	$(1 - Q_{355}/Q_a)Q_{330d} \cdot 1,07$	únor – duben	Q _{330d}

V zájmovém profilu odpovídají průtoky (viz data ČHMU prezentované v kap.1.2):

$$Q_a = 0,0983 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{330d} = 0,027 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_{355d} = 0,015 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Povodí Rakovnického potoka spadá do kategorie č. 4.dle Obr. 2.

Pro období od května po leden $Q_z = (1 - Q_{355}/Q_a)Q_{330d} \cdot 1,07$

$Q_{z,hs} = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$

Pro období od února po duben $Q_z = Q_{330d}$

$Q_{z,js} = 0,027 \text{ m}^3/\text{s}$

2.2 VODOHOSPODÁŘSKÉ ŘEŠENÍ

Zásobní funkce nádrže byla řešena v souladu s ČSN 75 2405 Vodohospodářské řešení vodních nádrží. Bylo využito reálné průtokové řady průměrných měsíčních průtoků z období hydrologických roků 1981–2017. Řešení bylo provedeno bilanční metodou s předpokladem dlouhodobého řízení odtoku. V rámci vodohospodářského řešení byl zohledněn výpar z vodní hladiny. Okrajovou podmínkou bylo zajištění minimálního zůstatkového průtoku ve vodním toku, přičemž další odběry z nádrže uvažovány nebyly.

Hydrologická řada

Hlavním podkladem byla hydrologická řada průměrných měsíčních průtoků pro období 11/1980–10/2017 (hydrologická data ČVUT). Ta byla odvozena z řady průměrných denních průtoků pro profil LGS Rakovník pomocí přepočítávacího koeficientu pro profil VD Šanov. Řešení bylo provedeno pro hydrologické roky.

Minimální zůstatkový průtok

Jako odtok z nádrže je uvažován pouze minimální zůstatkový průtok. Hodnota minimálního zůstatkového průtoku byla stanovena na základě m-denních průtoků stanovených z hydrologických dat ČVUT. V rámci vodohospodářského řešení je uvažován konstantní celoroční odtok z nádrže odpovídající minimálnímu zůstatkovému průtoku, který byl stanoven dle platného metodického pokynu č. 9/1998.

Výpar z vodní hladiny

Roční úhrn výparu je uvažován 455,60 mm dle údajů ve zprávě HORÁČEK, S., KAŠPÁREK, L., et al. *Možnosti zmírnění současných důsledků klimatické změny zlepšením akumulární schopnosti v povodí Rakovnického potoka*. Praha: VÚV TGM, v.v.i., revize 2013. Roční úhrn výparu byl následně rozdělen na měsíce dle ČSN 75 2405, Příloha C – viz Tab. 7. V každém časovém kroku byla v rámci vodohospodářského řešení stanovena hodnota okamžitého výparu z příslušné okamžité plochy nádrže.

Tab. 7 Rozdělení ročního úhrnu výparu na měsíce (viz ČSN 75 2405, Příloha C)

Měsíc	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Podíl z ročního úhrnu výparu [%]	5	2	1	2	6	9	12	14	16	15	11	7

Objem stálého nadržení, zásobní a ovladatelný retenční objem

V rámci finálního vodohospodářského řešení bylo na základě analýzy kombinací různých velikostí zásobního objemu ve vazbě na různé velikosti odtoku nádrže stanoveno s ohledem na zajištění minimálního kolísání hladiny, že úroveň stálého nadržení bude odpovídat výškové úrovni 348,00 m n.m., což s ohledem na umístění bezpečnostních přelivů v úrovni 349,00 m n.m. jasně vymezuje zásobní prostor nádrže o objemu cca 201,400 tis. m³. Kolísání

VD Šanov - DUR	E.3 Celkové vodohospodářské řešení
	DUR

hladiny v nádrži v rámci zásobního prostoru by se pohybovalo v rozmezí 1,0 m. Ovladatelný retenční prostor není pro nádrž v rámci vodohospodářského řešení uvažován.

Zabezpečení

Procento zabezpečení funkce zásobního prostoru vyplývá z doporučených hodnot zabezpečení podle trvání v závislosti na významu zabezpečovaných odběrů dle ČSN 75 2405 (Příloha B). Navrhovaná nádrž a její účel spadá do třídy B, odst. d) minimální zůstatkový průtok ve vodním toku pod nádrží a v určených profilech vodního toku. Z tohoto plyne, že by zabezpečení měla odpovídat alespoň 98,5 %.

Výpočet zabezpečení podle trvání:

$$P_t = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100 \text{ [%]}, \text{ kde } m \text{ je počet členů řady, ve kterých je splněn požadovaný účel}$$

