



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

NÁVRH POHYBLIVÉHO JEZU NA ŘECE ŽELIVCE

DESIGN OF GATED WEIR ON THE ŽELIVKA RIVER

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Staněk

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ JULÍNEK, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Tomáš Staněk
Název	Návrh pohyblivého jezu na řece Želivce
Vedoucí práce	Ing. Tomáš Julínek, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Úprava tokov, Raplík, M., Výbora, P., Mareš, K., Alfa, Praha, 1989.

Jezy, Gabriel a kol., SNTL, Praha, 1989.

Navrhování jezů, Výbora P., Podsedník, O. VUT Brno, 1989.

Vodní stavby I, Maleňák, J., Podsedník, O. Šlezinger, M., VUT Brno, 2002.

Vegetační doprovod vodních toků a nádrží, Šlezinger, M., VUT Brno, 1996.

Hydraulika a hydrologie, Jandora, J., Stara, V., Starý, M., VUT Brno, 2002.

Rickard, Ch., Day, R., Purseglove, J. River Weirs – Good Practice Guide. Mott MacDonald Ltd and University of Hertfordshire. 2003.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Diplomová práce bude obsahovat variantní návrh rekonstrukce stávající jezové konstrukce nacházející se v katastrálním území obce Soutice na řece Želivce v říčním kilometru 1,6. Na základě hodnocení stávajícího stavu konstrukce a definovaných kritérií bude proveden návrh rekonstrukce tělesa jezu a pohyblivé hradící konstrukce. Návrh bude zohledňovat stávající funkce vodního díla (např. odběr do stávajícího náhonu) a bude doplněn o ideový návrh dalších objektů jako je rybí přechod nebo MVE.

Návrh bude zahrnovat jak zhodnocení a popis stávající situace (stávající jezová konstrukce, koryto toku, inundační území, atp.), tak i variantní návrh konstrukčního řešení pohyblivé hradící konstrukce včetně úprav přílehlé části koryta. Součástí práce bude také návrh dalších souvisejících objektů, uspořádání břehových partií a doprovodných porostů. Dále bude posouzen stupeň ochrany okolního území před povodněmi a ovlivnění tohoto stavu navrženou konstrukcí.

Práce bude obsahovat textovou část včetně hydraulických výpočtů provedených za použití vhodných softwarových prostředků a část výkresovou, která bude zahrnovat jednoduchou výkresovou dokumentaci navržené konstrukce. Obsahem diplomové práce bude:

1. Technická zpráva včetně hydraulických výpočtů
2. Situace navrhovaných opatření
3. Výkresové přílohy navržené konstrukce (půdorysy, řezy, detaily)
4. Fotodokumentace

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce „Návrh pohyblivého jezu na řece Želivce“ je návrh rekonstrukce pevného jezu v obci Soutice na řece Želivce v ř. km 1,639. První část práce se zabývá lokalizací zájmového území a popisem všech podkladů potřebných pro návrh jezu. Součástí první části je i krátká rešerše uvažovaných konstrukcí, jejíž poznatky jsou dále aplikovány při návrhu pohyblivé jezové konstrukce. Dále práce pokračuje stanovením návrhového průtoku a výběrem vhodné konstrukce pevné spodní stavby jezu a pohyblivého uzávěru, kterým je spodní stavba osazena. Na základě zvolených typů konstrukcí jsou provedeny hydrotechnické výpočty, které zahrnují i dílčí posouzení stability jezu. Práce je zakončena technickým popisem navržených objektů a závěrečným zhodnocením dosažení stanovených cílů práce. Součástí studie je výkresová část dokumentující navržené objekty.

