



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

PROJEKT BOČNÍ VARIANTY VODNÍHO DÍLA SKALIČKA

THE DESIGN OF THE LATERAL VARIANT OF THE DAM SKALIČKA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zbyněk Vahalík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.

BRNO 2023



Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav vodních staveb
Student:	Bc. Zbyněk Vahalík
Vedoucí práce:	prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.
Akademický rok:	2022/23
Studijní program:	N0732A260025 Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Projekt boční varianty vodního díla Skalička

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Předmětem práce bude návrh vodního díla Skalička ve variantě boční nádrže. Předmětem řešení bude návrh umístění hráze, objektů a přírodního koryta, provedení vodohospodářského řešení nádrže včetně posouzení transformační schopnosti nádrže, návrh tvaru a skladby příčného profilu hráze, nátokového a výtokového objektu.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Návrh vodního díla

Seznam doporučené literatury a podklady:

- [1] Posuzované varianty VD Skalička. Technická podpora investora při posuzování variant, Aquatis, a.s. 2/2019.
- [2] Bečva, VD Skalička - Technicko-ekonomická studie variant boční nádrže. AQUATIS a.s. Krejčí, L. Unie pro řeku Moravu. Poldr Skalička. Návrh bočního poldru Skalička a protipovodňová ochrana Pobečví. Ideová studie. 2016.
- [3] Povodí Moravy. 2018. Historie vývoje profilu VD Skalička. Digitální podklad.
- [4] Kolářová, D., Glos, J. a kol. Podklady pro biologické hodnocení vlivu vodohospodářských opatření na Bečvě v prostoru Skalička – Milotice. Ing. Draga Kolářová – ekologické projektování, Brno. 1999.
- [5] Bečva, Teplice – suchá nádrž. Biologické hodnocení. Ageris s.r.o., 2007.
- [6] Bečva, Teplice - suchá nádrž, Doplnění biologického hodnocení. Ageris, s.r.o., 07/2008.

[7] Bečva - přírodě blízká protipovodňová opatření a obnova přirozené hydromorfologie toku a nivy v úseku ř. km 42,0 (Teplice nad Bečvou) až ř. km 57,0 (Lhotka nad Bečvou). Pöyry Environment Brno, květen 2013.

[8] Mudra, S. Nádrž Teplice - Analýza rizik z hlediska dotčení zájmů ochrany přírody a krajiny jako podklad pro jednání s MŽP, leden 2016.

[9] Bečva, Teplice - suchá nádrž, studie. AQUATIS a.s., Brno. 09/2003.

[10] PPO v povodí řeky Moravy. Lokalita Teplice. Studie. Aquatis Brno. 3/1999.

[a] ČSN 75 2310 Sypané hráze. 2006.

[b] ČSN 75 2340 Navrhování přehrad – Hlavní parametry a vybavení. 2017.

[c] ČSN 75 2405 Vodohospodářská řešení vodních nádrží

[d] TNV 75 2401 Vodní nádrže a zdrže. 1998.

[e] TNV 75 2415 Suché nádrže

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 7. 4. 2022

L. S.

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
vedoucí ústavu

prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem vodního díla Skalička jako projektu boční víceúčelové nádrže. Úvodem je popsáno území kolem VD, dále historie navrhovaného VD a současná situace. Je zpracován návrh umístění hráze, jeho zakomponování do terénu, vypracování tvaru a skladby příčného profilu hráze a podélný profil hráze. Je navržen vtokový a výtokový objekt. Navrženo je i přívodní koryto včetně jeho podélného profilu, dále provedení vodohospodářského řešení nádrže a posouzení transformační schopnosti nádrže. Práce je doplněna o zpracované hydrotechnické výpočty některých částí objektů VD.

KLÍČOVÁ SLOVA

Přehrada Skalička, boční nádrž, víceúčelová nádrž, vodní dílo, přehrada, vodní nádrž, koryto, funkční objekty, vodohospodářské řešení

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the design of the lateral variant of the dam Skalička. The introduction part describes the area around the dam, followed by the history and the current situation. The following part process the design of the dam's location, its integration into the terrain, the development of the shape and composition of the dam's cross and longitudinal section. The diploma thesis includes the design of the inflow and the outflow object, cross section of the inlet channel including its longitudinal section, as well as the implementation of the dam's water management solution and assessment of the reservoir's transformation capacity. The thesis is supplemented by hydrotechnical calculations.

KEYWORDS

The dam of Skalička, lateral dam, multipurpose dam, dike, water reservoir, channel, appurtenant works, water management solution

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VAHALÍK, Zbyněk. *Projekt boční varianty vodního díla Skalička*. Brno, 2023. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Projekt boční varianty vodního díla Skalička* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Zbyněk Vahalík
autor

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE


Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Projekt boční varianty vodního díla Skalička* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Zbyněk Vahalík
autor

Poděkování

Chci poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Jaromíru Říhovi, CSc. za jeho rady, čas a vlídnost při konzultacích, které mi věnoval a věcné připomínky při psaní této diplomové práce. Chci také poděkovat své manželce a synovi za jejich trpělivost během psaní mé závěrečné práce a také rodině a blízkým, kteří mě během studia podporovali a podporují.

DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PROJEKT BOČNÍ VARIANTY VODNÍHO DÍLA SKALIČKA			
AUTOR PRÁCE	Bc. Zbyněk Vahalík	FORMÁT	
VEDOUcí PRÁCE	prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.	ROK	2023
PŘÍLOHA TEXTOVÁ A PRŮVODNÍ ZPRÁVA		MĚŘÍTKO	Č. PŘÍLOHY A.

OBSAH

1	CÍLE A PŘEDMĚT PRÁCE	3
2	POPIS LOKALITY	4
2.1	Všeobecně o území.....	4
2.2	Geomorfologické poměry.....	7
2.3	Geologické poměry	7
2.4	Hydrogeologické poměry	8
2.5	Hydrologické poměry	9
3	HISTORIE A ÚČEL NAVRHOVANÉHO VD	12
4	SOUČASNÝ STAV LOKALITY	14
5	NÁVRH VD	19
5.1	Těleso hráze	19
5.1.1	Stabilizační část.....	20
5.1.2	Těsnicí část.....	21
5.1.3	Patní drén	21
5.2	Úprava na vzdušné straně hráze.....	22
5.2.1	Vyústění drenáže.....	22
5.2.2	Ochranná hrázka.....	22
5.2.3	Sběrné koryto	22
5.3	Vtokový objekt.....	23
5.3.1	Konstrukce vtokového objektu.....	24
5.3.2	Uzávěry	25
5.3.3	Asanační potrubí	25
5.3.4	Vývar.....	26
5.4	Výtokový objekt.....	26
5.4.1	Konstrukce výtokového objektu.....	27
5.4.2	Uzávěry	28

5.4.3	Vývar.....	28
5.4.4	MVE.....	29
5.5	Přívodní koryto.....	30
6	ZÁVĚR A DOPORUČENÍ	33
6.1	Závěr.....	33
6.2	Doporučení pro další práce	33
7	POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY	35
8	SEZNAM ZKRATEK.....	37
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	38
10	SEZNAM TABULEK.....	39
11	SEZNAM PŘÍLOH	40

1 CÍLE A PŘEDMĚT PRÁCE

Cílem této diplomové práce je návrh vodního díla Skalička jako projekt boční víceúčelové nádrže. To bude také předmětem této práce. Předmětem řešení bude návrh umístění hráze a zakomponování do terénu, vypracování tvaru a skladby příčného profilu hráze, podélný profil hráze, návrh vtokového a výtokového objektu, návrh přívodního koryta včetně jeho podélného profilu, provedení vodohospodářského řešení nádrže a posouzení transformační schopnosti nádrže, vypracování hydrotechnických výpočtů některých částí objektů VD.

Předmětem práce není zpracování časového plánu přípravy a výstavby, finančních nákladů a kalkulace, vlivu stavby na životní prostředí, řešení proudění podzemních vod, řešení migrace ryb a další.

Práce obsahuje textovou část, vodohospodářské a hydrotechnické výpočty a grafickou část (výkresovou dokumentaci). Při návrhu tvaru hráze a technických parametrů se koncepčně vychází z [4] a [5]. Při návrhu výkresové dokumentace (konkrétně přehledné situace, vzorového příčného řezu, vtokového a výtokového objektu) se koncepčně vychází z podkladu [4].

2 POPIS LOKALITY

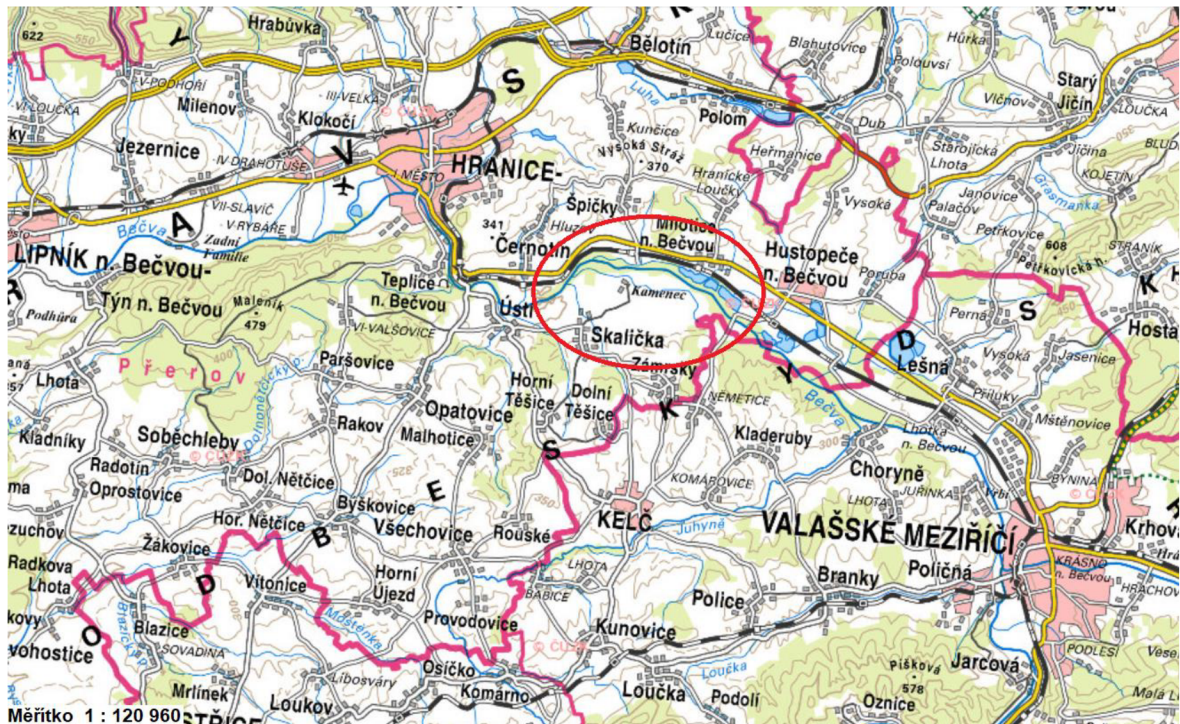
2.1 VŠEOBECNĚ O ÚZEMÍ

Zájmové území se nachází na hranici Olomouckého a Zlínského kraje, v okresech Přerov a Vsetín (obr. 2.1 a obr. 2.2), jihovýchodně od města Hranice v katastrálním území obcí Skalička, Zámrsky, Špičky, Černotín, Hustopeče nad Bečvou, Milotice nad Bečvou a Kelč [2]. Územím protéká řeka Bečva, významná moravská šterkonosná řeka, která má ve své horní části dvě větve – Rožnovskou Bečvu a Vsetínskou Bečvu. Obě řeky pramení pod Vysokou; Rožnovská Bečva pramení na severním svahu a Vsetínská Bečva východně od Vysoké. Tyto dvě větve se do sebe vlévají pod Valašským Meziříčím a pokračují dále pod sjednoceným názvem Bečva. Bečva má délku 61,2 km a na území Tovačova (Troubek) ve výšce 195 m n. m. vtéká do Moravy [3]. Jedná se o největší levostranný přítok řeky Moravy.

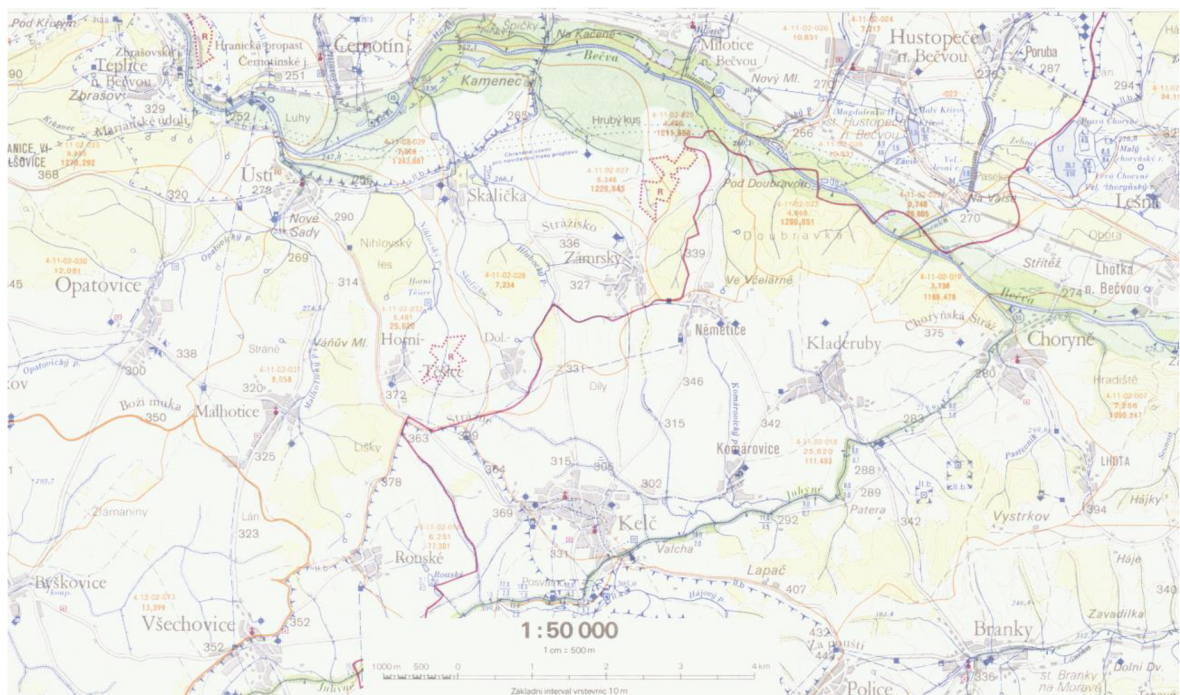
Správcem tohoto povodí je Povodí Moravy, s. p. (PMO), závod Horní Morava. Společně s Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) monitoruje PMO území povodí. K monitoringu slouží limnigrafické stanice (LG). Nejbližší LG pod zájmovým územím je LG Teplice nad Bečvou (řkm 41,4). Nad zájmovým územím je to pro Rožnovskou Bečvu LG Valašské Meziříčí (řkm cca 1,8) a pro Vsetínskou Bečvu LG Jarcová (řkm cca 4,0). Zájmová oblast a její okolí je vyobrazeno na vodohospodářské mapě na obr. 2.3.



Obr. 2.1 Situace širších vztahů [6] (souřadnicový systém S-JTSK)



Obr. 2.2 Situace zájmového území [6] (souřadnicový systém S-JTSK)



Obr. 2.3 Vodohospodářská mapa zájmové oblasti a okolí [7]

Pro Bečvu jsou typické kolísavé průtoky a místy pohyblivá koryta. Například severně od obce Skalička se koryto Bečvy stáčí doleva a z dlouhodobého hlediska je zde vidět znatelný posun koryta. Půdorysná změna tvaru koryta je v této části k porovnání na následujících ortofoto snímcích na obr. 2.4, obr. 2.5 a obr. 2.6.



Obr. 2.4 Ortofoto snímek Bečvy z r. 2003 [8]



Obr. 2.5 Ortofoto snímek Bečvy z r. 2012 [8]



Obr. 2.6 Ortofoto snímek Bečvy z r. 2021 [8]

2.2 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Popis a text geomorfologických poměrů byl zpracován dle zdroje [5]. Geomorfologie v České republice je rozdělena do různých kategorií tzv. celků. Celek se následně člení na provincie, které se dále dělí na soustavy (někdy také subprovincie), ty dále na podsoustavy, celky, podcelky a okrsky. Zájmové území je dle geomorfologického členění ČR rozděleno v tab. 2.1.

V oblasti řeky Bečvy je povrch zájmového území tvořen širokou údolní nivou se zbytky říčních teras. Směrem k okrajům zájmového území přechází reliéf v úpatní části členitých pahorkatin. Průměrná nadmořská výška je v rozmezí od 250 do 280 m n. m. [5].

Tab. 2.1 Geomorfologické členění zájmového území

PROVINCIE	SOUSTAVA	PODSOUSTAVA	CELEK	PODCELEK	OKRSEK
Západní Karpaty	Vnější Západní Karpaty	Západobeskydské podhůří	Podbeskydská pahorkatina	Příborská pahorkatina	Valašskomeziříčská kotlina
					Hluzovská pahorkatina
					Palačovská brázda

2.3 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Popis a text geologických poměrů byl zpracován dle zdrojů [4] a [5]. Z hlediska geologického členění se zájmové území nachází na hranici Českého masivu a Západních Karpat. *Základní geologickou strukturou tvoří paleozoické sedimenty sudetské formace, na nichž jsou uloženy miocenní sedimenty, vrstvy slezských tektonických jednotek a kvartérní pokryvy* [4]. Paleozoické sedimenty jsou v oblasti Hranického krasu tvořeny devonskými vápenci, ale jejich prostorový rozsah není přesně znám. Hranice je určována z pozorovaných vápencových výchozů a výsledků vrtných prací. V západní části území devonské vápence vystupují k povrchu jako výchozy mezi lázněmi Teplice a v železničním zářezu východně od obce Černotín. Z hlediska možnosti realizace vodního díla (VD) jsou devonské vápence v oblasti Hranického krasu a konkrétně i jednotlivé výchozy významnými geologickými prvky [4]. Výchozy východně od lázně Teplice mohou tvořit hlavní infiltrační zónu lázeňských pramenů. Výchoz v železničním zářezu východně od obce Černotín je označen jako místo s nejlepšími podmínkami pro sycení krasových vod. Nejvýchodnější výchoz

v lokalitě Kamenec již tyto vlastnosti z důvodu nepropustnosti svrchních částí hornin nemá a je situován v zátopě navrhovaného VD [5]. Na některých místech jsou devonské vápence tektonicky porušené či zkrasovatělé. Hlavními krasovými jevy jsou Hranická propast, Zbrašovské aragonitové jeskyně, jeskyně na Kučách a mnoho dalších jeskyní či závrťů [5].

Pokleslé části postpaleozoického reliéfu jsou vyplněny jíly až jílovci, písky, pískovci, štěrky a slepenci, které vyplňují Teplickou propadlinu [4]. Mocnost těchto miocenních sedimentů se směrem k Valašskému Meziříčí zvětšuje a v období karpatské orogeneze byly postiženy řadou dislokací. Další vrstvy jsou tvořeny slezskými tektonickými jednotkami, konkrétně mělkými střížnými příkrovy podslezských útvarů tvořeny hlavně pelitickými sedimenty křídového a paleogenního stáří, které jsou od východu nasunuty přes miocenní sedimenty [4].

V zájmovém území jsou identifikovány tři základní typy kvartérních sedimentů [4]:

- sedimenty údolní nivy – písčité štěrky a náplavové hlíny,
- sedimenty vyšších teras – pleistocenní štěrky a hlíny, sprašové hlíny,
- jílovité sedimenty, svahové hlíny a eluvia.

2.4 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Popis a text geomorfologických poměrů byl zpracován dle zdroje [5]. Hydrogeologické poměry v České republice jsou rozděleny do tzv. rajonů (HGR). Zájmové území se nachází ve dvou HGR uvedených v tab. 2.2. Zájmové území leží z větší části v rajonu Kvartér Horní Bečvy.

Tab. 2.2 Hydrogeologická rajonizace zájmového území

NÁZEV	ID	SKUPINA	GEOLOGIE
Kvartér Horní Bečvy	1631	Kvartérní sedimenty v povodí Moravy	Kvartérní a propojené kvartérní a neogenní sedimenty
Flyš v povodí Bečvy	3221	Flyšové sedimenty	Sedimenty paleogénu a křídý Karpatské soustavy

Hydrogeologické celky v zájmovém území a jeho širším okolí mohou být rozděleny dle hydrogeologické funkce hornin na [5]:

- oblast kvartérních sedimentů, tvořené náplavy řeky Bečvy (bazální štěrky této vrstvy mají dobrou propustnost),
- oblast terciérních jílovito-písčitých sedimentů se slabou průlinovou propustností, tvořené převážně nepropustnými jílovitými sedimenty,
- oblast kulmských hornin – drob, jílovců, slepenců a jílovitých břidlic se slabou puklinovou a průlinovou propustností,
- oblast devonských a kulmských karbonátových hornin (devonské vápence) s výrazně rozdílnou propustností (specifická vydatnost vrtů v prostředí karbonátů se dle archivních údajů pohybuje v rozpětí 0,01 až 1,5 l/s/m).