n je počet členů celé řady

Parametry nádrže

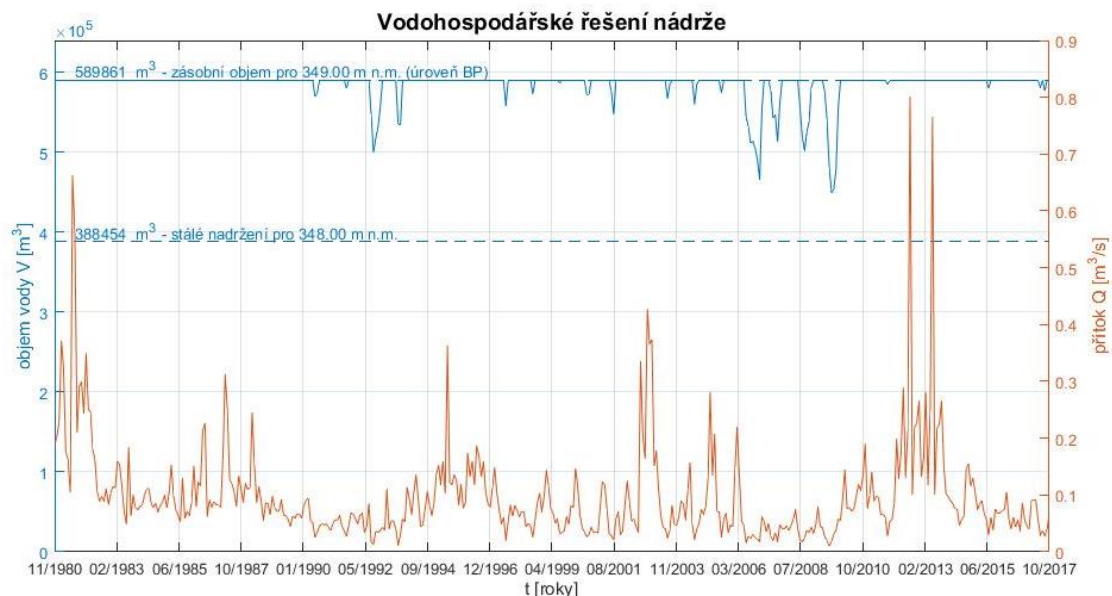
$H_{bp} =$	349,00 m n.m.	.. úroveň bezpečnostního přelivu
$H_{dno} =$	342,80 m n.m.	.. úroveň dna
$H_{koruna} =$	350,00 m n.m.	.. úroveň koruny
$H_s =$	348,00 m n.m.	.. úroveň stálého nadržení
$V_{celk} =$	589,861 tis. m ³	.. celkový objem nádrže
$V_s =$	388,454 tis. m ³	.. objem prostoru stálého nadržení
$V_z =$	201,407 tis. m ³	.. objem zásobního prostoru
$O =$	27 l/s	.. odpovídá MZP dle platné vyhlášky
$EV =$	455,6 mm/rok	.. Roční úhrn výparu dle publikace "Možnosti zmírnění současných důsledků klimatické změny zlepšením akumulací schopnosti v povodí Rakovnického potoka"

Zabezpečení

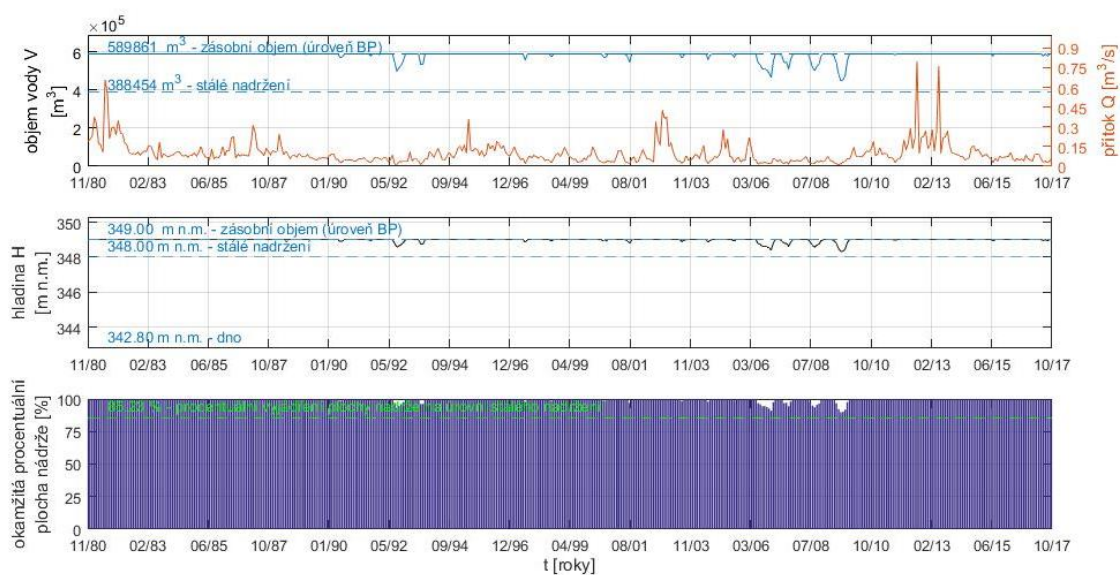
$P_t =$	99,84 %	.. zabezpečení podle trvání (měsíční poruchy)
$P_o =$	98,13 %	.. zabezpečení podle opakování (roční poruchy)

Z výsledků provedeného vodohospodářského řešení nádrže vyplývá, že pro zvolený zásobní objem a odtok z nádrže odpovídající minimálnímu zůstatkovému průtoku bude zajištěna zabezpečení podle trvání vyšší než požadovaná pro nádrž a její účel ve třídě B dle ČSN 75 2405. Z řešení také vyplynulo, že kolísání hladiny se bude při výše uvedených parametrech a zavedených předpokladech pohybovat do cca 70 cm.