KLÍČOVÁ SLOVA

Řeka Želivka, Obec Soutice, Jezová konstrukce, Pohyblivá hradicí konstrukce, Klapka, Rybí přechod, Malá vodní elektrárna, Manipulace, Říční koryto

ABSTRACT

The purpose of the diploma thesis „Design of a movable weir on the Želivka river“ is a design of the reconstruction of a fixed weir in Soutice village on the river Želivka at km 1,639. The first part of the thesis deals with the localization of the area of interest and a description of all documents needed for the weir design. The first part also includes a short search of the considered structures, the findings of which are further applied in the design of a movable weir structure. Furthermore, the work continues by determining the design flow and selecting a suitable structure of the fixed weir substructure and movable closure, which is fitted to the substructure. Based on the selected types of structures, hydrotechnical calculations are performed, which also include a partial assessment of the weir stability. The thesis ends with a technical description of the proposed objects and a final evaluation of the determined achievements of the work. Part of the study is a drawing part documenting designed objects.

KEYWORDS

The river Želivka, Soutice village, Weir construction, Gate weir structure, Valve, Fish ladder, Small water power plant, Handling, River channel

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Tomáš Staněk *Návrh pohyblivého jezu na řece Želivce*. Brno, 2020. 85 s., 40 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních
staveb. Vedoucí práce Ing. Tomáš Julínek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Návrh pohyblivého jezu na řece Želivce* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Tomáš Staněk
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Návrh pohyblivého jezu na řece Želivce* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Tomáš Staněk
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Tomáši Julínkovi, Ph.D. za jeho cenné rady, věcné připomínky, odborné vedení a čas, který mi věnoval při zpracování diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	ÚDAJE O ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ.....	12
2.1	Identifikační údaje.....	12
2.2	Povodí Želivky.....	13
2.3	Hydrologické poměry.....	14
2.3.1	Historické povodně.....	15
2.3.2	Záplavová území.....	16
2.4	Problematika ledových jevů a zimní režim.....	18
2.4.1	Ledové povodně.....	18
2.4.2	Zimní režim na jezích.....	18
2.4.3	Ledové jevy v zájmové lokalitě.....	19
2.5	Splaveninový režim.....	20
2.6	Klimatologické poměry.....	20
2.7	Geologické poměry.....	21
2.8	Hydrogeologické poměry.....	23
2.9	Chráněná území a ochrana přírody.....	23
2.9.1	Kvalita vody.....	23
2.10	Rybí osádka.....	24
2.11	Geodetické podklady.....	24
2.12	Využití úseku k plavbě a rekreaci.....	25
2.13	Stávající stav a historie.....	25
2.13.1	Jezová konstrukce.....	25
2.13.2	Mlýnský náhon.....	26
2.13.3	Další objekty řešené lokality.....	27
2.13.4	Koryto v nadjezí a podjezí.....	29
2.13.5	Údaje o majetkoprávních vztazích.....	31
3	REŠERŠE UVAŽOVANÝCH KONSTRUKCÍ.....	32
3.1	Pevné prahy.....	32
3.2	Klapkový uzávěr – dutá klapka.....	33
3.3	Rybí přechody.....	35
3.3.2	Přírodě blízké RP.....	36
3.3.3	Technické RP.....	38

3.4	Malé vodní elektrárny	41
3.4.1	Posouzení hydroenergetického potenciálu	41
3.4.2	Základní dělení turbín	41
4	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	43
4.1	Návrhový průtok	43
4.2	Výpočet průběhu hladin	43
4.3	Hladina stálého vzduť	44
4.4	Návrh spodní stavby	45
4.4.1	Návrh hradicí konstrukce a ověření kapacity jezu	46
4.4.2	Výpočet měrné křivky přelivu	47
4.5	Měrné křivky manipulace s uzávěry	48
4.6	Návrh vývaru	52
4.7	Návrh rybího přechodu	55
4.7.1	Hydraulický výpočet prvků rybího přechodu	55
5	POSOUZENÍ STABILITY JEZU	59
5.1	Hodnoty zatížení	60
5.2	Posouzení stability	61
6	TECHNICKÝ POPIS NAVRŽENÝCH OBJEKTŮ	63
6.1	Určení hladiny stálého vzduť	63
6.2	Pevná spodní stavba jezu	63
6.3	Opevnění podjezí	64
6.4	Pilíře a zavazovací křídla	65
6.4.1	Střední dělicí pilíř	65
6.4.2	Břehové pilíře a zavazovací křídla	66
6.4.3	Pilíř dělicí RP a MVE	68
6.4.4	Pilíř dělicí MVE a levé jezové pole	68
6.5	Pohyblivý uzávěr	69
6.6	Manipulace s uzávěry	69
6.6.1	Manipulace za běžných stavů	69
6.6.2	Manipulace za povodňových stavů	70
6.6.3	Manipulace v období sucha	71
6.6.4	Manipulace v období zimního režimu	71
6.7	Provizorní hrazení a obslužná lávka	71