Tok Bečvy je propojen s kolektorem fluviálních sedimentů v říční nivě Bečvy a dá se tak ve zvodni předpokládat okamžitá odezva na změny vodních stavů v Bečvě. *Průtočnost zvodně se pohybuje v rozmezí $1 \cdot 10^{-6}$ až $1 \cdot 10^{-4}$ m²/s. Mocnost zvodnění je 5 až 10 m, stav podzemní vody v údolní nivě se pohybuje od 0,5 do 6,5 m (nejčastěji od 1,0 do 2,0 m) pod terénem* [5]. Byla také zjištěna spojitost výšky hladiny Bečvy spolu s hladinami v devonských vápencích. Změny tlaků v karbonátovém masívu reagují na lázeňské vrty v Teplicích nad Bečvou. Při změně těchto tlakových poměrů došlo při povodni v roce 1997 k samovolnému uvolnění uzavřeného vrtu D-II v blízkosti Bečvy a mohutnému výtoku minerálních vod z vrtu. Přeliv těchto minerálních vod trval cca 1 měsíc a dosahoval výšky přibližně 1,1 až 1,5 m nad terén. Měřením bylo zjištěno, že zvýšená hladina minerálních vod v souvislosti se zvýšenou hladinou v Bečvě nemá vliv na chemismus vod a nedochází k ředění minerálních vod povrchovou vodou [5].

Svrchní vrstva náplavových hlín, do které bude zavazována hráz, má dobré těsnicí vlastnosti. Propustná štěrkopísková vrstva, do které bude zasahovat těleso hráze, bude utěsněna nepropustnou stěnou. Místům, ve kterých se nachází vápencové výchozy, se bude plánované těleso hráze vyhýbat.

2.5 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Bečva – IDVT 10100043, má z vodohospodářského hlediska zvlášť velký význam pro vodnost povodí řeky Moravy obecně. Je jejím největším levostranným přítokem. Bečvě se věnuje i část kapitoly 2.1. Bečvou je také velmi ovlivňováno území ležící v Olomouckém

kraji, nesoucí název samotné řeky, tzv. Pobečví [5], ve kterém leží i samotné zájmové území. Jak již bylo výše zmíněno, pro Bečvu jsou typické kolísavé průtoky a oblasti s pohyblivými koryty. Bečva je velmi bohatá z dešťových srážek, které stékají z Oderských vrchů a Beskyd a má přímý vliv na vodnost středního, ale také dolního toku řeky Moravy.

Základní hydrologické údaje Bečvy jsou uvedeny v tab. 2.3. Dále jsou v tabulkách uvedeny průtoky m -denní (tab. 2.4) a N -leté spolu s objemem povodňových vln (tab. 2.5).

Přibližně 80 m jižně od levého zavázání hráze protéká územím Hlubocký potok – IDVT 10194806. Hlubocký potok pramení v katastru obce Dolní Těšice v nadmořské výšce cca 335 m n. m. Celková plocha povodí toku je u soutoku s Bečvou 8,02 km² a dlouhodobý průměrný průtok Q_a je 26 l/s.

Na území zátopy se nachází i několik malých vodních nádrží. Nádrže, které budou zasahovat do tělesa hráze budou zasypány a terén bude vhodně upraven k pokládce a hutnění těsnicí a stabilizační části hráze.

Tab. 2.3 Základní hydrologické údaje [5]

Hydrologický profil Teplice nad Bečvou, ř. km 41,40	
Hydrologické číslo povodí	4-11-02-0330
Plocha povodí A	1275,33 km ²
Průměrné roční srážky H_s (1931–1980)	888 mm
Dlouhodobý průměrný roční průtok Q_a (1931–1980, 2005)	15,3 m ³ /s

Tab. 2.4 m -denní průtoky v profilu Teplice nad Bečvou [5]

m [dny]	30	90	180	270	330	355	364	Období
Q_m [m ³ /s]	38,2	17,3	8,34	4,25	2,34	1,50	1,01	aktuální

Tab. 2.5 N -leté povodňové průtoky a objem povodňových vln v profilu Teplice nad Bečvou [5]

N [roky]	1	2	5	10	20	50	100	500	Období
Q_N [m ³ /s]	210	285	515	620	680	740	780		1931–1960
Q_N [m ³ /s]	219	317	452	555	659	799	908	1170	aktuální
W_N [mil. m ³]	45,5	64,4	86,6	105,6	126,6	155,3	180,7	267,4	aktuální

Pro porovnání, v roce 1997 během povodní přešla na Bečvě profilem Teplice nad Bečvou povodňová vlna o objemu 244 mil. m³ s kulminací přibližně 950 m³/s. V tab. 2.6 jsou zapsány limity pro stupně povodňové aktivity (SPA). Platnost SPA je pro úsek toku od Valašského Meziříčí po Lipník nad Bečvou. Po výstavbě VD pravděpodobně dojde k úpravě SPA pro úsek a doplnění SPA pro VD.

Tab. 2.6 Limity pro SPA [9]

Stupně povodňové aktivity	[cm]	[m ³ /s]
1. SPA (bdělost)	260	179,342
2. SPA (pohotovost)	330	265,931
3. SPA (ohrožení)	400	362,539

3 HISTORIE A ÚČEL NAVRHOVANÉHO VD

Nad stavbou velké údolní nádrže se v lokalitě Teplice nad Bečvou uvažovalo již od konce 50. let 20. století. Zadání a požadavky na účely nádrže se ale postupem času měnily. K posledním změnám došlo ke konci 80. let v rámci připravované výstavby jaderné elektrárny u Blahutovic na Novojičínsku. Nádrž měla sloužit pro dodávání chladící vody do elektrárny. Po roce 1989 bylo od tohoto plánu upuštěno a se stavbou nádrže se přestalo počítat. O nutnosti vybudovat na řece Bečvě umělé retenční prostory, které by byly schopny transformovat povodňové kulminace a zpožďovat odtoky, se začalo uvažovat až po povodni v červenci 1997, která zasáhla většinu území povodí Moravy. Teplice nad Bečvou byly nejlépe prozkoumanou lokalitou pro výstavbu vodní nádrže díky připravované výstavbě v minulosti. V březnu 1999 byly připraveny studie „Protipovodňová opatření v povodí řeky Moravy, lokalita Teplice“, kterou zpracoval Aquatis a.s. [11].

Návrhy opatření byly tehdy vypracovány ve dvou variantách [11]:

- varianta 1 – suchá nádrž (poldr) s parametry danými snahou o co možná nejmenší dotčení území a minimální nutností vyvolaných investic,
- varianta 2 – velká nádrž s parametry přibližně odpovídajícími předchozím návrhům s nutností rozsáhlých investic.

Návrh suché nádrže Teplice nad Bečvou byl obsažen v 1. změně územního plánu velkého územního celku Olomoucké aglomerace (ÚP VÚC Olomoucké aglomerace) a schválen byl usnesením Zastupitelstva Olomouckého kraje ze dne 28. 11. 2002 [11].

V průběhu let se původní dvě varianty rozšířily o další varianty. V roce 2019 bylo specifikováno šest variant, které byly na žádost PMO posuzovány [10]:

- V1 – Nulová varianta (varianta bez nádrže),
- V2 – Boční suchá nádrž (vypracovaná podle studie Unie pro řeku Moravu),
- V3 – Boční suchá nádrž s ovladatelným vtokem,
- V4 – Boční víceúčelová vodní nádrž,
- V5 – Průtočná suchá nádrž,
- V6 – Průtočná víceúčelová vodní nádrž.

Podle usnesení vlády ze dne 14. 7. 2022 byla schválena boční suchá nádrž s ovladatelným vtokem (varianta V3). Došlo tak po shodě Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí. Varianta V3 byla dle [5], kterou měly obě ministerstva

k dispozici, druhou nejlépe hodnocenou variantou. Nejlépe hodnocenou variantou byla varianta V4 (boční víceúčelová vodní nádrž), ale nakonec byla na základě preferencí dána přednost variantě V3.

Hlavní význam a účel je ochranná funkce nádrže s cílem zajistit při transformaci stoleté povodňové vlny (PV 100) pod VD v Bečvě neškodný odtok $660 \text{ m}^3/\text{s}$. Tato transformace PV 100 a vodohospodářské výpočty VD se pojednává a řeší v příloze B.1.2. Druhým účelem VD je zásobní funkce, která má cíl nadlepšení minimálního odtoku, aj. Třetím účelem je doplňkové využití vodní energie z odtoků z nádrže v malé vodní elektrárně (MVE). Čtvrtým účel je pak rekreační využití [5].

4 SOUČASNÝ STAV LOKALITY

V katastrálním území obce Skalička leží osada Kamenec, která leží v plánované trase hráze a případné zátopy. Většina pozemků s nemovitostmi jsou již od majitelů vykoupeny a do konce roku 2027 se předpokládá, že majetkové vypořádání bude dokončeno. Téměř celá oblast Kamence se rozprostírá na vápencovém výchozu, který se nachází v podloží. Pohled na lokalitu navrhované zátopy VD směrem k obci Skalička je zachycen na obr. 4.1. Pohled je směřován od obce Zámrsky. V popředí po levé straně za stromy je obec Skalička a v pozadí na levé straně obec Černotín.



Obr. 4.1 Pohled na zátopy směr Skalička

Pohled na lokalitu navrhované zátopy VD směrem k osadě Kamenec je zachycen na obr. 4.2. Pohled je opět směřován od obce Zámrsky, kdy uprostřed je vidět v budoucnu zatopená osada Kamenec a v pozadí na kopci se rozprostírá obec Špičky. Na obr. 4.3 je zachycen pohled na osadu Kamenec směrem od obce Skaličky.



Obr. 4.2 Pohled na zátoku směr Kamenec



Obr. 4.3 Pohled na osadu Kamenec

Kousek od obce Skaličky povede plánovaná hráz. Pohled na území, kterým povede plánovaná hráz severně od Skaličky je vyobrazen na obr. 4.4. Po pravé straně se nachází rodinné domy obce Skaličky, kterých se výstavba VD nedotkne. Na obr. 4.5 je zachyceno

koryto Bečvy kousek nad místem, kde bude zaústěno koryto vedoucí z nádrže. Napojení na Bečvu bude z levé strany a bude se tak jednat o levobřežní přítok.



Obr. 4.4 Pohled na oblast budoucí hráze



Obr. 4.5 Pohled na Bečvu kousek nad plánovaným napojením na koryto z nádrže

V současné době na území plánovaného VD probíhá hydrogeologický monitoring, který sleduje hladinu a fyzikální vlastnosti vody (konduktivitu, teplotu a pH) v jednotlivých pozorovaných objektech. Dovedávna monitoring probíhal na 55 objektech ručním měřením a na 13 objektech automaticky pomocí dataloggerů. Nově bude navazující monitoring probíhat pouze na vytipovaných objektech, z nichž bude povětšinu automatizován. Z vrtů jsou rovněž odebírány vzorky pro chemický rozbor.

Úprava zhlaví pozorovacího hydrogeologického vrtu S122A je zachycena na obr. 4.6. Na obr. 4.7 je vlevo vyobrazeno zařízení dataloggeru s čidlem, které se umísťuje do výpažnice vrtu a vpravo na obrázku je vyobrazeno umístění a uchycení dataloggeru k výpažnici.



Obr. 4.6 Pozorovací hydrogeologický vrt S122A



Obr. 4.7 Zařízení dataloggeru s čidlem (vlevo) a umístění zařízení ve výpažnici hydrogeologického vrtu (vpravo)

5 NÁVRH VD

VD tvoří:

1. HRÁZ – sypaná zemní hráz o délce cca 7,550 km umístěná na levém břehu Bečvy se zavázáním v obci Skalička.
2. VTOKOVÝ OBJEKT – ve staničení hráze km 7,27327.
3. VÝTOKOVÝ OBJEKT – ve staničení hráze km 1,26602, tvoří jej výtoková sekce a MVE.
4. PŘÍVODNÍ KORYTO – koryto je vedené uvnitř nádrže, má celkovou délku cca 6,680 km, protíná hráz ve staničení koryta km 0,97335 a km 6,46427. Vlévá se do Bečvy přibližně ve staničení řkm 44,67 a napojuje se do nádrže v řkm 51,92.

Při návrhu VD byla zpracována batygrafie nádrže (viz příloha B.1.1), podle které se určily zatopené plochy při jednotlivých výškách spolu s objemy. Byla navrženy maximální hladina H_{MAX} a mezní bezpečná hladina H_{MBH} pro VD. Poté byl dle vodohospodářských výpočtů zjištěn objem akumulované PV 100 V_{trans} , který je 12 564 m³. Ten byl následně odečten z grafu batygrafických křivek nádrže v příloze B.1 obr. 1.1. Základní údaje o jednotlivých vodních hladinách jsou k dispozici v tab. 5.1.

Tab. 5.1 Základní údaje hladin vody v nádrži

Hladina	Kóta hladiny	Celkový objem	Zatopená plocha
	m n. m.	tis. m ³	tis. m ²
Mezní bezpečná hladina – H_{MBH}	265,00	31 121,64	4 679,65
Maximální hladina – H_{MAX}	264,00	26 518,10	4 527,44
Zásobní hladina – H_Z	260,90	13 900,00	3 574,09

5.1 TĚLESO HRÁZE

Hráz je situována na levém břehu řeky Bečvy. Bylo vycházeno z podkladu studie [4], ale osa hráze je vedena jinudy, než je zpracováno v podkladu. Osa hráze je navržena tak, aby nebyla založena na vápencových výchozech a v největší možné míře se jim vyhnula.

Hráz je navržena jako nehomogenní sypaná z lokálních materiálů se šterkopiskovou stabilizační částí, hlinitým těsnicím jádrem a pískovým filtrem. Koruna hráze je na kótě 266,60 m n. m. Ve staničení hráze km 7,10000 – km 7,11300 se pozvolně zvyšuje koruna hráze ve sklonu 1:10 na kótu 267,90 m n. m. a to z důvodu, že s přibývajícimi m n. m. se

zvýšuje hladina vody v Bečvě. Při průtoku Q_{20} je hladina Bečvy postupně výš než ochranná hrázka podél toku. Z toho důvodu je navrženo navýšení koruny hráze o 1,3 m, aby hladina vody v Bečvě při průtoku Q_{20} nebyla výš než ochranná hrázka a nemohlo tak dojít k přelití. Dno nádrže je v nejnižším místě u hráze na kótě 252,00 m n. m. Výška hráze tak v nejnižším místě u výtokového objektu činí 14,6 m a šířka v koruně je navržena 5,5 m. Celková délka hráze v ose je cca 7 550 m. Přehledné shrnutí parametrů hráze je dispozici v tab. 5.2.

V celé délce zátopy je vedeno přírodní koryto (viz kapitola 5.5). Koryto rozděluje hráz na dvě části – pravou a levou stranu. Pravá strana hráze (km 1,26602 až km 7,54601) má délku v ose cca 6 280 m, podélný sklon terénu 0,22 % a je zavázána do terénu cca 250 m za vtokovým objektem. Levá strana hráze (km 0,00000 – km 1,26602) má délku v ose cca 1 270 m a podélný sklon terénu 1,01 % a je zavázána do terénu cca 200 m východně od intravilánu obce Skalička.

Tab. 5.2 Technické parametry hráze

Typ hráze		zemní, nehomogenní
Kóta koruny hráze	do km 7,10000	266,60 m n. m.
	od km 7,11300	267,90 m n. m.
Délka hráze	celková délka	cca 7 550 m
	levá část	cca 1 270 m
	pravá část	cca 6 280 m
Výška hráze v nejnižším místě		14,6 m
Šířka hráze v koruně		5,5 m
Sklon návodního svahu		1:2,5
Sklon vzdušního svahu		1:2
Kóta dna nádrže		252,00 m n. m.
Objem použitého materiálu		2 792,19 tis. m ³

5.1.1 Stabilizační část

Většinu tělesa hráze tvoří stabilizační část ze štěrkopískového materiálu. Po koruně hráze je vedena obslužná komunikace pro účely obsluhy VD o šířce 3,5 m. Návodní svah je ve sklonu 1:2,5 a je opevněn kamenným pohozením v tloušťce 0,4 m pohozeného na pískový filtr v tloušťce 0,2 m. Vzdušný svah je ve sklonu 1:2 a je v tloušťce 0,2 m ohumusován a oset travním semenem.

Průměrný objem použitého materiálu hráze na 1 bm je cca 372,3 m³, z toho stabilizační část tvoří cca 286,7 m³. Celkový objem použitého materiálu je cca 2 792 190,1 m³. Pro stabilizační část je to cca 2 149 986,3 m³ a tvoří ji přibližně 77 % z celkového objemu materiálu.

5.1.2 Těsnicí část

Těsnění podloží je provedeno vrtanou jílocementovou těsnicí stěnou o tloušťce 0,6 m v takové hloubce, aby bylo překonáno šterkopískové podloží a stěna byla zakončena 1,0 m v nepropustném podloží. Těsnicí hlinité jádro má u základové spáry v nejširším místě 10,2 m. Je založeno na podkladní betonové desce tloušťky 0,5 m. Od podkladní betonové desky stoupá těsnicí jádro po základovou spáru ve sklonu 1:1 a od základové spáry stoupá ve sklonech 1:1,5 a 1:2 ke koruně, kde je zakončeno v nezámrné hloubce 1,0 m pod korunou hráze o šířce 2,5 m. Kolem těsnicího jádra je navržen pískový filtr. Vodorovná šířka pískového filtru je 1,5 m. Těsnicí jádro spolu s pískovým filtrem jsou vyobrazeny v přílohách C.2 a C.3.

Průměrný objem použitého materiálu na těsnicí část hráze na 1 bm je cca 85,6 m³. Celkový objem použitého materiálu pro těsnicí část v celé délce hráze je cca 642 203,7 m³ a tvoří přibližně 23 % z celkového objemu.

5.1.3 Patní drén

U paty vzdušního svahu se nachází patní drén, který bude svádět prosakující vodu do drenážního potrubí o průměru DN 250 mm. Drén je lichoběžníkového tvaru. Horní strana je široká 3,5 m, u základové spáry v nejširším místě je drén o šířce 14,3 m a má výšku 3,6 m. Od základové spáry stoupá patní drén se sklonem 1:1 a 1:2. Drenážní potrubí je uloženo v pískovém filtru a leží 0,5 m nad základovou spárou. Potrubí je vyústěno po 150 m do sběrného koryta vedoucí paralelně s patním drénem. Je uvažováno, že na 1 m délky patního drénu bude průsak 0,1 l/s. Množství vody vytékající v každém vyústění je tedy 15 l/s. Drenážní potrubí je dimenzováno na poloviční plnění. Drenáž levé strany hráze má dvakrát větší dimenzi než drenáž pravé strany. Je to způsobeno větším podélným sklonem a stejným průměrem potrubí, tedy DN 250 mm. Po patním drénu bude vedena účelová komunikace pro obsluhu VD široká 3,0 m. Výpočet drenážního potrubí spolu s měrnými křivkami jsou uvedeny v příloze B.2.3 (pro pravou stranu hráze příloha B.2.3.1 a pro levou stranu hráze příloha B.2.3.2) a jsou vyobrazeny v přílohách C.2 a C.3.

5.2 ÚPRAVA NA VZDUŠNÍ STRANĚ HRÁZE

5.2.1 Vyústění drenáže

Vyústění drenáže z patního drénu je provedeno po 150 m ve sklonu 0,5 % do sběrného koryta. Drenáž má průměr potrubí DN 250 mm. Na pravé straně hráze bude s přihlédnutím na vtokový a výtokový objekt umístěno 41 vyústění z patního drénu do sběrného koryta a na levé straně hráze bude umístěno 8 vyústění. Celkem bude v hrázi 49 vyústění z patních drénů. V každé odbočce k vyústění patního drénu bude uložena plastová kontrolní šachta o průměru 1,2 m s poklopem třídy C250, který je vhodný pro zatížení do 25 t. Kolem vyústění drenáže bude provedeno opevnění dna šterkovým pohozením, aby nedocházelo k vymílání sběrného koryta a patního drénu.

5.2.2 Ochranná hrázka

Na druhém břehu sběrného koryta pravé strany hráze, která vede paralelně s tokem Bečvy, je navržena ochranná hrázka. Hrázka slouží k tomu, aby se voda z Bečvy nepřelávala do sběrného koryta hráze, případně ze sběrného koryta do Bečvy. Ochranná hrázka je v koruně široká 3,5 m, má sklon svahů 1:2 a je vysoká průměrně 1,4 m. Na koruně hrázky je umístěna vozovka pro účely obsluhy VD o šířce 3,0 m. Hrázka je navržena tak, aby její koruna byla ve výšce 0,5 m nad hladinou Q_{20} v Bečvě. Ochranná hrázka je v tloušťce 0,2 m ohumusována a oseta travním semenem. Je vyobrazena v příloze C.2.