VD Šanov - DUR	E.3 Celkové vodohospodářské řešení
	DUR



Obr. 3 Hydrologická řada průměrných měsíčních průtoků 11/1980–10/2017 (ČVUT) a okamžitý průběh objemu vody v nádrži pro vodohospodářské řešení nádrže této hydrologické řady při konstantním odtoku z nádrže ve výši minimálního zůstatkového průtoku



Obr. 4 a/ Hydrologická řada průměrných měsíčních průtoků 11/1980–10/2017 (ČVUT) a okamžitý průběh objemu vody v nádrži; b/ okamžitý průběh hladiny vody v nádrži pro vodohospodářské řešení hydrologické řady 11/1980–10/2017; c/ okamžitě procentuální vyjádření plochy nádrže, maximální plocha 100 % odpovídá ploše hladiny ve výškové úrovni bezpečnostních přelivů – tj. plné nádrži

3 NÁVRH PŘEVÝŠENÍ KORUNY HRÁZE

Výpočet je proveden dle ČSN 73 2340.

$h = h_v + c$, kde
 h = převýšení koruny hráze nad maximální hladinou
 h_v = výška nabíhání vln na svah hráze
 c = bezpečnostní rezerva = 0,3 m

3.1 VÝPOČET NÁBĚHU VLNU DLE ČSN 75 0255

Výpočet výběhu vlny byl proveden pro efektivní délku rozběhu vlny L_{ef} , která byla stanovena kombinací grafického řešení a výpočtu dle ČSN pro maximální hladinu 349,85 m n. m.

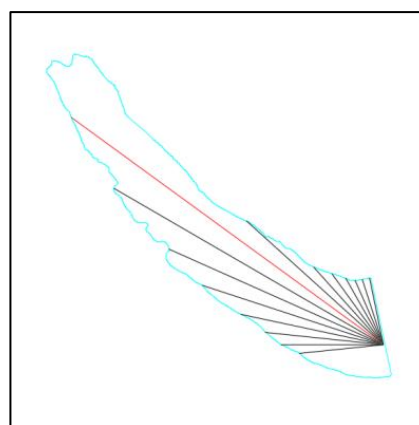
φ_i	$\cos\varphi_i$	$\cos^2\varphi_i$	L_i	$L_i \cos^2\varphi_i$
42	0,743	0,552	198	109,35
36	0,809	0,655	200	130,90
30	0,866	0,750	205	153,75
24	0,914	0,835	223	186,11
18	0,951	0,905	256	231,55
12	0,978	0,957	305	291,82
6	0,995	0,989	540	534,10
0	1,000	1,000	1128	1 128,00
6	0,995	0,989	910	900,06
12	0,978	0,957	686	656,35
18	0,951	0,905	557	503,81
24	0,914	0,835	427	356,36
30	0,866	0,750	347	260,25
36	0,809	0,655	300	196,35
42	0,743	0,552	247	136,41
Σ	13,511			5 775,16

$$\begin{aligned}
 L_{ef} &= 427,4 \text{ m} \\
 w_{10z} &= 22 \text{ m/s} \\
 k &= 1,08 \\
 w_{10v} &= k \cdot w_{10z} = 23,76 \text{ m/s} \\
 g \cdot L_{ef} / w_{10v}^2 &= 7,43 \\
 g \cdot H / w_{10v}^2 &= 0,11 \\
 g \cdot hc / w_{10v}^2 &= 0,008 \\
 hc &= 0,46 \text{ m} \\
 g \cdot T / (2 \cdot \pi \cdot w_{10v}) &= 0,14 \\
 T &= 2,13 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Parametry vlny v hlubokém pásmu

$$\begin{aligned}
 \lambda_{0c} &= 7,09 \text{ m} \\
 c_0 &= 3,33 \text{ m/s} \\
 H / \lambda_{0c} &= 0,92
 \end{aligned}$$

$$k_{p1\%} = 1.4$$



Obr. 5 Schéma k výpočtu efektivní délky rozběhu větru

VD Šanov - DUR	E.3 Celkové vodohospodářské řešení
	DUR

$$h_{1\%} = k_{p1\%} \cdot h_c = 0.64 \text{ m}$$

$$k_d = 0.7$$

$$\lambda/h_{1\%} = 15,39$$

$$H > 2h_{1\%} \text{ ANO}$$

$$k_p = 1.55$$

$$h_{v1\%} = k_d \cdot k_p \cdot h_{1\%} = 0.70 \text{ m}$$

$$k_{i13\%} = 0.85$$

$$h_{v13\%} = h_{v1\%} \cdot k_{i13\%} = 0.59 \text{ m}$$

3.2 STANOVENÍ PŘEVÝŠENÍ KORUNY HRÁZE

Převýšení koruny hráze nad maximální hladinu se stanoví $h = h_v + c$, kde
 h = převýšení koruny hráze nad maximální hladinou
 $h_v = 0,59 \text{ m}$ (dle výpočtu)
 c = bezpečnostní rezerva = $0,3 \text{ m}$ (pro prostou korunu hráze)

Převýšení koruny hráze nad max. hladinou = $h = 0,59 + 0,3 = 0,89 \text{ m}$

Stanovení mezní bezpečné hladiny:

Hladina v nádrži při průtoku Q_{1000} je na kótě $349,85 \text{ m n. m.}$
 Min. úroveň koruny hráze je $349,85 + 0,89 \text{ m} = 350,74 \text{ m n. m.}$

Koruna hráze je stanovena na úrovni $351,00 \text{ m n. m.}$, mezní bezpečná hladina pak $350,50 \text{ m n. m.}$

4 OCHRANNÁ FUNKCE NÁDRŽE A MAXIMÁLNÍ HLADINA V NÁDRŽI

Vodní dílo disponuje sdruženým objektem pro převádění běžných i povodňových průtoků. Sdružený objekt je navržen atypického tvaru půdorysně připomínající srdce. Ve středu je umístěn objekt výpustí, po stranách je pak osově souměrně umístěna dvojice nehrazených přelivů.