6.8	Odběrný objekt.....	71
6.9	Rybí přechod.....	72
6.10	Malá vodní elektrárna.....	72
6.11	Opevnění koryta.....	74
6.12	Začlenění do krajiny.....	74
7	ZÁVĚR.....	76
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	78
9	SEZNAM TABULEK.....	81
10	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	82
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	83
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	85

1 ÚVOD

Diplomová práce se zabývá tématem rekonstrukce pevné jezové stavby na řece Želivce v ř. km 1,639. Jez se nachází ve Středních Čechách v obci Soutice, v místní části zvané Kopečka.

Úvodní část práce se zabývá lokalizací zájmového území, kritickým zhodnocením stávajícího stavu a popisem všech údajů, které jsou třeba k návrhu rekonstrukce stávajícího pevného jezu. Celý popis je doplněn o pořízenou fotodokumentaci, dokládající stávající stav. Součástí úvodu práce je i krátká rešerše, zabývající se charakteristikou vybraných objektů, které jsou potenciálně uvažovány pro rekonstrukci jezu.

V minulosti bylo primárním účelem jezu vzdouvat vodu pro levobřežní náhon, který ji dále přiváděl pro soustrojí přilehlého mlýna, o němž první zmínka sahá do roku 1759. Stávající kamenné konstrukci jezu předcházela konstrukce dřevěná. V dnešní době už mlýn svou původní funkci neplní, a tak kromě funkce kulturní památky a architektonické součásti mlýna, slouží náhon jako recipient pro čistírnu odpadních vod, který odvádí vypouštěné vody do Želivky.

Velký vliv na poměry v zájmové lokalitě má vodárenská nádrž Švihov v ř. km 4,290, která zásadně ovlivňuje zejména hydrologický a splaveninový režim. Stávající jezová konstrukce je tvořena pevnou kamennou stavbou jezu, která je zhruba uprostřed doplněna o betonovou propust, jejímž účelem je převod ledů, plávi, popřípadě splavenin. Jez je v současnosti zanedbaný, neudržovaný a zejména jeho středová propust je v havarijním stavu. Její středové pilíře jsou popraskané a rozvalené na několik částí. Dalším nedostatkem stavby je neumožnění volné migrace rybí osádky přes těleso jezu.

Cílem diplomové práce je vhodný návrh rekonstrukce stávajícího pevného jezu na řece Želivce v ř. km 1,639. Dílčími cíli práce jsou:

- volba návrhového průtoku s ohledem na charakter oblasti a možnosti koryta;
- návrh spodní stavby a vhodného hradičího uzávěru;
- návrh vhodného rybího přechodu;
- posouzení hydroenergetického potenciálu lokality a případný koncepční návrh malé vodní elektrárny.