5.2.3 Sběrné koryto

Sběrné koryto se nachází mezi patním drénem hráze a ochrannou hrázkou. Vzhledem k velmi malému výškovému rozdílu mezi dnem sběrného koryta a drenážního potrubí je šířka koryta navržena 2,5 m. Sklon svahů je 1:2, povrch svahů i dna koryta je v tloušťce 0,2 m ohumusován a oset travním semenem. Při výpočtech bylo uvažováno s Manningovým součinitelem drsnosti pro pravidelně udržovaná koryta (0,025). Sběrné koryto z levé i pravé strany hráze je vyústěno do přívodního koryta pod hrázi za výtokovým objektem.

Pro pravou stranu hráze je dle průsaků z patního drénu stanoven návrhový průtok ve sběrném korytě $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$ a výška hladiny vody by dosahovala 0,28 m. Výpočet sběrného koryta (viz příloha B.2.2) pravé strany spolu s měrnou křivkou je uveden v příloze B.2.2.1. Kvůli zahloubení sběrného koryta do terénu (pod základovou spáru) a narušení těsnicí hlinité vrstvy pod korytem, je potřeba, aby byla vždy od dna sběrného koryta dodržena hloubka

hlinité těsnicí vrstvy o mocnosti 1,8 m (viz příloha B.2.1). Odtěžený štěrkopísek bude použit při výstavbě stabilizační části hráze a bude nahrazen hlínou, která má dobré těsnicí vlastnosti a nebude tak hrozit prosakování vody z Bečvy do sběrného koryta.

Pro levou stranu hráze byl stanoven průtok na $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ při výšce hladiny 0,07 m. S ohledem na to, že u levé strany hráze nehrozí průsak vody z Bečvy, není nutné dodržet mocnost hlinité vrstvy 1,8 m pod dnem sběrného koryta. Výpočty a měrná křivka pravé strany hráze jsou uvedeny v příloze B.2.2.2.

5.3 VTOKOVÝ OBJEKT

Vtokový objekt se nachází ve staničení hráze km 7,27327 (viz příloha C.1), jeho celková šířka je 39,0 m a délka je 47,3 m. Horní hrana (koruna) vtokového objektu je na kótě 267,90 m n. m. Kóta dna vtokového objektu je 261,00 m n. m. Dno vtoku navazuje na dno přírodního koryta. Jeho hrana je provedena zaobleně o poloměru 0,5 m a vystupuje 0,25 m nad dno koryta. Kóta dna opevněného přírodního koryta před vtokovým objektem je 260,75 m n. m. Na konci vtokového objektu navazuje přírodní koryto na práh vývaru a pokračuje dál nádrží (viz kapitola 5.5). Vtokový objekt je půdorysně vyobrazen v příloze C.7 a řezy v příloze C.8.

Těsnění vtokového objektu proti podzemní vodě je zajištěno vrtanou jílocementovou těsnicí stěnou, která je navržena pod hranu betonové desky vtoku. Jílocementová těsnicí stěna vtokového objektu má stejné parametry jako stěna těsnicí části hráze. Je o tloušťce 0,6 m a zasahuje do nepropustné jílové vrstvy v hloubce 1,0 m.

Vtokový objekt je navržen na teoretickou PV 100. Jakmile průtok vody v Bečvě stoupne nad $Q_{20} = 660 \text{ m}^3/\text{s}$, začne se segmenty napouštět nádrž. Nádrž se napouští na PV 100. Převádění více jak stoletého povodňového průtoku nádrží se neuvažuje a všechny uzávěry jsou uzavřeny. Přehledné shrnutí parametrů vtokového objektu je k nahlédnutí v tab 5.3.

Tab. 5.3 Technické parametry vtokového objektu

Celková šířka	39,0 m
Celková délka	47,3 m
Počet polí	3
Šířka pole	10,0 m
Provozní regulační uzávěry	segmenty
Provozní neregulační uzávěry	stavidla
Asanační potrubí	2 x DN 400
Kóta koruny	267,90 m n. m.
Kóta dna vtoku	261,00 m n. m.
Kóta dna vývaru	258,45 m n. m.
Kapacita jednoho segmentu	191,277 m ³ /s
Celková kapacita	573,830 m ³ /s

5.3.1 Konstrukce vtokového objektu

Hlavní konstrukci objektu tvoří tři betonové dilatační bloky (dva pilíře o rozměrech 3,0 x 23,4 m a boční betonové opěrné zdi, které jsou zavázány do hráze). Čelní a koncové hrany pilířů jsou zaobleny o poloměru 1,5 m. Boční stěny vtokového objektu jsou široké 1,5 m a mají délku 58,8 m (po obvodu 72,3 m). Zavázání do hráze a terénu začíná 2 m před vtokovým prahem (20,4 m od osy hráze) půdorysně ve sklonu 1:1 v délce 5,5 m a poté se zavazuje do terénu vodorovně s osou hráze v délce 3,5 m. Obdobně je boční stěna zavázána do terénu i u vývaru. Na konci vývaru ve vzdálenosti 28,9 m od osy hráze se stěna zavazuje do terénu půdorysně ve sklonu 1:1 v délce 4,0 m a poté 6,0 m vodorovně s osou hráze. Boční stěny vtokového objektu spolu s pilíři sahají do výšky 267,90 m n. m. Ve vzdálenosti 18,4 m od osy hráze na vzdušné straně se snižuje boční stěna ve sklonu 1:2 na kótu 266,90 m n. m. Na druhou stranu na návodní straně hráze ve vzdálenosti 5,0 m od osy hráze se boční stěna snižuje ve sklonu 1:2,5 na kótu 264,00 m n. m.

Vtokový objekt je v celé délce přemostěn. Šířka mostu je stejně široká jako koruna hráze, tedy 5,5 m. Na krajích má konstrukce mostu tloušťku 1,0 m a po 1,25 m tloušťka narůstá na 2,0 m. Celé přemostění je z obou stran zabezpečeno zábradlím do výšky 1,0 m. Konstrukce vtokového objektu spolu s přemostěním je zakreslena v přílohách C.7 a C.8.

5.3.2 Uzávěry

Na vtoku se nachází tři segmentové hradicí uzávěry o hrazených rozměrech 10,0 x 4,0 m (š x v) připevněné na betonové pilíře a boční stěny. Segmenty slouží jako provozní regulační uzávěry s těsněním proti vodě a budou použity v případě napouštění nádrže při průtoku v Bečvě větším, než je Q_{20} . V případě, že vodní stav v Bečvě nebude větší, než je dvacetiletá voda, bude na vtoku v provozu asanační potrubí (viz kapitola 5.3.3). Manipulace se segmenty je navržena elektrickými motory s převodovkou a řetězem z obou stran segmentu, které jsou umístěné na pilířích a bočních stěnách v krytých strojovnách. Kryté strojovny slouží k ochraně motorů segmentových a kuželových uzávěrů před povětrnostními vlivy a vandalismem a dále k osazení rozvaděčů a elektroinstalace vtokového objektu. Kapacita jednoho segmentu je 191,2768 m³/s, dvou segmentů je 382,5536 m³/s a průtok přes všechny tři segmenty je 573,8304 m³/s. Podrobnější výpočty s měrnými křivkami průtoků přes segmenty jsou uvedeny v příloze B.2.5.

Před každým segmentovým uzávěrem jsou osazeny tabulové hradicí uzávěry, které slouží jako provozní neregulační uzávěry v případě poruchy segmentu nebo potrubí asanačního průtoku. Stavidlové tabule mají rozměr 10,0 x 4,5 m (š x v) a dají se zahradit pomocí autojeřábu z koruny hráze (přemostění).

Před tabulovými uzávěry jsou navrženy drážky pro provizorní hrazení v případě havárie provozních tabulových uzávěrů. Provizorní hrazení tvoří pro každý blok sada hradidel, která bude v případě potřeby uskladněna na koruně objektu. Rozměr, který bude potřeba hradidly zahradit, je 10 x 5,8 m (š x v). Drážky provizorního hrazení jsou provedeny i za segmenty na konci pilířů (hned za přemostěním) kvůli případnému zahrazení proti dolní vodě. Všechny uzávěry jsou zakresleny v přílohách C.7 a C.8.

5.3.3 Asanační potrubí

Potrubí asanačního průtoku tvoří dvě potrubí DN 400 mm s regulačními kuželovými uzávěry. Potrubí je uloženo 0,5 m v betonových pilířích z levé strany a je umístěno 5,35 m od hrany vtokového objektu. Potrubí je ve sklonu 1 %, začíná ve výšce 0,1 m nad dnem objektu před segmenty a je vyústěno po 8,2 m do vývaru za segmenty. Kapacita jednoho potrubí asanačního průtoku je max 0,2909 m³/s a obou 0,5818 m³/s. Podrobnější výpočty spolu s měrnou křivkou potrubí asanačního průtoku jsou uvedeny v příloze B.2.6. a potrubí je zakresleno v přílohách C.7 a C.8.

5.3.4 Vývar

Vývařiště vtokového objektu plynule navazuje na dno vtokového objektu pod sklonem 1:2,5. Dno vývaru je na kótě 258,45 m n. m., jeho délka je 19,5 m a šířka je 38,0 m. Vývar na konci stoupá pod sklonem 1:3. Práh vývaru má stejně jako přívodní koryto (kapitola 5.5) tvar dvojitého lichoběžníku. Dno prahu vývaru kynety je široké 0,6 m a leží na kótě 259,50 m n. m. Zvyšuje se ve sklonu 1:2 na kótu 260,00 m n. m., což je dno prahu vývaru pro bermu. Práh vývaru je v kynetě dlouhý 3,5 m a 2,0 m v bermách. Tloušťka betonové konstrukce vývaru je navržena 1,9 m a celková délka vývařiště od dilatační spáry po konec prahu 26,2 m. Zakreslen je v příloze C.7 a C.8.

5.4 VÝTOKOVÝ OBJEKT

Výtokový objekt se nachází ve staničení hráze km 1,26602 (viz příloha C.1), jeho celková šířka je 21,0 m a jeho délka je 49,8 m. Je tvořen celkem třemi dilatačními bloky. Jeden blok představuje malá vodní elektrárna (MVE, viz kapitola 0) a zbylé dva tvoří výtokovou část objektu, tzv. výtokovou sekci. Horní hrana (koruna) výtokového objektu je na kótě 266,60 m n.m. Kóta dna výtokové sekce je 250,20 m n. m. Dno vtoku do výtokové sekce navazuje na dno přívodního koryta a jeho hrana je provedena zaobleně o poloměru 0,5 m a vystupuje 0,2 m nad dno opevněného koryta. Kóta dna přívodního koryta před výtokovým objektem je 250,00 m n. m. Na konci výtokového objektu navazuje přívodní koryto na práh vývaru a pokračuje dál směrem k vyústění do Bečvy (viz kapitola 5.5). Výtokový objekt je půdorysně vyobrazen v příloze C.9, řez A-A' je vykreslen v příloze C.10, řez B-B' výtokovým objektem a MVE v příloze C.11 a řez C-C' v příloze C.12.

Těsnění výtokového objektu proti podzemní vodě je zajištěno vrtanou jílocementovou těsnicí stěnou, která je navržena pod hranu betonové desky vtokového prahu. Jílocementová těsnicí stěna výtokového objektu má stejné parametry jako těsnicí stěna objektu vtokového. Je o tloušťce 0,6 m a zasahuje do nepropustné jílové vrstvy v hloubce 1,0 m. Přehledné shrnutí parametrů výtokového objektu (výtokové sekce) je k nahlédnutí v tab. 5.4.

Tab. 5.4 Technické parametry výtokového objektu

Celková šířka	21,0 m
Celková délka	49,8 m
Počet polí	2
Šířka pole	4,0 m
Provozní regulační uzávěry	segmenty
Provozní neregulační uzávěry	stavidla
Kóta koruny	266,60 m n. m.
Kóta dna vtoku	250,20 m n. m.
Kóta dna vývaru	247,65 m n. m.
Kapacita jednoho segmentu	214,959 m ³ /s
Celková kapacita	429,917 m ³ /s

5.4.1 Konstrukce výtokového objektu

Hlavní konstrukci objektu tvoří tři betonové dilatační bloky (dva pilíře o rozměrech 3,0 x 19,4 m a boční betonové opěrné zdi zavázané do hráze). Čelní a koncové hrany pilířů jsou zaobleny o poloměru 1,5 m. Mezi MVE a výtokovou sekcí je za pilířem navržen druhý menší pilíř z důvodu usměrnění vln ve vývaru při provozu. Malý pilíř je osově dlouhý 8,3 m, široký 1,5 m a sahá do výšky 255,45 m n. m. Jeho koncová hrana je zaoblená o poloměru 0,75 m. Boční stěny výtokového objektu jsou široké 1,5 m a mají délku 74,2 m. Boční stěny výtokového objektu spolu s pilíři sahají do výšky 266,60 m n. m. Ve vzdálenosti 14,4 m od osy hráze na návodní straně je boční stěna snižena a kopíruje sklon hráze 1:2,5 s převýšením 0,5 m nad jejím terénem a je ukončena 38,75 m od osy hráze. Stejně tak na návodní straně ve vzdálenosti 5,0 m od osy hráze s převýšením 0,5 m kopíruje stěna tvar vzdušní strany hráze ve sklonu 1:2. Boční stěna výtokového objektu je zakončena ve vzdálenosti 35,45 m od osy hráze.

Výtokový objekt je v celé délce přemostěn. Přemostění je obdobné jako u vtokového objektu. Šířka mostu je 5,5 m, na krajích má konstrukce mostu tloušťku 1,0 m a po 1,25 m tloušťka narůstá na 2,0 m. Celé přemostění je z obou stran zabezpečeno zábradlím do výšky 1,0 m. Na vzdušní straně vede po levé straně podél boční zdi schodiště. Schodiště je široké 1,7 m a je z obou stran zabezpečeno zábradlím do výšky 1,0 m a opatřeno uzamykatelnými brankami nahoře na hrázi i dole u vývaru.

5.4.2 Uzávěry

Výtoková sekce obsahuje dva segmentové hradicí uzávěry o hrazených rozměrech 4,0 x 4,75 m (š x v) připevněné na betonové pilíře a boční stěnu. Segmenty slouží jako provozní regulační uzávěry s těsněním proti vodě. Manipulace se segmenty je navržena elektrickými motory s převodovkou a řetězem jednostranně. Kapacita jednoho segmentu je 214,959 m³/s a obou segmentů je 429,917 m³/s. Výpočty s měrnými křivkami průtoků přes segmenty jsou uvedeny v příloze B.2.7.

Před každým segmentovým uzávěrem jsou osazeny tabulové hradicí uzávěry, které slouží jako provozní neregulační uzávěry v případě poruchy segmentu. Stavidlové tabule mají rozměr 4,0 x 5,25 m (š x v) a dají se zahradit pomocí přenosného jeřábu z pilíře, ve kterém je zhotovena kapsa pro jeho osazení, případně pomocí autojeřábu.

Před tabulovými uzávěry jsou navrženy drážky pro provizorní hrazení v případě havárie provozních tabulových uzávěrů. Provizorní hrazení tvoří pro každý blok sada hradidel, která bude v případě potřeby uskladněna na koruně objektu. Rozměr, který bude potřeba hradidly zahradit, je 4,0 x 6,6 m (š x v). Drážky provizorního hrazení jsou provedeny i za segmenty na konci pilířů (hned za přemostěním) kvůli zahrazení proti dolní vodě. Všechny uzávěry jsou zakresleny v přílohách C.9 až C.12.

5.4.3 Vývar

Vývařiště výtokového objektu je společné pro výtokovou sekci i pro MVE. Dno vývaru je na kótě 247,65 m n. m., jeho délka je 13,0 m a šířka je 18,0 m. Vývar na konci stoupá pod sklonem 1:3. Práh vývaru výtokového objektu je navržen obdobně jako práh vývaru výtokového objektu. Práh je ve tvaru dvojitého lichoběžníku, dno prahu vývaru kynety je široké 0,6 m a leží na kótě 248,45 m n. m. Zvyšuje se ve sklonu 1:2 na kótu 248,95 m n. m., což je dno prahu vývaru pro bermy. Práh vývaru je v kyneti dlouhý 6,75 m a 5,25 m v bermách. Tloušťka betonové konstrukce vývaru je navržena 2,25 m a práh má tloušťku v kyneti 1,5 m a v bermách 2,0 m. Celková délka vývařiště od dilatační spáry po konec prahu je 30,45 m. Zakreslen je v přílohách C.9 až C.12.

5.4.4 MVE

MVE je součástí výtokového objektu a je vsazena do levého dilatačního bloku objektu. Před vstupním prahem výtokového objektu je opevněné dno kamenným pohozením o velikosti kamene 0,2 – 0,3 m. Část tohoto opevněného dna je před sekci MVE upravena a klesá ve sklonu 1:2 na kótu 249,80 m n. m. Toto upravené dno má rozměr 4,9 x 23,85 m (š x d) a má zajistit plynulejší přívod vody do MVE. Dno vtoku do MVE je na kótě 250,00 m n. m., hrana dna je provedena zaobleně o poloměru 0,5 m a vystupuje 0,2 m nad opevněné dno. Na vtoku do MVE před česlemi jsou navrženy drážky provizorního hrazení v případě havárie provozních uzávěrů. Za drážkami pro provizorní hrazení jsou osazeny jemné česle ve sklonu 2,5:1 a lícují s železobetonovou konstrukcí vtoku. Čištění česlic se v tomto případě neuvažuje. Na jemné česle navazuje samotný vtok, který je o rozměru 2,9 x 2,0 m (š x v) a za ním je umístěn přechodový kus ze čtverce na kruhový průřez. Na přechodový kus navazuje příváděcí potrubí DN 900 mm uložené na betonových blocích a provozní neregulační klapkový uzávěr.

Před turbínou je navržena odbočka na potrubí asanačního průtoku DN 300 mm, které zajišťuje průtok vody přes výtokový objekt v případě nečinnosti turbíny. Asanační potrubí je usazeno na betonových blocích a je opatřeno provozním regulačním kulovým uzávěrem. Potrubí je ve sklonu 2 % a je vyústěno za MVE do vývaru na kótě 250,15 m n. m. Kapacita asanačního potrubí je max 0,1778 m³/s. Podrobnější výpočty spolu s měrnou křivkou potrubí asanačního průtoku jsou uvedeny v příloze B.2.8.

MVE je vybavena horizontální S-turbínou typu Kaplan o průměru oběžného kola 560 mm. Rozváděcí kolo současně plní funkci provozního uzávěru. Na turbínu je napojen generátor. Turbína je navržena na průtok 0,5 m³/s. Savka turbíny je vyústěna do vývaru na kótě 248,30 m n. m. Za savkou jsou navrženy drážky pro provizorní hrazení v případě potřeby zahradit MVE proti dolní vodě. Rozměr hrazeného otvoru je 4,0 x 1,15 m (š x v). Hrubý odhad výkonu turbíny byl vypočten na 50,03 kW. Tento výkon je stanoven za předpokladu spádu 12 m (horní hladina v nádrži při úrovni H_Z na kótě 260,90 m n. m. a dolní hladina při návrhovém průtoku Q_n na kótě 248,90 m n. m.), návrhového průtoku 0,5 m³/s a při účinnosti turbíny 85 %. Předmětem této práce není podrobné řešení MVE a bylo vycházeno ze základních znalostí navrhování turbíny a MVE. Technické parametry turbíny a MVE jsou shrnuty v tab. 5.5.

Na koruně se nachází strojovna regulačních uzávěrů spolu se vstupem k MVE. Ve strojovně se nachází mostový jeřáb pro manipulaci s těžkým vybavením, veškerá elektroinstalace, rozvaděče a ovládací prvky pro chod VD a MVE. Vnitřní půdorysné rozměry strojovny jsou 5,5 x 4,0 m s podlahou na kótě 266,60 m n. m. Ze vstupu ve strojovně vede schodiště dolů k turbíně.

Tab. 5.5 Technické parametry MVE

Šířka vtoku	4,0 m
Potrubí přivaděče	DN 900
Typ turbíny	horizontální S-Kaplan
Průměr oběžného kola	560 mm
Výkon turbíny	50,01 kW
Návrhový spád	12 m
Účinnost turbíny	85 %
Provozní neregulační uzávěr	klapkový
Asanační potrubí	DN 300
Kóta dna vtoku	250,00 m n. m.
Kóta výtokového prahu	248,30 m n. m.
Kóta dna vývaru	247,65 m n. m.