Spodní výpusti jsou navrženy dvě a jsou řešeny jako ocelová potrubí DN 400. Každé potrubí bude osazeno dvojjící šoupátkových uzávěrů. Jeden bude sloužit jako revizní a druhý jako provozní. Mezi uzávěry je z obou potrubí vyvedeno další potrubí – ocelové DN 150 pro převádění běžných průtoků. Toto potrubí je taktéž osazeno dvěma šoupátkovými uzávěry. Výhodou menšího potrubí je lepší regulovatelnost při menších průtocích.

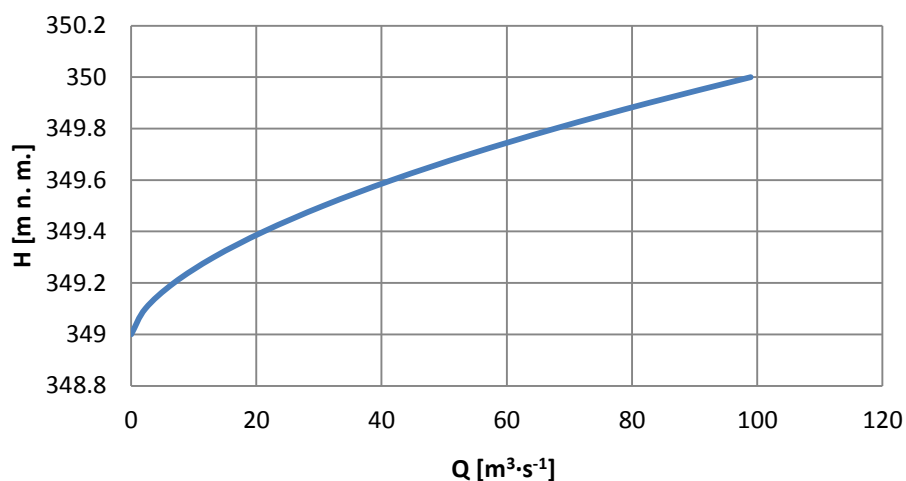
Bezpečnostní přeliv je nehrazený s hydraulicky zaoblenou přelivnou hranou. Bezpečnostní přeliv je dimenzován tak, aby bezpečně převedl kontrolní povodeň Q_{1000} .

4.1 KAPACITA BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU

Bezpečnostní přeliv je součástí sdruženého objektu. Přelivná hrana je zaoblena do půlkruhu. Vypočet byl proveden pomocí rovnice přepadu. Součinitel přepadu μ byl počítán dle Kramera.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_0^{3/2}$$

Konzumční křivka bezpečnostního přelivu

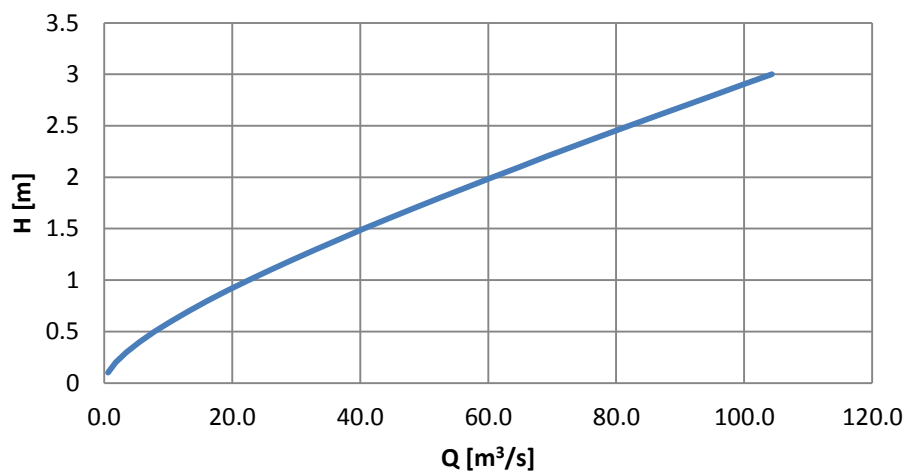


Obr. 6 Konzumční křivka bezpečnostního přelivu

4.2 KAPACITA ODPADNÍ CHODBY

Odpadní chodba odvádí veškerou vodu ze sdruženého objektu. Chodba je v podélném sklonu 2%, délka je 25,5 m, šířka 5,0 m, výška 3,0 m. V chodbě se předpokládá bystřinné proudění s volnou hladinou.

Konzumční křivka odpadní chodby



Obr. 7 Konzumční křivka odpadní chodby

4.3 NÁVRH VÝVARU

Vývar je navržen jako ŽB polorámová konstrukce. Hloubka vývaru je navržena 2,6 m, délka 20,0 m a šířka 5,0 m. Výpočet dimenzí vývaru vychází z Bernoulliho rovnice.