2 ÚDAJE O ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ

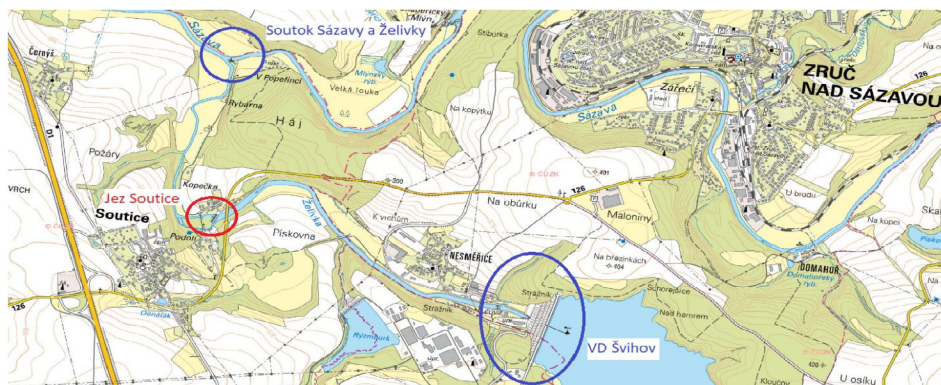
Kapitola 2 se zaměřuje na lokalizaci zájmového území a obecný popis širšího povodí řeky Želivky. Dále kapitola uvádí vstupní údaje a jejich popis, který úzce koresponduje s požadavky na podklady pro návrh jezových konstrukcí dle TNV 75 2303.

2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

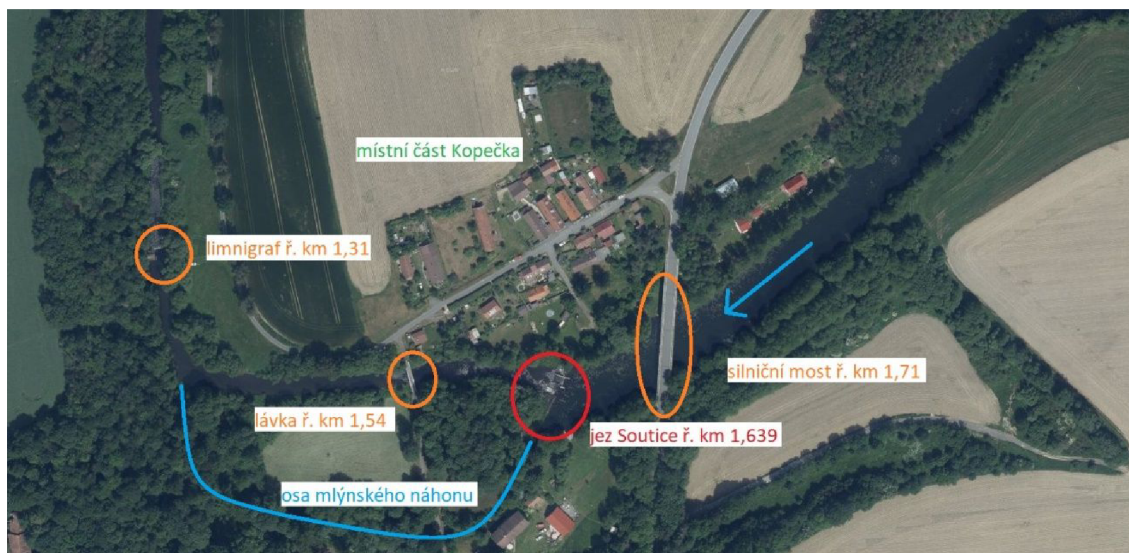
- **Název toku:** Želivka
- **Říční kilometr:** 1,639
- **Katastrální území:** Soutice (752576)
- **Obec:** Soutice, místní část Kopečka
- **Kraj:** Středočeský

Zájmová lokalita se nachází v katastrálním území obce Soutice, která leží v okrese Benešov, ve Středočeském kraji. Obec je situována na území Středočeské pahorkatiny nedaleko města Zruč nad Sázavou (Obr. 1), jež je vzdáleno zhruba 4 kilometry východním směrem. Průměrná nadmořská výška je 378 m n. m. Do správy obce patří osady Černýš, Kalná a dále pak místní části Podolí a Kopečka. Celkový počet obyvatel obce je i s přilehlými částmi 274.

Řešená jezová stavba se nachází v místní části Kopečka na řece Želivce, která se ve vzdálenosti 1,639 km pod jezem vlévá do řeky Sázavy. Ve vzdálenosti 2,65 km nad jezem v ř. km 4,290 se na toku Želivky nachází vodárenská nádrž Švihov (Obr. 1). Dalším důležitým objektem na toku je limnigrafická stanice ležící pod jezovou stavbou v ř. km 1,310 (Obr. 2). Charakter zástavby v okolí jezu je kombinací chatových objektů a starousedlických nemovitostí.



