

**České vysoké učení technické v Praze**

Fakulta stavební

Katedra hydrotechniky



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Zkapacitnění Baťova kanálu**

**v úseku Veselí nad Moravou – Vnorovy**

**Increasing capacity of the Baťa Canal**

**in the Veselí nad Moravou – Vnorovy section**

Autor:

Bc. Jakub Hajdina

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur

Praha 2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Hajdina Jméno: Jakub Osobní číslo: 437988  
Zadávací katedra: 142 - Katedra hydrotechniky  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Zkapacitnění Bařova kanálu v úseku Veselí nad Moravou - Vnorovy

Název diplomové práce anglicky: Increasing capacity of the Bařa Canal in the Veselí nad Moravou - Vnorovy section

Pokyny pro vypracování:

V souvislosti s dlouhodobým rozvojem Bařova kanálu v okolí města Veselí nad Moravou jsou výhledově plánovány dva plavební okruhy, které by měly prodloužit možnost plavby okolo města a rovněž kapacitně ulehčit stávajícímu kanálovému úseku Veselí nad Moravou – Vnorovy.

Předmětem diplomové práce je řešení klíčového uzlu tohoto záměru, tj. dostatečně kapacitního zprůchodnění plavby přes město Veselí nad Moravou.

Diplomová práce navrhne plavební komoru Veselí nad Moravou II na řece Moravě pro možnost jejího souvislého splavnění z konce vzdutí zdrže jezu Vnorovy do zdrže jezu Veselí nad Moravou. Zároveň bude posouzeno variantní řešení s propojením konce vzdutí jezu Vnorovy do Bařova kanálu a doplnění druhé plavební komory ke stávající plavební komoře ve Veselí nad Moravou včetně souvisejících úprav plavebního kanálu.

Seznam doporučené literatury:

Čábelka, J.: Vodní cesty a plavba. SNTL/ALFA, Praha 1976.

Gabriel, P.: Vodní cesty, skriptum ČVUT v Praze, 1997.

Gabriel, P., Medřický, V.: Navrhování plavebních stupňů, skriptum ČVUT v Praze, 1991.

Medřický, V.: Hydrotechnické stavby 2. Vodní cesty, skriptum ČVUT v Praze, 2006.

Medřický, V., Valenta, P.: Vodní cesty. Navrhování plavebních komor. skriptum ČVUT v Praze, 2009.

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Dr. Ing. Pavel Fořumpaur

Datum zadání diplomové práce: 26. 9. 2019

Termín odevzdání diplomové práce: 5. 1. 2020

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

26. 9. 2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

V Praze dne 05. 01. 2020

---

Bc. Jakub Hajdina

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé poděkování patří doc. Dr. Ing. Pavlu Fošumpaurovi za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování diplomové práce věnoval.



## **ABSTRAKT**

Výsledkem mé diplomové práce je variantní řešení zkapacitnění Baťova kanálu v úseku Veselí nad Moravou – Vnorovy. V teoretické části vás uvádím do problematiky popisem historie a současnosti Baťova kanálu a záměru v okolí města Veselí nad Moravou. V úvodu praktické části shromažďuji veškeré potřebné údaje pro vhodné návrhy variant. Následně popisuji postupy hydrotechnických výpočtů k jednotlivým variantám, jejich výsledky a technicky popisuji jednotlivé varianty. V závěru diplomové práce zhodnocuji vhodnost jednotlivých variant z různých hledisek.

## **ABSTRACT**

The result of my diploma thesis is a variant solution of capacity increase of the Baťa Canal in the section Veselí nad Moravou – Vnorovy. The theoretical part consists of the introduction into the issue by describing the history and present of the Baťa Canal and the intention around Veselí nad Moravou. The practical part firstly describes all necessary data for suitable variant proposals. Then I describe the procedures of hydrotechnical calculations for individual variants, their results and technically describe individual variants. Finally, individual variants is assessed the suitability from different points of view.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Baťův kanál, plavební komora, říční úpravy, plavební dráha, řeka Morava, přímé plnění a prázdnění plavební komory, plavební cesta, čekací stání, jez

## **KEY WORDS**

Baťa Canal, lock chamber, river modifications, fairway, Morava river, direct filling and emptying of lock chamber, navigation waterway, waiting stand, weir

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD A CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>BAŤŮV KANÁL</b>	<b>8</b>
2.1	Historie	8
2.1.1	<i>První zmínky</i>	8
2.1.2	<i>Výstavba</i>	8
2.1.3	<i>Poškození</i>	8
2.2	Současnost	9
2.3	Turismus	10
<b>3</b>	<b>ZÁMĚR V OKOLÍ MĚSTA VESELÍ NAD MORAVOU</b>	<b>12</b>
3.1	Popis území	12
3.2	Záměr	12
3.3	Návrh variant řešení	13
3.3.1	<i>Varianta „Úžina“ – úžina u zámeckého parku</i>	13
3.3.2	<i>Varianta „Jez“ – u jezu Veselí nad Moravou</i>	14
<b>4</b>	<b>SOUHRNNÉ ÚDAJE</b>	<b>15</b>
4.1	Hydrologické podklady	15
4.2	Topografické podklady	16
4.3	Charakteristiky vodní cesty	16
4.3.1	<i>Podjezdné výšky</i>	17
4.4	Charakteristiky plavebního kanálu	17
4.4.1	<i>Hladina</i>	17
4.4.2	<i>Příčné rozměry</i>	17
4.5	Hladina řeky Moravy	17
4.5.1	<i>Úsek nad jezem Veselí nad Moravou</i>	17
4.5.2	<i>Úsek pod jezem Veselí nad Moravou po jezu Vnorovy</i>	18
<b>5</b>	<b>HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY</b>	<b>19</b>
5.1	Průběh hladiny řeky Moravy	19
5.2	Plnění a prázdnění plavebních komor	21
5.2.1	<i>Vstupní data</i>	21
5.2.2	<i>Postup výpočtu</i>	22
5.2.3	<i>Plnění a prázdnění plavební komory „Úžina“</i>	26
5.2.4	<i>Plnění a prázdnění plavební komory Veselí nad Moravou II</i>	28
5.2.5	<i>Plnění a prázdnění plavební komory „Jez“</i>	30
5.3	Rozšíření plavební dráhy v obloucích	32
5.3.1	<i>Rozměry oblouků pro návrh variant</i>	33
<b>6</b>	<b>NÁVRH VARIANTY „ÚŽINA“</b>	<b>34</b>

6.1	Pozemky v zájmovém území	34
6.2	Technické řešení – PK „Úžina“ verze I	35
6.2.1	<i>Napojení rejd na plavební dráhu</i>	35
6.2.2	<i>Horní rejda</i>	35
6.2.3	<i>Plavební komora</i>	36
6.2.4	<i>Dolní rejda</i>	37
6.3	Technické řešení – PK „Úžina“ verze II	37
6.3.1	<i>Napojení rejd na plavební dráhu</i>	37
6.3.2	<i>Horní rejda</i>	38
6.3.3	<i>Plavební komora</i>	38
6.3.4	<i>Dolní rejda</i>	38
6.4	Technické řešení – PK Veselí nad Moravou II	39
6.4.1	<i>Napojení rejd na plavební dráhu</i>	39
6.4.2	<i>Horní rejda</i>	39
6.4.3	<i>Plavební komora</i>	39
6.4.4	<i>Dolní rejda</i>	40
<b>7</b>	<b>NÁVRH – VARIANTA „JEZ“</b>	<b>41</b>
7.1	Pozemky v zájmovém území	41
7.2	Technické řešení – PK „Jez“	42
7.2.1	<i>Napojení rejd na plavební dráhu</i>	42
7.2.2	<i>Horní rejda</i>	42
7.2.3	<i>Plavební komora</i>	43
7.2.4	<i>Dolní rejda</i>	44
7.3	Technické řešení – Úprava řeky Moravy	44
<b>8</b>	<b>ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ</b>	<b>47</b>
8.1	Zábor pozemků a objektů	47
8.2	Vodohospodářské zhodnocení	47
8.2.1	<i>Plavba</i>	47
8.2.2	<i>Manipulace s vodou</i>	48
8.2.3	<i>Úspora vody</i>	48
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM ZKRATEK</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>54</b>

## 1 ÚVOD A CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jedinou plavební cestou povodí Moravy je Baťův kanál. Kanál byl vybudován v první polovině 20. století za účelem zavlažování. Později byl splavněn pro přepravu důležitého zboží pro firmu Baťa. Po druhé světové válce se kanál přestal využívat a upadal v zapomnění. V 90. letech minulého století se opět dostal do podvědomí veřejnosti a byla znovu zprovozněna plavba. Přestože byl vybudován za účelem přepravy zboží, dnes slouží pouze k turistickému využití propojující celý region. Slovo „pouze“ je zde však použito nesprávně, jelikož rok od roku se zájem o turistickou plavbu zvyšuje. Důvodem je ekonomická dostupnost, a především prakticky žádné omezení stát se kapitánem půjčeného plavidla.

Baťův kanál představuje důležitou součást příhraničního regionu ČR a SR v oblasti řeky Moravy. Z tohoto důvodu se stát snaží o optimalizaci plavebních podmínek na celé 53 km dlouhé plavební cestě. Součástí zkvalitnění plavby jsou plánované úpravy přístavů, plavebních komor a dalších zařízení. Jelikož se v budoucnu plánuje prodloužení plavby do Hodonína a dále na jih Moravy, očekává se vyšší nárůst počtu turistů. V této diplomové práci se zabývám možnostmi zkapacitnění průchodnosti plavebním uzlem Veselí nad Moravou, který je v sezoně přetížený.

Cílem práce je návrh plavební komory na řece Moravě pro možnost jejího souvislého splavnění z konce vzduťi zdrže jezu Vnorovy do zdrže jezu Veselí nad Moravou. Zároveň je posouzeno variantní řešení plavebních komor s propojením konce vzduťi jezu Vnorovy do Baťova kanálu a doplnění druhé plavební komory ke stávající plavební komoře ve Veselí nad Moravou.

Návrhy řešení jsou technicky popsány, podloženy hydrotechnickými výpočty a graficky znázorněny v přílohách. Jednotlivé návrhy obsahují popisy plavebních komor, horní i dolní rejdy a také napojení na stávající vodní cestu.

## 2 BAŤŮV KANÁL

### 2.1 Historie

#### 2.1.1 První zmínky

Úpravu a napřímení řeky Moravy nařídil Zemský sněm již v roce 1892. Od roku 1927 se ministerstvo zemědělství začalo snažit o snížení kolísání stavů hladin spodní vody, které mělo na svědomí sucho. Tím vznikl záměr vytvořit závlahový kanál.

Na konci 20. let řešil Tomáš Baťa, zakladatel firmy Baťa, levnou přepravu lignitu z vlastního dolu v Ratíškovcích do Otrokovic. Proto vznikla myšlenka vytvořit plavební cestu. K integraci Baťovy myšlenky do záměru ministerstva zemědělství došlo v roce 1933. [1] [2]

#### 2.1.2 Výstavba

Na podzim roku 1934 došlo ke schválení projektu a byly zahájeny první práce. I přes problémy způsobené povodněmi v roce 1937, které poškodily nedokončenou stavbu, byl závlahový a plavební kanál dostavěn na podzim roku 1938. Celková délka úprav přesáhla 50 km, kdy umělý plavební kanál zajišťoval 23,7 km, regulovaný úsek řeky Moravy 25,4 km a řeka Dřevnice 1 km.

Po zimní přestávce na jaře 1939 začala plynulá plavba. Na kanálových úsecích byly vlečné čluny taženy koňmi, později traktory. Na říčních úsecích byly čluny taženy remorkéry. [1] [2]

#### 2.1.3 Poškození

Při ústupu německých vojsk za 2. světové války z českého území bylo poškozeno mnoho objektů, včetně plavebních komor a jezů. Škody přesáhly hodnotu tehdejších 10 milionu Kčs. Rozsah prací a poválečný nedostatek pracovních sil byly příčinou toho, že ani po třech letech se nepodařilo plavební cestu opravit.

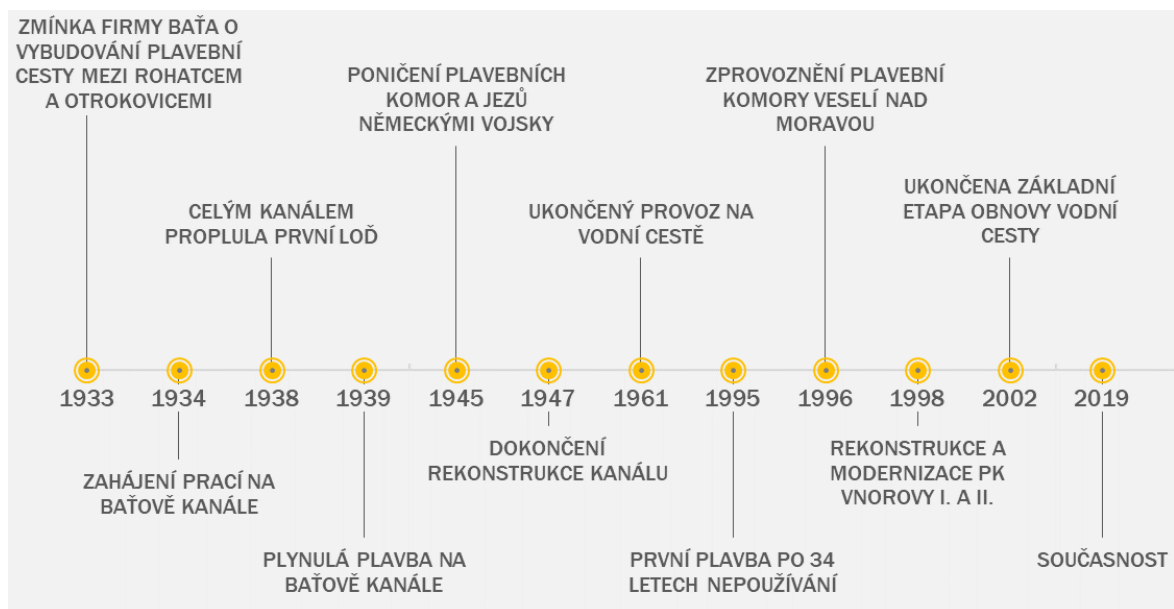
V následujících letech docházelo k častým změnám správce plavebního kanálu, k omezení plavby, a nakonec v roce 1961 došlo k úplnému ukončení provozu vodní cesty. Tím se osud Baťova kanálu zdál být zpečetěný.

Až po dlouhých 25 letech se začaly objevovat iniciativy k obnově plavební cesty, převážně k přepravě šterkopísků, kusových zásilek a kontejnerů. Změnou politických poměrů v roce 1989 veškeré snahy obnovit plavební cestu na krátko utichly.

V letech 1994 a 1995 byly ve spolupráci Povodí Moravy s. p., Státní plavební správy Přerov a Ekotransmoravia a.s., realizovány propagační plavby Baťovým kanálem v oblasti Uherského Hradiště. Tyto akce byly impulzem ke znovuobnovení plavby. Snahou řady podporovatelů byla vodní cesta znovu zapsána do vodních cest významných, využívaných, což bylo stvrzeno i následně vydaným Zákonem o vnitrozemské plavbě č. 114/95.

Od té doby začaly rozsáhlé rekonstrukce, modernizace a nutná rozšíření místní infrastruktury, s cílem zpřístupnit vodní cestu turismu. Vznikala nová veřejná přístaviště a přístavy. [1] [2]

Důležitá data a milníky jsou zobrazeny na obr. 2.1.



obr. 2.1 Důležitá data a milníky Baťova kanálu [1] [2]

## 2.2 Současnost

V současné době je Baťův kanál vodní cesta 0. třídy, tj. dopravně nejméně významná využívaná vodní cesta. Celková délka Baťova kanálu, tj. od Otrokovic do Skalice, je 53 km. Některé úseky vedou řekou Moravou, jinde uměle vyhloubenými kanálovými úseky. Pokud by se u Otrokovic a Sudoměřice dostavěly dvě plavební komory, byl by kanál celkově splavný od Kroměříže po Hodonín o celkové délce cca 76 km. Tyto dvě komory by spojily dva samostatně splavné úseky. [3]

Celkem 18,6 výškových metrů vyrovnává 13 plavebních komor o minimálních rozměrech 5,3 x 38,4 m. Plavební hladina je udržována 13 jezy. Hloubka Baťova kanálu je průměrně 1,5 m a šířka 12 m. Přes vodní cestu je postaveno 56 mostů s obvyklou podjezdnou výškou

3,3 m v kanálových úsecích a v říčních je to 2,4 m, v závislosti na stavu hladiny řeky Moravy.

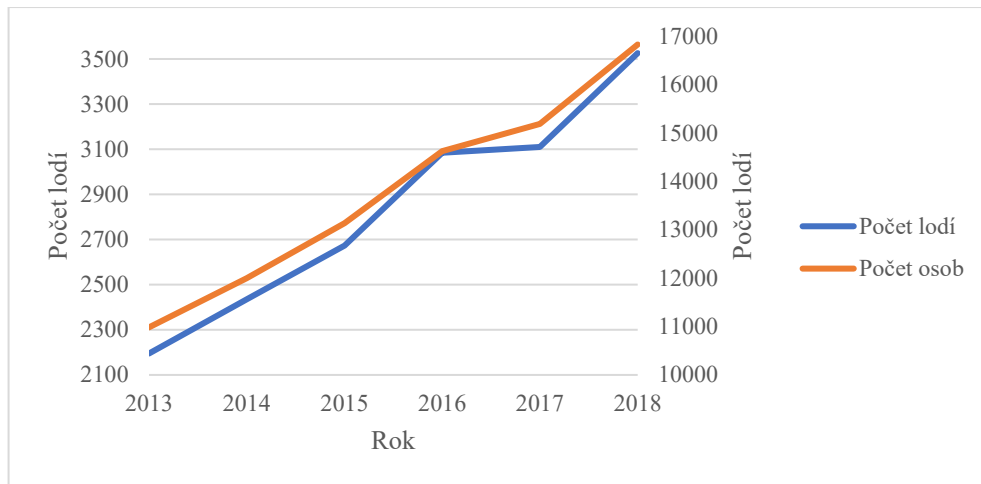
Na konci plavební sezóny 2019 byl Baťův kanál v úseku mezi plavebními komorami Vnorovy a Veselí nad Moravou vypuštěn, viz obr. 2.2. Důvodem byla probíhající oprava břehů plavebního kanálu. Oprava má zabránit další abrazi břehů, která způsobuje zanášení dna plavebního kanálu, čímž dochází ke snížení plavební hloubky.