Q [m ³ ·s ⁻¹]	d [m]	σ' [-]	Lv [m]
30,30	1,70	1,06	11,76
39,40	2,00	1,07	14,01
74,90	2,60	1,05	19,60

4.4 KAPACITA SPODNÍCH VÝPUSTÍ

Výpočet kapacity spodních výpustí byl proveden jako „ustálený volný výtok malým otvorem ve stěně“ dle následujících vztahů.

$$Q = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

S – plocha průřezu potrubí

g – gravitační zrychlení

h – vzdálenost mezi hladinou a osou potrubí

μ – součinitel výtoku

$$\mu = \sqrt{\frac{1}{1 + \lambda \cdot \frac{L}{D} + \sum \zeta}}$$

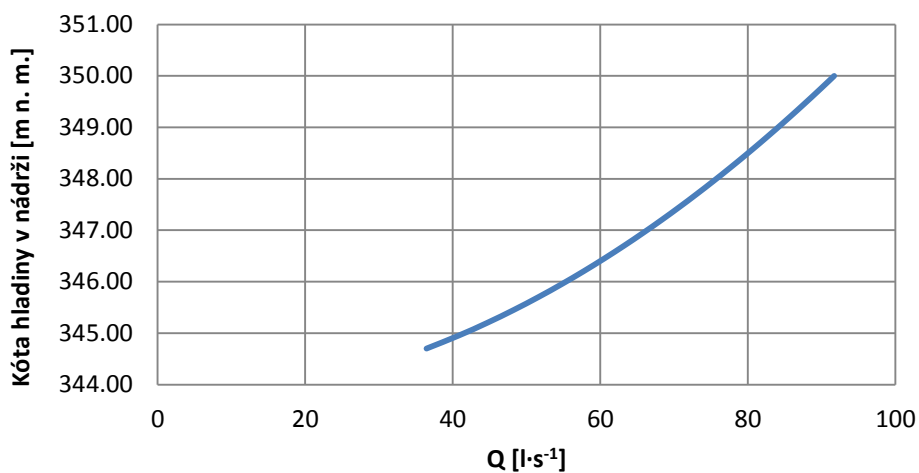
L – délka potrubí

D – průměr potrubí

∑ζ – suma místních ztrát

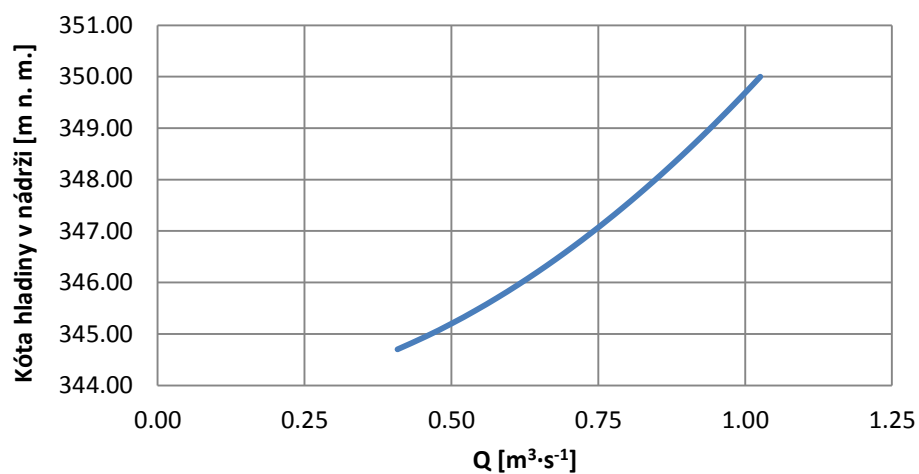
λ – součinitel ztráty třením

Konzumční křivka spodní výpusti DN 150



Obr. 8 Konzumční křivka spodní výpusti DN 150

Konzumční křivka spodní výpusti DN 400



Obr. 9 Konzumční křivka spodní výpusti DN 400

4.5 TRANSFORMACE POVODŇOVÝCH VLN

Simulace transformace návrhových povodňových vln byla provedena použitím diferenciální rovnice nádrže $\frac{dV(t)}{dt} = f(t, V(t))$. Pro řešení této rovnice byla použita metoda

$$\text{Runge-Kutta 4.řádu } V(t + \Delta t) - V(t) = \frac{K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4}{6}$$

$$\text{Kde } K_1 = \Delta t [P(t) - O(V(t))], \quad K_2 = \Delta t \left[P\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) - O\left(V(t) + \frac{K_1}{2}\right) \right],$$