Obr. 1: Zájmová lokalita [1]

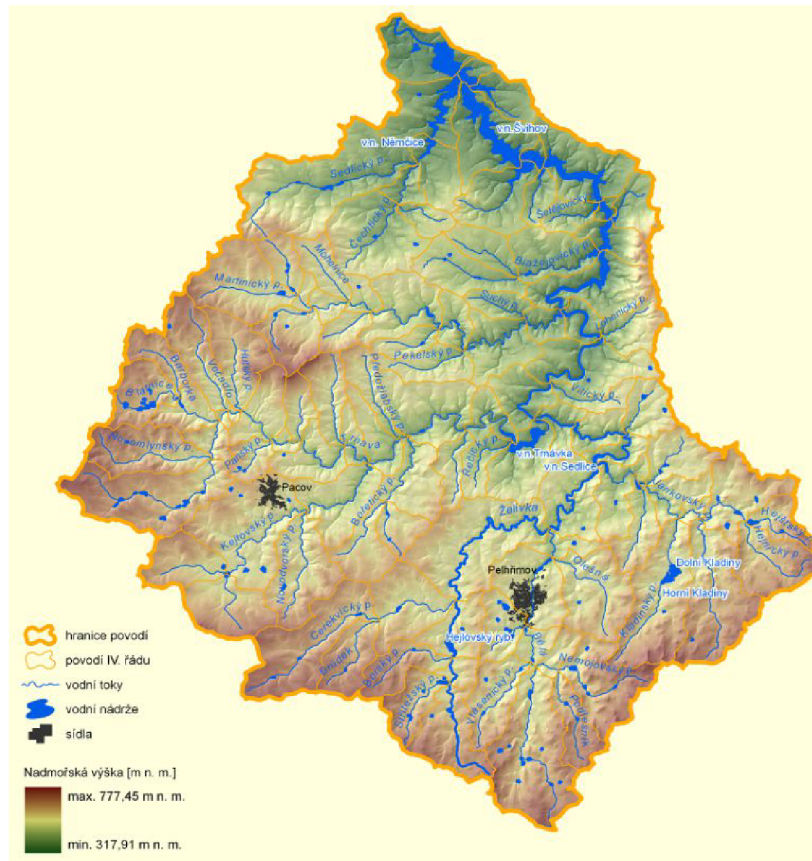


Obr. 2: Situace jezu [1]

2.2 POVODÍ ŽELIVKY

- **Kraj:** Středočeský – Vysočina
- **Název toku:** Želivka
- **Identifikátor toku:** TOK_ID = 126120000100
- **Členění toku dle Gravelia:** IV. řád
- **Správce povodí:** Povodí Vltavy, státní podnik
- **Číslo povodí:** HLGP_ID = 1-09-02-001/0 až 1-09-02-109/0
- **Plocha povodí:** 1188,38 km²
- **Délka toku:** 103,89 km

Želivka je levostranný přítok Sázavy, do které se vlévá pod Zručí nad Sázavou na jejím 98,80 ř. km v nadmořské výšce 318,09 m n. m. Pramení v Křemešnické vrchovině na severním svahu Trojánku (704 m n. m.) asi 10 km jižně od Pelhřimova v nadmořské výšce 677,25 m. Jejím největším přítokem je Trnava (56,28 km). V povodí se nachází 136 vodních ploch větších než 1 ha s celkovou rozlohou 1935,76 ha. Největší z nich je vodní nádrž Švihov (1396,64 ha). [2]



Obr. 3: Povodí Želivky [2]

2.3 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologická data o průtocích pochází z hlásného profilu č. 151 Soutice, který se nachází v ř. km 1,31 a jedná se o měrný profil typu C. Druhým zdrojem dat je manipulační řád pro vodní dílo Švihov, nacházející se v ř. km 4,290.