*obr. 2.2 Fotografie vypuštěného Baťova kanálu [zdroj: autor]*

### **2.3 Turismus**

Baťův kanál je dnes využíván pouze pro turismus. V okolí se nachází mnoho lokalit, které turisty přitahují. Jak samotní zástupci měst a obcí v okolí Baťova kanálu, zástupci jihomoravského i zlínského kraje, státní podnik Povodí Moravy, tak i Spolek pro podporu Pomoraví se snaží o zvýšení zájmu o Baťův kanál, např. budováním nových plavebních zařízení včetně údržby kanálu a rozvíjením infrastruktury. Zájem o Baťův kanál znázorňuje graf na obr. 2.3, kde je viditelný vzrůstající trend návštěvnosti. Největší návštěvnost byla zaznamenána v létě roku 2018, kdy byla na popud veřejnosti i provozovatelů prodloužena plavební sezona běžně končící v říjnu.



obr. 2.3 Graf průjezdu počtu lodí a osob v průměru přes každou plavební komoru v letech 2013–2018. [4]

Jelikož je kanál plavební cesta 0. třídy, mohou si turisté starší 18 let půjčit hausbót nebo loď bez nutnosti oprávnění k řízení plavidla. Plavidlo musí mít výkon motoru do 4 kW, být schopno pouze výtlačné plavby s maximální rychlostí 12 km/h. Pro předcházení větší abrazi břehů vlnami je na kanálových úsecích povolena maximální rychlost 5 km/h. Kapitáni mají překonávání rozdílů hladin usnadněno 11 plavebními komorami plně automatizovanými, s možností ovládnutí prostřednictvím dálkového ovladače. Zbylé 2 komory jsou ovládané ručně.

Stávající sjezdy vybudované na řece a u přístavů slouží ke spuštění plavidel na vodní cestu.

Obvyklá plavební sezóna na Baťově kanálu začíná v dubnu a končí v říjnu. Délku plavební sezony ovlivňuje počasí.

Aktuální kapacita plavebních komor neodpovídá stávajícím požadavkům počtu proplavovaných plavidel. Provoz je na Baťově kanále omezen provozními dobami plavebních komor, které jsou uvedeny, kromě jiného, na oficiálním webovém portálu Baťova kanálu. [1] [4] [5]

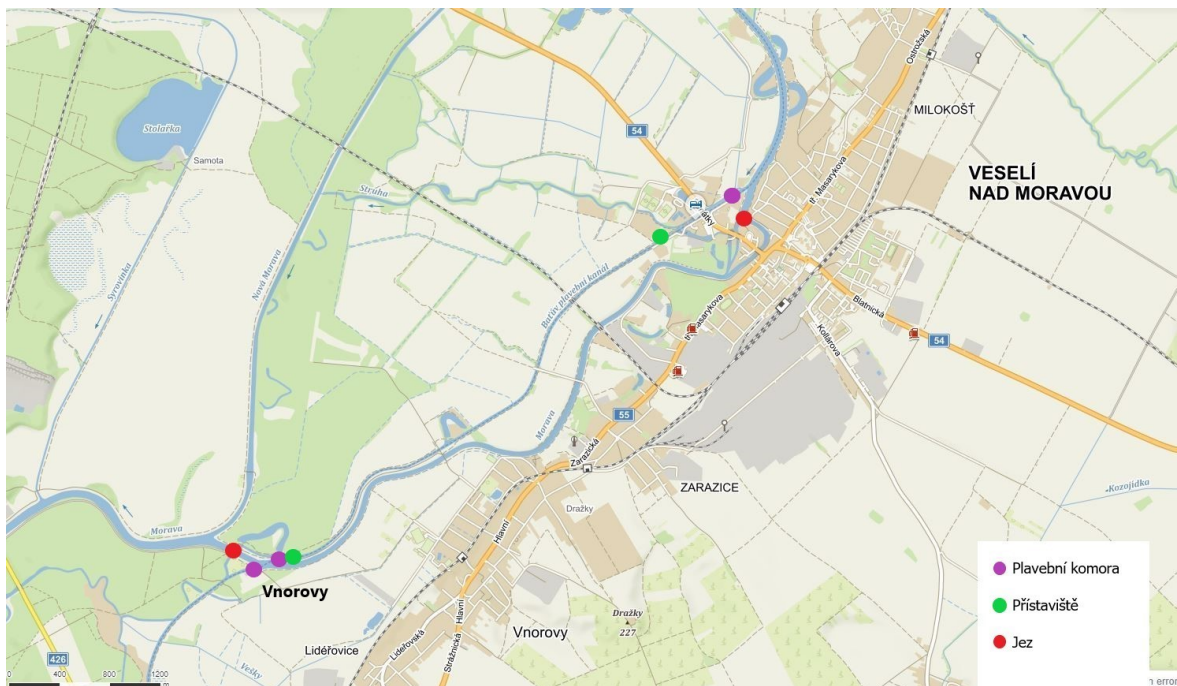


### 3 ZÁMĚR V OKOLÍ MĚSTA VESELÍ NAD MORAVOU

#### 3.1 Popis území

Historická část města Veselí nad Moravou byla vystavěna v meandru řeky Moravy mezi městy Uherské Hradiště a Hodonín. Město Veselí nad Moravou spadá pod Jihomoravský kraj a leží 60 km jihovýchodně od Brna. Ve městě žije cca 11 tis. obyvatel (2018) na celkové rozloze cca 3500 ha. [6]

Na obr. 3.1 je mapa města Veselí nad Moravou se zakreslenými důležitými plavebními objekty. Jez Veselí nad Moravou se nachází poblíž centra města – říční km 141,4. Jez Vnorovy je umístěn pod křížením Baťova kanálu s řekou Moravou – říční km 135,7. Plavební komora Veselí nad Moravou je vystavěna za odpojením Baťova kanálu od řeky Moravy. Plavební komory Vnorovy I a II překonávají rozdíl vodních hladin křížení Baťova kanálu s řekou Moravou.

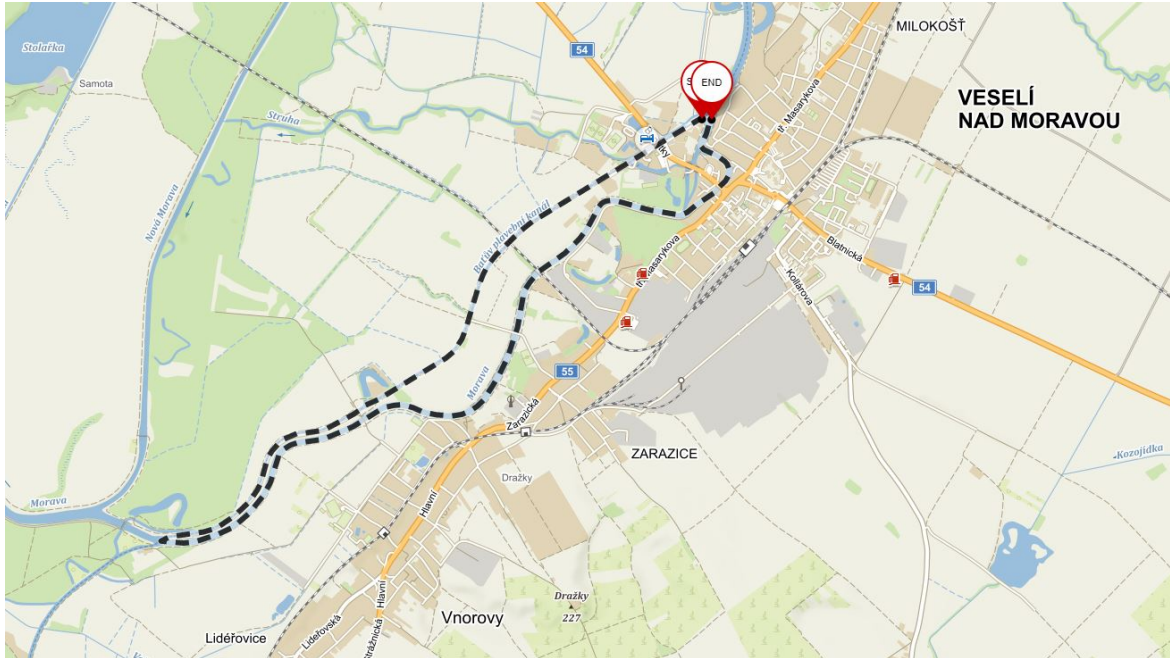


obr. 3.1 Mapa Veselí nad Moravou se vyznačenými důležitými plavebními objekty [7]

#### 3.2 Záměr

Hlavním záměrem je zajistit dostatečně kapacitní a kvalitní zprůchodnění plavby přes město Veselí nad Moravou. Zkapacitnění této plavební cesty by mohla výrazně ulehčit řeka Morava. Vzduť hladiny od jezu Vnorovy, které sahá až pod jez Veselí nad Moravou, však nezajišťuje dostatečnou plavební hloubku.

Součástí záměru je vytvoření plavebního okruhu v úseku mezi odpojením kanálu od řeky (ř. km 141,6) a jeho napojení zpět na řeku Moravu (ř. km 136,0). Tento okruh, ilustračně zobrazen na obr. 3.2, by zvýšil turistický zájem o město a okolí.



obr. 3.2 Mapa se zakreslením plánovaného plavebního okruhu [7]

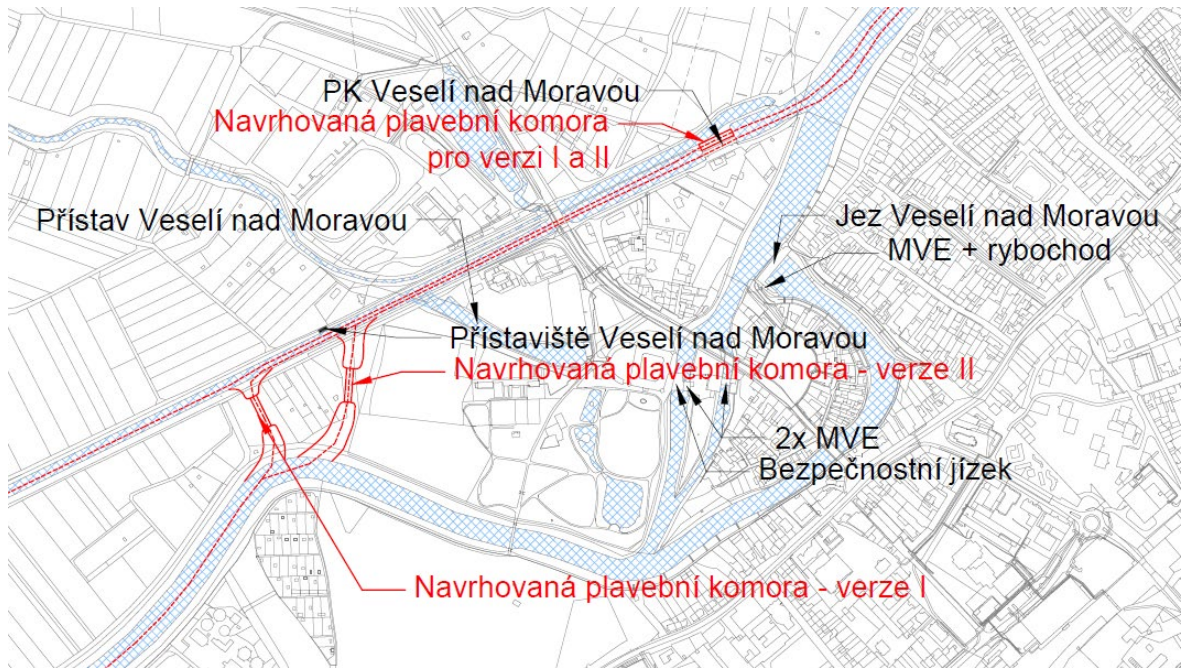
### 3.3 Návrh variant řešení

#### 3.3.1 Varianta „Úžina“ – úžina u zámeckého parku

Varianta „Úžina“ by propojovala vzdutí jezu Vnorovy na řece Moravě s Baťovým kanálem plavební komorou. Dále by zahrnovala případné úpravy Baťova kanálu a přidání druhé plavební komory Veselí nad Moravou II k původní plavební komoře Veselí nad Moravou I. Na obr. 3.3 je mapa se zakreslením této varianty.

Varianta „Úžina“ se dále dělí na dvě verze, které se liší umístěním plavební komory přímo v úžině. Verze I je navržena do nejkratší kolmé vzdálenosti mezi řekou a kanálem a verze II umísťuje plavební komoru blíže k zámeckému parku.

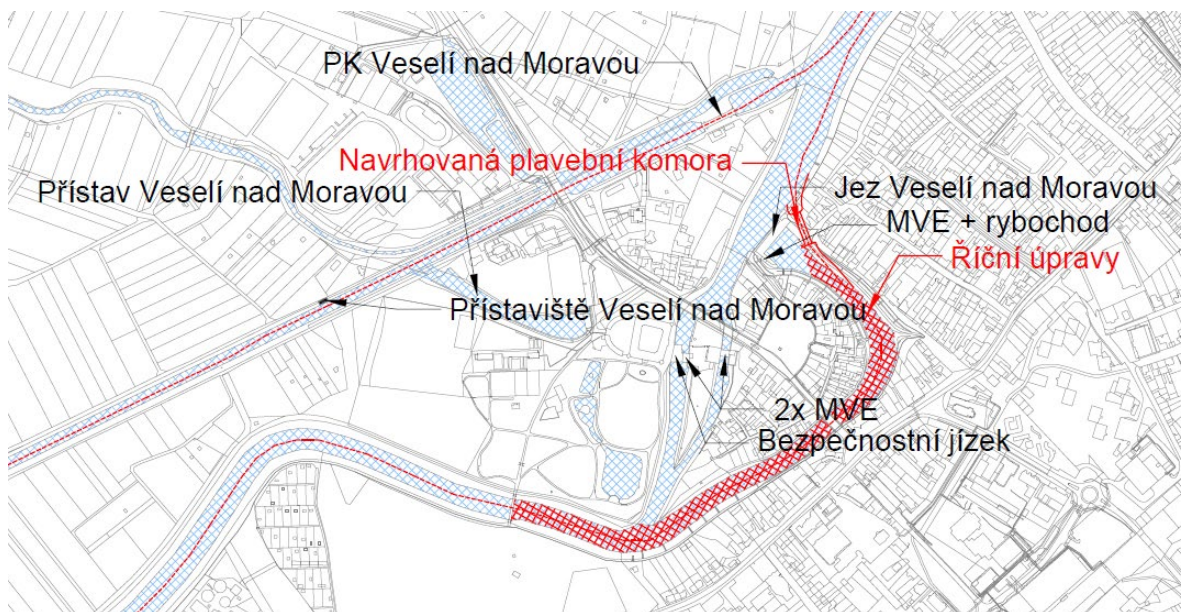




obr. 3.3 Mapa se zakreslenou variantou "Úžina"

### 3.3.2 Varianta „Jez“ – u jezu Veselí nad Moravou

Varianta „Jez“ by spočívala ve vybudování plavební komory vedle jezu Veselí nad Moravou. Dostatečnou hloubku by v případě potřeby zajistily úpravy řeky Moravy. Na obr. 3.4 je mapa se zakreslením této varianty.



obr. 3.4 Mapa se zakreslenou variantou "Jez"

## 4 SOUHRNNÉ ÚDAJE

### 4.1 Hydrologické podklady

Veselí nad Moravou je zajímavým vodohospodářským uzlem se složitým principem fungování průtoků, a proto zde nejsou k dispozici v bezprostředním okolí žádná data o průtocích. Nejbližším místem s hydrologickými daty je vodočet Strážnice, ke kterému se odkazuje i manipulační řád vodohospodářské soustavy Veselí nad Moravou. V tab. 4.1 a tab. 4.2 jsou shrnuta základní hydrologická data. [5]

tab. 4.1 Tabulka m-denních průtoků [4]

Tabulka $Q_m$ – m-denní průtoky v $m^3/s$							
Dny	30	90	180	270	330	355	364
$Q_m$	136	73.8	41.2	25.1	15.6	10.6	5.39

tab. 4.2 Tabulka N-letých průtoků [4]

Tabulka $Q_N$ – N-leté průtoky v $m^3/s$							
Roky	1	2	5	10	20	50	100
$Q_N$	375	440	525	588	649	730	790

Rovněž jsou pro plavbu důležité údaje průměrných měsíčních průtoků, které jsou udávány v minimálních hodnotách z období 1931 až 1980 s 98,84% zabezpečeností v tab. 4.3. Dalším údajem je minimální roční průměrný průtok  $22,82 m^3/s$  a minimální průtok  $3,7 m^3/s$  naměřený v období 1934 až 1980. [5]

tab. 4.3 Tabulka průměrných minimálních průtoků z období 1931 až 1980 [4]

Měsíc	Průtok v $m^3/s$
Leden	7.346
Únor	6.693
Březen	30.430
Duben	25.160
Květen	21.570
Červen	11.550
Červenec	9.312
Srpen	8.144
Září	5.447
Říjen	5.543
Listopad	10.930
Prosinec	10.550

Minimální plavební průtok pro uzel Veselí nad Moravou je  $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$  a maximální průtok, při kterém je plavba ještě povolena, je  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ . [5]

## 4.2 Topografické podklady

Jako zdroj výškopisných dat jsem použil 5. generaci digitálního modelu reliéfu České republiky z Geoportálu ČÚZK. Jelikož digitální model reliéfu není spolehlivým nástrojem při zjišťování nadmořských výšek pod vodou (lom paprsku), využil jsem geodeticky zaměřené profily řeky Moravy, poskytnuté útvarem hydroinformatiky Povodí Moravy, s. p.