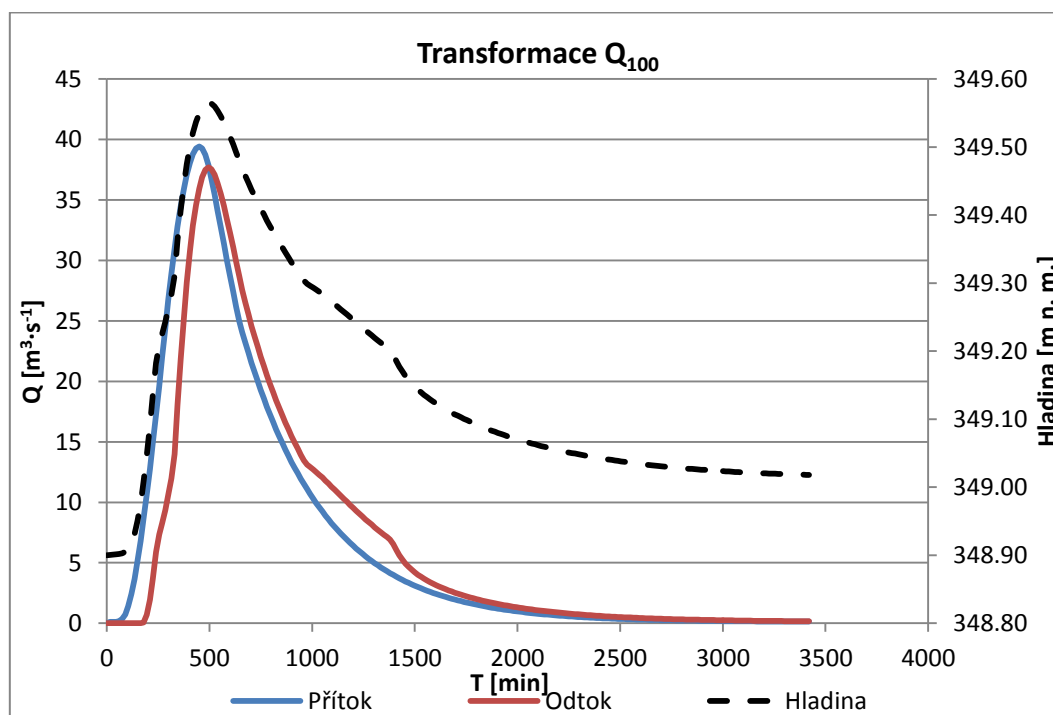
$$K_3 = \Delta t \left[P\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) - O\left(V(t) + \frac{K_2}{2}\right) \right] \text{ a } K_4 = \Delta t [P(t + \Delta t) - O(V(t) + K_3)].$$

Pro výpočet byl standardně použit časový krok $\Delta t = 0,25$ hodina. Pro výpočet byla použita vstupní data:

- Křivka zatopených objemů
- Hydrogram průměrné povodně

Na základě provedených výpočtů transformace povodňových vln byl kvantifikován zachycený objem povodně, snížení a oddálení kulminačního průtoku.