Tab. 1: N-leté průtoky Soutice [3]

Hlásný profil Soutice (C)					
N-leté průtoky [m ³ /s]					
N	1	5	10	50	100
Q _N	72	144	180	274	318

Tab. 2: N-leté průtoky VD Švihov [4]

Profil hráze VD Švihov (třída III)							
N-leté průtoky [m ³ /s]							
N	1	2	5	10	20	50	100
Q _N	71,5	100	143	179	217	272	316

Tab. 3: M-denní průtoky VD Švihov [4]

Profil hráze VD Švihov (třída III)							
m-denní průtoky[m ³ /s]							
m	30	60	90	120	150	180	210
Q _{md}	14,30	10,20	8,20	6,70	5,63	4,76	4,18
m	240	270	300	330	355	364	-
Q _{md}	3,64	3,09	2,45	1,83	0,994	0,695	-

2.3.1 Historické povodně

Kapitola 2.3.1 obsahuje informace o třech největších povodních, které byly zaznamenány po dobu pozorování v profilu Soutice.

- **Povodeň březen 2006**

V průběhu celého zimního období 2005-2006 byly zaznamenány sněhové srážky, které vytvořily značnou zásobu vody ve sněhu. Povodňovou situaci na přelomu března a dubna 2006 způsobil prudký vzestup teplot od pondělí 27.3., který výrazně urychlil tání velmi vysokého množství sněhu a dále zejména územně rozsáhlé srážky trvající od neděle 26.3. do středy 5.4.

Transformace povodňového přítoku byla ve vodním díle Švihov velmi významná. Došlo ke snížení z přítoku 220 m³.s⁻¹ na 150 m³.s⁻¹, tj. z cca Q₂₀ na Q₅. V obci Soutice byly zatopeny 4 rekreační objekty a jeden obytný objekt (hájovna), kde se projevilo zpětné vzduť ze Sázavy. [5]

- **Povodeň srpen 2002**

Dvě mimořádně vydatné vlny srážek ve dnech 6.8. – 7.8. 2002 a 11.8. – 13.8. 2002, které zasáhly postupně téměř celé území povodí Vltavy, způsobily extrémní průtoky na bezmála všech tocích ve správě Povodí Vltavy, s.p.

K výraznému zvýšení přítoku do VD Švihov došlo až během druhé povodňové vlny. Maximální přítok do nádrže byl dosažen 13.8. a činil 112 m³.s⁻¹, což odpovídá zhruba průtoku Q₂. Odtok z nádrže byl převeden pouze na šachtový přeliv a jeho hodnota byla 58 m³.s⁻¹. Povodňovou vlnu se podařilo ztransformovat o cca ½ kulminačního průtoku, což by odpovídalo přibližně Q₁. [6]

V obci Soutice se voda rozlila z břehů v okolí jezu, limnigrafické stanice a v okolí hájovny. Z dostupných informací nebyl vodou zasažen žádný obytný objekt.

- **Povodeň března 1988**

O povodni z března 1988 se nepodařilo sehnat dostatek materiálů, které by její průběh popsali. Jedinou dostupnou informací je výška hladiny v měrném profilu Soutice, změřená dne 27.3. Její hodnota je 234 cm. Výška by se dala srovnat s výškou naměřenou při povodni v srpnu 2002, kdy byla 14.8. odečtena hodnota 218 cm. Ze srovnání výšek lze předpokládat, že povodeň z roku 1988 se rozsahem rovnala přibližně povodni z roku 2002. [3]

Na závěr lze konstatovat, že na průběh povodňových událostí v zájmové lokalitě má zásadní vliv VD Švihov, které svou manipulací výrazně transformuje kulminační průtoky. Druhým faktorem, který ovlivňuje průběh povodně na Želivce je souběh povodňových průtoků na Sázavě a Želivce a s tím související zpětné vzduť z řeky Sázavy.