5.5 PŘÍVODNÍ KORYTO

Přívodní koryto přivádí vodu do nádrže přes vtokový objekt, vede celou nádrží a výtokovým objektem odvádí vodu zpět do Bečvy. Koryto je celkově dlouhé cca 6 677 m. Jeho staničení začíná v ose soutoku s Bečvou pod hrází. Osa napojení přívodního koryta do koryta Bečvy je v cca řkm 44,670 staničení řeky Bečvy. Ve staničení přívodního koryta km 0,97330 protíná přívodní koryto ve výtokovém objektu osu hráze, ve staničení km 6,40031 protíná koryto osu hráze ve vtokovém objektu a ve staničení km 6,67689 se napojuje na osu koryta Bečvy. Napojení na Bečvu je v cca řkm 51,923 staničení řeky Bečvy. Podélný sklon přívodního koryta od Bečvy ke vtokovému objektu je 2,6 ‰, v délce nádrže od vtokového po výtokový objekt má koryto podélný sklon 3,0 ‰ a od výtokového objektu po vtok do Bečvy je podélný sklon koryta 1,1 ‰.

Od osy koryta Bečvy po vtokový objekt má přívodní koryto délku cca 194 m a má tvar lichoběžníku. Šířka dna je stejná jako šířka vtokového objektu, tedy 36,0 m. Koryto má sklon svahů 1:2 a má opevněné dno kamenným pohozením o velikosti kamene 0,2 – 0,3 m o tloušťce 0,7 m. Svah koryta je opevněn v tloušťce 0,2 m a navazuje na původní terén. Kvůli možnému vymílání dna před vtokovým objektem je v délce 10 m dno přívodního koryta opevněno v tloušťce 2,3 m. Přejít z 0,7 m na 2,3 m je navržen ve sklonu 1:1.

Za vtokovým objektem navazuje koryto na práh vývaru a má tvar dvojitého lichoběžníku (viz příloha C.5). Kvůli možnému vymílání dna za prahem vývaru je dno koryta do vzdálenosti 10 m za prahem vývaru opevněno v tloušťce 1,5 m. Ve sklonu 1:1 pak tloušťka opevnění klesá na navržené hodnoty. Dno kynety přívodního koryta je široké 0,6 m a se sklonem svahů 1:2 stoupá do výšky 0,5 m, kde navazuje na bermy. Bermy je široké 15,0 m a ve sklonu svahů 1:2 navazují na původní terén. Bermy jsou vyspádované ve sklonu 0,5 % do kynety. Celková šířka dna koryta v bermách s kynetou je 32,6 m. Kyneta je opevněna do tloušťky 0,7 m, bermy do tloušťky 0,5 m a svah berem je opevněn v tloušťce 0,2 m. Opevnění je navrženo kamenným pohozením o velikosti kamene 0,2 – 0,3 m. V bermách a na březích koryta se uvažuje s vysázením keřů a nízkých dřevin.

Kapacitně je přívodní koryto navrženo tak, aby návrhový průtok $Q_n = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ tekla v kynetě. Výška hladiny bude 0,45 m nad dnem kynety. Větší průtok již poteče bermami. Kapacita koryta je pro výšku hladiny 2,0 m 110,940 m^3/s , při výšce hladiny 3,0 m je kapacita 271,826 m^3/s a při výšce hladiny 4,0 m je kapacita 501,109 m^3/s . Výška svahů koryta je v délce celé nádrže proměnlivá, proto v případě, že poteče korytem větší průtok, než je jeho kapacita, může docházet k přelévání vody přes břeh do nádrže, což při této skutečnosti ničemu nevádí. Podrobnější výpočty a měrná křivka přívodního koryta je uvedena v příloze B.2.4. Vzorový příčný řez přívodním korytem je znázorněn v příloze C.5 a podélný profil korytem v příloze C.6. Přehledné shrnutí parametrů koryta je k nahlédnutí v tab. 5.6.

Tab. 5.6 Parametry přívodního koryta

Celková šířka	32,6 m
Šířka kynety ve dně	0,6 m
Šířka bermy	15,0 m
Celková délka	6 677 m
Délka v nádrži	5 448 m
Délka před vtokovým objektem	194 m
Délka za výtokovým objektem	938 m
Sklon svahů	1:2
Podélný sklon v nádrži	0,30 %
Podélný sklon před vtokem	0,26 %
Podélný sklon za výtokem	0,11 %

6 ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

6.1 ZÁVĚR

Cílem této práce byl návrh plánovaného VD Skalička jako projekt boční víceúčelové nádrže (z posuzovaných variant se jedná o variantu V4). V práci se pojednávalo obecně o území, které navrhované VD postihuje, dále byly popsány poměry, které danou lokalitu zasahují a dotýkají se jí (geologie, geomorfologie, hydrogeologie a hydrologie). Práce se také okrajově zmiňuje o historii navrhovaného VD a jaká je situace v současné době. Byl proveden návrh situování hráze a zakomponování do terénu, byl vypracován tvar a skladba příčných profilů hráze. Dále byl proveden podélný profil hráze a byl navržen vtokový a výtokový objekt. Bylo navrženo přivodní koryto vedoucí vodu v nádrži včetně jeho podélného profilu. Bylo také provedeno vodohospodářského řešení nádrže, posouzení transformační schopnosti nádrže a byly vypracovány hydrotechnické výpočty některých částí objektů VD.

U projektové dokumentace přehledné situace, vzorových příčných řezů hráze a vtokového a výtokového objektu bylo koncepčně vycházeno z [4]. Při návrhu technických parametrů hráze bylo koncepčně vycházeno z [4] a [5]. Práce se skládá z technické a průvodní zprávy, vodohospodářských a hydrotechnických výpočtů a výkresové dokumentace.

6.2 DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ PRÁCE

Jak je již zmíněno v závěru, tak diplomová práce koncepčně vychází z předlohy [4]. Po zamyšlení nad zpracovanou výkresovou dokumentací práce vyvstává řada otázek a podnětů, kterými by bylo vhodné se zabývat detailněji, aby nemohlo dojít k případné kolizi, popřípadě aby funkce VD mohla sloužit ještě lépe.

Ve výkresové dokumentaci nebyl navržen bezpečnostní přeliv. Přestože je bezpečnostní přeliv podmínkou pro návrh klasického VD, tak v případě boční varianty takto nebylo uvažováno, jelikož Bečva neprotéká přímo VD a pro plnění nádrže je potřeba cílené otevření provozních uzávěrů. Tento návrh je v pořádku za předpokladu, že nenastane žádná nepředvídatelná situace a nádrž nebude plněna více než stoletou povodňovou vlnou. V návrhu se nepředpokládá odlehčení větší povodňové vlny než PV 100. Proto vyvstává podnět k zamyšlení, jestli by nebyl vhodný návrh bezpečnostního přelivu jako případné pojistky pro situaci, kdy by došlo ke kolizi všech uzávěrů na vtok.

Je třeba ale také konstatovat, že hráz je navržena do takové výšky, že i hladina vody při $Q_{10\ 000}$ bude níže, než je koruna hráze a nedojde tak k přelítí. Hladina vody v Bečvě v místě vtokového objektu je na kótě 266,73 m n. m. a koruna hráze má v místě vtokového objektu kótu 267,90 m n. m. Koruna hráze je sice v místě vtokového objektu navýšena právě z těchto důvodů, aby nedošlo k jejímu přelítí, ale bylo by věcné zvážit, jestli není potřeba ještě větší převýšení hráze při případném průtoku desetitisícileté povodňové vlny.

Dalším plně nedořešeným objektem je ochranná hrázka na vzdušní straně hráze. Je navržena na průtok Bečvou Q_{20} a nebylo uvažováno nad variantou, že Bečvou poteče průtok větší, než je $660\text{ m}^3/\text{s}$. Hrázka má svislé převýšení 0,5 m nad průtok Q_{20} v Bečvě, ale v případě vyšších průtoků hrozí přelítí přes ochrannou hrázku a zatopení sběrného koryta a případné vymílání patního drénu. Je to opět podnět k případnému dalšímu řešení.

Problém také nastává v místě soutoku přívodního koryta s Bečvou. Rozdíl výšek od prahu vývaru výtokového objektu a koryta Bečvy je velmi malý. Hladina vody v Bečvě při průměrném ročním průtoku Q_a je na kótě 248,31 m n. m., zatímco hrana prahu vývaru v kynetě je na kótě 248,45 m n. m. a kóta hrany prahu vývaru v bermách je 248,95 m n. m. Z toho vyplývá, že při jakémkoli zvýšeném vodním stavu v Bečvě bude docházet k plnění přívodního koryta pod vtokovým objektem z Bečvy zespodu. Bylo by dobré zvážit, jestli tato situace nějak negativně ovlivňuje navrhované VD a jestli jej nějak omezuje ve funkčnosti. V případě, že ano, je třeba posoudit, zda nepostavit výtokový objekt výše, nebo například zahrazovat vodu z Bečvy, případně řešit tuto situaci nějakým jiným způsobem.

Přívodní koryto v nádrži je řešeno s jednotným podélným sklonem 3,0 ‰. Z hlediska možných požadavků životního prostředí, úrovně hladiny podzemní vody, případně náročnosti při realizaci by bylo lepší, kdyby sklon nivelety dna byl proměnný a více kopíroval terén. Bylo by možné také vytvořit balvanité stupně nebo jiné přírodě blízké útvary.

Konstrukce vtokového a výtokového objektu byla dle [4] navržena nad nepropustné podloží a zatěsnění se uvažuje jílocementovou těsnicí stěnou, která bude plynule navázána na těsnicí stěnu hráze. Pokud by se konstrukce založila o pár desítek cm níže, nebylo by nutné provádět zatěsnění jílocementovou těsnicí stěnou. Zvlášť u výtokového objektu by se ale musel zvážit výškový rozdíl mezi sníženým dnem výtokového objektu, respektive prahem vývaru, a korytem Bečvy.

7 POUŽITÁ LITERATURA A PODKLADY

- [1] Kolářová, D., Glos, J. a kol. Podklady pro biologické hodnocení vlivu vodohospodářských opatření na Bečvě v prostoru Skalička – Milotice. Ing. Draga Kolářová – ekologické projektování, Brno. 1999.
- [2] Krejčí, L. Unie pro řeku Moravu. Poldr Skalička. Návrh bočního poldru Skalička a protipovodňová ochrana Pobečví. Ideová studie. 2016.
- [3] Významné řeky [online]. Povodí Moravy, s.p., [cit. 14/05/2022] Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vyznamne-vodni-toky/>
- [4] Bečva, vodní dílo Skalička – Technicko-ekonomická studie variant boční nádrže. AQUATIS a.s. Brno. 12/2017.
- [5] VD Skalička, Multikriteriální hodnocení variant řešení. ČVUT, VUT, AV ČR. Praha, Brno, České Budějovice. 09/2021
- [6] Geoprohlížeč, Základní mapy ČR. Geoportál ČÚZK [online]. Zeměměřický úřad, [cit. 01/06/2022]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [7] Mapové listy ke stažení: 25-14 Valašské Meziříčí. Listy ZVM 1:50 000 [online]. Hydroekologický informační systém VÚV TGM. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, [cit. 01/06/2022]. Dostupné z: [https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_HEIS\\$ZVM50LN\\$stazeni&pgload=1&ico=icoopenid1.png&nadpis1=Z%E1kladn%ED%20vodohospod%E1%F8sk%E1%20mapa%20%C8R%201:50%20000:%20mapov%E9%20listy%20\(archiv,%201986%20-%201999\)&nadpis2=Informa%E8n%ED%20str%E1nky%20a%20data%20ke%20sta%9Een%ED&pagenavig=%DAvodn%ED%20str%E1nka%20%20%3E%20%20Datab%E1ze%20%20%3E%20%20Mapy%20a%20data%20%20%3ESta%9Een%ED%20dat%20%3E%20Z%E1kladn%ED%20vodohospod%E1%F8sk%E1%20mapa%20%C8R%201:50%20000:%20mapov%E9%20listy%20\(archiv,%201986%20-%201999\)%20%3E%20Informa%E8n%ED%20str%E1nky%20a%20data%20ke%20Osta%9Een%ED%20%3E%20](https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg=HTML_HEIS$ZVM50LN$stazeni&pgload=1&ico=icoopenid1.png&nadpis1=Z%E1kladn%ED%20vodohospod%E1%F8sk%E1%20mapa%20%C8R%201:50%20000:%20mapov%E9%20listy%20(archiv,%201986%20-%201999)&nadpis2=Informa%E8n%ED%20str%E1nky%20a%20data%20ke%20sta%9Een%ED&pagenavig=%DAvodn%ED%20str%E1nka%20%20%3E%20%20Datab%E1ze%20%20%3E%20%20Mapy%20a%20data%20%20%3ESta%9Een%ED%20dat%20%3E%20Z%E1kladn%ED%20vodohospod%E1%F8sk%E1%20mapa%20%C8R%201:50%20000:%20mapov%E9%20listy%20(archiv,%201986%20-%201999)%20%3E%20Informa%E8n%ED%20str%E1nky%20a%20data%20ke%20Osta%9Een%ED%20%3E%20)
- [8] Mapy.cz. Letecká mapa [online]. Seznam.cz, a.s., [cit. 28/10/2022]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=17.7961879&y=49.5329251&z=16>

-
- [9] Hlásná a předpovědní povodňová služba [online]. Detail stanice Teplice. Teplice (Bečva). Český hydrometeorologický ústav, [cit. 28/10/2022]. Dostupné z: https://hydro.chmi.cz/hpps/popup_hpps_prfdyn.php?seq=307352
- [10] Posuzované varianty VD Skalička. Technická podpora investora při posuzování variant, Aquatis, a.s. 2/2019.
- [11] Bečva, Teplice – suchá nádrž, studie. AQUATIS a.s., Brno. 09/2003.
- [12] Bečva, Teplice – suchá nádrž, Aktualizace investičního záměru. Pöyry Environment Brno, 03/2012.
- [13] BOOR, B., KUNŠTÁTSKÝ, J., PATOČKA C. Hydraulika pro vodohospodářské stavby. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1968.
- [14] JANDORA, J.; ŠULC, J. Hydraulika. HYDRAULIKA. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb: FAST VUT v Brně, 2006. s. 1-178.

8 SEZNAM ZKRATEK

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
HGR	Hydrogeologický rajon
LG	Limnigrafická stanice
MBH	Mezní bezpečná hladina
MVE	Malá vodní elektrárna
PMO	Povodí Moravy, státní podnik
PV	Povodňová vlna
SPA	Stupeň povodňové aktivity
VD	Vodní dílo

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 2.1 Situace širších vztahů [6] (souřadnicový systém S-JTSK).....</i>	4
<i>Obr. 2.2 Situace zájmového území [6] (souřadnicový systém S-JTSK)</i>	5
<i>Obr. 2.3 Vodohospodářská mapa zájmové oblasti a okolí [7]</i>	5
<i>Obr. 2.4 Ortofoto snímek Bečvy z r. 2003 [8]</i>	6
<i>Obr. 2.5 Ortofoto snímek Bečvy z r. 2012 [8]</i>	6
<i>Obr. 2.6 Ortofoto snímek Bečvy z r. 2021 [8]</i>	6
<i>Obr. 4.1 Pohled na zátopu směr Skalička</i>	14
<i>Obr. 4.2 Pohled na zátopu směr Kamenec</i>	15
<i>Obr. 4.3 Pohled na osadu Kamenec</i>	15
<i>Obr. 4.4 Pohled na oblast budoucí hráze</i>	16
<i>Obr. 4.5 Pohled na Bečvu kousek nad plánovaným napojením na koryto z nádrže.....</i>	16
<i>Obr. 4.6 Pozorovací hydrogeologický vrt S122A</i>	17
<i>Obr. 4.7 Zařízení dataloggeru s čidlem (vlevo) a umístění zařízení ve výpažnici hydrogeologického vrtu (vpravo)</i>	18

10 SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Geomorfologické členění zájmového území	7
Tab. 2.2 Hydrogeologická rajonizace zájmového území	8
Tab. 2.3 Základní hydrologické údaje [5]	10
Tab. 2.4 <i>m</i> -denní průtoky v profilu Teplice nad Bečvou [5].....	10
Tab. 2.5 <i>N</i> -leté povodňové průtoky a objem povodňových vln v profilu Teplice nad Bečvou [5]	10
Tab. 2.6 Limity pro SPA [9].....	11
Tab. 5.1 Základní údaje hladin vody v nádrži	19
Tab. 5.2 Technické parametry hráze	20
Tab. 5.3 Technické parametry vtokového objektu	24
Tab. 5.4 Technické parametry výtokového objektu	27
Tab. 5.5 Technické parametry MVE	30
Tab. 5.6 Parametry přívodního koryta.....	32

11 SEZNAM PŘÍLOH

- A. Technická a průvodní zpráva
- B. Hydrotechnické a vodohospodářské výpočty
- C. Grafické přílohy
 - C.1. Přehledná situace
 - C.2. Vzorový příčný řez hráze – pravá strana
 - C.3. Vzorový příčný řez hráze – levá strana
 - C.4. Podélný profil hráze
 - C.5. Vzorový příčný řez přívodním korytem
 - C.6. Podélný profil přívodním korytem
 - C.7. Vtokový objekt – pohled
 - C.8. Vtokový objekt – řezy
 - C.9. Výtokový objekt – pohled
 - C.10. Výtokový objekt – řez A-A‘
 - C.11. Výtokový objekt – řez B-B‘
 - C.12. Výtokový objekt – řez C-C‘

DIPLOMOVÁ PRÁCE			
PROJEKT BOČNÍ VARIANTY VODNÍHO DÍLA SKALIČKA			
AUTOR PRÁCE	Bc. Zbyněk Vahalík	FORMÁT	
VEDOUcí PRÁCE	Prof. Ing. Jaromír Řiha, CSc.	ROK	2023
PŘÍLOHA VODOHOSPODÁŘSKÉ A HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY		MĚŘÍTKO	Č. PŘÍLOHY B.

OBSAH

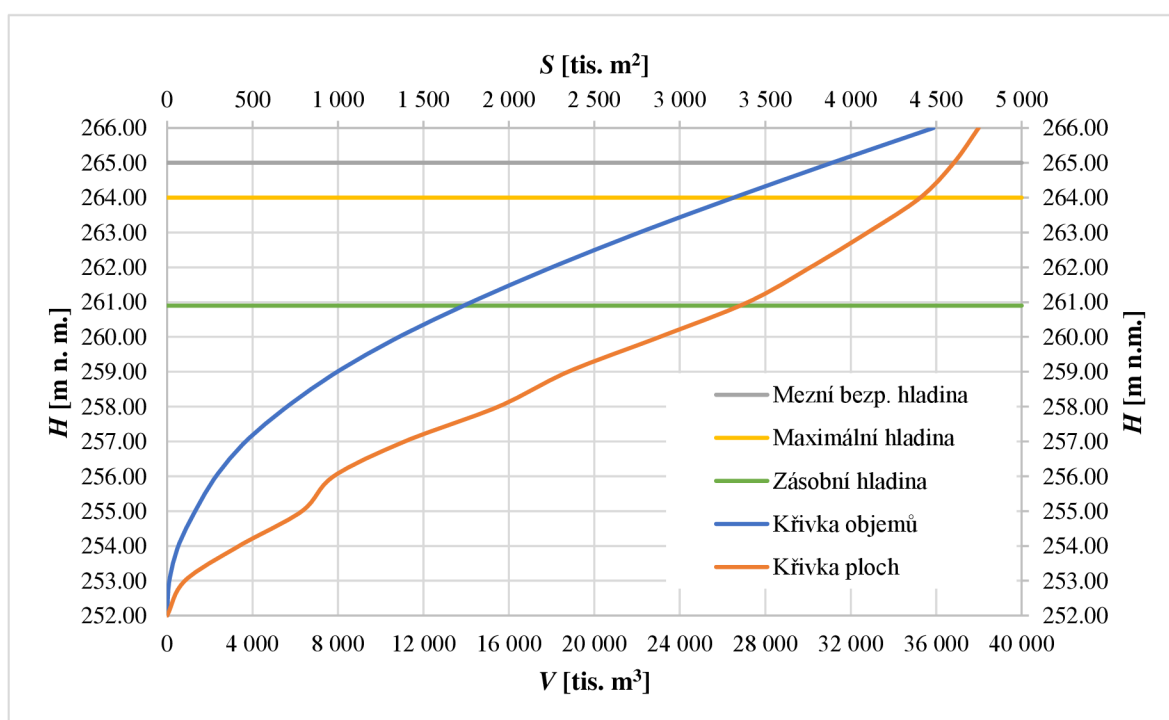
1	VODOHOSPODÁŘSKÉ VÝPOČTY	2
1.1	BATYGRAFIE	2
1.2	TRANSFORMACE POVODŇOVÉ VLNY.....	4
2	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	8
2.1	ZEMNÍ TLAK.....	8
2.2	KAPACITA SBĚRNÉHO KORYTA	9
2.2.1	Pravá strana hráze	10
2.2.2	Levá strana hráze.....	12
2.3	KAPACITA DRENÁŽNÍHO POTRUBÍ	14
2.3.1	Pravá strana hráze	14
2.3.2	Levá strana hráze.....	17
2.4	KAPACITA PŘÍVODNÍHO KORYTA	19
2.5	KAPACITA SEGMENTŮ NA VTOKU.....	23
2.6	KAPACITA ASANAČNÍHO POTRUBÍ NA VTOKU	26
2.7	KAPACITA SEGMENTŮ NA VÝTOKU.....	28
2.8	KAPACITA ASANAČNÍHO POTRUBÍ NA VÝTOKU	30

1 VODOHOSPODÁŘSKÉ VÝPOČTY

1.1 BATYGRAFIE

Pomocí vrstevnic byly odečteny plochy jednotlivých nadmořských výšek. V tab. 1.1 se z ploch vypočítává možný objem pro návrh hladin vody v nádrži. Objem je rozhodující pro stanovení hladiny stálého nadržení (zásobního prostoru) a transformační funkce nádrže při povodňovém průtoku Q_{100} .