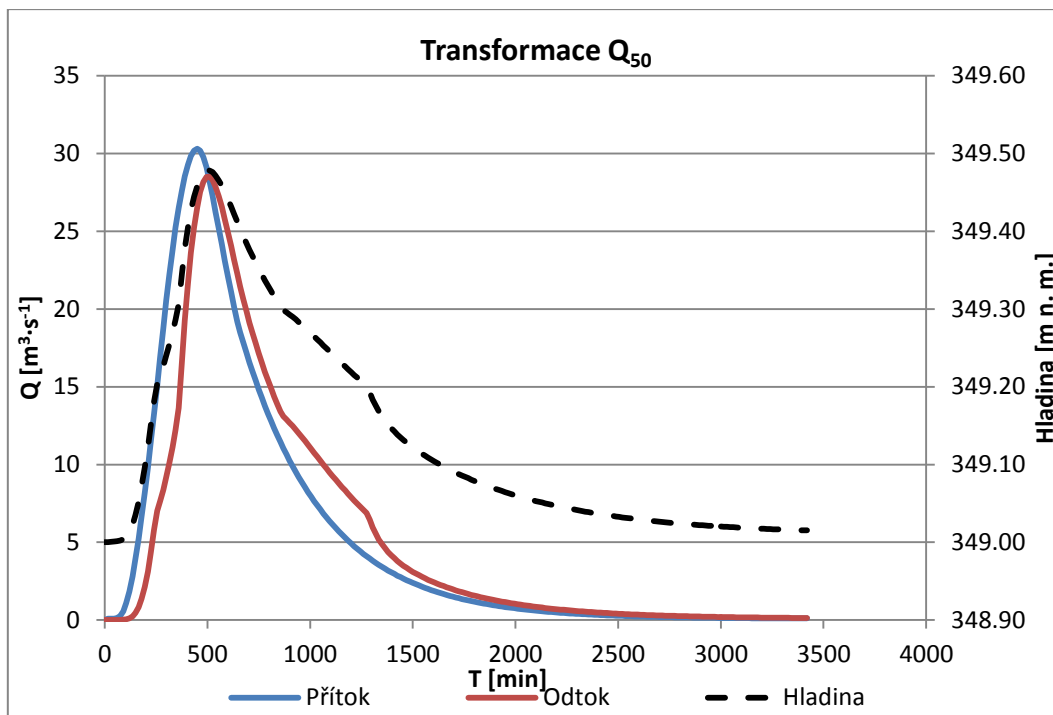
4.5.1 TRANSFORMACE TPV 100



Obr. 10 Transformace TPV 100

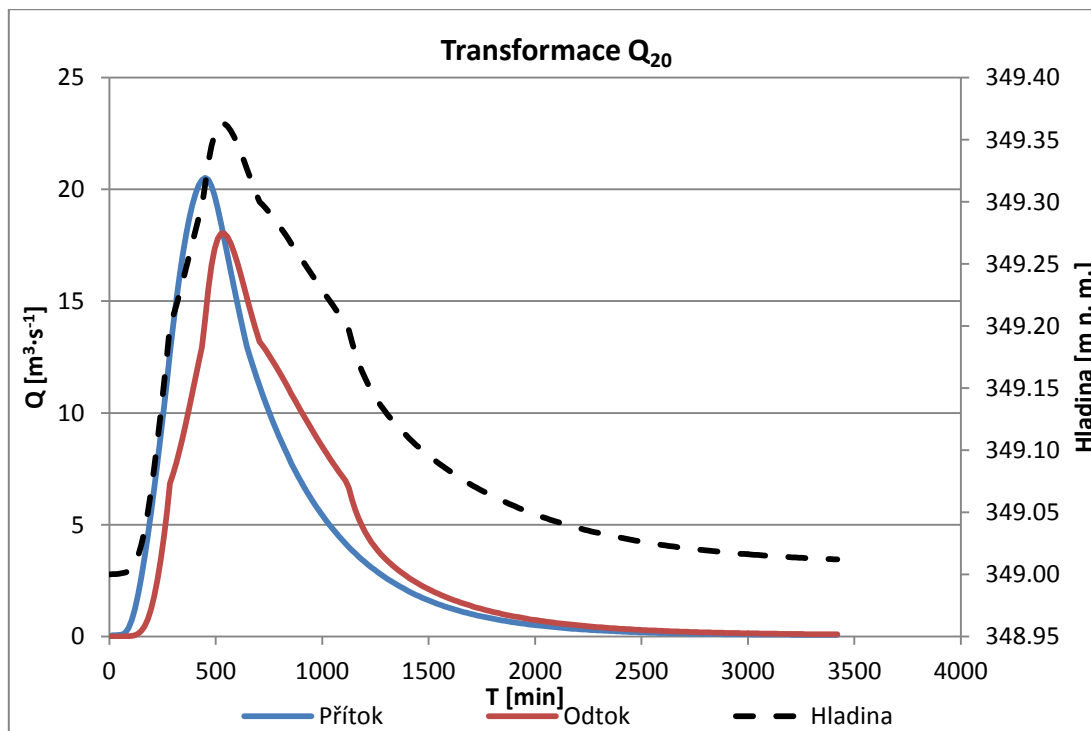
VD Šanov - DUR	E.3 Celkové vodohospodářské řešení
	DUR

4.5.2 TRANSFORMACE TPV 50



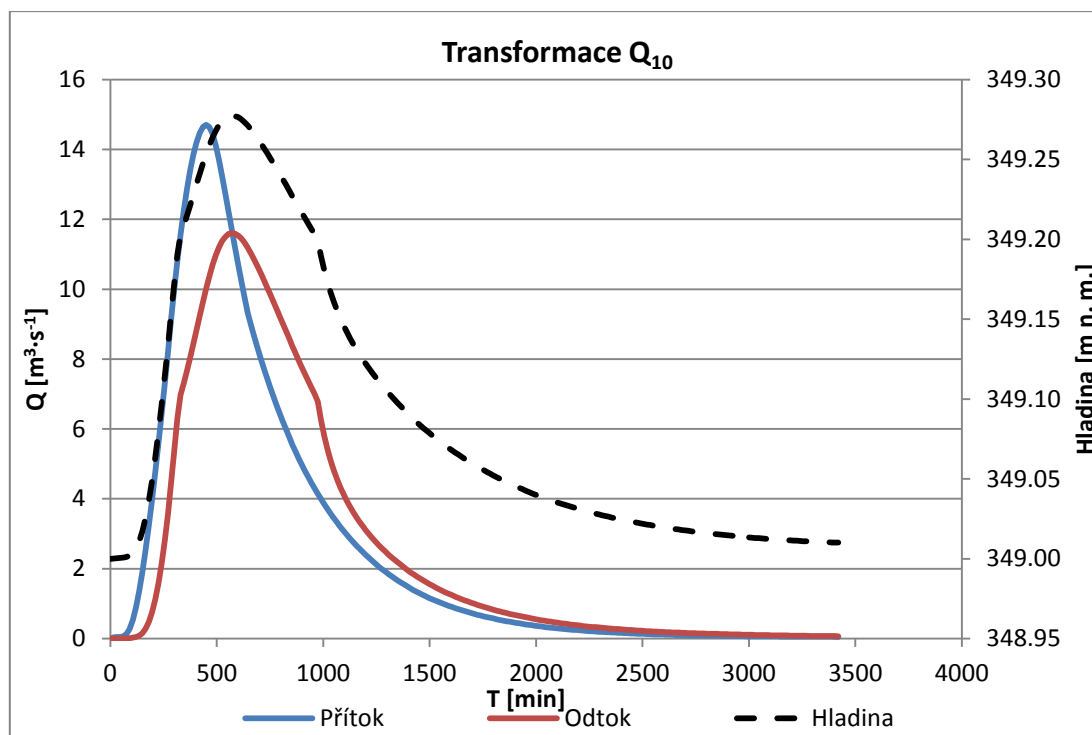
Obr. 11 Transformace TPV 50

4.5.3 TRANSFORMACE TPV 20



Obr. 12 Transformace TPV 20

4.5.4 TRANSFORMACE TPV 10



4.5.5 ZHODNOCENÍ TRANSFORMAČNÍHO ÚČINKU NÁDRŽE

Transformační schopnost nádrže byla posouzena pro průtoky $Q_{10} - Q_{100}$ (viz hydrogramy výše). Z výpočtů vyplynulo, že schopnost nádrže oddálit a snížit kulminaci je minimální a to již pro průtok Q_{10} . Transformace povodňových vln však není prioritou tohoto vodního díla.