## 4.3 Charakteristiky vodní cesty

tab. 4.4 Užité rozměry a způsob a plnění a prázdnění plavebních komor na Baťově kanále [4]

Plavební komora	Užitná délka [m]	Užitná šířka [m]	Užitná hloubka [m]	Plnění	Prázdnění
Spytihněv	38.4	5.3	1.5	Přímé	Přímé
Babice	38.5	5.3	1.5	Nepřímé	Přímé
Huštěnovice	38.5	5.3	1.5	Nepřímé	Přímé
Staré Město	39.1	5.3	1.5	Nepřímé	Přímé
Kunovský les	56	5.3	1.5	Nepřímé	Přímé
Nedakonice	56	5.3	1.5	Nepřímé	Přímé
Uherský Ostroh	56	5.3	1.5	Nepřímé	Přímé
Veselí nad Moravou	40.95	5.3	1.5	Přímé	Přímé
Vnorovy I	41.45	5.3	1.5	Nepřímé	Nepřímé
Vnorovy II	38.5	5.3	1.5	Přímé	Přímé
Strážnice I	38.6	5.3	1.5	Přímé	Přímé
Strážnice II	38.6	5.3	1.5	Přímé	Přímé
Petrov	41.55	5.3	1.5	Nepřímé	Přímé

V tab. 4.4 jsou zobrazeny užité rozměry plnění i prázdnění plavebních komor na celém Baťově kanálu. Jelikož je Baťův kanál plavební cesta třídy 0., jsou vyhláškou č. 222/1995 – „Vyhláška Ministerstva dopravy o vodních cestách, plavebním provozu v přístavech, společné havárii a dopravě nebezpečných věcí“ dány limitní rozměry plavidla a minimální užité rozměry plavební komory. Hodnoty jsou shrnuty v tab. 4.5. Bezpečnostní vzdálenost dna plavidla nade dnem toku (marži) udává vyhláška, a to 0,3 m na říčních úsecích řeky Moravy. [3]

tab. 4.5 Shrnutí rozměrů návrhového plavidla na plavební cestě a minimální užité rozměry plavební komory [3]

	Návrhové plavidlo [m]	Plavební komora [m]
Délka / užité délka	20	38,4
Šířka / užité šířka	5	5,3
Ponor / užité hloubka	1,2	1,5

#### 4.3.1 Podjezdné výšky

Manipulační řád pro vodní cestu na řece Moravě udává minimální podjezdnou výšku pod mosty 3,4 m.

Podle vyhlášky č. 67/2015 – „Pravidla plavebního provozu“, jsou nejvyšší povolené hodnoty výšky pevného bodu plavidla a sestavy plavidel pro jednotlivé úseky vodní cesty na řece Moravě, v úseku Otrokovice-jez Bělov ř. km 166,77 až Rohatec ř. km 107,93, stanoveny na 2,4 m.

### 4.4 Charakteristiky plavebního kanálu

#### 4.4.1 Hladina

Kótu hladiny v plavebním kanále v úseku od plavební komory Veselí nad Moravou po plavební komoru Vnorovy I udává manipulační řád Baťova kanálu. V tomto úseku je hladina držena na kótě 169,90 m n. m. [5]

#### 4.4.2 Příčné rozměry

Podle manipulačního řádu vodní cesty je kanál ve dně široký 6 m. Při sklonu svahů břehů 1:2 je celkovou šířku u hladiny cca 12 m.

Hloubka v tomto úseku se mění podle profilu dna kanálu, jehož úroveň se pohybuje mezi kótami 167,85 až 168,40 m n. m. Reálná hloubka se tedy pohybuje mezi 1,50 až 2,05 m. [5]

### 4.5 Hladina řeky Moravy

#### 4.5.1 Úsek nad jezem Veselí nad Moravou

Hladina se v tomto úseku udržuje pohyblivými klapkami jezu na kótě 170,86 m n. m. s odchylkou  $\pm 2$  cm. Dále průtok, a tím i kótu hladiny, ovlivňují 3 malé vodní elektrárny, rybí přechod, malý bezpečnostní jízek a stavítka, která automaticky dopouští vodu do Baťova kanálu. [5]



## 4.5.2 Úsek pod jezem Veselí nad Moravou po jez Vnorovy

### 4.5.2.1 *Hydrostatické vzdutí*

Hydrostatické vzdutí je dáno pouze kótou hladiny udržovanou jezem Vnorovy na hodnotě 167,02 m n. m. s odchylkou  $\pm 20$  cm. Z důvodu složité manipulace s tabulovými uzávěry na jezu Vnorovy se hladina udržuje v kladné části odchylky, a proto v návrzích počítám s nominální hladinou 167,02 m n. m. [5]

### 4.5.2.2 *Hydrodynamické vzdutí*

Hydrodynamické vzdutí je ovlivněno rychlostním polem, geometrií a povrchem koryta toku. Není přímo dáno a mění se přirozeným přetvářením koryta v čase. Výpočet průběhu hladin popisují v následující kapitole 5.1. Pohled na soutok řeky Moravy a odpadního kanálu z malých vodních elektráren, jejichž průtok ovlivňuje hladinu v řece, je vyfotografován na obr. 4.1.



obr. 4.1 Fotografie soutoku odpadního kanálu z malých vodních elektráren a řeky Moravy [zdroj: autor]

## 5 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

### 5.1 Průběh hladiny řeky Moravy

S využitím říčního analytického programu HEC-RAS jsem vypočítal úroveň hladin v daných profilech. Celkem 23 zaměřených příčných profilů, poskytnutých útvarem hydroinformatiky Povodí Moravy s. p., jsem vložil do grafického rozhraní programu. Jelikož se jedná o historicky upravenou řeku, počítal jsem se šterkovým dnem a zatravněnými svahy z kamenné rovnaniny nebo kamenného záhozu a vybral hodnotu Manningova drsnostního součinitele 0,035 pro dno i svahy. Do grafického rozhraní jsem zanesl také 4 mosty, jejichž pilíře ovlivňují proudění zúžením průtočného profilu koryta.

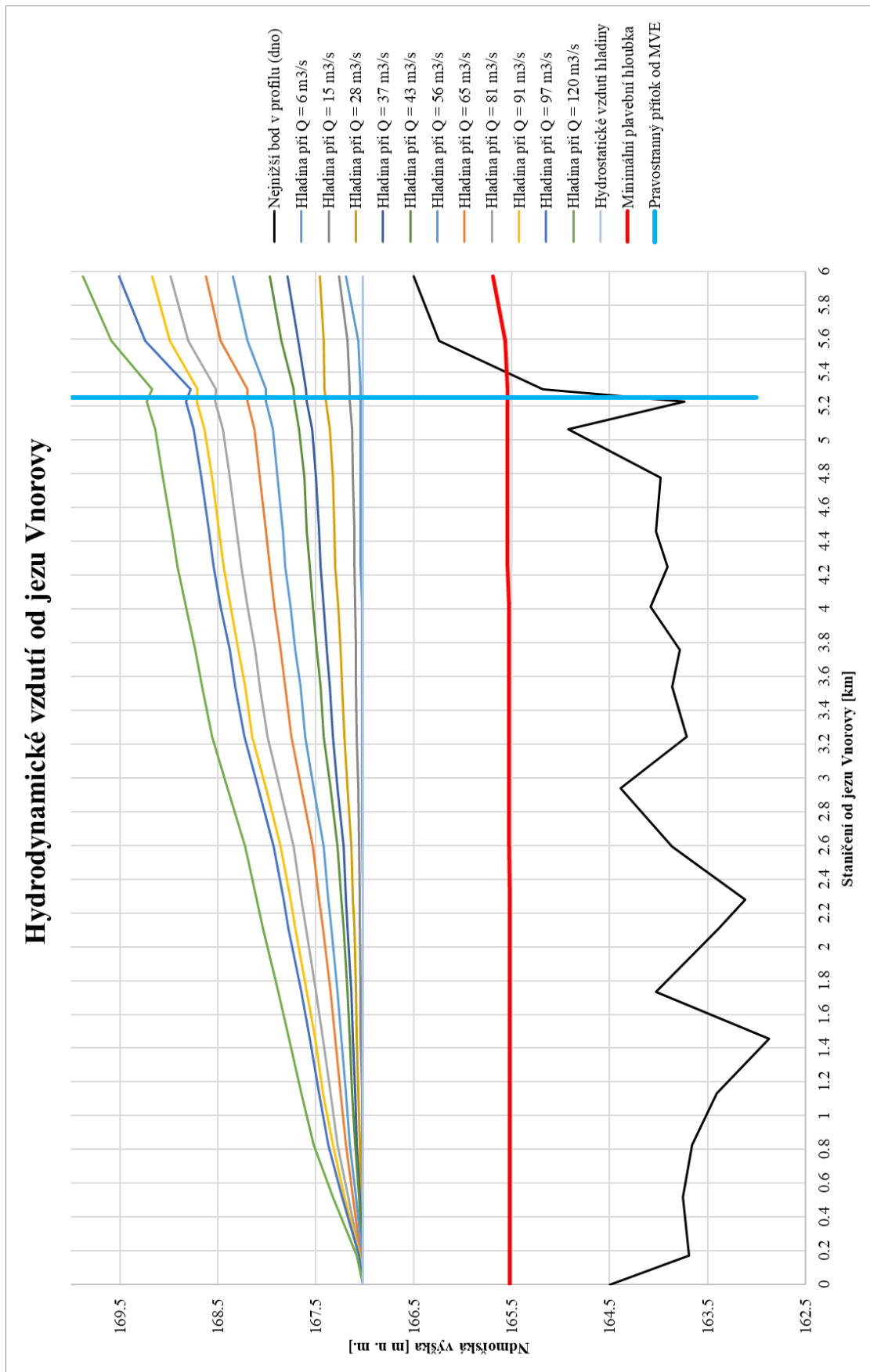
Kritické místo v celém úseku je mezi jezem Veselí nad Moravou a přítokem odpadního kanálu z malých vodních elektráren, jelikož elektrárny odebírají především při nižších průtocích většinu objemu vody a výrazně tím snižují průtok v tomto úseku. V tab. 5.1 jsou převzaty průtoky z manipulačního řádu, při kterých je plavba ještě povolena.

tab. 5.1 Přehled s průtoky, při kterých je plavba stále povolena [7]

Celkový průtok přes uzel [m <sup>3</sup> /s]	jez + rybochod + MVE [m <sup>3</sup> /s]	2xMVE + jížek [m <sup>3</sup> /s]
6	5.5	0.5
15	5.5	9.5
28	5.5	22.5
37	15.0	22.0
43	20.5	22.5
56	34.0	22.0
65	42.5	22.5
81	59.0	22.0
91	68.5	22.5
97	96.5	0.5
120	119.5	0.5

K těmto průtokům byly spočítány průběhy hladin, které jsou směrodatnou informací jak pro návrh plavební komory, tak pro návrh říčních úprav. Na obr. 5.1 jsou v grafu vyneseny příslušné hladiny k výše uvedeným průtokům. Z grafu lze vyčíst potřebu říčních úprav minimálně v kritickém místě nad přítokem od dvou MVE (ř. km 124,000), které udává čára „Minimální plavební hloubka“ a „dno“.





obr. 5.1 Graf s vynesnými hladinami pro různé plavební průtoky, dnem a minimální plavební hloubkou

## 5.2 Plnění a prázdnění plavebních komor

### 5.2.1 Vstupní data

Veškeré výpočty jsou počítány na maximální spád, neboť při něm vznikají největší síly, které působí na proplavovaná plavidla.

Půdorysné rozměry a půdorysná plocha jsou ve výpočtech důležitým údajem a jsou shrnuty v tab. 5.2. Ve výpočtech se zabývám třemi komorami, a těmi jsou PK Veselí nad Moravou II, PK „Úžina“ a PK „Jez“. Pro usnadnění výpočtu počítám s délkou, která neuvažuje vliv tvaru vrat. To znamená, že PK Veselí nad Moravou II s užitnou délkou 40 m má délku 46,2 m, PK „Úžina“ s užitnou délkou 39 m má délku 45 m, PK „Jez“ s užitnou délkou 40 m má délku 46,2 m. Všechny výše uvedené komory mají šířku 5,3 m.

tab. 5.2 Půdorysné rozměry plavebních komor

Plavební komora	Délka	Šířka	Půdorysná plocha
Veselí nad Moravou II	46,2 m	5,3 m	244,86 m <sup>2</sup>
„Úžina“	45,0 m	5,3 m	238,5 m <sup>2</sup>
„Jez“	46,2 m	5,3 m	244,86 m <sup>2</sup>

Další proměnnou ve výpočtech jsou geometrické rozměry otvorů uzávěrů. V PK Veselí nad Moravou II jsou pro plnění i prázdnění vzpěrná vrata se dvěma otvory, každý se stavidlovým uzávěrem, který se otevírá souběžně s druhým.

Zbylé dvě komory mají v horním ohlavi krátké obtoky a v dolním ohlavi vzpěrná vrata stejná jako PK Veselí n/M II. Rozměry otvorů jsou shrnuty v tab. 5.3 a v tab. 5.4.

tab. 5.3 Souhrn plnicích otvorů

Plavební komora	Výška otvoru	Šířka otvoru	Plocha otvoru
Veselí n/M II	0,5 m	2x 0,8 m	0,8 m <sup>2</sup>
„Úžina“	0,8 m	0,8 m	0,64 m <sup>2</sup>
„Jez“	1 m	1 m	1 m <sup>2</sup>

tab. 5.4 Souhrn prázdnících otvorů

Plavební komora	Výška otvoru	Šířka otvoru	Plocha otvoru
Veselí n/M II	0,5 m	2x 0,8 m	0,8 m <sup>2</sup>
„Úžina“	0,5 m	2x 0,8 m	0,8 m <sup>2</sup>
„Jez“	0,5 m	2x 0,8 m	0,8 m <sup>2</sup>

Veškeré hydraulické ztráty plnicích nebo prázdnících systémů komory zahrnuje součinitel  $\mu$ . Ztráty v systému ovlivňují rychlost proudění a časy plnění a prázdnění. Hodnoty součinitele

se v průběhu plnění či prázdnění mění v závislosti na rychlostech v systému, a proto se uvádí střední hodnota součinitele plnění  $\mu_s$ , jehož hodnoty jsou v tab. 5.5.

tab. 5.5 Hodnoty součinitele  $\mu_s$  [8]

Způsob přímého plnění		Obvyklý $\mu_s$	Zvolené $\mu_s$
Přímé plnění pod vraty	Spád $H < 5$ m	0,72 – 0,75	0,75
Přímé prázdnění otvory ve vratech	Spád $H < 12$ m	0,80 – 0,85	0,80
Nepřímé plnění pomocí krátkých obtoků			0,65

V případě přímého plnění stavidly ve vratech plavební komory uvažuji  $\mu_s = 0,75$  a u přímého prázdnění uvažuji  $\mu_s = 0,80$ . V případě nepřímého plnění pomocí krátkých obtoků uvažuji hodnotu  $\mu_s = 0,65$ , která vychází z podobnosti geometrie jiných plavebních komor měřených ve vodohospodářské laboratoři ČVUT. [9]

Posledním vstupním údajem jsou návrhové rozměry plavidla. Rozměry jsou shrnuty již v kapitole 4.3 v tab. 4.5.

### 5.2.2 Postup výpočtu

V tab. 5.6 je přehled počítaných problematik.

tab. 5.6 Přehled počítaných problematik

Plavební komora	Způsob plnění a prázdnění
Veselí nad Moravou II	Přímé plnění otvory ve vratech
	Přímé prázdnění otvory ve vratech
„Úžina“	Nepřímé plnění krátkými obtoky
	Přímé prázdnění otvory ve vratech
„Jez“	Nepřímé plnění krátkými obtoky
	Přímé prázdnění otvory ve vratech

Pro výpočet průběhu plnění a prázdnění plavebních komor používám stejný postup i vzorce. Časový interval jsem zvolil  $\Delta t = 1$  s.

Zprvė jsem zvolil dobu otevírání plnicího nebo prázdnícího otvoru  $t_z$ . Doba (nebo rychlost) otevírání má vliv na velikost maximálního průtoku, který ovlivňuje sklon hladiny v komoře. Dobu lineárního otevírání uzávěru jsem zvolil variantně v intervalu 0 až T, kde T je celková doba plnění, nebo prázdnění plavební komory dána vztahem:

$$T = \frac{t_z}{2} + \frac{2F}{\mu_s f \sqrt{2g}} \sqrt{H} \quad (5.1)$$

Kde: F... půdorysná plocha plavební komory [ $m^2$ ]

$H...$  počáteční spád plavební komory [m]

$\mu_s...$  střední hodnota součinitele ztrát [-]

$f...$  průtočná plocha plnicího či prázdnícího otvoru [m<sup>2</sup>]

Úpravou diferenční rovnice:

$$\Delta t = \frac{2F}{\mu_s f_t \sqrt{2g}} \left( \sqrt{H_{i-1}} - \sqrt{H_i} \right) \quad (5.2)$$

Kde:  $f_t...$  průměrná průtočná plocha otvoru v daném časovém intervalu  $\Delta t$

Lze získat okamžitý spád  $H_i$  na konci každého časového intervalu:

$$H_i = \left( \sqrt{H_{i-1}} - \frac{\mu_s f_t \sqrt{2g}}{2F} \Delta t \right)^2 \quad (5.3)$$

Ze získaných okamžitých spádů vypočítám novou hodnotu spádu  $h_i$ :

$$h_i = H - H_i \quad (5.4)$$

Získané hodnoty spádů použiji k určení časového průběhu průtoků komorou:

$$Q_i = \mu_s f_i \sqrt{2g H_i} \quad (5.5)$$

Kde:  $H_i$ ,  $f_i$  a  $Q_i$  jsou hodnoty na konci intervalu  $t_i = t_{i-1} + \Delta t$ .

Limitní hodnotou při volbě rychlosti otevírání, a tím i celkové době plnění nebo prázdnění  $T$ , je sklon hladiny v plavební komoře dán vztahem:

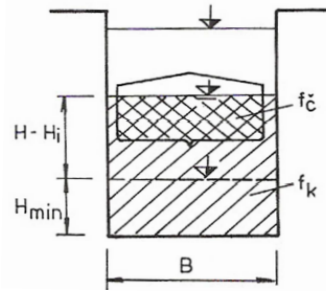
$$i_{\max} = \frac{1}{g (f_k - f_\xi)} \left( \frac{dQ}{dt} \right)_{\max} \quad (5.6)$$

Kde:  $f_k...$  příčná plocha vodní náplně komory [m<sup>2</sup>]

$f_\xi...$  příčná plocha hlavního žebra ponořené části plavidla [m<sup>2</sup>]

$(dQ/dt)_{\max}$  maximální přírůstek přítoku do komory v čase

Význam členů  $f_k$  a  $f_\xi$  je uveden na obr. 5.2. Příčná plocha hlavního žebra ponořené části plavidla  $f_\xi$  vychází ze šířky a ponoru plavidla.



obr. 5.2 Určení ploch  $f_c$  a  $f_k$  [8]

Příčnou plochu vodní náplně komory  $f_k$  stanovím ze vztahu:

$$f_k = B (H_{min} - (H - H_i)) \quad (5.7)$$

Kde:  $H_i$ ... okamžitý spád odpovídající hodnotě  $(dQ/dt)_{max}$

Maximální hodnoty sklonů hladin pro různé třídy plavebních cest udává Mezinárodní plavební asociace PIANC. Pro 0. třídu (rekreační) plavební cestu udává hodnotu 3,0 ‰.