Spočítané hodnoty z tab. 1.1 jsou dosazeny do grafu na obr. 1.1 a jsou na něm znázorněny i hladiny vody v nádrži. V následující kapitole 1.2 se vypočítá transformovaný objem vody potřebný k zachycení v nádrži a z grafu se odečte zbylý objem, který je možné mít trvale napuštěný. Maximální hladina H_{MAX} je navržena na kótu 264,00 m n. m. a je navržena na teoretickou PV 100. Mezní bezpečná hladina H_{MBH} je navržena na kótu 265,00 m n. m. Výška hladiny zásobního prostoru H_Z byla stanovena na kótu 260,90 m n. m. (viz obr. 1.1).



Obr. 1.1 Batygrafické křivky nádrže

Tab. 1.1 Výpočet objemů nádrže

<i>H</i>	<i>h</i>	Δh	<i>S</i> _{stěbní}	<i>S</i> _{horní}	<i>S</i> _{prům}		<i>V</i>	ΣV	
					m ²	m ²		m ³	tis. m ³
m.n.m.	m	m	m ²	m ²	m ²	tis. m ²	m ³	m ³	tis. m ³
252,00	0	0	0,00	10 304,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
253,00	1	1	10 304,13	198 559,03	104 431,58	104,43	104 431,58	104 431,58	104,43
254,00	2	1	198 559,03	644 435,31	421 497,17	421,50	421 497,17	525 928,75	525,93
255,00	3	1	644 435,31	934 330,36	789 382,83	789,38	789 382,83	1 315 311,58	1 315,31
256,00	4	1	934 330,36	1 015 156,15	974 743,25	974,74	974 743,25	2 290 054,84	2 290,05
257,00	5	1	1 015 156,15	1 767 114,73	1 391 135,44	1 391,14	1 391 135,44	3 681 190,28	3 681,19
258,00	6	1	1 767 114,73	2 110 389,13	1 938 751,93	1 938,75	1 938 751,93	5 619 942,21	5 619,94
259,00	7	1	2 110 389,13	2 582 477,60	2 346 433,36	2 346,43	2 346 433,36	7 966 375,57	7 966,38
260,00	8	1	2 582 477,60	3 181 009,16	2 881 743,38	2 881,74	2 881 743,38	10 848 118,95	10 848,12
261,00	9	1	3 181 009,16	3 617 757,66	3 399 383,41	3 399,38	3 399 383,41	14 247 502,36	14 247,50
262,00	10	1	3 617 757,66	3 911 305,23	3 764 531,44	3 764,53	3 764 531,44	18 012 033,80	18 012,03
263,00	11	1	3 911 305,23	4 286 689,32	4 098 997,27	4 099,00	4 098 997,27	22 111 031,07	22 111,03
264,00	12	1	4 286 689,32	4 527 444,92	4 407 067,12	4 407,07	4 407 067,12	26 518 098,20	26 518,10
265,00	13	1	4 527 444,92	4 679 648,20	4 603 546,56	4 603,55	4 603 546,56	31 121 644,76	31 121,64
266,00	14	1	4 679 648,20	4 816 380,01	4 748 014,10	4 748,01	4 748 014,10	35 869 658,86	35 869,66

1.2 TRANSFORMACE POVODŇOVÉ VLNY

VD musí být schopné převést návrhovou povodňovou vlnu Q_{100} . Při stanovení základních hydrologických údajů se vycházelo z tab. 1.2.

Tab. 1.2 Vstupní hydrologické údaje dle [5]

N	Q_N	W_N	t	
roky	m ³ /s	mil. m ³	s	hod
1	219	45,5	415 525,1	115,4
2	317	64,4	406 309,1	112,9
5	452	86,6	383 185,8	106,4
10	555	105,6	380 540,5	105,7
20	659	126,6	384 218,5	106,7
50	799	155,3	388 735,9	108,0
100	908	180,7	398 017,6	110,6

Kde:

Q_N N-letý průtok [m³/s],

W_N objem N-leté povodňové vlny [m³],

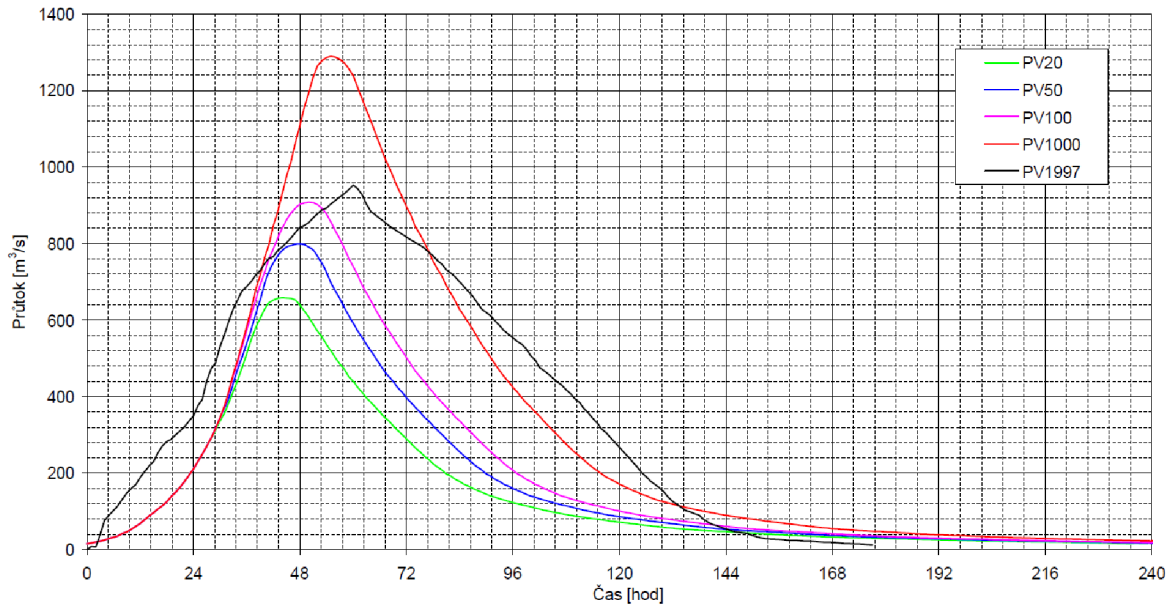
t doba trvání povodně [s], [hod].

Objem povodňové vlny Q_{100} , který je potřeba zachytit v nádrži, byl spočten v tab. 1.3. Hydrogram povodňových vln převzatý od [12] je vyobrazen na obr. 1.2. Z něj bylo vycházeno při stanovení vlastního grafu (viz obr. 1.3).

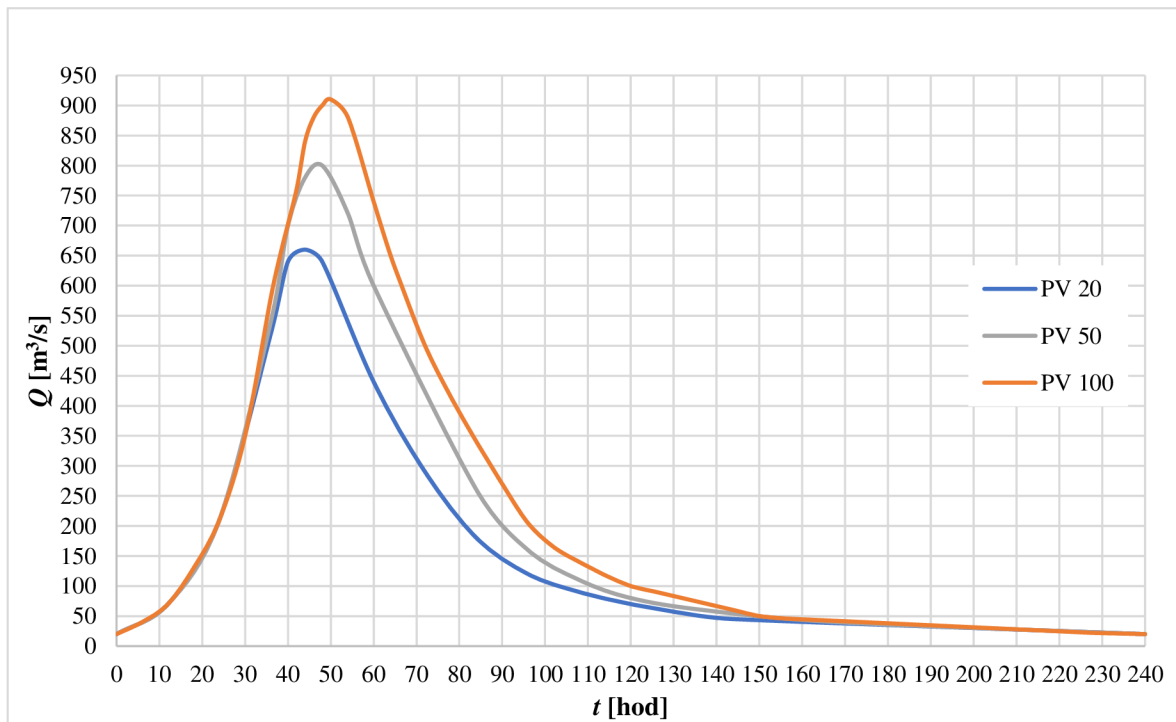
Tab. 1.3 Výpočet transformace povodňové vlny

t	Q_{100}	$Q_{př}$	dt	W_{100}	V_{trans}	V_{odt}	Q_{odt}	Q_{trans}
hod	m ³ /s	m ³ /s	s	tis m ³	tis m ³	tis m ³	m ³ /s	m ³ /s
0	20	0	0	0	0	0	0	20
6	40	0	21 600	864	0	0	0	40
12	70	0	21 600	1512	0	0	0	70
18	130	0	21 600	2808	0	0	0	130
24	210	0	21 600	4536	0	0	0	210
30	350	0	21 600	7560	0	0	0	350
36	580	0	21 600	12528	0	0	0	580
38,5	660	0	9 000	5 940	0	0	0	660
42	760	100	12 600	9 576	1 260	0	0	660
44	840	180	7 200	6 048	1 296	0	0	660
46	880	220	7 200	6 336	1 584	0	0	660
48	900	240	7 200	6 480	1 728	0	0	660
50	910	250	7 200	6 552	1 800	0	0	660

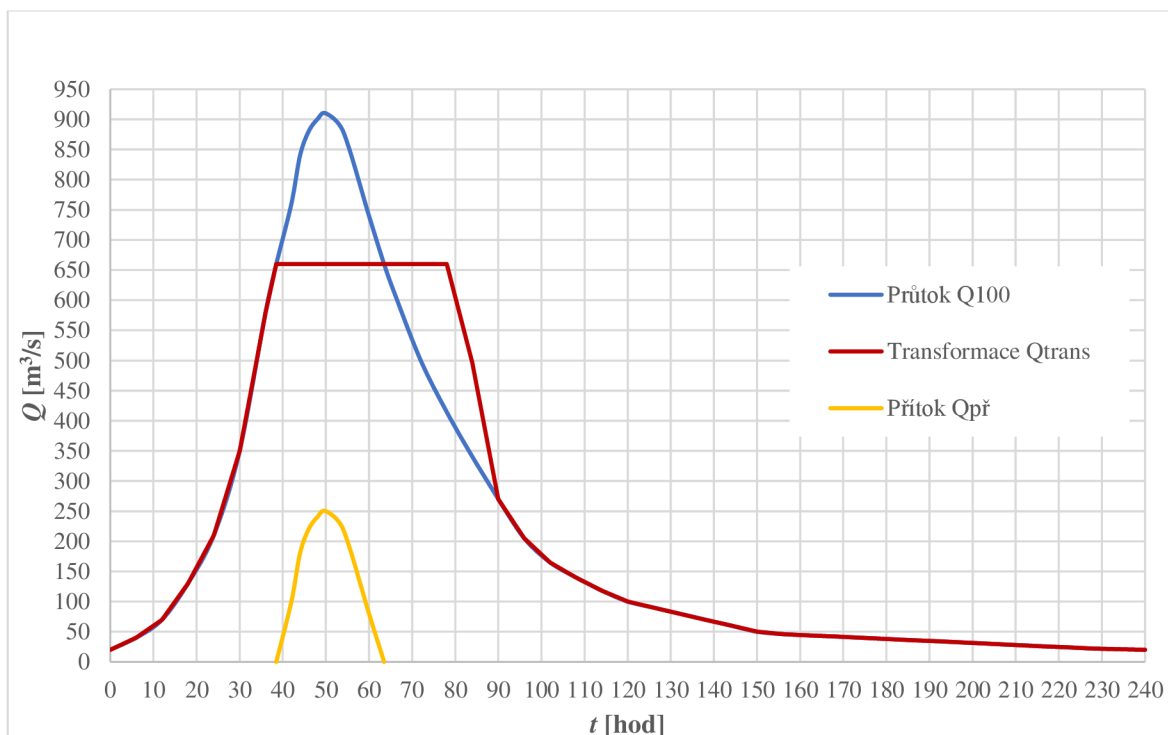
t hod	Q_{100} m ³ /s	$Q_{př}$ m ³ /s	dt s	W_{100} tis m ³	V_{trans} tis m ³	V_{odt} tis m ³	Q_{odt} m ³ /s	Q_{trans} m ³ /s
54	880	220	14 400	12 672	3 168	0	0	660
60	740	80	21 600	15 984	1 728	0	0	660
63,5	660	0	12 600	8 316	0	0	0	660
66	610	0	9 000	5 490	0	450	50	660
72	500	0	21 600	10 800	0	3 456	160	660
78	415	0	21 600	8 964	0	5 292	245	660
84	340	0	21 600	7 344	0	3 366	155,83	495,83
90	270	0	21 600	5 832	0	0	0	270
96	205	0	21 600	4 428	0	0	0	205
102	165	0	21 600	3 564	0	0	0	165
108	140	0	21 600	3 024	0	0	0	140
114	118	0	21 600	2 549	0	0	0	118
120	100	0	21 600	2 160	0	0	0	100
126	90	0	21 600	1 944	0	0	0	90
132	80	0	21 600	1 728	0	0	0	80
138	70	0	21 600	1 512	0	0	0	70
144	60	0	21 600	1 296	0	0	0	60
150	50	0	21 600	1 080	0	0	0	50
156	46	0	21 600	994	0	0	0	46
162	44	0	21 600	950	0	0	0	44
168	42	0	21 600	907	0	0	0	42
174	40	0	21 600	864	0	0	0	40
180	38	0	21 600	821	0	0	0	38
186	36	0	21 600	778	0	0	0	36
192	34	0	21 600	734	0	0	0	34
198	32	0	21 600	691	0	0	0	32
204	30	0	21 600	648	0	0	0	30
210	28	0	21 600	605	0	0	0	28
216	26	0	21 600	562	0	0	0	26
222	24	0	21 600	518	0	0	0	24
228	22	0	21 600	475	0	0	0	22
234	21	0	21 600	454	0	0	0	21
240	20	0	21 600	432	0	0	0	20
SUMA				179 860	12 564	12 564		



Obr. 1.2 Hydrogram povodňových vln dle [12]



Obr. 1.3 Vypracovaný hydrogram povodňových vln



Obr. 1.4 Hydrogram povodně

Celkový objem převedené povodňové vlny vyšel na $V_{trans} = 12\,564 \text{ m}^3$. Z této hodnoty bylo vycházeno pro stanovení zásobní hladiny v nádrži (viz obr. 1.1).

Kde:

$Q_{př}$	přítok do nádrže	$[\text{m}^3/\text{s}]$,
V_{trans}	akumulovaný objem	$[\text{m}^3]$,
V_{odt}	objem odtoku z nádrže	$[\text{m}^3]$,
Q_{odt}	odtok z nádrže	$[\text{m}^3/\text{s}]$,
Q_{trans}	transformovaný průtok	$[\text{m}^3/\text{s}]$.

2 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

2.1 ZEMNÍ TLAK

Zemní tlak byl počítán u zpracovávání přílohy C.2, kde bylo nutné zjistit, zda je při zahloubení sběrného koryta (viz kapitola A.4.2.3) nutno navýšit i těsnicí vrstvu kvůli možným průsakům vody od Bečvy, popřípadě zda hloubka založení vyhoví i bez nutnosti úpravy podloží. Bylo nutné, aby tlak zeminy S_{zem} byl větší než tlak vody S_w z Bečvy. To bylo docíleno při mocnosti těsnicí hlíněné vrstvy 1,8 m. Výpočet tlaku je uveden v tab 2.1.

Vstupní údaje:

$$\rho_{zem} = 1\,900 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_w = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Tab. 2.1 Výpočet zemního tlaku

h_{zem}	h_w
m	m
0,9	2,5
1	2,6
1,1	2,7
1,2	2,8
1,3	2,9
1,4	3
1,5	3,1
1,6	3,2
1,7	3,3
1,8	3,4
1,9	3,5
2	3,6

Použité vzorce:

$$S_{zem} = h_{zem} \cdot \rho_{zem} \cdot g$$

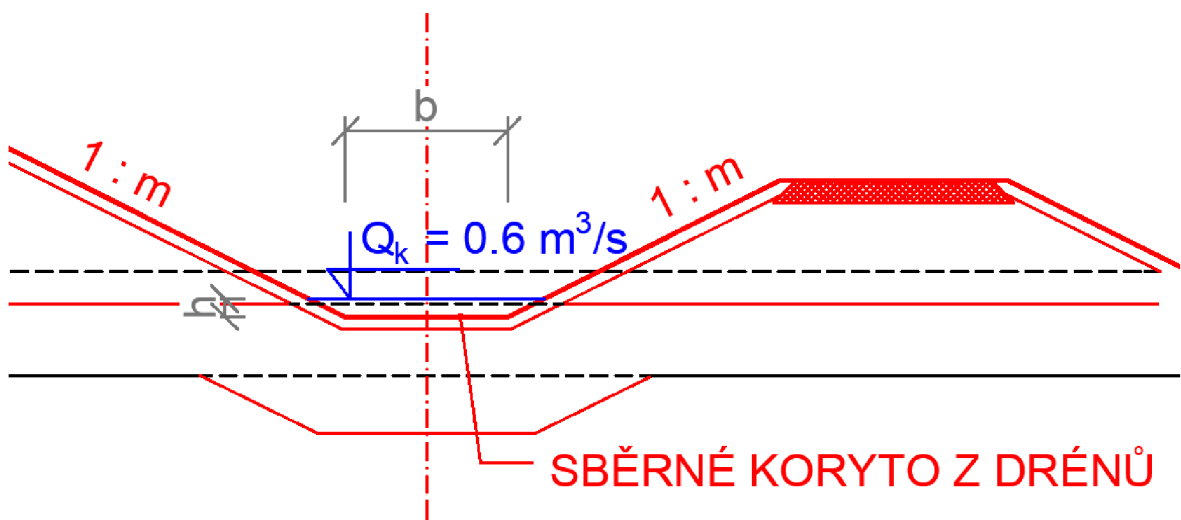
$$S_w = h_w \cdot \rho_w \cdot g$$

Kde:

ρ_w	objemová hmotnost vody	[kg/m ³],
ρ_{zem}	objemová hmotnost zeminy	[kg/m ³],
g	tíhové zrychlení	[m/s ²],
h_{zem}	výška zeminy	[m],
h_w	výška vody	[m],
S_{zem}	tlak zeminy	[N],
S_w	tlak vody	[N].

2.2 KAPACITA SBĚRNÉHO KORYTA

Sběrné koryto se dimenzuje zvlášť pro pravou stranu hráze a zvlášť pro levou stranu hráze kvůli rozdílným podélným sklonům a orientaci. Schematicky je sběrné koryto zakresleno na obrázku obr. 2.1 a popsáno je v kapitole A.4.2.3. Vztahy pro výpočet byly převzaty z [14].



Obr. 2.1 Sběrné koryto

2.2.1 Pravá strana hráze

Výpočty a výsledky sběrného koryta pravé strany hráze jsou uvedeny v tab. 2.2. Návrhový průtok Q_n sběrným korytem je uvažován $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Měrná křivka průtoku a rychlosti v závislosti na výšce je znázorněna na obr. 2.2.