5 PŘÍLOHY

5.1 KAPACITA BEZPEČNOSTNÍHO PŘELIVU

h	h_{abs}	μ	Q
[m]	[m n. m.]	[-]	[m ³ /s]
0	349	0,535	0,00
0,1	349,1	0,578	2,27
0,2	349,2	0,615	6,83
0,3	349,3	0,647	13,19
0,4	349,4	0,675	21,19
0,5	349,5	0,700	30,71
0,6	349,6	0,723	41,67
0,7	349,7	0,744	54,02
0,8	349,8	0,763	67,71
0,9	349,9	0,781	82,70
1	350	0,798	98,97

5.2 KAPACITA ODPADNÍ CHODBY

h	Q
[m]	[m ³ /s]
0,2	1,84
0,4	5,56
0,6	10,46
0,8	16,20
1	22,60
1,2	29,51
1,4	36,84
1,6	44,52
1,8	52,48
2	60,68
2,2	69,10
2,4	77,69
2,6	86,45
2,8	95,33
3	104,34

5.3 KAPACITA SPODNÍCH VÝPUSTÍ

5.3.1 VÝPUST DN 150

h	h_{abs}	Re	λ (Altšul)	μ	Q	Q
[m]	[m n. m.]	[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	l/s
1,00	344,70	242141,37	0,02	0,47	0,04	36,44
1,25	344,95	270722,28	0,02	0,47	0,04	40,76
1,50	345,20	296561,40	0,02	0,47	0,04	44,67
1,75	345,45	320322,92	0,02	0,47	0,05	48,26
2,00	345,70	342439,61	0,02	0,47	0,05	51,60
2,25	345,95	363212,06	0,02	0,47	0,05	54,74
2,50	346,20	382859,12	0,02	0,47	0,06	57,71
2,75	346,45	401546,04	0,02	0,47	0,06	60,53
3,00	346,70	419401,16	0,02	0,47	0,06	63,23
3,25	346,95	436526,56	0,02	0,47	0,07	65,82
3,50	347,20	453005,02	0,02	0,47	0,07	68,31
3,75	347,45	468904,75	0,02	0,47	0,07	70,72
4,00	347,70	484282,74	0,02	0,47	0,07	73,04
4,25	347,95	499187,22	0,02	0,47	0,08	75,29
4,50	348,20	513659,42	0,02	0,47	0,08	77,48
4,75	348,45	527734,88	0,02	0,47	0,08	79,61
5,00	348,70	541444,57	0,02	0,47	0,08	81,68
5,25	348,95	554815,58	0,02	0,47	0,08	83,70
5,50	349,20	567871,85	0,02	0,47	0,09	85,68
5,75	349,45	580634,61	0,02	0,47	0,09	87,61
6,00	349,70	593122,80	0,02	0,47	0,09	89,49
6,10	349,80	598045,07	0,02	0,47	0,09	90,24
6,20	349,90	602927,15	0,02	0,47	0,09	90,98
6,30	350,00	607770,02	0,02	0,47	0,09	91,71

5.3.2 VÝPUST DN 400

h	h_{abs}	Re	λ (Altšul)	μ	Q	2·Q
[m]	[m n. m.]	[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
1,00	344,70	9,98E+05	1,60E-02	0,733	0,41	0,82
1,25	344,95	1,12E+06	1,59E-02	0,733	0,46	0,91
1,50	345,20	1,22E+06	1,58E-02	0,734	0,50	1,00
1,75	345,45	1,32E+06	1,58E-02	0,734	0,54	1,08

h	h_{abs}	Re	λ (Altšul)	μ	Q	2·Q
[m]	[m n. m.]	[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
2,00	345,70	1,41E+06	1,58E-02	0,734	0,58	1,16
2,25	345,95	1,50E+06	1,58E-02	0,734	0,61	1,23
2,50	346,20	1,58E+06	1,57E-02	0,734	0,65	1,29
2,75	346,45	1,66E+06	1,57E-02	0,734	0,68	1,35
3,00	346,70	1,73E+06	1,57E-02	0,734	0,71	1,42
3,25	346,95	1,80E+06	1,57E-02	0,734	0,74	1,47
3,50	347,20	1,87E+06	1,57E-02	0,734	0,76	1,53
3,75	347,45	1,93E+06	1,57E-02	0,734	0,79	1,58
4,00	347,70	2,00E+06	1,56E-02	0,734	0,82	1,63
4,25	347,95	2,06E+06	1,56E-02	0,734	0,84	1,68
4,50	348,20	2,12E+06	1,56E-02	0,734	0,87	1,73
4,75	348,45	2,18E+06	1,56E-02	0,734	0,89	1,78
5,00	348,70	2,23E+06	1,56E-02	0,734	0,91	1,83
5,25	348,95	2,29E+06	1,56E-02	0,734	0,94	1,87
5,50	349,20	2,34E+06	1,56E-02	0,734	0,96	1,92
5,75	349,45	2,39E+06	1,56E-02	0,734	0,98	1,96
6,00	349,70	2,45E+06	1,56E-02	0,734	1,00	2,00
6,10	349,80	2,47E+06	1,56E-02	0,734	1,01	2,02
6,20	349,90	2,49E+06	1,56E-02	0,734	1,02	2,04
6,30	350,00	2,51E+06	1,56E-02	0,734	1,03	2,05