Další limitní hodnotou může být považována rychlost stoupání nebo klesání hladiny na maximální rychlost 1 m/min (1/60 m/s).

Posledním důležitým ukazatelem je maximální síla, která namáhá úvazná lana. Při proplavování plavební komorou působí na plavidlo horizontální a vertikální síly. Vertikální síly lze zanedbat, protože jsou eliminovány vlastní tíhou plavidla. Horizontální síly se dělí na příčné horizontální síly, které lze také zanedbat v důsledku utlumení v bočních zdech komory, a na podélné horizontální síly, které jsou nejnebezpečnějšími silami. Při neuvázání plavidla a přímém plnění může dojít k pohybu plavidla rovnoběžně s osou komory a nárazu do vrat komory. Vyvázání musí být vždy provedeno protisměrně na bočních zdech komory, protože podélná síla mění během proplavování svůj směr. Podélná síla působící na loď proplavovanou komorou se skládá ze tří složek:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \quad (5.8)$$

Kde:  $P_1$ ... způsobena obtékáním plavidla vodním proudem

$P_2$ ... způsobena podélným sklonem hladiny v komoře při změně kinetické energie vodního proudu v energii potenciální

$P_3$ ... způsobena vlněním hladiny vody v komoře, při měnícím se přítoku do komory

Složky  $P_1$  a  $P_2$  tvoří přibližně 12 až 15 % celkové síly, a navíc působí proti sobě. Proto je v tomto výpočtu lze zanedbat. Třetí složka  $P_3$  vzniká při soustředěném plnění nebo prázdnění na jednom konci komory. Výpočet největší ze složek:

$$P_3 = W \cdot i_{\max} \quad (5.9)$$

Kde:  $W$ ... celkový výtlač plavidla lodní soupravy [t]

$i_{\max}$ ... maximální sklon hladiny v komoře

Úvazná lana se většinou napínají pouze ruční silou, která není dostatečná k úplnému napnutí. V důsledku neúplného napnutí lana se může loď pohybovat. Vlivem setrvačnosti tohoto pohybu loď vzrůstá tah v úvazném lanu nad hodnotu původní podélné síly působící na loď. Podle měření na vybudovaných plavebních komorách se zvýší vypočtená podélná síla až o 35 %. Úvazné lano vždy svírá s podélnou osou komory určitý úhel, který nabývá hodnot až 40°. Při zanedbání složek  $P_1$  a  $P_2$  bude tedy maximální podélná síla:

$$P_{\max} = \frac{1,35 P}{\cos 40^\circ} = \frac{1,35 P}{0,77} = 1,75 P \quad (5.10)$$

Kde:  $P$ ... podélná síla působící na plavidlo [kN]

Tuto maximální vzniklou podélnou sílu je však z hlediska bezpečnosti nutno porovnat s mezní pevností lana  $R$ . Vztah, který lze použít při předběžných výpočtech mezní pevnosti lana:

$$R = \frac{1}{20} W^{\frac{3}{5}} \quad (5.11)$$

Kde:  $W$ ... celkový výtlač plavidla lodní soupravy [t]

Tvar bezpečnostní podmínky, která porovnává maximální podélnou sílu a maximální únosnost lana:

$$P_{\max} \leq R \quad (5.12)$$

### 5.2.3 Plnění a prázdnění plavební komory „Úžina“

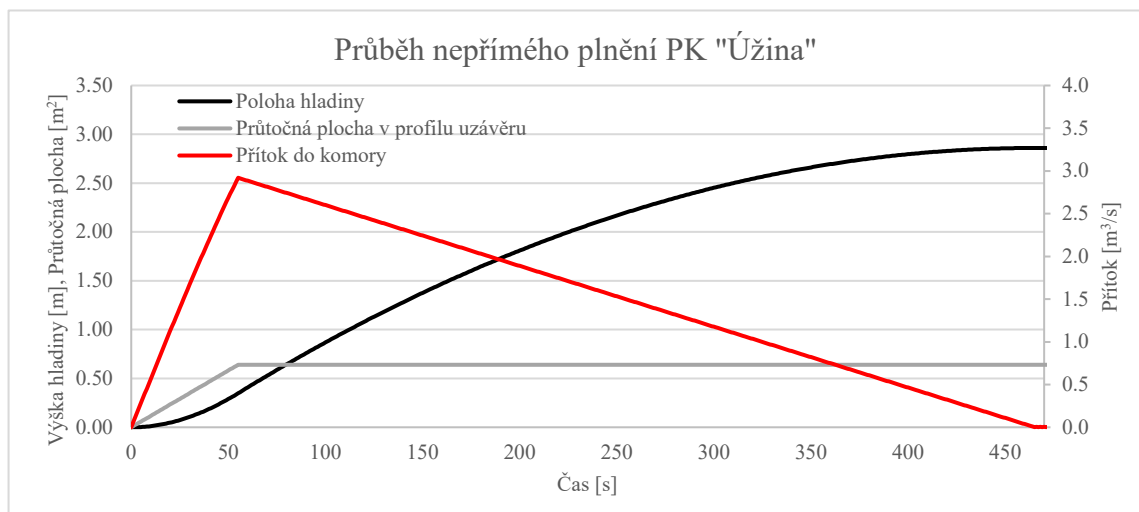
Souhrn vstupních hodnot do výpočtu všech veličin plnění a prázdnění je shrnut v tab. 5.7.

tab. 5.7 Souhrn vstupních hodnot plnění a prázdnění plavební komory „Úžina“

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
H	2,86 m	Počáteční spád
F	238,5 m <sup>2</sup>	Půdorysná plocha PK
B	5,3 m	Šířka PK
f <sub>in</sub>	0,64 m <sup>2</sup>	Průtočná plocha plnicího otvoru
f <sub>out</sub>	0,8 m <sup>2</sup>	Průtočná plocha prázdnícího otvoru
H <sub>min</sub>	1,5 m	Minimální hloubka vody v komoře
f <sub>č</sub>	6 m <sup>2</sup>	Plocha hlavního žebra
W	150 t	Výtlak plavidla

#### 5.2.3.1 Nepřímé plnění – výsledky

Pro nepřímé plnění plavební komory „Úžina“ volím dobu otevírání uzávěru  $t_z = 55$  s. Limitem v tomto výpočtu je maximální sklon hladiny.



obr. 5.3 Graf průběhu nepřímého plnění PK „Úžina“

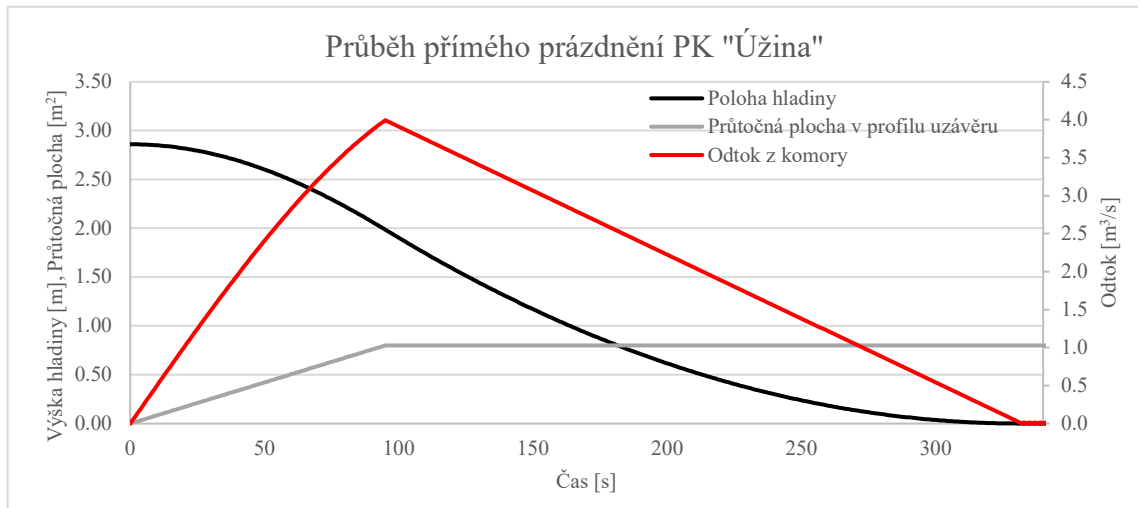
Na obr. 5.3 je vyneseno průběh polohy hladiny, průtočné plochy a přítoku v závislosti na čase. V tab. 5.8 jsou shrnuty nejdůležitější výstupní hodnoty.

tab. 5.8 Souhrn výstupních hodnot nepřímého plnění PK "Úžina"

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
$t_z$	55 s	Doba otevírání uzávěru
T	466 s	Doba plnění komory
Q	2,9 m <sup>3</sup> /s	Maximální přítok
v	0,73 m/min	Maximální rychlost stoupaní hladiny
$i_{\max}$	2,96 ‰	Maximální sklon hladiny
$P_{\max}$	7,77 kN	Maximální síla namáhající lano
R	10,11 kN	Mezní pevnost lana

### 5.2.3.2 Přímé prázdnění – výsledky

Pro přímé prázdnění plavební komory „Úžina“ volím dobu otevírání uzávěru  $t_z = 95$  s. Limitem v tomto výpočtu je maximální rychlost stoupaní hladiny.



obr. 5.4 Graf průběhu přímého prázdnění PK „Úžina“

Na obr. 5.4 je vyneseno průběh polohy hladiny, průtočné plochy a přítoku v závislosti na čase. V tab. 5.9 jsou shrnuty nejdůležitější výstupní hodnoty.

tab. 5.9 Souhrn výstupních hodnot přímého prázdnění PK "Úžina"

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
$t_z$	95 s	Doba otevírání uzávěru
T	333 s	Doba prázdnění komory
Q	4,0 m <sup>3</sup> /s	Maximální odtok
v	1,00 m/min	Maximální rychlost klesání hladiny
$i_{\max}$	2,64 ‰	Maximální sklon hladiny
$P_{\max}$	6,92 kN	Maximální síla namáhající lano
R	10,11 kN	Mezní pevnost lana



### 5.2.4 Plnění a prázdnění plavební komory Veselí nad Moravou II

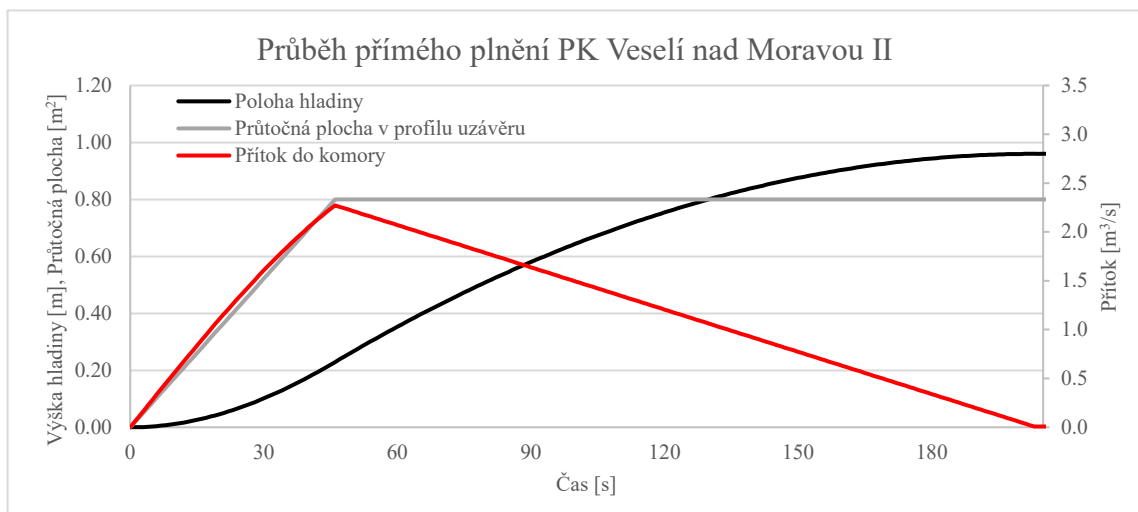
Souhrn vstupních hodnot do výpočtu všech veličin plnění a prázdnění je shrnut v tab. 5.10.

tab. 5.10 Souhrn vstupních hodnot plnění a prázdnění plavební komory Veselí nad Moravou

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
H	0,96 m	Počáteční spád
F	244,86 m <sup>2</sup>	Půdorysná plocha PK
B	5,3 m	Šířka PK
f <sub>in</sub>	0,8 m <sup>2</sup>	Průtočná plocha plnicího otvoru
f <sub>out</sub>	0,8 m <sup>2</sup>	Průtočná plocha prázdnícího otvoru
H <sub>min</sub>	1,5 m	Minimální hloubka vody v komoře
f <sub>č</sub>	6 m <sup>2</sup>	Plocha hlavního žebra
W	150 t	Výtlaček plavidla

#### 5.2.4.1 Přímé plnění – výsledky

Pro nepřímé plnění plavební komory Veselí nad Moravou II volím dobu otevírání uzávěru  $t_z = 49$  s. Limitem v tomto výpočtu je maximální sklon hladiny.



obr. 5.5 Graf průběhu přímého plnění PK Veselí nad Moravou II

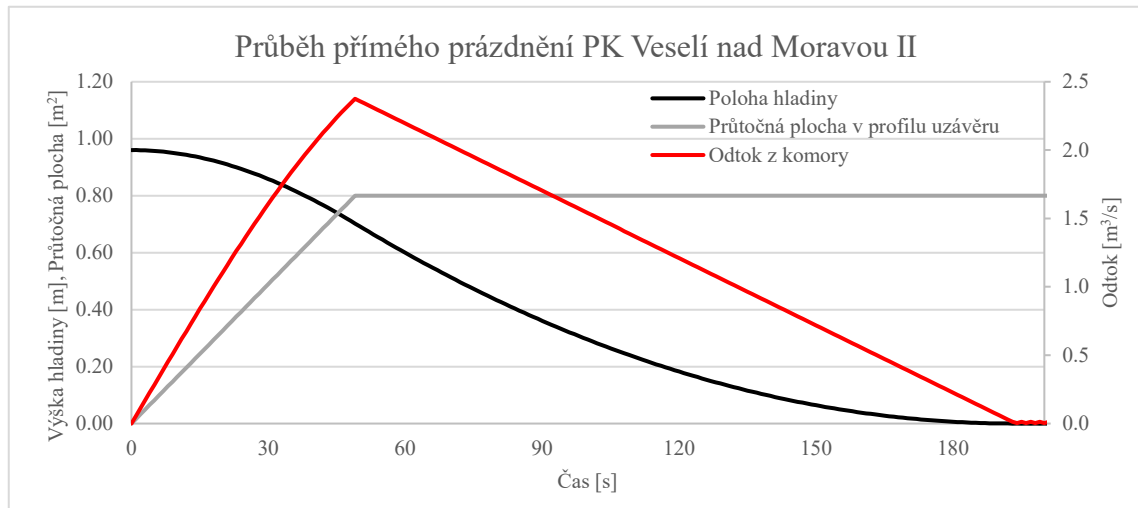
Na obr. 5.5 je vyneseno průběh polohy hladiny, průtočné plochy a přítoku v závislosti na čase. V tab. 5.11 jsou shrnuty nejdůležitější výstupní hodnoty.

tab. 5.11 Souhrn výstupních hodnot přímého plnění PK Veselí nad Moravou II

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
$t_z$	46 s	Doba otevírání uzávěru
T	204 s	Doba plnění komory
Q	2,3 m <sup>3</sup> /s	Maximální přítok
v	0,56 m/min	Maximální rychlost stoupaní hladiny
$i_{\max}$	2,96 ‰	Maximální sklon hladiny
$P_{\max}$	7,77 kN	Maximální síla namáhající lano
R	10,11 kN	Mezní pevnost lana

#### 5.2.4.2 Přímé prázdňení – výsledky

Pro přímé prázdňení plavební komory Veselí nad Moravou II volím dobu otevírání uzávěru  $t_z = 49$  s. Limitem v tomto výpočtu je maximální sklon hladiny.



obr. 5.6 Graf průběhu přímého prázdňení PK Veselí nad Moravou

Na obr. 5.6 je vyneseno průběh polohy hladiny, průtočné plochy a přítoku v závislosti na čase.