Vstupní údaje:

$$b = 2,5 \text{ m}$$

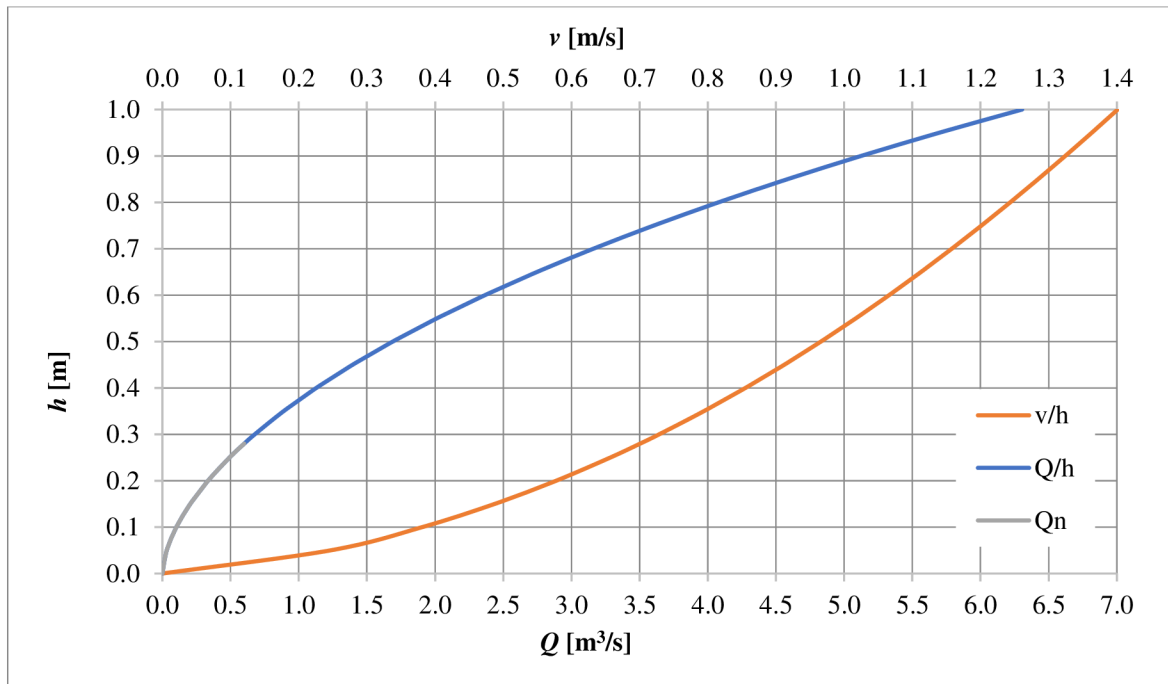
$$i_P = 0,22 \% = 0,0022$$

$$m = 2$$

$$n = 0,025$$

Tab. 2.2 Výpočet sběrného koryta pravé strany hráze

PRAVÁ STRANA HRÁZE							
h	O	S	R	C	v	Q	
m	m	m^2	m	$\text{m}^{0,5}/\text{s}$	m/s	m^3/s	l/s
0,00	2,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
0,05	2,724	0,130	0,048	24,091	0,247	0,032	32,09
0,10	2,947	0,270	0,092	26,857	0,381	0,103	102,94
0,15	3,171	0,420	0,132	28,559	0,488	0,205	204,76
0,20	3,394	0,580	0,171	29,797	0,578	0,335	335,07
0,25	3,618	0,750	0,207	30,772	0,657	0,493	492,86
0,28	3,752	0,856	0,228	31,270	0,701	0,600	600,05
0,30	3,842	0,930	0,242	31,578	0,729	0,678	677,74
0,35	4,065	1,120	0,276	32,266	0,794	0,890	889,70
0,40	4,289	1,320	0,308	32,867	0,855	1,129	1 128,93
0,45	4,512	1,530	0,339	33,402	0,912	1,396	1 395,77
0,50	4,736	1,750	0,370	33,884	0,966	1,691	1 690,66
0,55	4,960	1,980	0,399	34,324	1,017	2,014	2 014,09
0,60	5,183	2,220	0,428	34,728	1,066	2,367	2 366,59
0,65	5,407	2,470	0,457	35,104	1,113	2,749	2 748,75
0,70	5,630	2,730	0,485	35,454	1,158	3,161	3 161,15
0,75	5,854	3,000	0,512	35,782	1,201	3,604	3 604,40
0,80	6,078	3,280	0,540	36,092	1,244	4,079	4 079,13
0,85	6,301	3,570	0,567	36,386	1,285	4,586	4 585,97
0,90	6,525	3,870	0,593	36,665	1,324	5,126	5 125,54
0,95	6,749	4,180	0,619	36,931	1,363	5,698	5 698,48
1,00	6,972	4,500	0,645	37,185	1,401	6,305	6 305,43



Obr. 2.2 Měrná křivka sběrného koryta pravé strany

Z výsledků vyplývá, že dosažená výška hladiny ve sběrném korytě při návrhovém průtoku $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ je $0,28 \text{ m}$.

Použité vzorce:

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

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

$$v = C \sqrt{R i}$$

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

Kde:

b šířka koryta [m],

i_P podélný sklon koryta [-],

m sklon svahů [-],

n součinitel drsnosti dle Manninga [-],

O omočený obvod [m],

S průtočná plocha [m^2],

R	hydraulický poloměr	[m],
C	rychlostní součinitel	[m ^{0,5} /s],
v	rychlost proudění	[m/s],
Q	průtok	[m ³ /s].

2.2.2 Levá strana hráze

Výpočty a výsledky sběrného koryta levé strany hráze jsou uvedeny v tab. 2.3. Návrhový průtok Q_n sběrným korytem je uvažován 0,12 m³/s. Měrná křivka průtoku a rychlosti v závislosti na výšce je znázorněna na obr. 2.3.

Vstupní údaje:

$$b = 2,5 \text{ m}$$

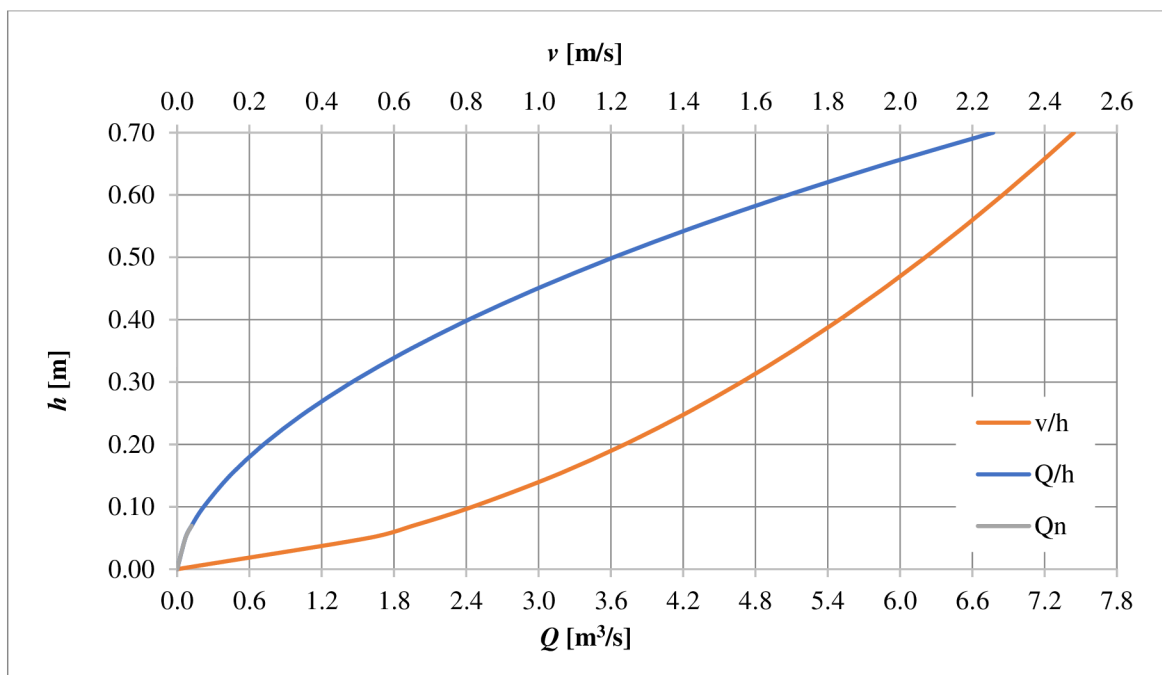
$$i_L = 1,01 \text{ ‰} = 0,0101$$

$$m = 2$$

$$n = 0,025$$

Tab. 2.3 Výpočet sběrného koryta levé strany hráze

LEVÁ STRANA HRÁZE							
h	O	S	R	C	v	Q	
m	m	m ²	m	m ^{0,5} /s	m/s	m ³ /s	l/s
0,00	2,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
0,05	2,724	0,130	0,048	24,091	0,529	0,069	68,76
0,07	2,812	0,184	0,065	25,391	0,653	0,120	120,04
0,10	2,947	0,270	0,092	26,857	0,817	0,221	220,57
0,15	3,171	0,420	0,132	28,559	1,045	0,439	438,72
0,20	3,394	0,580	0,171	29,797	1,238	0,718	717,94
0,25	3,618	0,750	0,207	30,772	1,408	1,056	1 056,03
0,30	3,842	0,930	0,242	31,578	1,561	1,452	1 452,16
0,35	4,065	1,120	0,276	32,266	1,702	1,906	1 906,31
0,40	4,289	1,320	0,308	32,867	1,832	2,419	2 418,89
0,45	4,512	1,530	0,339	33,402	1,955	2,991	2 990,64
0,50	4,736	1,750	0,370	33,884	2,070	3,622	3 622,48
0,55	4,960	1,980	0,399	34,324	2,180	4,315	4 315,46
0,60	5,183	2,220	0,428	34,728	2,284	5,071	5 070,75
0,65	5,407	2,470	0,457	35,104	2,384	5,890	5 889,58
0,70	5,630	2,730	0,485	35,454	2,481	6,773	6 773,20



Obr. 2.3 Měrná křivka sběrného koryta levé strany

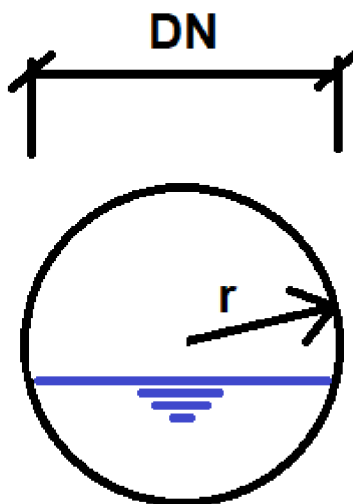
Z výsledků vyplývá, že dosažená výška hladiny ve sběrném korytě při návrhovém průtoku $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ je $0,07 \text{ m}$.

Požité vzorce:

Vztahy pro výpočet jsou stejné jako v předchozí kapitole 2.2.1.

2.3 KAPACITA DRENÁŽNÍHO POTRUBÍ

Drenážní potrubí v patním drénu se dimenzuje zvlášť pro pravou stranu hráze a zvlášť pro levou stranu hráze kvůli rozdílným podélným sklonům a orientaci. Schematicky je drenážní potrubí zakresleno na obrázku a detailně popsáno v kapitole A.4.1.3. Vztahy pro výpočet byly převzaty z [14]. Schéma drenáže je vyobrazeno na obr. 2.4.



Obr. 2.47 Schéma drenážního potrubí

2.3.1 Pravá strana hráze

Výpočty a výsledky dimenzování drenážního potrubí pravé strany hráze jsou uvedeny v tab. 2.4. Návrhový průtok drenážním potrubím je navržen na poloviční plnění daného DN. Měrná křivka průtoku a rychlosti v závislosti na výšce je znázorněna na obr. 2.5.

Vstupní údaje:

$$DN = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$$

$$i_p = 0,0022$$

$$n = 0,01$$

$$r = 125 \text{ mm} = 0,125 \text{ m}$$

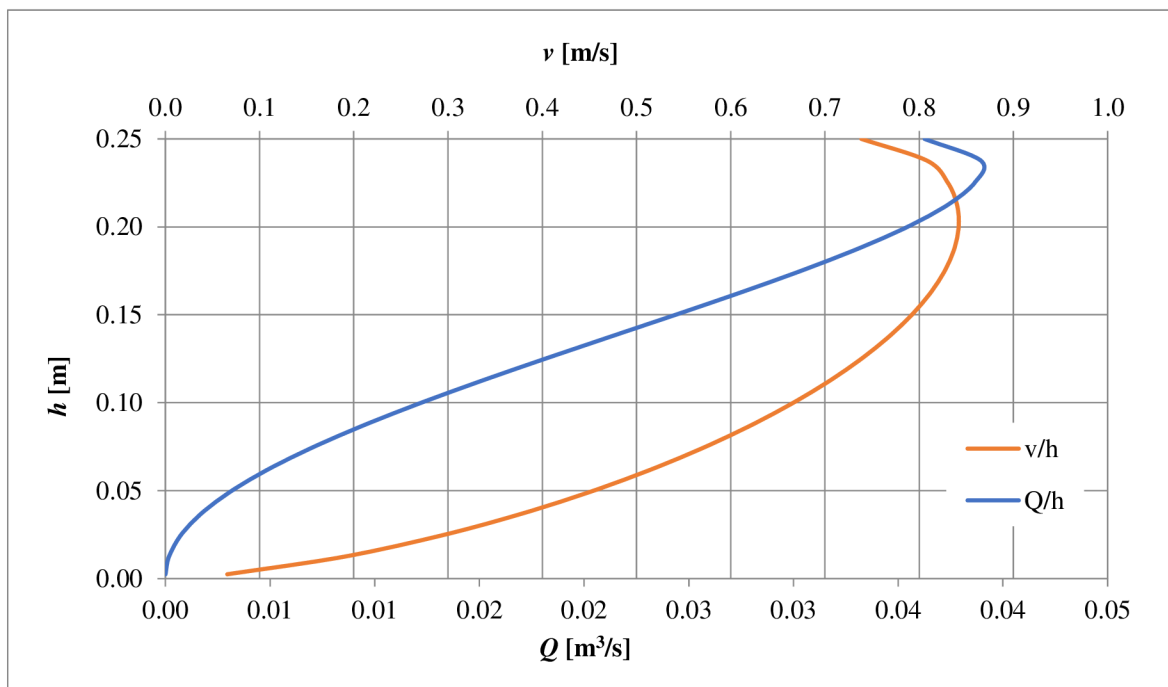
$$\alpha = 1$$

$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Tab. 2.4 Výpočet kapacity drenážního potrubí pravé strany hráze

Plnění	φ	S	O	R	C	v	Q
%	rad	m ²	m	m	m ^{0,5} /s	m/s	m ³ /s
1	0,4007	0,0001	0,0501	0,0017	34,4061	0,0657	0,0000
5	0,9021	0,0009	0,1128	0,0081	44,8488	0,1898	0,0002
10	1,2870	0,0026	0,1609	0,0159	50,1351	0,2963	0,0008
15	1,5908	0,0046	0,1988	0,0232	53,4124	0,3817	0,0018
20	1,8546	0,0070	0,2318	0,0301	55,7882	0,4543	0,0032
25	2,0944	0,0096	0,2618	0,0367	57,6357	0,5176	0,0050
30	2,3186	0,0124	0,2898	0,0427	59,1286	0,5733	0,0071
35	2,5322	0,0153	0,3165	0,0484	60,3625	0,6227	0,0095
40	2,7389	0,0183	0,3424	0,0536	61,3954	0,6664	0,0122
45	2,9413	0,0214	0,3677	0,0583	62,2648	0,7050	0,0151
50	3,1416	0,0245	0,3927	0,0625	62,9961	0,7387	0,0181
55	3,3419	0,0277	0,4177	0,0662	63,6063	0,7677	0,0212
60	3,5443	0,0308	0,4430	0,0694	64,1069	0,7922	0,0244
65	3,7510	0,0338	0,4689	0,0720	64,5049	0,8120	0,0274
70	3,9646	0,0367	0,4956	0,0741	64,8031	0,8272	0,0304
75	4,1888	0,0395	0,5236	0,0754	65,0004	0,8373	0,0331
80	4,4286	0,0421	0,5536	0,0760	65,0901	0,8419	0,0354
85	4,6924	0,0445	0,5865	0,0758	65,0570	0,8402	0,0374
90	4,9962	0,0465	0,6245	0,0745	64,8687	0,8305	0,0386
95	5,3811	0,0482	0,6726	0,0716	64,4414	0,8089	0,0390
100	6,2832	0,0491	0,7854	0,0625	62,9961	0,7387	0,0363



Obr. 2.5 Měrná křivka drenážního potrubí pravé strany hráze

Z výsledků vyplývá, že kapacita drenážního potrubí pravé strany hráze o DN 250 mm je při polovičním plnění 0,0181 m³/s.

Použité vzorce:

$$R = \frac{S}{O} = \frac{\pi r^2}{2 \pi r} = \frac{r}{2} = \frac{D}{4}$$

$$v = C \sqrt{R i}$$

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

$$O = \varphi \cdot r$$

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

Kde:

i_P	podélný sklon potrubí	[-],
g	tíhové zrychlení	[m/s ²],
α	Coriolisovo číslo	[-],
r	poloměr potrubí	[m],
n	součinitel drsnosti	[-],
φ	středový úhel	[rad],
O	omočený obvod	[m],
S	průtočná plocha	[m ²],
R	hydraulický poloměr	[m],
C	rychlostní součinitel	[m ^{0,5} /s],
v	rychlost proudění	[m/s],
Q	průtok	[m ³ /s].

2.3.2 Levá strana hráze

Výpočty a výsledky dimenzování drenážního potrubí levé strany hráze jsou uvedeny v tab. 2.5. Návrhový průtok drenážním potrubím je navržen na poloviční plnění daného DN. Měrná křivka průtoku a rychlosti v závislosti na výšce je znázorněna na obr. 2.6.

Vstupní údaje:

$$DN = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$$

$$i_L = 0,0101$$

$$n = 0,01$$

$$r = 125 \text{ mm} = 0,125 \text{ m}$$

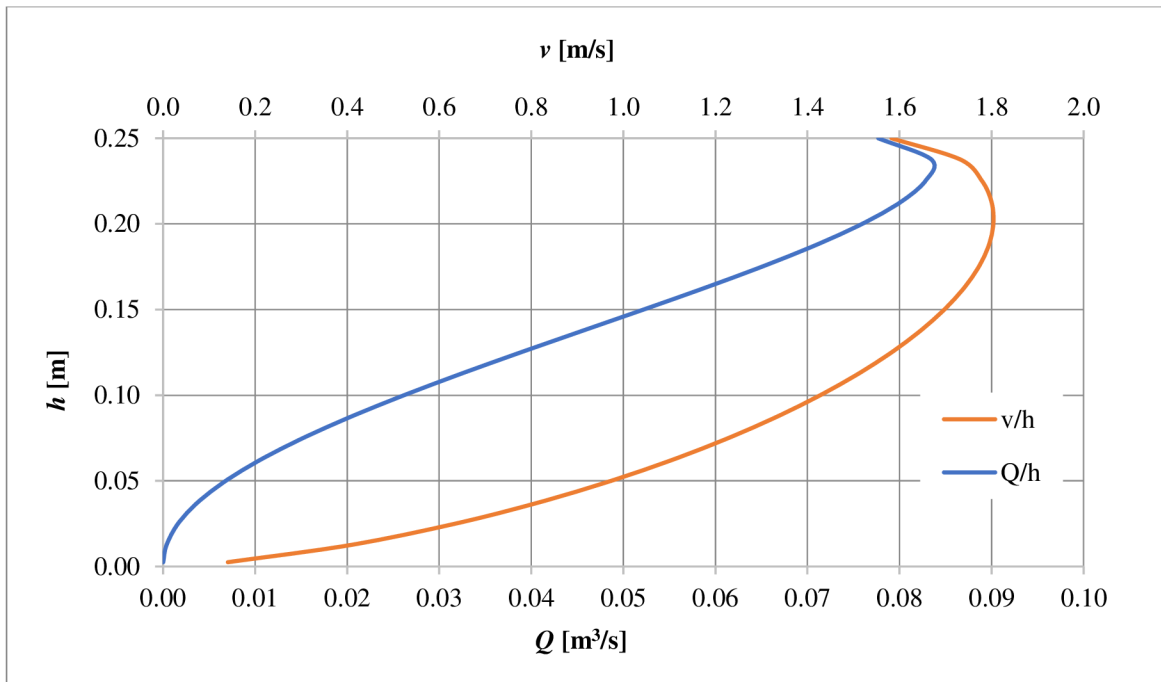
$$\alpha = 1$$

$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Tab. 2.5 Výpočet kapacity drenážního potrubí levé strany hráze

Plnění	h	φ	S	O	R	C	v	Q
%	m	rad	m ²	m	m	m ^{0,5} /s	m/s	m ³ /s
1	0,0025	0,4007	0,0001	0,0501	0,0017	34,4061	0,1408	0,0000
5	0,0125	0,9021	0,0009	0,1128	0,0081	44,8488	0,4066	0,0004
10	0,0250	1,2870	0,0026	0,1609	0,0159	50,1351	0,6349	0,0016
15	0,0375	1,5908	0,0046	0,1988	0,0232	53,4124	0,8180	0,0038
20	0,0500	1,8546	0,0070	0,2318	0,0301	55,7882	0,9735	0,0068
25	0,0625	2,0944	0,0096	0,2618	0,0367	57,6357	1,1090	0,0106
30	0,0750	2,3186	0,0124	0,2898	0,0427	59,1286	1,2284	0,0152
35	0,0875	2,5322	0,0153	0,3165	0,0484	60,3625	1,3342	0,0204
40	0,1000	2,7389	0,0183	0,3424	0,0536	61,3954	1,4279	0,0262
45	0,1125	2,9413	0,0214	0,3677	0,0583	62,2648	1,5105	0,0324
50	0,1250	3,1416	0,0245	0,3927	0,0625	62,9961	1,5828	0,0388
55	0,1375	3,3419	0,0277	0,4177	0,0662	63,6063	1,6450	0,0455
60	0,1500	3,5443	0,0308	0,4430	0,0694	64,1069	1,6974	0,0522
65	0,1625	3,7510	0,0338	0,4689	0,0720	64,5049	1,7399	0,0588
70	0,1750	3,9646	0,0367	0,4956	0,0741	64,8031	1,7723	0,0650
75	0,1875	4,1888	0,0395	0,5236	0,0754	65,0004	1,7940	0,0708
80	0,2000	4,4286	0,0421	0,5536	0,0760	65,0901	1,8039	0,0759
85	0,2125	4,6924	0,0445	0,5865	0,0758	65,0570	1,8003	0,0801
90	0,2250	4,9962	0,0465	0,6245	0,0745	64,8687	1,7795	0,0828
95	0,2375	5,3811	0,0482	0,6726	0,0716	64,4414	1,7331	0,0835
100	0,2500	6,2832	0,0491	0,7854	0,0625	62,9961	1,5828	0,0777



Obr. 2.6 Měrná křivka drenážního potrubí levé strany hráze

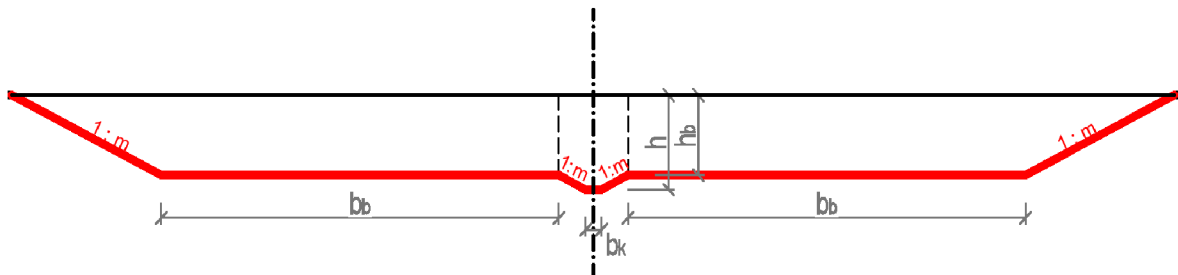
Z výsledků vyplývá, že kapacita drenážního potrubí levé strany hráze o DN 250 mm je při polovičním plnění 0,0388 m³/s.