V tab. 5.12 jsou shrnuty nejdůležitější výstupní hodnoty.

tab. 5.12 Souhrn výstupních hodnot přímého prázdňení PK Veselí nad Moravou II

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
$t_z$	49 s	Doba otevírání uzávěru
T	194 s	Doba prázdňení komory
Q	2,4 m <sup>3</sup> /s	Maximální odtok
v	0,58 m/min	Maximální rychlost klesání hladiny
$i_{\max}$	2,96 ‰	Maximální sklon hladiny
$P_{\max}$	7,78 kN	Maximální síla namáhající lano
R	10,11 kN	Mezní pevnost lana

### 5.2.5 Plnění a prázdnění plavební komory „Jez“

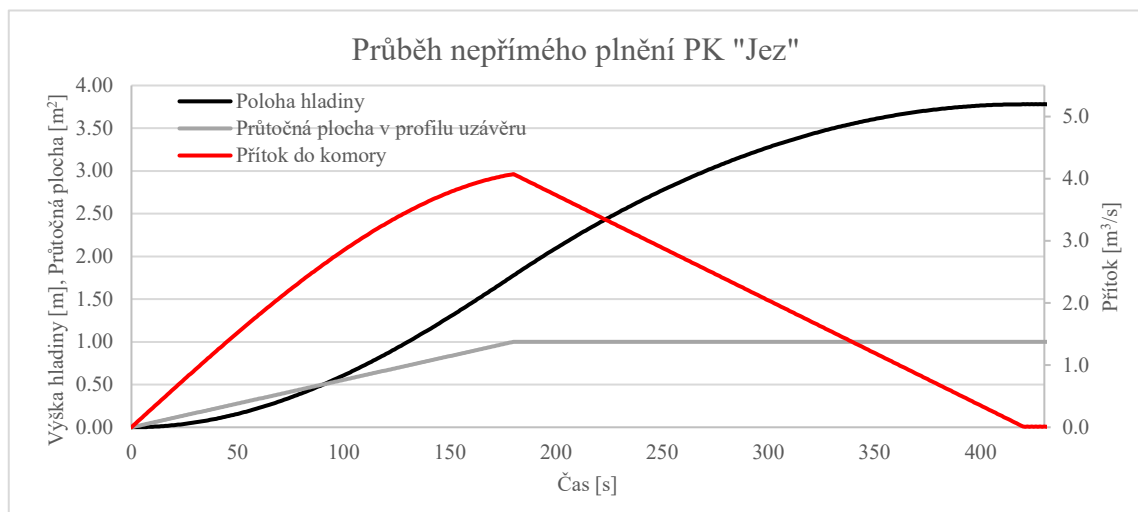
Souhrn vstupních hodnot do výpočtu všech veličin plnění a prázdnění je shrnut v tab. 5.13.

tab. 5.13 Souhrn vstupních hodnot plnění a prázdnění plavební komory „Jez“

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
H	3,78 m	Počáteční spád
F	244,86 m <sup>2</sup>	Půdorysná plocha PK
B	5,3 m	Šířka PK
f <sub>in</sub>	1 m <sup>2</sup>	Průtočná plocha plnicího otvoru
f <sub>out</sub>	0,8 m <sup>2</sup>	Průtočná plocha prázdnícího otvoru
H <sub>min</sub>	1,5 m	Minimální hloubka vody v komoře
f <sub>č</sub>	6 m <sup>2</sup>	Plocha hlavního žebra
W	150 t	Výtlač plavidla

#### 5.2.5.1 Nepřímé plnění – výsledky

Pro nepřímé plnění plavební komory „Jez“ volím dobu otevírání uzávěru  $t_z = 180$  s. Limitem v tomto výpočtu je maximální rychlost stoupaní hladiny.



obr. 5.7 Graf průběhu nepřímého plnění PK „Jez“

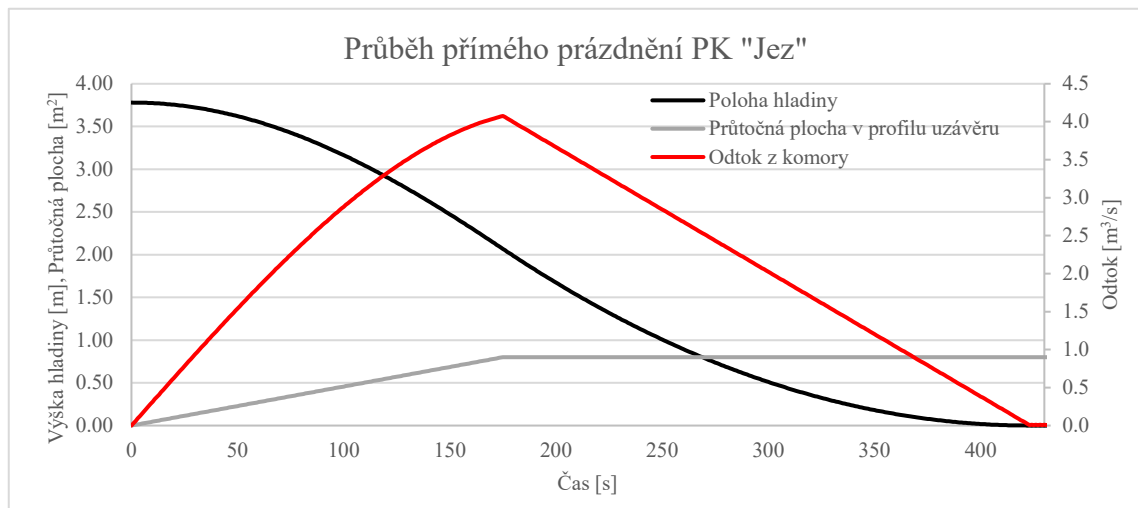
Na obr. 5.7 je vyneseno průběh polohy hladiny, průtočné plochy a přítoku v závislosti na čase. V tab. 5.8 jsou shrnuty nejdůležitější výstupní hodnoty.

tab. 5.14 Souhrn výstupních hodnot nepřímého plnění PK "Jez"

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
$t_z$	180 s	Doba otevírání uzávěru
T	421 s	Doba plnění komory
Q	4,1 m <sup>3</sup> /s	Maximální přítok
v	1,00 m/min	Maximální rychlost stoupaní hladiny
$i_{max}$	1,63 ‰	Maximální sklon hladiny
$P_{max}$	4,27 kN	Maximální síla namáhající lano
R	10,11 kN	Mezní pevnost lana

### 5.2.5.2 Přímé prázdňení – výsledky

Pro přímé prázdňení plavební komory „Jez“ volím dobu otevírání uzávěru  $t_z = 175$  s. Limitem v tomto výpočtu je maximální rychlost stoupaní hladiny.



obr. 5.8 Graf průběhu přímého prázdňení PK „Jez“

Na obr. 5.8 je vyneseno průběh polohy hladiny, průtočné plochy a přítoku v závislosti na čase. V tab. 5.15 jsou shrnuty nejdůležitější výstupní hodnoty.

tab. 5.15 Souhrn výstupních hodnot přímého prázdňení PK "Jez"

Ozn.	Hodnota s jednotkou	Popis
$t_z$	175 s	Doba otevírání uzávěru
T	424 s	Doba prázdňení komory
Q	4,1 m <sup>3</sup> /s	Maximální odtok
v	1,00 m/min	Maximální rychlost klesání hladiny
$i_{max}$	1,65 ‰	Maximální sklon hladiny
$P_{max}$	4,32 kN	Maximální síla namáhající lano
R	10,11 kN	Mezní pevnost lana

### 5.3 Rozšíření plavební dráhy v obloucích

Vyhláška č. 222/1995 – „Vyhláška Ministerstva dopravy o vodních cestách, plavebním provozu v přístavech, společné havárii a dopravě nebezpečných věcí“ příloha č. 2 uvádí předpis pro výpočet rozšíření plavebních úseků v obloucích ve znění:

*„Rozšíření plavební dráhy v obloucích se provádí na vnitřní straně oblouku, kdy rozšířený okraj plavební dráhy je dán ekvidistantní kružnicí o poloměru  $R - e$ . Ve stísněných poměrech je možné provést rozšíření plavební dráhy shodnou hodnotou na vnější i vnitřní straně oblouku. Při stanovení velikosti rozšíření „ $e$ “ se pro nové a nově upravované vodní cesty užívá vztah:*

$$e = \frac{L^2}{2 \cdot R} \quad (5.13)$$

*Kdy:  $e$ ... výpočtová hodnota rozšíření plavební dráhy [m]*

*$L$ ... délka největšího plavidla či sestavy [m]*

*$R$ ... poloměr vnitřního okraje plavební dráhy [m]*

*Výsledná šířka plavební dráhy v oblouku pro nové a nově upravované vodní cesty vyjma úprav charakteru údržby plavební dráhy dosahuje:*

*a) Pro vodní cestu na vodním toku volně tekoucím*

$$B = e + \text{nejmenší šířka přímé plavební dráhy podle § 5 odst. 1 písm. a) bod 1.} \quad (5.14)$$

*b) Pro vodní cestu s hladinou udržovanou pomocí jezu nebo v plavebním kanálu*

$$B = 2b + 2\Delta b' + \Delta b'' + e \quad (5.15)$$

*ne však méně, než je šířka přímé plavební dráhy podle § 5 odst. 1 písm. a)*

*Kdy:  $b$ ... největší šířka plavidla či sestavy [m]*

*$\Delta b'$ ... boční rezerva plavební dráhy, pro klasifikační tř. Va. nebo Vb. nejméně 5,0 m [m]*

*$\Delta b''$ ... střední rezerva plavební dráhy, pro klasifikační tř. IV, Va. nebo Vb. nejméně 5,0 m. [m]“*

Důležitou částí vyhlášky je i § 5 odst. 1 písm. a) bod 1 popisující nejmenší šířku přímé plavební dráhy. Důležité hodnoty jsou shrnuty v tab. 5.16. [3]

tab. 5.16 Šířky přímé plavební dráhy pro klasifikační tř. 0. [3]

Pro klasifikační tř. 0.	Šířka plavební dráhy
V řece	14 m
V plavebním kanále	6 m

### 5.3.1 Rozměry oblouků pro návrh variant

Pro návrhy jednotlivých variant používám pro zjednodušení oblouky o třech různých poloměrech. Pro každý z nich jsem spočítal výpočtovou hodnotu rozšíření plavební dráhy „e“. Dále pak celkové rozšíření plavební dráhy pro dané poloměry. Výsledné hodnoty jsou shrnuty v tab. 5.17.

tab. 5.17 Souhrn minimálních šířek plavebních drah v obloucích pro dané poloměry oblouků

Oblouk	e [m]	Pro $B_{\min} = 14 \text{ m}$	Pro $B_{\min} = 6 \text{ m}$
		B [m]	B [m]
R = 20 m	10.0	24.0	20.0
R = 60 m	3.3	17.3	13.3
R = 100 m	2.0	16.0	12.0

## 6 NÁVRH VARIANTY „ÚŽINA“

U návrhu varianty „Úžina“ jsem uvažoval o propojení kanálu a řeky v co nejužším a zároveň nejbližším místě k městu Veselí nad Moravou. Nabízelo se pouze jedno místo, a to blízko zámeckého parku, hvězdárny a přístaviště. Dále jsem uvažoval s co nejmenším záborem pozemků v soukromém vlastnictví a s eliminací případné demolice budov.

Navrhl jsem dvě verze této varianty. Jedna verze je snahou o nejkratší propojení a zároveň se záborem pouze zemědělských pozemků. Druhá verze má za cíl co nejpříznivější plavební podmínky pro plavidla, jelikož osa dolní rejdy je vedena rovnoběžně s osou plavby na řece Moravě. Horní rejdy v obou verzích jsou optimalizovány pro jednoduchou manipulaci s plavidly, které napomáhá i neproudící voda v kanálu.

Součástí návrhu je přidání druhé PK Veselí nad Moravou II k stávající PK Veselí nad Moravou I a úprava horní i dolní rejdy.

Úpravy říčního úseku zde nejsou nutné. Od napojení dolních rejdy až po jez Vnorovy řeka splňuje minimální plavební hloubku i šířku, a to šířku v přímém směru i v obloucích.

Na obr. 6.1 je vyfocen po proudu oblouk řeky Moravy po proudu, ze kterého se napojují obě verze varianty „Úžina“.



*obr. 6.1 Fotografie oblouku řeky Moravy, ze kterého se napojují obě verze varianty "Úžina" (při pravé straně)*

*[zdroj: autor]*

### 6.1 Pozemky v zájmovém území

Pro přehled záborů pozemků předkládám mapu (obr. 6.2) se zakreslenými oběma verzemi s rozdělením vlastnictví pozemků. Pozemky v okolí původní plavební komory



Veselí nad Moravou I, i budoucí plavební komory Veselí nad Moravou II, nejsou v soukromém vlastnictví.



obr. 6.2 Rozdělení pozemků pro variantu "Úžina"

## 6.2 Technické řešení – PK „Úžina“ verze I

### 6.2.1 Napojení rejd na plavební dráhu

Horní rejda se napojuje na plavební dráhu v úseku ř. km 17,195 až 17,310. Od ř. km 17,310 se odklání osa plavební dráhy rejdy od plavební dráhy kanálu mírným obloukem o poloměru 70 m. Druhým směrem od ř. km 17,195 je napojení na rejdu složitější. Ostrý oblouk může ztěžovat manipulaci plavidlům, proto je na křížení navrženo obratiště o průměru 55 m.

Napojení dolní rejdy na plavební dráhu řeky Moravy je v ř. km 127,860 provedeno mírným obloukem o poloměru 100 m.

### 6.2.2 Horní rejda

Horní rejda je kvůli zhoršeným podmínkám v mírném oblouku o poloměru 60 m. Rejda je vybavena jedním čekacím stáním o užitných rozměrech 40 x 5,3 m, které je umístěno na levém břehu. Dno rejdy je v úrovni 168,20 m n. m., což zajišťuje hloubku při běžném plavebním stavu 1,7 m. Rejda je široká minimálně 12 m s rozšiřující tendencí směrem



od komory. Oba břehy jsou tvořeny hrází se sklonem návodního líce 1:1,5 na úrovni 170,90 m n. m. Svah je od dna až po úroveň 170,20 m n. m., tj. 30 cm nad plavební hladinu, opevněn kamennou rovnatinou. Od úrovně 170,20 m n. m. bude svah ohumusován a oset travní směsí. Dále jsou svahy a dno horní rejdy v úseku 10 m před horním ohlavím opevněny těžkým záhozem k zamezení nasátí částí opevnění do nátoků krátkých obtoků. Zához je v úrovni prahu horního ohlaví a po stranách zajištěn štětovou stěnou.

Čekací stání je opatřeno čtyřmi dalbami s pacholaty a lávkou vedoucí na břeh.

Plavidlo z čekacího stání do komory nasměruje ocelové svodidlo. Levé svodidlo je šikmé ve sklonu 1:4. Pravé je přímé.

Na horní rejdu navazuje obratiště o průměru 55 m a úrovní dna na maximální kótě 168,40 m n. m.

### 6.2.3 Plavební komora

Plavební komora slouží k překonání spádu mezi plavební hladinou Bařova kanálu a minimální plavební hladinou řeky Moravy. Tento spád je 2,86 m mezi hydrostatickou hladinou Bařova kanálu na kótě 169,90 m n. m. a hydrodynamického vzduť hladiny nad jezem Vnorovy na kótě 167,04 m n. m. Při maximálním plavebním průtoku se spád sníží na 0,84 m.

Plavební komora má užité rozměry 39 x 5,3 x 1,5 m. Celková délka komory je 56,45 m. V horním ohlaví jsou osazena vzpěrná vrata a v levé zdi je umístěn krátký obtok směrem do horní rejdy pro plnění komory. V dolním ohlaví je osazena dvojice vzpěrných vrat. První vrata slouží pro běžný provoz plavební komory a jsou vybavena otvory pro přímé prázdnění hrazenými stavítky. Druhá vrata slouží jako protipovodňová, zabraňují šíření zpětného vzduť od řeky Moravy. Dno komory je na kótě 165,54 m n. m., horní ohlaví a plato v úrovni 170,90 m n. m. a dolní ohlaví v úrovni 172,90 m n. m.

Plavební komora je ze železobetonu a je rozdělena na dilatační celky.

Dno plavební komory je založeno na kótě 164,74 m n. m. a jeho tloušťka je 0,8 m. Dno dolního ohlaví je založeno na kótě 164,4 m n. m. Obě stěny jsou v horní části silné 0,75 m a směrem ke dnu se rozšiřují. Vnitřní strana se rozšiřuje v poměru 5:1 a vnější strana 10:1. V patě má stěna šířku 2,36 m. Vzdálenost stěn u dna je 5,3 m a u plata 6,37 m. Z estetických důvodů jsou stěny opatřeny kamenným obkladem.

Horní ohlaví má levou stěnu širokou 2,7 m. V této zdi se nachází krátký obtok pro plnění komory. Průtočný profil obtoku je 0,8 x 0,8 m. Blízko výtoku z obtoku do plavební komory je v šachtě osazeno stavidlo a drážky provizorního hrazení. Obtok je vyústěn do podzáporníkového vývaru a pod minimální hladinu v plavební komoře. Dnový práh slouží pro těsnění vrat v uzavřené poloze. V bočních zdech jsou výklenky pro vrata i pro jejich pohon.

V bočních zdech dolního ohlaví jsou výklenky pro obě vrata i pro jejich pohon. Dnový práh slouží pro těsnění vrat v uzavřené poloze. Plato dolního ohlaví je na úrovni 172,90 m n. m., zároveň s ochrannou hrází řeky Moravy.

Plavební komora je vybavena pacholaty, žebříky, drážkami provizorního hrazení, vázacími prvky, osvětlením a signalizací.

V komoře jsou 4 žebříky, které jsou vedeny až na dno komory pro přístup obsluhy do vyčerpané komory. Pátý žebřík je umístěn v horním ohlaví.

Vyrovnání výškových rozdílů plat komory a dolního ohlaví zajistí schodiště se zábradlím.

#### 6.2.4 Dolní rejda

Dolní rejda je vybavena jedním čekacím stáním o užitných rozměrech 40 x 5,3 m, které je umístěno na pravém břehu. Dno rejdy je v maximální úrovni 165,54 m n. m., což zajišťuje hloubku při minimálním plavebním průtoku 1,5 m. Rejda je široká 12 m. Břehy jsou tvořeny hrází se sklonem návodního i vzdušního líce 1:1,5, šířkou koruny 3 m v úrovni 172,90 m n. m. Celý návodní svah i dno je opevněno kamennou rovnatinou, která je zajištěna štětovou stěnou.

Čekací stání je opatřeno čtyřmi dalbami s pacholaty a lávkou vedoucí na břeh.

Z čekacího stání plavidlo nasměruje do komory ocelové svodidlo. Pravé svodidlo je šikmé ve sklonu 1:4. Levé je přímé.

### 6.3 **Technické řešení – PK „Úžina“ verze II**

#### 6.3.1 Napojení rejd na plavební dráhu

Horní rejda se napojuje na plavební dráhu v úseku ř. km 17,355 až 17,480. Od ř. km 17,480 se odklání osa plavební dráhy rejdy od plavební dráhy kanálu mírným obloukem o poloměru 100 m. Druhým směrem od ř. km 17,355 je napojení na rejdu složitější. Nachází se zde ostrý oblouk o poloměru 20 m, který může ztěžovat manévrování plavidel. Při uvažování menších

rychlostí plavidla a nulového průtoku v kanále lze správným manévrem tyto podmínky anulovat. Z důvodu stávajícího přístaviště zde není možnost vybudovat obratiště jako v předešlé verzi.

Napojení dolní rejdy na plavební dráhu řeky Moravy je v ř. km 127,920 provedeno mírným obloukem o poloměru 100 m. Oproti verzi I má dolní rejda výhodu, není umístěna na konci konkávního oblouku, proto se dá předpokládat menší boční namáhání proudem řeky.