Použité vzorce:

Vztahy pro výpočet jsou stejné jako v předchozí kapitole 2.3.1.

2.4 KAPACITA PŘÍVODNÍHO KORYTA

Přívodní koryto je vedeno nádrží a převádí vodu přivedenou přes vtokový objekt dál do nádrže. Popis přívodního koryta je v příloze A.4.5 a schéma přívodního koryta lichoběžníkového tvaru je vyobrazeno na obr. 2.7.



Obr. 2.7 Schéma přívodního koryta

Výpočty a výsledky kapacity přívodního koryta jsou uvedeny v tab. 2.6 a tab. 2.7. Návrhový průtok Q_n přívodním korytem je uvažován $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Měrná křivka průtoků v závislosti na výšce je vyobrazena na obr. 2.8. Vztahy pro výpočet byly převzaty z [14].

Vstupní údaje:

Pro kynetu:

$$n_d = 0,03$$

$$n_s = 0,03$$

$$i = 0,003$$

$$m = 2$$

$$b_k = 0,6 \text{ m}$$

Pro bermy:

$$n_d = 0,035$$

$$n_s = 0,035$$

$$n_w = 0,01$$

$$i = 0,003$$

$$m = 2$$

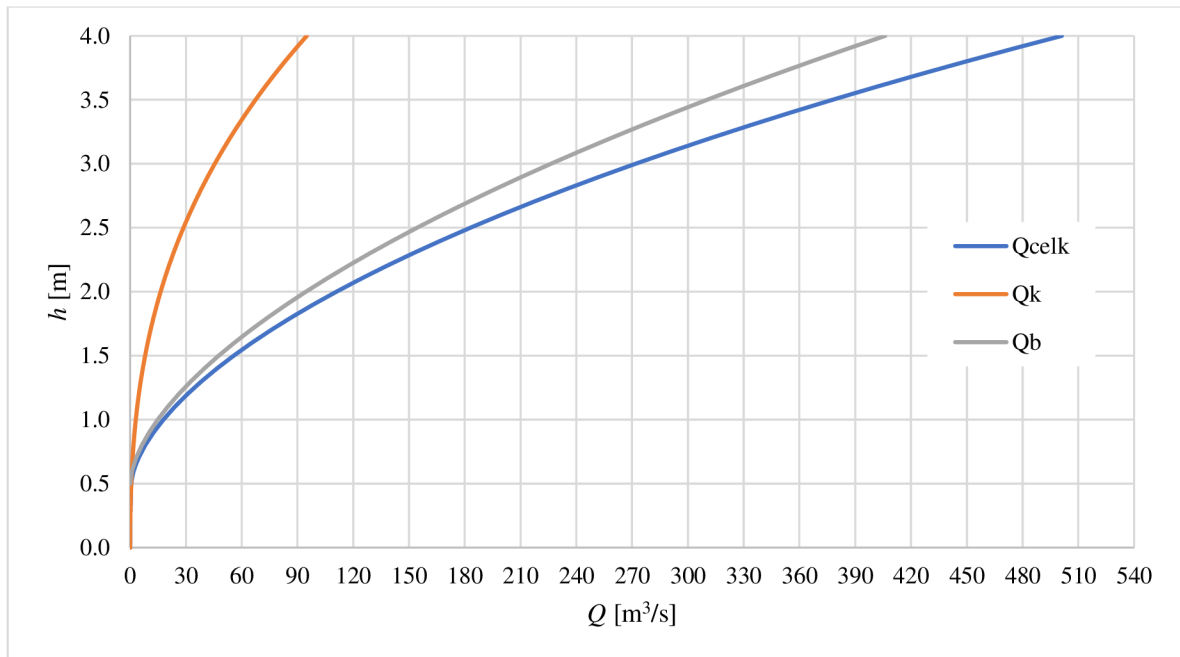
$$b_b = 15 \text{ m}$$

Tab. 2.6 Výpočet průtoku v kynetě přívodního koryta

		KYNETA					
h	h_b	S_k	O_k	R_k	C_k	v_k	Q_k
m	m	m ²	m	m	m ^{0.5} /s	m/s	m ³ /s
0,00		0,00	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10		0,08	1,047	0,076	21,713	0,329	0,026
0,20		0,20	1,494	0,134	23,840	0,478	0,096
0,30		0,36	1,942	0,185	25,171	0,594	0,214
0,40		0,56	2,389	0,234	26,175	0,694	0,389
0,50	0,00	0,80	2,836	0,282	26,994	0,785	0,628
0,60	0,10	1,08	3,283	0,329	27,695	0,870	0,940
0,70	0,20	1,40	3,730	0,375	28,310	0,950	1,330
0,80	0,30	1,76	4,178	0,421	28,861	1,026	1,806
0,90	0,40	2,16	4,625	0,467	29,361	1,099	2,374
1,00	0,50	2,60	5,072	0,513	29,820	1,169	3,040
1,10	0,60	3,08	5,519	0,558	30,245	1,238	3,812
1,20	0,70	3,60	5,967	0,603	30,641	1,304	4,693
1,30	0,80	4,16	6,414	0,649	31,013	1,368	5,691
1,40	0,90	4,76	6,861	0,694	31,363	1,431	6,811
1,50	1,00	5,40	7,308	0,739	31,694	1,492	8,058
1,60	1,10	6,08	7,755	0,784	32,008	1,552	9,438
1,70	1,20	6,80	8,203	0,829	32,308	1,611	10,956
1,80	1,30	7,56	8,650	0,874	32,593	1,669	12,617
1,90	1,40	8,36	9,097	0,919	32,867	1,726	14,427
2,00	1,50	9,20	9,544	0,964	33,130	1,782	16,390
2,10	1,60	10,08	9,991	1,009	33,382	1,837	18,512
2,20	1,70	11,00	10,439	1,054	33,626	1,891	20,797
2,30	1,80	11,96	10,886	1,099	33,860	1,944	23,250
2,40	1,90	12,96	11,333	1,144	34,087	1,997	25,875
2,50	2,00	14,00	11,780	1,188	34,306	2,048	28,678
2,60	2,10	15,08	12,228	1,233	34,519	2,100	31,663
2,70	2,20	16,20	12,675	1,278	34,725	2,150	34,834
2,80	2,30	17,36	13,122	1,323	34,925	2,200	38,196
2,90	2,40	18,56	13,569	1,368	35,120	2,250	41,754
3,00	2,50	19,80	14,016	1,413	35,309	2,299	45,512
3,10	2,60	21,08	14,464	1,457	35,493	2,347	49,473
3,20	2,70	22,40	14,911	1,502	35,673	2,395	53,644
3,30	2,80	23,76	15,358	1,547	35,848	2,442	58,026
3,40	2,90	25,16	15,805	1,592	36,019	2,489	62,626
3,50	3,00	26,60	16,252	1,637	36,186	2,536	67,447
3,60	3,10	28,08	16,700	1,681	36,349	2,582	72,493
3,70	3,20	29,60	17,147	1,726	36,509	2,627	77,768
3,80	3,30	31,16	17,594	1,771	36,665	2,673	83,277
3,90	3,40	32,76	18,041	1,816	36,818	2,717	89,023
4,00	3,50	34,40	18,489	1,861	36,968	2,762	95,010

Tab. 2.7 Výpočet průtoku v bermách přírodního koryta a celkový průtok

		BERMY						CELKEM
h	h_b	S_b	O_b	R_b	C_b	v_b	Q_b	$Q_{celk.}$
m	m	m ²	m	m	m ^{0,5} /s	m/s	m ³ /s	m ³ /s
0,00								0,000
0,10								0,026
0,20								0,096
0,30								0,214
0,40								0,389
0,50	0,00	0,00	30,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,628
0,60	0,10	3,02	30,447	0,099	19,439	0,335	1,013	1,952
0,70	0,20	6,08	30,894	0,197	21,791	0,529	3,219	4,549
0,80	0,30	9,18	31,342	0,293	23,284	0,690	6,336	8,142
0,90	0,40	12,32	31,789	0,388	24,396	0,832	10,249	12,622
1,00	0,50	15,50	32,236	0,481	25,289	0,960	14,887	17,928
1,10	0,60	18,72	32,683	0,573	26,037	1,079	20,205	24,016
1,20	0,70	21,98	33,130	0,663	26,683	1,190	26,165	30,858
1,30	0,80	25,28	33,578	0,753	27,251	1,295	32,741	38,432
1,40	0,90	28,62	34,025	0,841	27,759	1,394	39,910	46,720
1,50	1,00	32,00	34,472	0,928	28,219	1,489	47,654	55,712
1,60	1,10	35,42	34,919	1,014	28,639	1,580	55,958	65,396
1,70	1,20	38,88	35,367	1,099	29,026	1,667	64,810	75,766
1,80	1,30	42,38	35,814	1,183	29,384	1,751	74,198	86,816
1,90	1,40	45,92	36,261	1,266	29,718	1,832	84,114	98,541
2,00	1,50	49,50	36,708	1,348	30,031	1,910	94,549	110,940
2,10	1,60	53,12	37,155	1,430	30,325	1,986	105,497	124,009
2,20	1,70	56,78	37,603	1,510	30,603	2,060	116,952	137,748
2,30	1,80	60,48	38,050	1,589	30,866	2,131	128,907	152,157
2,40	1,90	64,22	38,497	1,668	31,115	2,201	141,359	167,234
2,50	2,00	68,00	38,944	1,746	31,353	2,269	154,304	182,982
2,60	2,10	71,82	39,391	1,823	31,580	2,336	167,739	199,401
2,70	2,20	75,68	39,839	1,900	31,796	2,400	181,659	216,493
2,80	2,30	79,58	40,286	1,975	32,004	2,464	196,064	234,260
2,90	2,40	83,52	40,733	2,050	32,204	2,526	210,949	252,704
3,00	2,50	87,50	41,180	2,125	32,396	2,586	226,315	271,826
3,10	2,60	91,52	41,628	2,199	32,580	2,646	242,158	291,631
3,20	2,70	95,58	42,075	2,272	32,758	2,704	258,478	312,121
3,30	2,80	99,68	42,522	2,344	32,930	2,762	275,273	333,299
3,40	2,90	103,82	42,969	2,416	33,097	2,818	292,543	355,169
3,50	3,00	108,00	43,416	2,488	33,258	2,873	310,287	377,733
3,60	3,10	112,22	43,864	2,558	33,414	2,927	328,504	400,996
3,70	3,20	116,48	44,311	2,629	33,565	2,981	347,193	424,962
3,80	3,30	120,78	44,758	2,699	33,712	3,033	366,356	449,633
3,90	3,40	125,12	45,205	2,768	33,855	3,085	385,992	475,014
4,00	3,50	129,50	45,652	2,837	33,994	3,136	406,100	501,109



Obr. 2.8 Měrná křivka průtoků přívodním korytem

Kapacita koryta byla vypočtena při výšce hladiny 2,0 m 110,940 m³/s, při výšce hladiny 3,0 m byla vypočtena kapacita 271,826 m³/s a při výšce hladiny 4,0 m byla kapacita vypočtena na 501,109 m³/s.

Použité vzorce:

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

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

$$v = C \sqrt{R i}$$

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

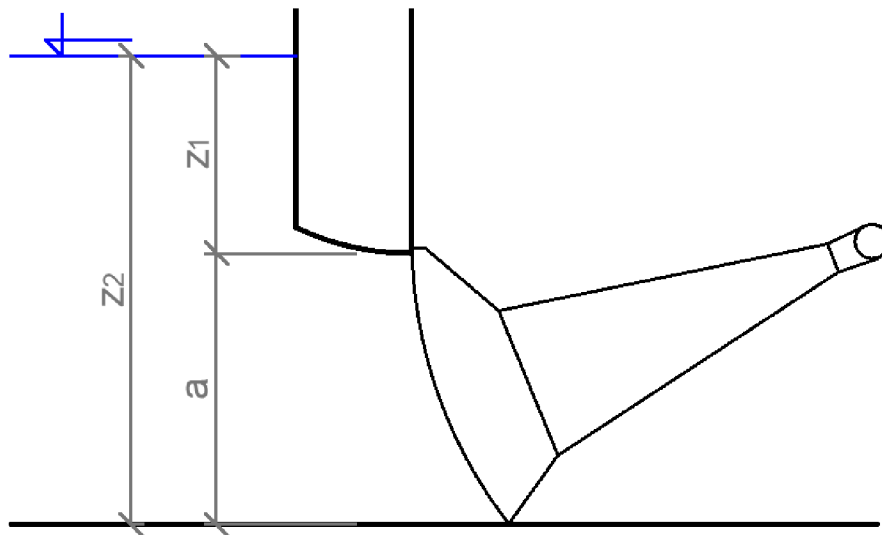
Kde:

$b_{k/b}$	šířka dna kynety/bermy	[m],
i	podélný sklon koryta	[-],
m	sklon svahů	[-],
n_d	součinitel drsnosti dna	[-],
n_s	součinitel drsnosti svahu	[-],
n_w	součinitel drsnosti vody (na rozhraní kynety a bermy)	[-],

$O_{k/b}$	omočený obvod kynety/bermy	[m],
$S_{k/b}$	průčasná plocha kynety/bermy	[m ²],
$R_{k/b}$	hydraulický poloměr kynety/bermy	[m],
$C_{k/b}$	rychlostní součinitel kynety/bermy	[m ^{0.5} /s],
$V_{k/b}$	rychlost proudění kynety/bermy	[m/s],
$Q_{k/b}$	průtok v kynetě/bermě	[m ³ /s].

2.5 KAPACITA SEGMENTŮ NA VTOKU

Vtokový objekt tvoří tři segmentové hradicí uzávěry (viz příloha A.4.3.2). Schematicky jsou tyto segmenty znázorněny na obr. 2.9. Segmenty jsou počítány jako výtok nezatopeným obdélníkovým otvorem dle [13]. Jejich kapacita se vypočítává v tab. 2.8 a měrná křivka průtoku přes segmenty je vykreslena na obr. 2.10.



Obr. 2.9 Schéma segmentového uzávěru na vtoku

Vstupní údaje:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\mu = 0,75$$

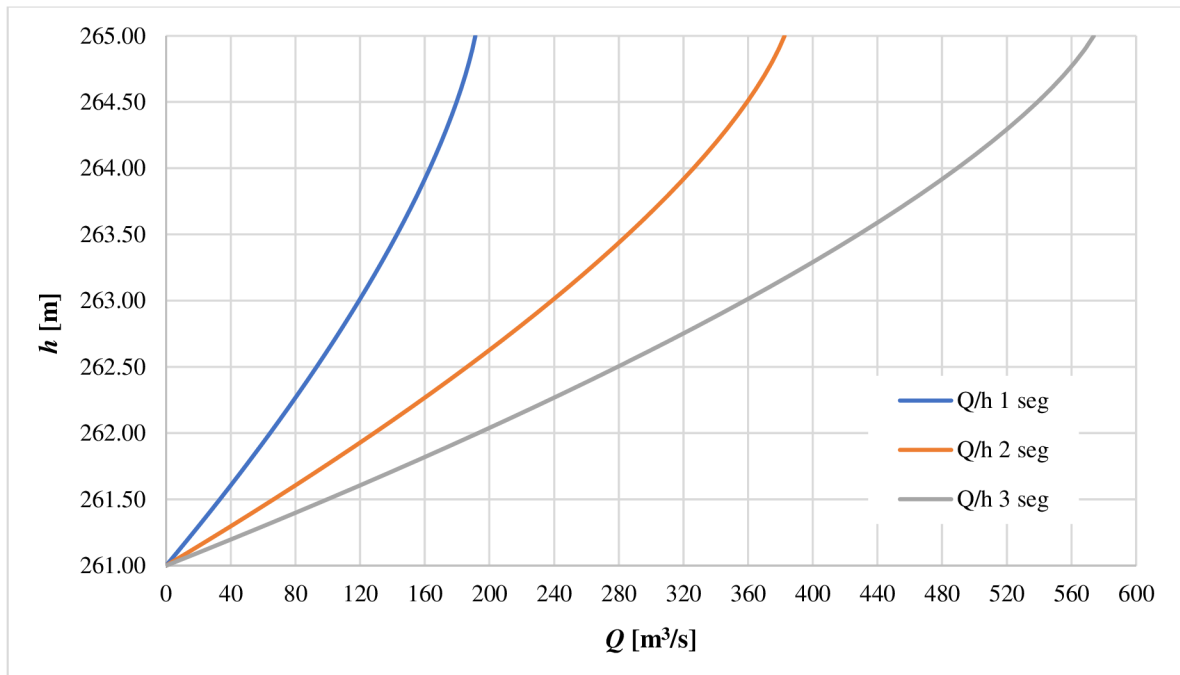
$$z_2 = 265,25 \text{ m n. m.} = 4,25 \text{ m}$$

$$b = 10 \text{ m}$$

$$\text{Kóta dna} = 261,00 \text{ m n. m.}$$

Tab. 2.8 Výpočet kapacity segmentových uzávěrů na vtoku

h m n. m.	a m	z_1 m	Q_{1seg} m ³ /s	Q_{2seg} m ³ /s	Q_{3seg} m ³ /s
261,00	0,00	4,25	0,0000	0,0000	0,0000
261,10	0,10	4,15	6,8082	13,6164	20,4246
261,20	0,20	4,05	13,5349	27,0698	40,6046
261,30	0,30	3,95	20,1790	40,3580	60,5370
261,40	0,40	3,85	26,7396	53,4791	80,2187
261,50	0,50	3,75	33,2154	66,4309	99,6463
261,60	0,60	3,65	39,6056	79,2111	118,8167
261,70	0,70	3,55	45,9087	91,8174	137,7261
261,80	0,80	3,45	52,1237	104,2474	156,3711
261,90	0,90	3,35	58,2493	116,4986	174,7478
262,00	1,00	3,25	64,2841	128,5682	192,8523
262,10	1,10	3,15	70,2268	140,4535	210,6803
262,20	1,20	3,05	76,0758	152,1517	228,2275
262,30	1,30	2,95	81,8298	163,6596	245,4893
262,40	1,40	2,85	87,4870	174,9740	262,4611
262,50	1,50	2,75	93,0459	186,0917	279,1376
262,60	1,60	2,65	98,5045	197,0090	295,5136
262,70	1,70	2,55	103,8611	207,7223	311,5834
262,80	1,80	2,45	109,1137	218,2275	327,3412
262,90	1,90	2,35	114,2602	228,5204	342,7806
263,00	2,00	2,25	119,2983	238,5966	357,8948
263,10	2,10	2,15	124,2256	248,4512	372,6769
263,20	2,20	2,05	129,0397	258,0793	387,1190
263,30	2,30	1,95	133,7377	267,4754	401,2131
263,40	2,40	1,85	138,3167	276,6335	414,9502
263,50	2,50	1,75	142,7736	285,5473	428,3209
263,60	2,60	1,65	147,1049	294,2099	441,3148
263,70	2,70	1,55	151,3069	302,6138	453,9208
263,80	2,80	1,45	155,3754	310,7509	466,1263
263,90	2,90	1,35	159,3060	318,6119	477,9179
264,00	3,00	1,25	163,0935	326,1870	489,2805
264,10	3,10	1,15	166,7324	333,4648	500,1972
264,20	3,20	1,05	170,2163	340,4327	510,6490
264,30	3,30	0,95	173,5381	347,0761	520,6142
264,40	3,40	0,85	176,6893	353,3785	530,0678
264,50	3,50	0,75	179,6601	359,3203	538,9804
264,60	3,60	0,65	182,4390	364,8780	547,3170
264,70	3,70	0,55	185,0115	370,0231	555,0346
264,80	3,80	0,45	187,3596	374,7193	562,0789
264,90	3,90	0,35	189,4593	378,9187	568,3780
265,00	4,00	0,25	191,2768	382,5536	573,8304



Obr. 2.10 Měrná křivka kapacity segmentů na vtoku

Z výsledků vyplývá, že kapacita jednoho segmentu byla vypočtena na max 191,2768 m³/s, dvou segmentů max 382,5536 m³/s a tří segmentů najednou je max 573,8304 m³/s.