### 6.3.2 Horní rejda

Horní rejda je přímá a je vybavena primárním čekacím stáním o užitných rozměrech 40 x 5,3 m, které je umístěno na levém břehu. Při pravém břehu se nabízí sekundární stání v oblouku o poloměru 20 m. Dno rejdy je v úrovni 168,20 m n. m., což zajišťuje hloubku při běžném plavebním stavu 1,7 m. Rejda je široká minimálně 18 m s rozšiřující tendencí směrem od komory. Oba břehy jsou tvořeny hrází se sklonem návodního líce 1:1,5 na úroveň 170,90 m n. m. Svah je ode dna až po úroveň 170,20 m n. m., tj. 30 cm nad plavební hladinu, opevněn kamennou rovnaninou. Od úrovně 170,20 m n. m. je svah ohumusován a oset travní směsí. Dále jsou svahy a dno horní rejdy v úseku 10 m před horním ohlavím opevněny těžkým záhozem k zamezení nasátí částí opevnění do nátoků krátkých obtoků. Zához je v úrovni prahu horního ohlaví a po stranách zajištěn štětovou stěnou.

Primární čekací stání v přímém směru je opatřeno čtyřmi dalbami s pacholaty a lávkou vedoucí na břeh. Sekundární čekací stání v oblouku je opatřeno dvěma dalbami s pacholaty a lávkou vedoucí na břeh.

Z čekacího stání plavidlo nasměruje do komory ocelové svodidlo. Svodidla jsou šikmá, ve sklonu 1:2.

### 6.3.3 Plavební komora

Návrh plavební komory je totožný pro obě verze. Technický popis komory pro verzi II je uveden v kapitole 6.2.3.

### 6.3.4 Dolní rejda

Dolní rejda je vybavena jedním čekacím stáním o užitných rozměrech 40 x 5,3 m, které je umístěno na levém břehu. Dno rejdy je v maximální úrovni 165,54 m n. m., což zajišťuje hloubku při minimálním plavebním průtoku 1,5 m. Rejda je široká 12 m. Břehy jsou tvořeny hrází se sklonem návodního i vzdušního líce 1:1,5, šířkou koruny 3 m v úrovni

172,90 m n. m. Celý návodní svah i dno je opevněno kamennou rovnaninou, která je zajištěna štětovou stěnou.

Čekací stání je opatřeno čtyřmi dalbami s pacholaty a lávkou vedoucí na břeh.

Z čekacího stání plavidlo nasměruje do komory ocelové svodidlo. Levé svodidlo je šikmé ve sklonu 1:2. Pravé je přímé.

## **6.4 Technické řešení – PK Veselí nad Moravou II**

### **6.4.1 Napojení rejd na plavební dráhu**

Nové rejdy jsou rozšířením původních rejd plavební komory Veselí nad Moravou I. Napojení na osu plavby jak v horní, tak v dolní rejdě je provedeno obloukem o poloměru 100 m.

### **6.4.2 Horní rejda**

Horní rejda je rozšířením současné horní rejdy PK Veselí nad Moravou I. Rejda je vybavena dvěma čekacími stáními o užitných rozměrech 40 x 5,3 m. Dno rejdy je v úrovni 168,35 m n. m., což zajišťuje hloubku při minimálním plavebním stavu 2,43 m. Rejda je široká 30,5 m. Levý břeh je tvořen hrází se sklonem návodního líce 1:1,5 na úroveň 172,95 m n. m. Pravý břeh je tvořen hrází se sklonem návodního líce 1:1,5 na úroveň 173,40 m n. m. Svah je od dna až po úroveň 171,16 m n. m., tj. 30 cm nad maximální plavební hladinu, opevněn kamennou rovnaninou. Od úrovně 171,16 m n. m. je svah ohumusován a oset travní směsí.

Obě čekací stání jsou opatřena čtyřmi dalbami s pacholaty a lávkou vedoucí na břeh.

Plavidlo z čekacího stání do komory nasměruje ocelové svodidlo. Mezi komorami Veselí nad Moravou I a Veselí nad Moravou II je ze svodidel vytvořen bezpečnostní oblouk. Všechna svodidla jsou šikmá, ve sklonu 1:4.

### **6.4.3 Plavební komora**

Plavební komora slouží k překonání spádu mezi plavební hladinou Baťova kanálu a vzdutím jezu Veselí nad Moravou. Tento spád je 0,96 m mezi hydrostatickou hladinou Baťova kanálu 169,90 m n. m. a hydrostatickým vzdutím nad jezem Veselí nad Moravou 170,86 m n. m. Při maximálním plavebním průtoku se spád sníží na 0,88 m.

Plavební komora má užitné rozměry 40,25 x 5,3 x 1,55 m. Celková délka komory je 53,65 m. V horním i dolním ohlavi jsou osazena vzpěrná vrata, která jsou vybavena otvory pro přímé

plnění a prázdnění hrazenými stavítky. Dno komory je na kótě 168,35 m n. m. a plato v úrovni 172,95 m n. m.

Plavební komora je ze železobetonu a je rozdělena na dilatační celky.

Dno plavební komory je založeno na kótě 167,85 m n. m. a jeho tloušťka je 0,5 m. Dno dolního ohlaví je založeno na kótě 167,65 m n. m. a jeho tloušťka je 0,5 m. Obě stěny jsou v horní části silné 0,75 m a směrem ke dnu se rozšiřují. Vnitřní strana se rozšiřuje v poměru 5:1 a vnější strana 10:1. V patě má stěna šířku 2,13 m. Vzdálenost stěn u dna je 5,3 m a u plata 6,22 m. Z estetických důvodů jsou stěny opatřeny kamenným obkladem.

V horním i dolním ohlaví slouží dnový práh pro těsnění vrat v uzavřené poloze. V bočních zdech jsou výklenky pro vrata i pro jejich pohon.

Nové opěrné zdi se propojí se stávajícími zdmi PK Veselí nad Moravou II.

Plavební komora je vybavena pacholaty, žebříky, drážkami provizorního hrazení, vázacími prvky, osvětlením a signalizací.

V komoře jsou 4 žebříky, které jsou vedeny až na dno komory pro přístup obsluhy do vyčerpané komory.

Vyrovnaní výškových rozdílů plat komory a dolního ohlaví zajistí schodiště se zábradlím. Na původní lávku PK Veselí nad Moravou I je napojena nová lávka se zábradlím a schodištěm.

#### 6.4.4 Dolní rejda

Dolní rejda je rozšířením současné dolní rejdy PK Veselí nad Moravou I. Rejda je vybavena čekacím stáním o užitných rozměrech 40 x 5,3 m. Dno rejdy je v úrovni 168,35 m n. m., což zajišťuje hloubku při minimálním plavebním stavu 1,55 m. Rejda je široká 24,5 m. Levý břeh je tvořen hrází se sklonem návodního líce 1:1,5 na úroveň 172,85 m n. m. Pravý břeh je tvořen hrází se sklonem návodního líce 1:1,5 na úroveň 172,00 m n. m. Svah je od dna až po úroveň 170,20 m n. m., tj. 30 cm nad plavební hladinu, opevněn kamennou rovnaninou. Od úrovně 170,20 m n. m. je svah ohumusován a oset travní směsí.

Čekací stání je opatřeno čtyřmi dalbami s pacholaty a lávkou vedoucí na břeh.

Z čekacího stání plavidlo nasměruje do komory ocelové svodidlo. Mezi komorami Veselí nad Moravou I a Veselí nad Moravou II je ze svodidel vytvořen bezpečnostní oblouk. Pravé svodidlo je přímé.

## 7 NÁVRH – VARIANTA „JEZ“

U návrhu „Jez“ jsem uvažoval s nejmenším počtem plavebních komor a s největším využitím řeky Moravy včetně vzduší jezu Vnorovy, které sahá až pod jez Veselí nad Moravou. Návrh započal u hledání umístění plavební komory co nejbližší k jezu Veselí nad Moravou. Jelikož se ale rejdy nemají odklánět od směru proudu v řece o více jak  $15^\circ$  [10], bylo nutné osu plavební komory natočit, čímž bylo znemožněno přímé napojení na dolní rejdu.

Navrhl jsem vytvoření krátkého kanálu, který má svislé stěny kvůli menšímu záboru pozemků v soukromém vlastnictví. Součástí navrženého kanálu je celá plavební komora, horní i dolní rejda.

Dalším nutným prvkem tohoto návrhu je prohrábka dna a opevnění koryta řeky Moravy, které sahá od napojení dolní rejdy k řece Moravě až cca 70 metrů za přítok odpadního kanálu z malých vodních elektráren.

Na obr. 7.1 je fotografie levého břehu řeky Moravy, kde uvažuji variantu „Jez“.



*obr. 7.1 Fotografie levého břehu řeky Moravy, kde uvažuji variantu "Jez" (při levé straně) [zdroj: autor]*

### 7.1 Pozemky v zájmovém území

Pro přehled záborů pozemků předkládám mapu (obr. 7.2) se zakreslenou variantou.



obr. 7.2 Rozdělení pozemků v okolí varianty "Jez"

## 7.2 Technické řešení – PK „Jez“

### 7.2.1 Napojení rejd na plavební dráhu

Horní rejda se napojuje na plavební dráhu v úseku ř. km 129,390. Osa rejdy se od plavební dráhy řeky Moravy odklání mírným obloukem o poloměru 100 m.

Napojení dolní rejdy na plavební dráhu řeky Moravy je v ř. km 128,940 provedeno mírným obloukem o poloměru 100 m s rozšířenou plavební dráhou.

### 7.2.2 Horní rejda

Horní rejda je 42 m přímá, poté přechází do mírného oblouku o poloměru 100 m. Rejda je vybavena čekacím stáním o užitečných rozměrech 40 x 5,3 m., které je umístěno u pravé zdi. Dno rejdy je v úrovni 169,16 m n. m., což zajišťuje hloubku při běžném plavebním stavu 1,7 m. Rejda je široká 12 m. Oba břehy jsou tvořeny svíslou zdí. Levá zeď s horní hranou zdi na úrovni 173,10 m n. m. a pravá zeď s horní hranou zdi na úrovni 171,90 m n. m. Zdi jsou obloženy kamenným obkladem. Dále je dno horní rejdy v úseku 10 m před horním ohlavím opevněno těžkým záhozem k zamezení nasátí částí opevnění do nátoků krátkých obtoků. Zához je v úrovni prahu horního ohlaví.

Čekací stání je opatřeno čtyřmi pacholaty na vrchu zdi.



Z čekacího stání plavidlo nasměruje do komory ocelové svodidlo. Levé svodidlo je přímé a pravé je šikmá, ve sklonu 1:4.

### 7.2.3 Plavební komora

Plavební komora slouží k překonání spádu vytvořeným jezem Veselí nad Moravou. Tento spád je 3,78 m mezi hydrostatickým vzduším hladiny jezu Veselí nad Moravou 170,86 m n. m. a hydrodynamickým vzduším hladiny jezu Vnorovy 167,08 m n. m. Při maximálním plavebním průtoku se spád sníží na 1,05 m.

Plavební komora má užité rozměry 40 x 5,3 x 1,5 m. Celková délka komory je 53,65 m. V horním ohlaví jsou osazena vzpěrná vrata a v pravé zdi je umístěn krátký obtok směrem do horní rejdy pro plnění komory. V dolním ohlaví jsou osazena vzpěrná vrata, která slouží pro běžný provoz plavební komory a jsou vybavena otvory pro přímé prázdňení hrazenými stavítky. Dno komory je na kótě 165,55 m n. m. a plato v úrovni 173,10 m n. m.

Plavební komora je ze železobetonu a je rozdělena na dilatační celky.

Dno plavební komory je založeno na kótě 165,55 m n. m. a jeho tloušťka je 0,8 m. Dno dolního ohlaví je založeno na kótě 165,25 m n. m. Obě stěny jsou v horní části silné 0,75 m a směrem ke dnu se rozšiřují. Vnitřní strana se rozšiřuje v poměru 5:1 a vnější strana 10:1. V patě má stěna šířku 3,0 m. Vzdálenost stěn u dna je 5,3 m a u plata 6,81 m. Z estetických důvodů jsou stěny opatřeny kamenným obkladem.

Horní ohlaví má pravou stěnu širokou 2,7 m. V této zdi se nachází krátký obtok pro plnění komory. Průtočný profil obtoku je 1 x 1 m. Blízko výtoku z obtoku do plavební komory je v šachtě osazeno stavidlo a drážky provizorního hrazení. Obtok je vyústěn do podzáporníkového vývaru a pod minimální hladinu v plavební komoře. Dnový práh slouží pro těsnění vrat v uzavřené poloze. V bočních zdech jsou výklenky pro vrata i pro jejich pohon.

V bočních zdech dolního ohlaví jsou výklenky pro obě vrata i pro jejich pohon. Dnový práh slouží pro těsnění vrat v uzavřené poloze.

Plavební komora je vybavena pacholaty, žebříky, drážkami provizorního hrazení, vázacími prvky, osvětlením a signalizací.

V komoře jsou 4 žebříky, které jsou vedeny až na dno pro přístup obsluhy do vyčerpané komory. Pátý žebřík je umístěn v horním ohlaví.



#### 7.2.4 Dolní rejda

Dolní rejda je v oblouku o poloměru 100 m s rozšiřující tendencí směrem od komory. Dolní rejda je vybavena jedním čekacím stáním o užitných rozměrech 40 x 5,3 m., které je umístěno na levém břehu. Dno rejdy je v maximální úrovni 165,55 m n. m., což zajišťuje hloubku při minimálním plavebním průtoku 1,5 m. Rejda je široká minimálně 12 m. Oba břehy jsou tvořeny svislou zdí. Levá zeď s horní hranou zdi na úrovni 173,10 m n. m. a pravá zeď s horní hranou zdi na úrovni 170,00 m n. m.

Čekací stání je opatřeno jedním pacholetem ve zdi a třemi dalbami s pacholaty.

Z čekacího stání plavidlo nasměruje do komory ocelové svodidlo. Svodidla jsou šikmá, ve sklonu 1:4.

### 7.3 Technické řešení – Úprava řeky Moravy

Současné koryto řeky Moravy nevyhovuje parametrům plavební cesty třídy 0., proto je nutno provést prohrábký dna a rozšíření koryta řeky. Nutné úpravy jsou navrhovány v úseku ř. km cca 128,203 až 129,097, kde začíná dolní rejda PK „Jez“.

Rozšíření plavební dráhy vychází z návrhových parametrů v tab. 5.16 a tab. 5.17. Hloubka úprav, vychází z výpočtů popisovaných v kapitole 5.1, kde jsem ověřil, že nedostatečná hloubka je především v bezprostřední blízkosti dolní rejdy PK „Jez“ až pod napojení odpadního kanálu MVE.

Navrhl jsem vzorový příčný řez prohrábký a následného opevnění koryta. Opevnění se skládá ze záhozu a záhozové patky. Zához v tloušťce minimálně 0,7 m se ve svazích opírá do záhozové patky, která má podstavu širokou 1 m a rozšiřuje se na každé straně ve sklonu 1:1. Záhozová patka je hluboká 1,2 m. Celý navrhovaný profil je složený z plavební kynety a kapacitní bermy. Kyneta je ve dně široká 16, nebo 14 m s ohledem na to, jestli je v oblouku nebo v přímém směru. Kyneta má svahy ve sklonu 1:1 a je hluboká 1,5 m, což je hodnota minimální plavební hloubky. Na svahy navazuje berma široká 6 m, která je vyspádovaná směrem do kynety ve sklonu 1:20. Profil je uzavřený svahy o sklonu 1:1 do výšky, která převyšuje maximální plavební hladinu o 0,5 m.

Do poskytnutých měřených řezů jsem umístil vzorový řez co nejefektivněji s ohledem na minimální prohrábký.

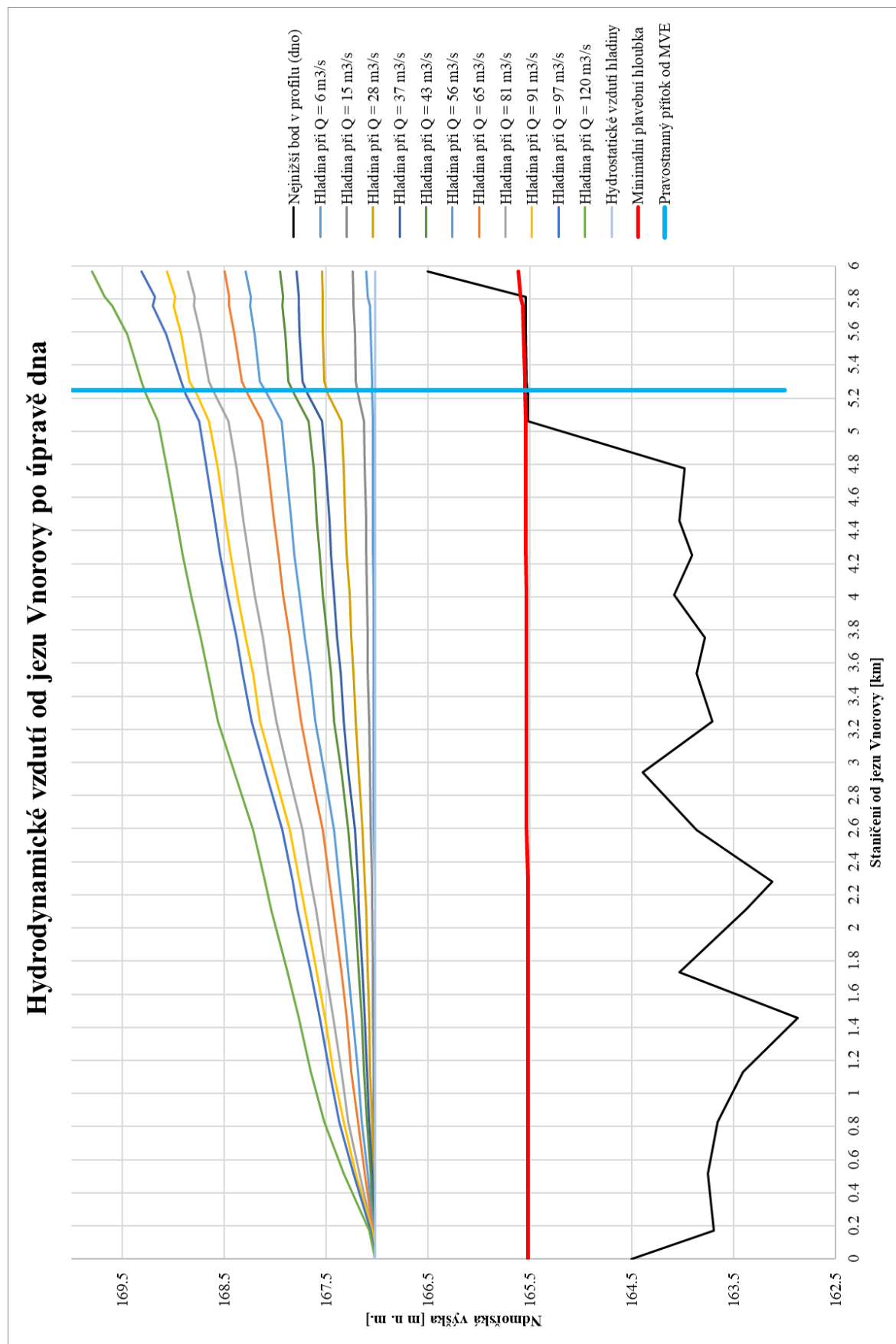
Po návrhu příčných řezů jsem je zadal do programu HEC-RAS a spočítal průběhy hladin ovlivněné hydrodynamickým vzduťím jezu Vnorovy. Průběh hladin ovlivňuje i zúžený úsek

podél PK „Jez“, který chrání opěrná zeď, která je navržena tak, aby odkláněla proud řeky i při maximální plavební hloubce. Na obr. 7.3 jsou vyneseny nové průběhy hladin s vlivem úpravy koryta a pobřežní zdi.

Účelem prohrábky je zajištění plavební hloubky v celém úseku a tím zkapacitnění plavební cesty přes město Veselí nad Moravou. V tab. 7.1 jsou uvedeny celkové kubatury prohrábek a následného opevnění koryta. Kubatury vycházejí z příčných profilů, plochy prohrábky v daném profilu a vzdáleností mezi profily. Celkový objem prohrábky je 35281 m<sup>3</sup> se započítáním nutnosti násypů z prohrábek. Kubatura materiálu na opevnění je 30382 m<sup>3</sup>.

tab. 7.1 Přehled výsledných kubatur prohrábek a opevnění koryta řeky Moravy

PF číslo	Říční km [km]	Délka úprav [m]	Prohrábka [m <sup>3</sup> ]	Násyp [m <sup>3</sup> ]	Opevnění [m <sup>3</sup> ]
Začátek úprav	128.203	0	0	0	0
19	128.346	225	6412	886	9387
20	128.510	120	2064	2152	4855
21	128.585	180	13707	0	7641
22	128.870	370	16136	0	8499
Konec úprav	129.097	0	0	0	0
<b>Celkem</b>			<b>35281</b>		<b>30382</b>



obr. 7.3 Graf s vynesnými hladinami pro různé plavební průtoky, dnem a minimální plavební hloubkou po úpravě dna řeky Moravy

## **8 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ**

### **8.1 Zábor pozemků a objektů**

S ohledem na zábor pozemků je nejvhodnější verze I u varianty „Úžina“. Tato verze byla navržena právě s největším ohledem na zábor pozemků. Jedná se o verzi s malou částí záboru pozemků v soukromém vlastnictví, které jsou většinou zemědělské. V této verzi je k demolici určen pouze jeden objekt v soukromém vlastnictví.

S verzí II u varianty „Úžina“ je to složitější. Tato verze byla navrhována s ohledem na plavební podmínky a turisticky zajímavější provedení. Z tohoto důvodu je vedena přes zahrádkářskou kolonii, kde by byla nutná demolice až šesti objektů. S přihlédnutím na fakt, že toto nejsou nové rodinné domky nebo stará historická zástavba, není tato verze vyloučená.

U varianty „Jez“ je velký problém se zábořem pozemků v soukromém vlastnictví, jelikož je návrh situován v místě s větší historií než u předešlé varianty. V okolí jezu Veselí nad Moravou jsou soukromé objekty – rodinné domy staré zástavby. K provedení této varianty je nutné provést demolici minimálně čtyř soukromých objektů. Mezi tyto objekty patří i objekt státního podniku Povodí Moravy.

### **8.2 Vodohospodářské zhodnocení**

#### **8.2.1 Plavba**

Rychlost a směr proudu řeky Moravy negativně ovlivňuje plavbu v obou variantách. Varianta „Jez“ je z hlediska plavby nejméně vhodná. Do horní rejdy se musí vplout obloukem, který je odkloněn od směru proudu v řece o limitních 15°. Z dolní rejdy se zase vyplouvá do řeky v místě pravotočivého oblouku, což může vést k vybočení plavidla nebezpečně k levému břehu. Celková doba plnění a prázdnění je 843 s.

Horní rejda verze I varianty „Úžina“ není problematická, protože je umístěna v neproudícím plavebním kanále, a navíc s obratištěm, pro možnost lepší manévrovatelnosti. Dolní rejda je v mírném oblouku napojena na řeku Moravu v místě, kde proud v řece může negativně ovlivňovat plavbu.

Stejně jako u verze I, má verze II horní rejdu v neproudícím plavebním kanále. Nevýhodou je absence obratiště a stávajícího přístaviště. Při zakotvení plavidla v přístavišti se zužuje plavební dráha a omezuje se možnost provedení manévru k zatočení do komory. Výhodou jsou dvě čekací stání v horní rejdě a napojení dolní rejdy v přímém směru na řeku Moravu. Z těchto důvodů se jeví tato verze varianty „Úžina“ jako nejvhodnější.

Doba plnění a prázdnění plavebních komor ve variantě „Úžina“ je 1198 s, což je o 355 vteřin více než u varianty „Jez“.

### 8.2.2 Manipulace s vodou

S ohlédnutím na manipulaci s vodou v celém vodohospodářském uzlu jsem zhodnotil návrhy také z hlediska hospodaření s vodou. Při aktuálním návrhu plnění plavebních komor se plavební komory plní co nejrychleji s ohledem na plavidla, avšak při nedostatku vody v řece je velký a rychlý odběr zásahem do vodní bilance uzlu. Velký odběr způsobí kolísání průtoků v řece, a tím i snížení nátoků na malou vodní elektrárnu. V tab. 8.1 jsou shrnuty celkové časy plnění a maximální průtok do plavební komory z původního návrhu plnění a stejné hodnoty pro maximální průtok 1,5 m<sup>3</sup>/s.

tab. 8.1 Souhrn celkové doby plnění a maximálního přítoku z původního a variantního návrhu

Varianta	Plavební komora	Původní návrh		Variantní návrh	
		Doba plnění [s]	Max. průtok [m <sup>3</sup> /s]	Doba plnění [s]	Max. průtok [m <sup>3</sup> /s]
"Úžina"	Verze I + II	466	2.9	688	1.5
	Veselí nad Moravou II	204	2.3	261	1.5
"Jez"	"Jez"	421	4.1	831	1.5

U varianty „Jez“ se celkový čas plnění téměř zdvojnásobil, naopak u PK Veselí nad Moravou II se prodloužil pouze o cca 1 minutu. S přihlédnutím do tab. 5.1 by mohl platit variantní návrh do průtoků kolem 28 m<sup>3</sup>/s. Tato práce se nezabývá detailnějším zpracováním této problematiky.

### 8.2.3 Úspora vody

V současné době je na celém území České republiky nedostatek povrchové vody a povodí řeky Moravy není výjimkou. Zhodnocení variant s pohledem na možnost úspory vody je také důležité.

Vodu při proplavování plavební komorou mohou ušetřit například úsporné nádrže nebo alternativní návrh plavební komory – lodní zdvihadlo. Obě možnosti však potřebují větší půdorysnou plochu než navrhované plavební komory.

Úsporné nádrže či lodní zdvihadlo je možné tedy provést jen u varianty „Úžina“. Obě verze totiž nabízejí možnost rozšíření do stran, kde by mohly být umístěny úsporné nádrže nebo například protizávaží pro svislé lodní zdvihadlo. U varianty „Jez“ by to bylo možné pouze u levého břehu, a navíc s uvažováním dalších demolic soukromých objektů.

## 9 ZÁVĚR

Pro splnění cílů diplomové práce jsem navrhl dvě variantní řešení. První varianta, tj. varianta „Úžina“, zahrnuje dvě verze umístění plavební komory v nejužším místě mezi řekou Moravou a plavebním kanálem a doplnění druhé plavební komory k současné plavební komoře Veselí nad Moravou I. Druhá varianta, tj. varianta „Jez“, zahrnuje umístění plavební komory vedle jezu Veselí nad Moravou a úpravu koryta řeky Moravy na požadované parametry. Užité rozměry plavebních komor i poloměry oblouků jsem navrhl dle vyhlášky č. 222/1995 - „Vyhláška Ministerstva dopravy o vodních cestách, plavebním provozu v přístavech, společné havárii a dopravě nebezpečných věcí“.

Varianta „Úžina“ má své výhody v příznivých podmínkách pro plavbu a v malém rozsahu záboru pozemků v soukromém vlastnictví. Nevýhodou této varianty je předpoklad zvýšení počtu plavidel v úseku od napojení nové plavební komory po stávající plavební komoru Veselí nad Moravou I. Další nevýhodou je nutnost vybudovat druhou plavební komoru Veselí nad Moravou II.

Oproti první variantě zahrnuje varianta „Jez“ pouze jednu novou plavební komoru. Další výhodou této varianty je paralelní plavba mimo plavební kanál. Nevýhodami jsou nutná prohrábka dna, opevnění koryta řeky, zábor většího počtu pozemků a objektů v soukromém vlastnictví a méně vhodné plavební podmínky z důvodu vplouvání plavidel do horní rejdy pod limitním úhlem  $15^\circ$  a vyplouvání z dolní rejdy v místě pravotočivého oblouku.

Obě varianty jsem posoudil na základě záboru pozemků, kdy prioritou při rozhodování byl co nejmenší zábor pozemků v soukromém vlastnictví. Z tohoto porovnání vychází nejvhodněji varianta Verze I, varianty „Úžina“. Porovnání na základě vhodnosti podmínek pro plavbu poukazuje na výhody i nevýhody jednotlivých variant a nejvhodnější variantou se jeví varianta „Úžina“ ve verzi II i přes to, že proplavení plavebními komorami zabere o třetinu více času.

V závěrečné části diplomové práce zvažuji možnost úspory vody při proplouvání, a to umístěním úsporných nádrží případně užití alternativy pro plavební komoru – lodní zdvihadlo.

Při realizaci návrhu by bylo vhodné posoudit obě varianty i jejich rozdílné verze z více hledisek, zejména pak využití finančních prostředků.

## SEZNAM ZKRATEK

<b>zkratka</b>	<b>popis</b>
Kčs	koruna československá
s. p.	státní podnik
a. s.	akciová společnost
obr.	obrázek
tab.	tabulka
tis.	tisíc
ř. km	říční kilometr
m n. m.	metrů nad mořem
MVE	malá vodní elektrárna
PK	plavební komora

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] 2019. [Online]. Available: <https://www.batacanal.cz/>. [Přístup získán 9. 10. 2019].
- [2] „Sborník,“ 30. *PLAVEBNÍ DNY*, 2019.
- [3] Vyhl. č. 2. Sb., „Vyhláška Ministerstva dopravy o vodních cestách, plavebním provozu v přístavech, společné havárii a dopravě nebezpečných věcí,“ 1995.
- [4] „Státní podnik Povodí Moravy,“ 2019. [Online]. Available: <http://www.pmo.cz/>. [Přístup získán 12. 10. 2019].
- [5] Státní podnik Povodí Moravy, Manipulační řád, 2017.
- [6] „Webové stránky města Veselí nad Moravou,“ 2019. [Online]. Available: <http://www.veseli-nad-moravou.cz/>. [Přístup získán 12 10 2019].
- [7] „Mapy.cz,“ Seznam.cz a.s., 2019. [Online]. Available: <https://mapy.cz/>. [Přístup získán 2019].
- [8] V. Medřický a. P. Valenta, Vodní cesty: Navrhování plavebních komor, Praha, 2009.
- [9] Fakulta stavební ČVUT, *Interní materiál*.
- [10] J. Čábelka, Vodní cesty a plavba, Praha, 1976.
- [11] V. Medřický, Hydrostatické stavby 30, 2000.
- [12] Státní podnik Povodí Moravy, *Interní materiál*.



## SEZNAM TABULEK

tab. 4.1 Tabulka m-denních průtoků [4] .....	15
tab. 4.2 Tabulka N-letých průtoků [4] .....	15
tab. 4.3 Tabulka průměrných minimálních průtoků z období 1931 až 1980 [4] .....	15
tab. 4.4 Užité rozměry a způsob a plnění a prázdnění plavebních komor na Baťově kanále [4].....	16
tab. 4.5 Shrnutí rozměrů návrhového plavidla na plavební cestě a minimální užité rozměry plavební komory [3].....	17
tab. 5.1 Přehled s průtoky, při kterých je plavba stále povolena [7].....	19
tab. 5.2 Půdorysné rozměry plavebních komor .....	21
tab. 5.3 Souhrn plnicích otvorů.....	21
tab. 5.4 Souhrn prázdnících otvorů.....	21
tab. 5.5 Hodnoty součinitele $\mu_s$ [8].....	22
tab. 5.6 Přehled počítaných problematik .....	22
tab. 5.7 Souhrn vstupních hodnot plnění a prázdnění plavební komory „Úžina“ .....	26
tab. 5.8 Souhrn výstupních hodnot nepřímého plnění PK "Úžina" .....	27
tab. 5.9 Souhrn výstupních hodnot přímého prázdnění PK "Úžina" .....	27
tab. 5.10 Souhrn vstupních hodnot plnění a prázdnění plavební komory Veselí nad Moravou .....	28
tab. 5.11 Souhrn výstupních hodnot přímého plnění PK Veselí nad Moravou II.....	29
tab. 5.12 Souhrn výstupních hodnot přímého prázdnění PK Veselí nad Moravou II.....	29
tab. 5.13 Souhrn vstupních hodnot plnění a prázdnění plavební komory „Jez“ .....	30
tab. 5.14 Souhrn výstupních hodnot nepřímého plnění PK "Jez".....	31
tab. 5.15 Souhrn výstupních hodnot přímého prázdnění PK "Jez".....	31
tab. 5.16 Šířky přímé plavební dráhy pro klasifikační tř. 0. [3].....	33
tab. 5.17 Souhrn minimálních šířek plavebních drah v obloucích pro dané poloměry oblouků .....	33
tab. 7.1 Přehled výsledných kubatur prohrábek a opevnění koryta řeky Moravy .....	45
tab. 8.1 Souhrn celkové doby plnění a maximálního přítoku z původního a variantního návrhu .....	48

## SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 2.1 Důležitá data a milníky Baťova kanálu [1] [2].....	9
obr. 2.2 Fotografie vypuštěného Baťova kanálu [zdroj: autor] .....	10
obr. 2.3 Graf průjezdu počtu lodí a osob v průměru přes každou plavební komoru v letech .....	11
obr. 3.1 Mapa Veselí nad Moravou se vyznačenými důležitými plavebními objekty [7]...	12
obr. 3.2 Mapa se zakreslením plánovaného plavebního okruhu [7] .....	13
obr. 3.3 Mapa se zakreslenou variantou "Úžina" .....	14
obr. 3.4 Mapa se zakreslenou variantou "Jez" .....	14
obr. 4.1 Fotografie soutoku odpadního kanálu z malých vodních elektráren a řeky Moravy [zdroj: autor] .....	18
obr. 5.1 Graf s vynesnými hladinami pro různé plavební průtoky, dnem a minimální plavební hloubkou.....	20
obr. 5.2 Určení ploch $f_c$ a $f_k$ [8] .....	24
obr. 5.3 Graf průběhu nepřímého plnění PK „Úžina“ .....	26
obr. 5.4 Graf průběhu přímého prázdnění PK „Úžina“ .....	27
obr. 5.5 Graf průběhu přímého plnění PK Veselí nad Moravou II.....	28
obr. 5.6 Graf průběhu přímého prázdnění PK Veselí nad Moravou.....	29
obr. 5.7 Graf průběhu nepřímého plnění PK „Jez“ .....	30
obr. 5.8 Graf průběhu přímého prázdnění PK „Jez“ .....	31
obr. 6.1 Fotografie oblouku řeky Moravy, ze kterého se napojují obě verze varianty "Úžina" (při pravé straně).....	34
obr. 6.2 Rozdělení pozemků pro variantu "Úžina" .....	35
obr. 7.1 Fotografie levého břehu řeky Moravy, kde uvažují variantu "Jez" (při levé straně) [zdroj: autor] .....	41
obr. 7.2 Rozdělení pozemků v okolí varianty "Jez" .....	42
obr. 7.3 Graf s vynesnými hladinami pro různé plavební průtoky, dnem a minimální plavební hloubkou.....	46

## SEZNAM PŘÍLOH

Označení / číslo výkresu	Popis	
P01	Výsledky výpočtů – Nepřímé plnění PK "Úžina"	
P02	Výsledky výpočtů – Přímé prázdnění PK "Úžina"	
P03	Výsledky výpočtů – Přímé plnění PK Veselí nad Moravou II	
P04	Výsledky výpočtů – Přímé prázdnění PK Veselí nad Moravou II	
P05	Výsledky výpočtů – Nepřímé plnění PK "Jez"	
P06	Výsledky výpočtů – Přímé prázdnění PK "Jez"	
Ú1-01	Varianta "Úžina" - Plavební komora verze I – Situace	1:500
Ú1-02	Varianta "Úžina" - Plavební komora verze I – Půdorys + řezy	1:200
Ú1-03	Varianta "Úžina" - verze I – Přehledná situace	1:5000
Ú2-01	Varianta "Úžina" - Plavební komora verze II – Situace	1:500
Ú2-02	Varianta "Úžina" - Plavební komora verze II – Půdorys + řezy	1:200
Ú2-03	Varianta "Úžina" - verze II – Přehledná situace	1:5000
V2-01	Varianta "Úžina" - Plavební komora Veselí n/M II – Situace	1:500
V2-02	Varianta "Úžina" - Plavební kom. Veselí n/M II – Půdorys + řezy	1:200
J-01	Varianta "Jez" - Plavební komora – Situace	1:500
J-02	Varianta "Jez" - Plavební komora – Půdorys + řezy	1:200
J-03	Varianta "Jez" - Říční úpravy – Řezy	1:200
J-04	Varianta "Jez" - Přehledná situace	1:5000