Použité vzorce:

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \left[z_2^{\frac{3}{2}} - z_1^{\frac{3}{2}} \right]$$

Kde:

- g gravitační zrychlení [m/s²],
- μ součinitel kontrakce [-],
- b šířka otvoru [m],
- z_1 výška od hladiny po horní hranu otvoru [m],
- z_2 výška od hladiny po dolní hranu otvoru [m],
- Q průtok segmentem [m³/s].

2.6 KAPACITA ASANAČNÍHO POTRUBÍ NA VTOKU

Součástí vtokového objektu je i potrubí asanačního průtoku (viz příloha A.4.3.3), které převádí nižší průtok při nepotřebě napouštět nádrž, jelikož manipulace se segmenty je velmi nepřesná. Návrhový průtok, na který se asanační potrubí dimenzuje, je $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Schéma potrubí asanačního průtoku je stejné jako v kap. 2.3 na obr. 2.4. Vztahy pro výpočet byly převzaty z [14]. Výpočet kapacity asanačního potrubí je uveden v tab. 2.9. Měrná křivka jednoho a dvou potrubí je k dispozici na obr. 2.11.

Vstupní údaje:

$$DN = 400 \text{ mm} = 0,4 \text{ m}$$

$$i = 0,01$$

$$n = 0,01$$

$$r = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$$

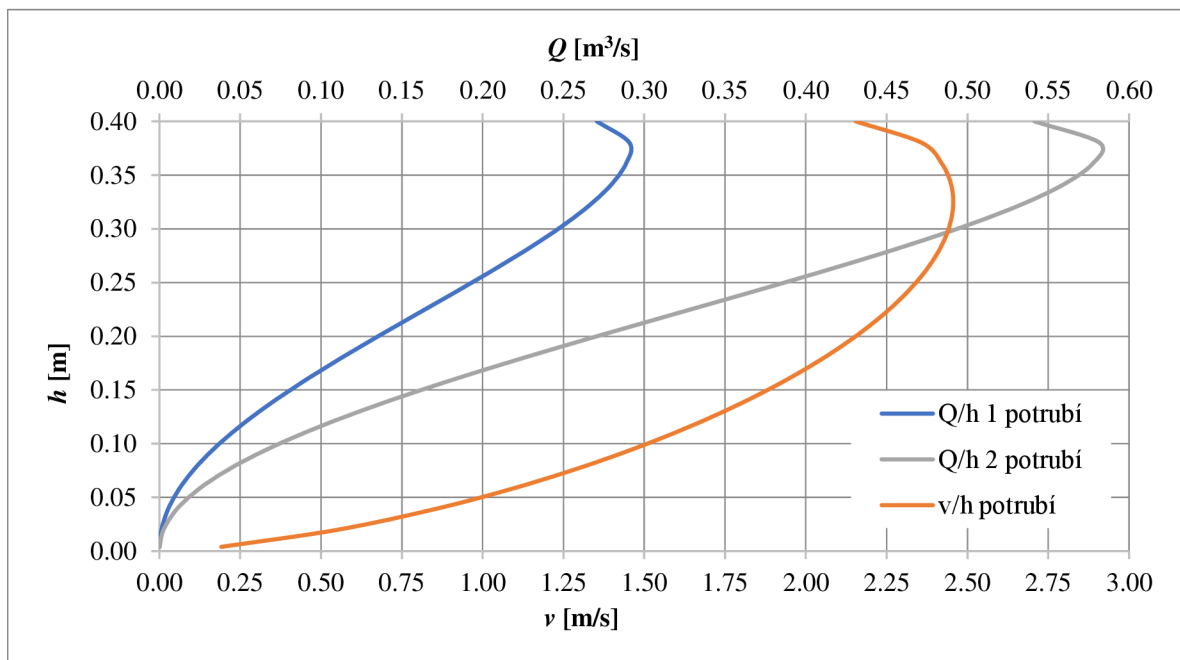
$$\alpha = 0,8$$

$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Tab. 2.9 Výpočet kapacity asanačního potrubí na vtoku

Plnění	φ	S	O	R	C	v_1	Q_1	Q_2
%	rad	m ²	m	m	m ^{0,5} /s	m/s	m ³ /s	m ³ /s
1	0,4007	0,0002	0,0801	0,0027	37,2097	0,1917	0,0000	0,0001
5	0,9021	0,0023	0,1804	0,0130	48,5033	0,5535	0,0013	0,0026
10	1,2870	0,0065	0,2574	0,0254	54,2203	0,8643	0,0057	0,0113
15	1,5908	0,0118	0,3182	0,0372	57,7646	1,1134	0,0132	0,0263
20	1,8546	0,0179	0,3709	0,0482	60,3341	1,3251	0,0237	0,0474
25	2,0944	0,0246	0,4189	0,0587	62,3321	1,5095	0,0371	0,0742
30	2,3186	0,0317	0,4637	0,0684	63,9466	1,6721	0,0530	0,1060
35	2,5322	0,0392	0,5064	0,0774	65,2810	1,8161	0,0712	0,1424
40	2,7389	0,0469	0,5478	0,0857	66,3981	1,9437	0,0912	0,1825
45	2,9413	0,0548	0,5883	0,0932	67,3384	2,0561	0,1128	0,2255
50	3,1416	0,0628	0,6283	0,1000	68,1292	2,1544	0,1354	0,2707
55	3,3419	0,0708	0,6684	0,1060	68,7892	2,2391	0,1586	0,3171
60	3,5443	0,0787	0,7089	0,1111	69,3306	2,3105	0,1819	0,3638
65	3,7510	0,0865	0,7502	0,1153	69,7610	2,3684	0,2048	0,4096
70	3,9646	0,0940	0,7929	0,1185	70,0835	2,4125	0,2267	0,4533
75	4,1888	0,1011	0,8378	0,1207	70,2969	2,4420	0,2469	0,4938
80	4,4286	0,1078	0,8857	0,1217	70,3939	2,4555	0,2646	0,5293
85	4,6924	0,1138	0,9385	0,1213	70,3581	2,4505	0,2790	0,5580
90	4,9962	0,1191	0,9992	0,1192	70,1544	2,4223	0,2885	0,5771
95	5,3811	0,1233	1,0762	0,1146	69,6924	2,3591	0,2909	0,5818
100	6,2832	0,1257	1,2566	0,1000	68,1292	2,1544	0,2707	0,5415



Obr. 2.11 Měrná křivka asanačního potrubí na vtoku

Z výsledků vyplývá, že kapacita pro jedno potrubí byla vypočtena na max 0,2909 m³/s a pro dvě potrubí na max 0,5818 m³/s. Bez problému tak bude převeden návrhový průtok 0,5 m³/s. Maximální průtok je v potrubí při plnění 95 %.

Použité vzorce:

Vztahy pro výpočet jsou stejné jako v kapitole 2.3.1.

2.7 KAPACITA SEGMENTŮ NA VÝTOKU

Výtokový objekt tvoří dva segmentové hradící uzávěry (viz příloha A.4.4.2). Schematicky jsou tyto segmenty znázorněny stejně jako segmenty na vtoku na obr. 2.9. Segmenty jsou počítány jako výtok nezatopeným obdélníkovým otvorem dle [13]. Jejich kapacita se vypočítává v tab. 2.10. a měrná křivka průtoku přes segmenty je vykreslena na obr. 2.12.

Vstupní údaje:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\mu = 0,75$$

$$z_2 = 264,00 \text{ m n. m.} = 13,8 \text{ m}$$

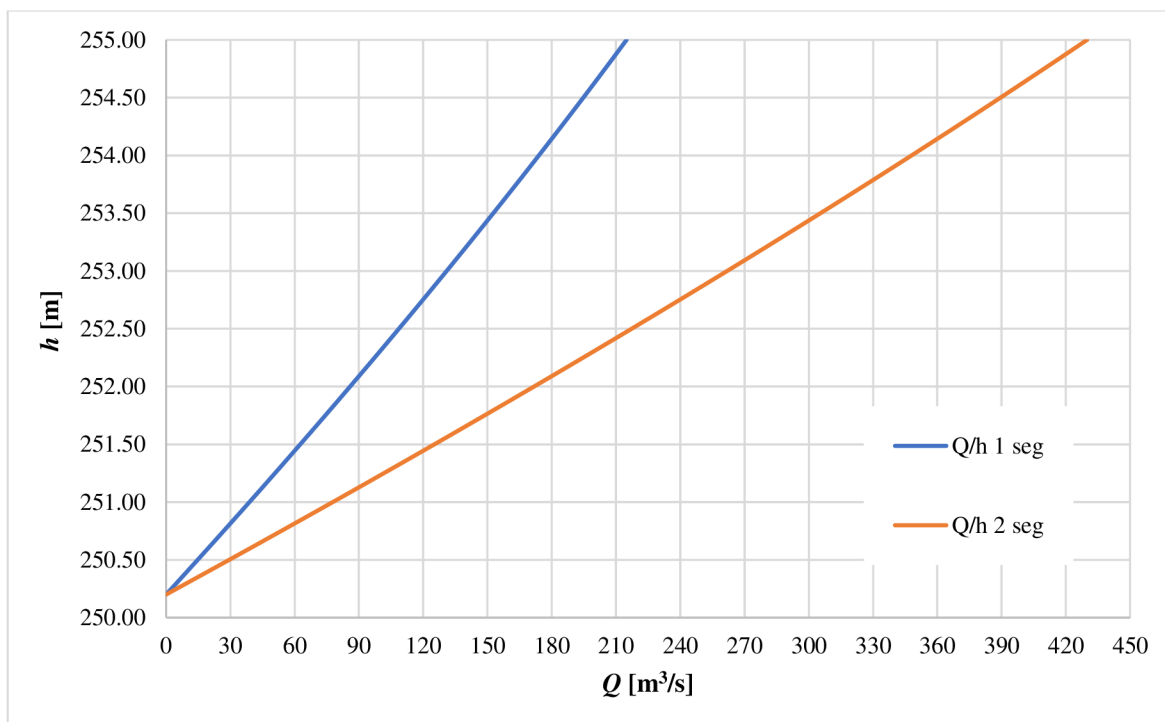
$$b = 4 \text{ m}$$

$$\text{Kóta dna} = 250,20 \text{ m n. m.}$$

Tab. 2.10 Výpočet kapacity segmentových uzávěrů na výtoku

<i>h</i> m n. m.	<i>a</i> m	<i>z</i> ₁ m	<i>Q</i> _{1seg} m ³ /s	<i>Q</i> _{2seg} m ³ /s
250,20	0,00	13,80	0,000	0,000
250,30	0,10	13,70	4,927	9,855
250,40	0,20	13,60	9,837	19,674
250,50	0,30	13,50	14,728	29,457
250,60	0,40	13,40	19,602	39,204
250,70	0,50	13,30	24,457	48,914
250,80	0,60	13,20	29,294	58,588
250,90	0,70	13,10	34,113	68,226
251,00	0,80	13,00	38,913	77,826
251,10	0,90	12,90	43,695	87,390
251,20	1,00	12,80	48,459	96,917
251,30	1,10	12,70	53,203	106,407
251,40	1,20	12,60	57,930	115,859
251,50	1,30	12,50	62,637	125,275

h m n. m.	a m	z_1 m	Q_{1seg} m ³ /s	Q_{2seg} m ³ /s
251,60	1,40	12,40	67,326	134,652
251,70	1,50	12,30	71,996	143,992
251,80	1,60	12,20	76,647	153,294
251,90	1,70	12,10	81,279	162,557
252,00	1,80	12,00	85,891	171,783
252,10	1,90	11,90	90,485	180,970
252,20	2,00	11,80	95,059	190,119
252,30	2,10	11,70	99,614	199,229
252,40	2,20	11,60	104,150	208,300
252,50	2,30	11,50	108,666	217,332
252,60	2,40	11,40	113,163	226,325
252,70	2,50	11,30	117,639	235,279
252,80	2,60	11,20	122,096	244,193
252,90	2,70	11,10	126,534	253,067
253,00	2,80	11,00	130,951	261,902
253,10	2,90	10,90	135,348	270,696
253,20	3,00	10,80	139,725	279,450
253,30	3,10	10,70	144,082	288,164
253,40	3,20	10,60	148,419	296,837
253,50	3,30	10,50	152,735	305,469
253,60	3,40	10,40	157,030	314,061
253,70	3,50	10,30	161,305	322,611
253,80	3,60	10,20	165,560	331,120
253,90	3,70	10,10	169,793	339,587
254,00	3,80	10,00	174,006	348,012
254,10	3,90	9,90	178,198	356,395
254,20	4,00	9,80	182,368	364,736
254,30	4,10	9,70	186,517	373,035
254,40	4,20	9,60	190,645	381,291
254,50	4,30	9,50	194,752	389,504
254,60	4,40	9,40	198,837	397,673
254,70	4,50	9,30	202,900	405,800
254,80	4,60	9,20	206,941	413,883
254,90	4,70	9,10	210,961	421,922
255,00	4,80	9,00	214,959	429,917



Obr. 2.12 Měrná křivka kapacity segmentů na výtoku

Z výsledků vyplývá, že kapacita jednoho segmentu byla vypočtena na max průtok 214,959 m³/s a dvou segmentů na max 429,917 m³/s.

Použité vzorce:

Vztahy pro výpočet jsou stejné jako v kapitole 2.5.

2.8 KAPACITA ASANAČNÍHO POTRUBÍ NA VÝTOKU

Součástí výtokového objektu je i potrubí asanačního průtoku v MVE (viz příloha A.4.4.4), které převádí nižší průtok při nepotřebě vyrábět elektrickou energii turbínou a jelikož manipulace se segmenty je velmi nepřesná. Byl navržen průměr asanačního potrubí DN 300 mm. Schéma potrubí asanačního průtoku je stejné jako v kap. 2.3 na obr. 2.4. Vztahy pro výpočet byly převzaty z [14]. Výpočet kapacity asanačního potrubí je uveden v tab. 2.11. Měrná křivka potrubí je znázorněna na obr. 2.13.

Vstupní údaje:

$$DN = 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m}$$

$$i = 0,02$$

$$n = 0,01$$

$$r = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$$

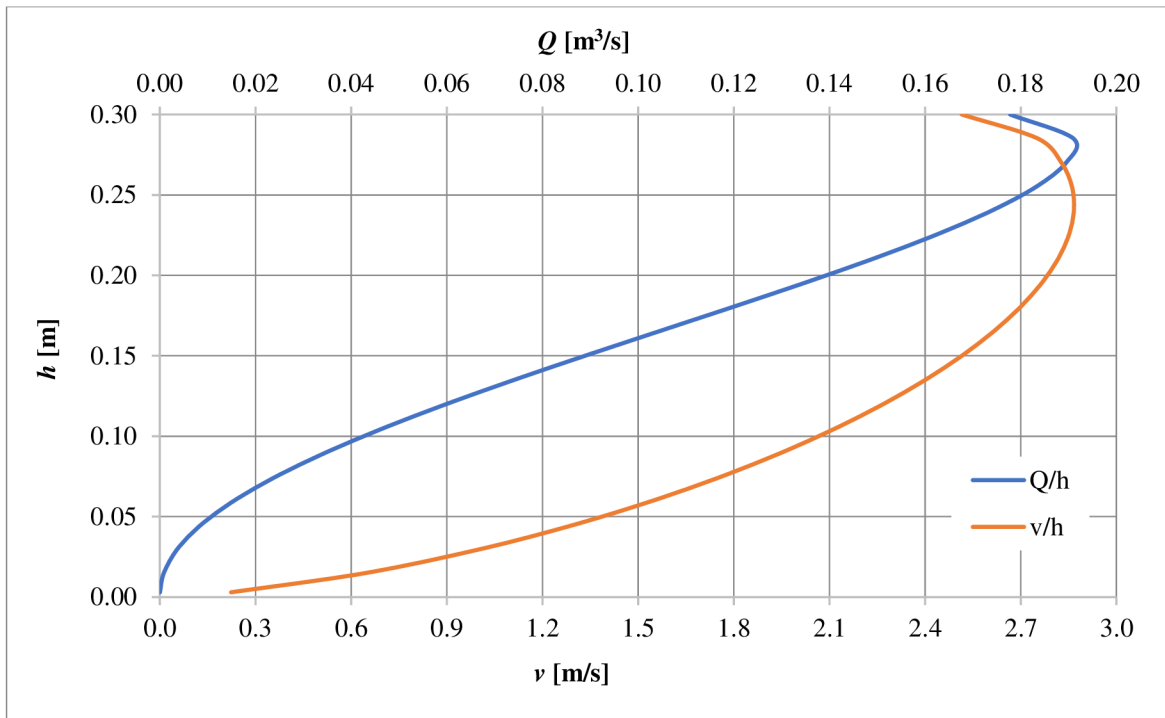
$$\alpha = 0,8$$

$$\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Tab. 2.11 Výpočet kapacity asanačního potrubí na výtoku

Plnění	φ	S	O	R	C	v	Q
%	rad	m ²	m	m	m ^{0.5} /s	m/s	m ³ /s
1	0,4007	0,0001	0,0601	0,0020	35,4677	0,2238	0,0000
5	0,9021	0,0013	0,1353	0,0098	46,2326	0,6461	0,0009
10	1,2870	0,0037	0,1931	0,0191	51,6819	1,0090	0,0037
15	1,5908	0,0066	0,2386	0,0279	55,0603	1,2998	0,0086
20	1,8546	0,0101	0,2782	0,0362	57,5095	1,5469	0,0156
25	2,0944	0,0138	0,3142	0,0440	59,4140	1,7623	0,0244
30	2,3186	0,0178	0,3478	0,0513	60,9529	1,9521	0,0348
35	2,5322	0,0220	0,3798	0,0580	62,2249	2,1202	0,0467
40	2,7389	0,0264	0,4108	0,0643	63,2896	2,2691	0,0599
45	2,9413	0,0309	0,4412	0,0699	64,1859	2,4003	0,0741
50	3,1416	0,0353	0,4712	0,0750	64,9397	2,5151	0,0889
55	3,3419	0,0398	0,5013	0,0795	65,5687	2,6140	0,1041
60	3,5443	0,0443	0,5316	0,0833	66,0848	2,6973	0,1194
65	3,7510	0,0486	0,5626	0,0864	66,4951	2,7649	0,1345
70	3,9646	0,0529	0,5947	0,0889	66,8025	2,8163	0,1488
75	4,1888	0,0569	0,6283	0,0905	67,0059	2,8508	0,1621
80	4,4286	0,0606	0,6643	0,0913	67,0983	2,8666	0,1738
85	4,6924	0,0640	0,7039	0,0910	67,0643	2,8607	0,1832
90	4,9962	0,0670	0,7494	0,0894	66,8701	2,8278	0,1895
95	5,3811	0,0694	0,8072	0,0859	66,4297	2,7540	0,1910
100	6,2832	0,0707	0,9425	0,0750	64,9397	2,5151	0,1778



Obr. 2.13 Měrná křivka asanačního potrubí na výtoku

Z výsledků vyplývá, že kapacita potrubí byla vypočtena na max 0,1910 m³/s. Maximální průtok je v potrubí při plnění 95 %.

Použité vzorce:

Vztahy pro výpočet jsou stejné jako v kapitole 2.3.1.