## Příloha 01

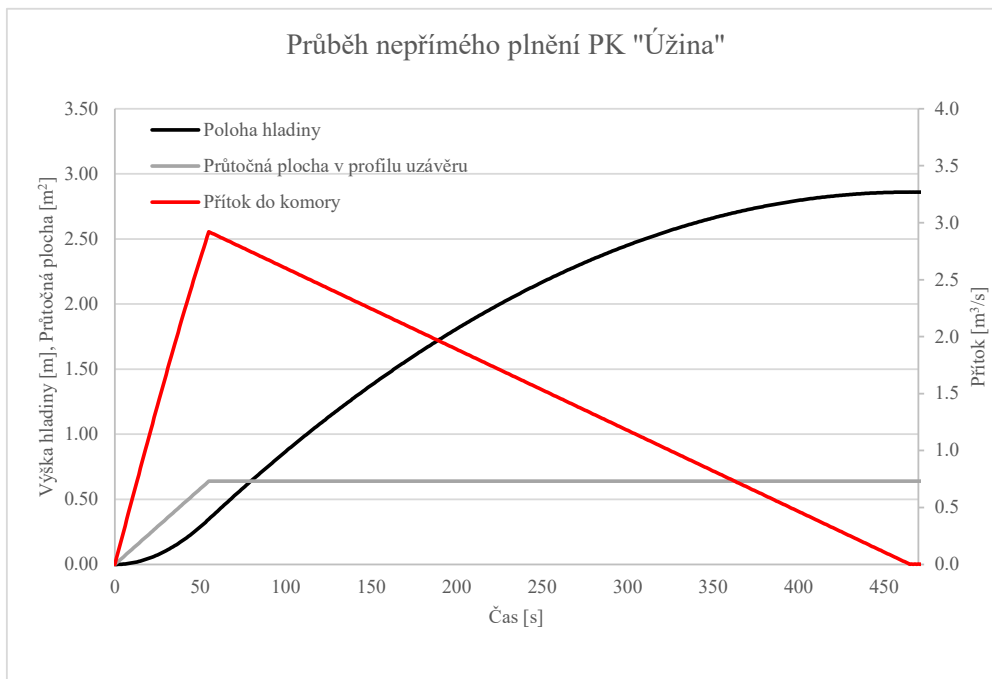
## Výsledky výpočtů Nepřímé plnění PK "Úžina"

### Vstupní hodnoty:

Horní hladina		169.90 m n. m.
Dolní hladina		167.04 m n. m.
Max. spád	H =	2.86 m
Plocha PK	F =	238.5 m <sup>2</sup>
Šířka plnicího otvoru	B =	0.8 m
Výška plnicího otvoru	a =	0.8 m
Plocha plnicího otvoru	f =	0.64 m <sup>2</sup>
Střední hodnota součinitele ztrát	$\mu_s$ =	0.65 -
Výtlač návrhového plavidla	W =	150 t
Plocha hlavního žebra	$f_c$ =	6 m <sup>2</sup>
Minimální hloubka v PK	H <sub>min</sub> =	1.5 m

### Výstupní hodnoty:

Doba otevírání uzávěru	$t_z$ =	55 s
Doba plnění komory	T =	466 s
Maximální přítok do komory	Q =	2.9 m <sup>3</sup> /s
Maximální rychlost stoupání hladiny	$v_{max}$ =	0.73 m/min
Maximální sklon hladiny	$i_{max}$ =	2.96 ‰
Maximální síla namáhající lano	P <sub>max</sub> =	7.77 kN
Mezní pevnost lana	R =	10.11 kN



## Příloha 02

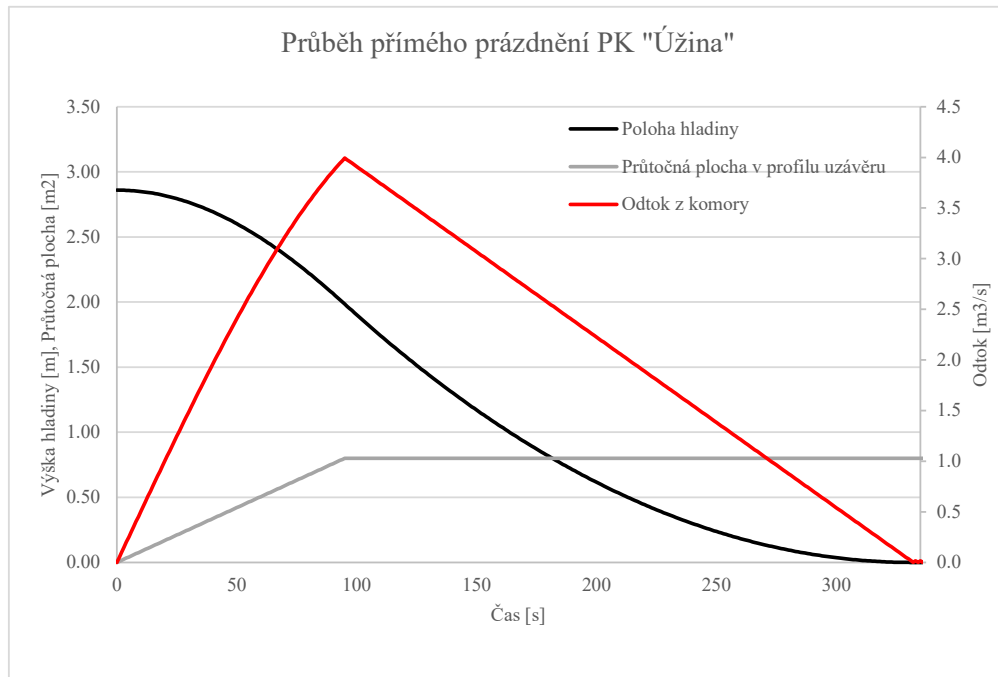
## Výsledky výpočtů Přímé prázdnění PK "Úžina"

### Vstupní hodnoty:

Horní hladina		169.90 m n. m.
Dolní hladina		167.04 m n. m.
Max. spád	H =	2.86 m
Plocha PK	F =	238.5 m <sup>2</sup>
Šířka prázdnicího otvoru	B =	1.6 m
Výška prázdnicího otvoru	a =	0.5 m
Plocha prázdnicího otvoru	f =	0.8 m <sup>2</sup>
Střední hodnota součinitele ztrát	$\mu_s$ =	0.80 -
Výtlak návrhového plavidla	W =	150 t
Plocha hlavního žebra	$f_c$ =	6 m <sup>2</sup>
Minimální hloubka v PK	H <sub>min</sub> =	1.5 m

### Výstupní hodnoty:

Doba otevírání uzávěru	$t_z$ =	95 s
Doba prázdnění komory	T =	333 s
Maximální odtok z komory	Q =	4.0 m <sup>3</sup> /s
Maximální rychlost klesání hladiny	$v_{max}$ =	1.00 m/min
Maximální sklon hladiny	$i_{max}$ =	2.64 ‰
Maximální síla namáhající lano	P <sub>max</sub> =	6.92 kN
Mezní pevnost lana	R =	10.11 kN



### Příloha 03

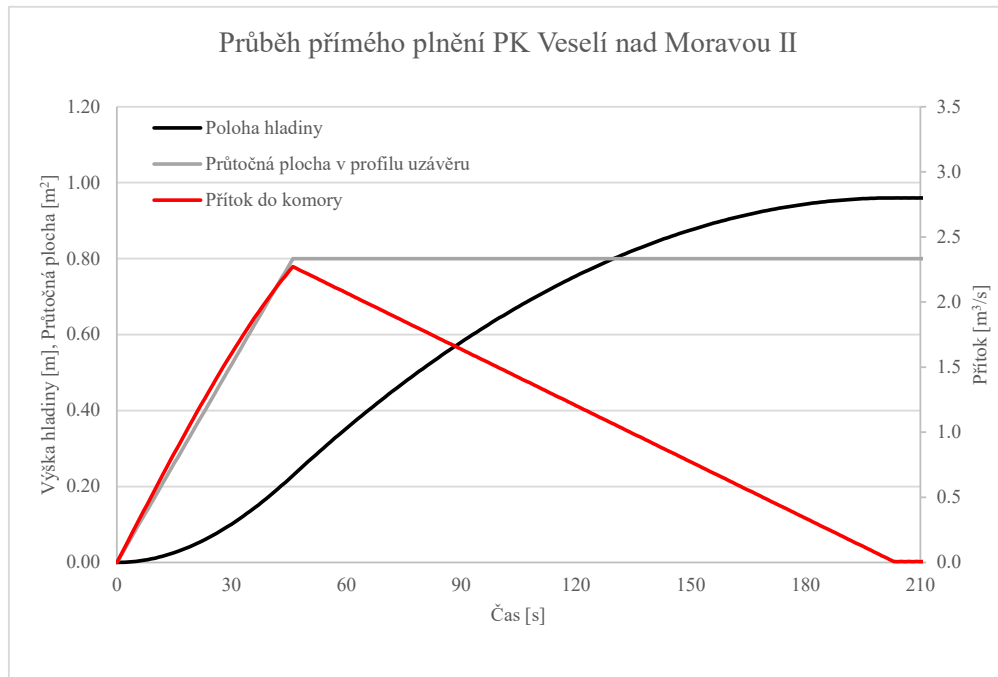
### Výsledky výpočtů Přímé plnění PK Veselí n/M II

#### Vstupní hodnoty:

Horní hladina		170.86 m n. m.
Dolní hladina		169.90 m n. m.
Max. spád	H =	0.96 m
Plocha PK	F =	244.86 m <sup>2</sup>
Šířka plnicího otvoru	B =	1.6 m
Výška plnicího otvoru	a =	0.5 m
Plocha plnicího otvoru	f =	0.8 m <sup>2</sup>
Střední hodnota součinitele ztrát	$\mu_s$ =	0.75 -
Výtlačná kapacita návrhového plavidla	W =	150 t
Plocha hlavního žebra	$f_c$ =	6 m <sup>2</sup>
Minimální hloubka v PK	H <sub>min</sub> =	1.5 m

#### Výstupní hodnoty:

Doba otevírání uzávěru	$t_z$ =	46 s
Doba plnění komory	T =	204 s
Maximální přítok do komory	Q =	2.3 m <sup>3</sup> /s
Maximální rychlost stoupání hladiny	$v_{max}$ =	0.56 m/min
Maximální sklon hladiny	$i_{max}$ =	2.96 ‰
Maximální síla namáhající lano	P <sub>max</sub> =	7.77 kN
Mezní pevnost lana	R =	10.11 kN



## Příloha 04

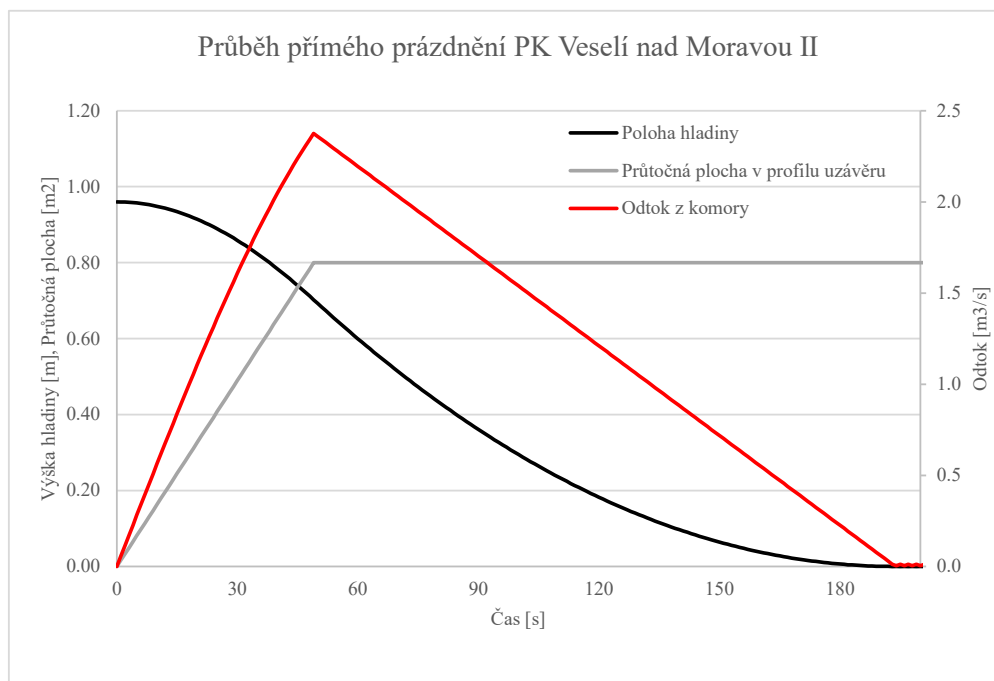
## Výsledky výpočtů Přímé prázdnění PK Veselí n/M II

### Vstupní hodnoty:

Horní hladina	170.86 m n. m.
Dolní hladina	169.90 m n. m.
Max. spád	H = 0.96 m
Plocha PK	F = 244.86 m <sup>2</sup>
Šířka prázdnicího otvoru	B = 1.6 m
Výška prázdnicího otvoru	a = 0.5 m
Plocha prázdnicího otvoru	f = 0.8 m <sup>2</sup>
Střední hodnota součinitele ztrát	$\mu_s$ = 0.80 -
Výtlak návrhového plavidla	W = 150 t
Plocha hlavního žebra	$f_c$ = 6 m <sup>2</sup>
Minimální hloubka v PK	H <sub>min</sub> = 1.5 m

### Výstupní hodnoty:

Doba otevírání uzávěru	$t_z$ = 49 s
Doba prázdnění komory	T = 194 s
Maximální odtok z komory	Q = 2.4 m <sup>3</sup> /s
Maximální rychlost klesání hladiny	$v_{max}$ = 0.58 m/min
Maximální sklon hladiny	$i_{max}$ = 2.96 ‰
Maximální síla namáhající lano	P <sub>max</sub> = 7.78 kN
Mezní pevnost lana	R = 10.11 kN



## Příloha 05

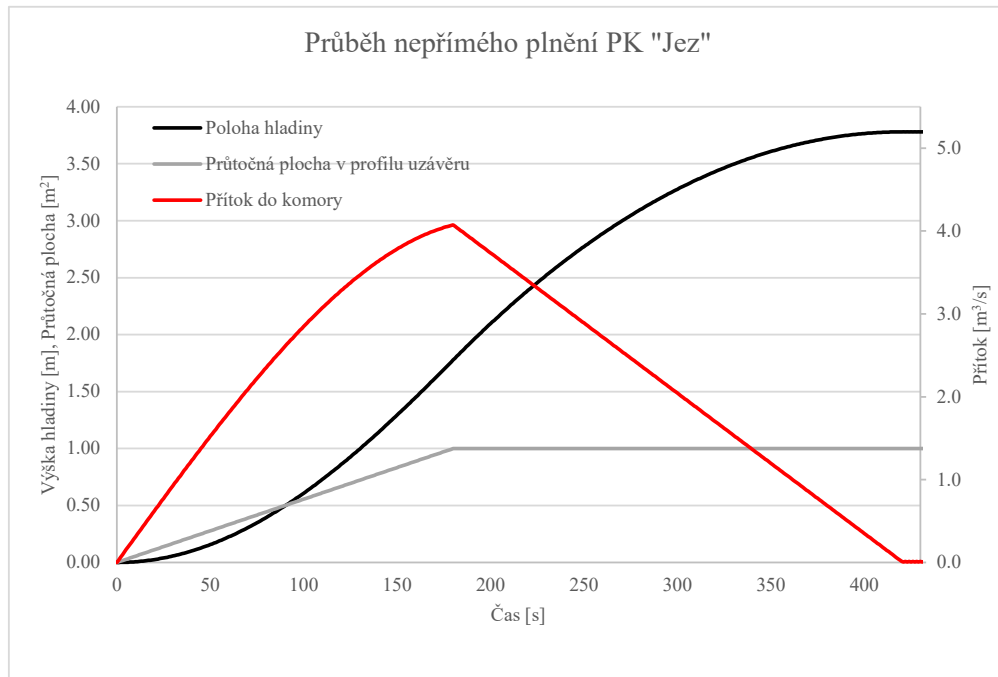
## Výsledky výpočtů Nepřímé plnění PK "Jez"

### Vstupní hodnoty:

Horní hladina		170.86 m n. m.
Dolní hladina		167.08 m n. m.
Max. spád	H =	3.78 m
Plocha PK	F =	244.86 m <sup>2</sup>
Šířka plnicího otvoru	B =	1 m
Výška plnicího otvoru	a =	1 m
Plocha plnicího otvoru	f =	1 m <sup>2</sup>
Střední hodnota součinitele ztrát	$\mu_s$ =	0.65 -
Výtlač návrhového plavidla	W =	150 t
Plocha hlavního žebra	$f_c$ =	6 m <sup>2</sup>
Minimální hloubka v PK	H <sub>min</sub> =	1.5 m

### Výstupní hodnoty:

Doba otevírání uzávěru	$t_z$ =	180 s
Doba plnění komory	T =	421 s
Maximální přítok do komory	Q =	4.1 m <sup>3</sup> /s
Maximální rychlost stoupání hladiny	$v_{max}$ =	1.00 m/min
Maximální sklon hladiny	$i_{max}$ =	1.63 ‰
Maximální síla namáhající lano	P <sub>max</sub> =	4.27 kN
Mezní pevnost lana	R =	10.11 kN





## Příloha 06

## Výsledky výpočtů Přímé prázdnění PK "Jez"

### Vstupní hodnoty:

Horní hladina		170.86 m n. m.
Dolní hladina		167.08 m n. m.
Max. spád	H =	3.78 m
Plocha PK	F =	244.86 m <sup>2</sup>
Šířka prázdního otvoru	B =	1.6 m
Výška prázdního otvoru	a =	0.5 m
Plocha prázdního otvoru	f =	0.8 m <sup>2</sup>
Střední hodnota součinitele ztrát	$\mu_s$ =	0.80 -
Výtlač návrhového plavidla	W =	150 t
Plocha hlavního žebra	$f_c$ =	6 m <sup>2</sup>
Minimální hloubka v PK	H <sub>min</sub> =	1.5 m

### Výstupní hodnoty:

Doba otevírání uzávěru	$t_z$ =	175 s
Doba prázdnění komory	T =	424 s
Maximální odtok z komory	Q =	4.1 m <sup>3</sup> /s
Maximální rychlost klesání hladiny	$v_{max}$ =	1.00 m/min
Maximální sklon hladiny	$i_{max}$ =	1.65 ‰
Maximální síla namáhající lano	P <sub>max</sub> =	4.32 kN
Mezní pevnost lana	R =	10.11 kN