2.3.2 Záplavová území

Rozsah záplavových území Q_5 , Q_{20} a Q_{100} v zájmové lokalitě je zobrazen na Obr. 4. Kapitola obsahuje popis rozlivů od VD Švihov až po soutok Želivky se Sázavou. Grafická část Povodňového plánu České republiky uvádí i objekty, které jsou ohroženy jednotlivými průtoky. [7]



Q_5 (tmavě modrá), Q_{20} (světle modrá), Q_{100} (tyrkysová), jez Soutice (křížek)

Obr. 4: Mapa záplavových území v zájmové lokalitě [7]

- **Q_5 ($144 \text{ m}^3/\text{s}$)**

V úseku mezi hrází VD Švihov a jezem Soutice dochází k rozlivu vody mimo koryto zejména až pod mostem v ř. km 2,75, který je na Obr. 4 vidět v pravém dolním rohu. Zde se voda rozlije na okolní pozemky luk. Nad řešeným jezem voda ohrožuje

chatovou zástavbu, ovšem podle informací povodňového plánu jsou objekty ohroženy již průtokem Q_2 . Přímo nad jezem dochází k rozšíření rozlivu především na levém břehu toku, kdy je zátopou zasažen objekt mlýna. Rozliv zde dále pokračuje v širokém pásu přes přilehlou louku, ale již neohrožuje žádné objekty. Na pravém břehu záplava dosáhne na místní komunikaci a těsně atakuje hranice přilehlých objektů, ovšem zřejmě nedojde k přímému ohrožení. Rozliv se zužuje v místech limnigrafu (ř. km 1,31), ale v dalších částech se až po soutok se Sázavou rozlévá po přilehlých loukách až do šířek 200 m. Mezi limnigrafem a soutokem je místy zasažena místní komunikace, ale nedochází k zatopení objektů pro bydlení.

- **Q_{20} (217 m³/s)**

Při průtoku dvacetileté vody dojde k ohrožení objektů v obci Nesměřice, kde jsou budovy ohroženy již při Q_{10} . Průběh rozlivu v úseku mezi jezem Soutice a mostem v ř. km 2,75 je obdobný jako u Q_5 a dochází zde k zatopení jen přilehlých luk. Na pravém břehu v nadjezí zcela jistě dojde ke škodám na majetku přilehlých chat a rovněž i v podjezí voda zatopí objekty pro rekreaci a bydlení. Levý břeh má podobnou hranici zátopy jako při Q_5 . Vedle objektu mlýna je zde zasažena i jedna další nemovitost a zátopa atakuje hranici pozemku čistírny odpadních vod. Ve zbytku úseku až po soutok záplava zasahuje místní komunikaci a dva objekty pro bydlení a rekreaci.

- **Q_{100} (316 m³/s)**

Hranice rozlivu stoleté povodně se moc nemění od hranice Q_{20} . Při dvacetileté povodni je v obci Nesměřice vodou zasaženo řádově deset budov. Pod obcí Nesměřice dochází k vybřežení jen na zemědělsky využívané pozemky. V okolí jezu na pravém břehu se hranice rozlivu posunuje oproti Q_{20} jen nepatrně, a tak nejsou zasaženy další nemovitosti. Na levém břehu se záplava v jednom bodě rozšiřuje a zasahuje další dva objekty. Čistírna odpadních vod je situována těsně mimo hranici Q_{100} , a tak nepředstavuje hrozbu znečištění při povodni. Rozliv ve zbytku úseku probíhá obdobně jako u Q_{20} .

Výpočty, které popisuje kapitola 4 ukazují, že kapacita koryta v nadjezí je přibližně rovna jednoletému průtoku, ovšem k ohrožení nemovitostí dojde přibližně na hranici Q_2 . Koryto v podjezí nemá kapacitu ani jednoletého průtoku a voda se zejména na levém břehu rozlije po přilehlém pozemku louky, kde ale neohrožuje žádný objekt. Z výše uvedených informací lze říci, že kritický pro zájmové území se jeví průtok Q_2 .

Současná protipovodňová ochrana vychází z Povodňového plánu obce a Územního plánu Soutice. Prvně zmiňovaný obsahuje informace o povodni ohrožených objektech a dále posloupnost opatření, která určují postup ochrany před povodní, během

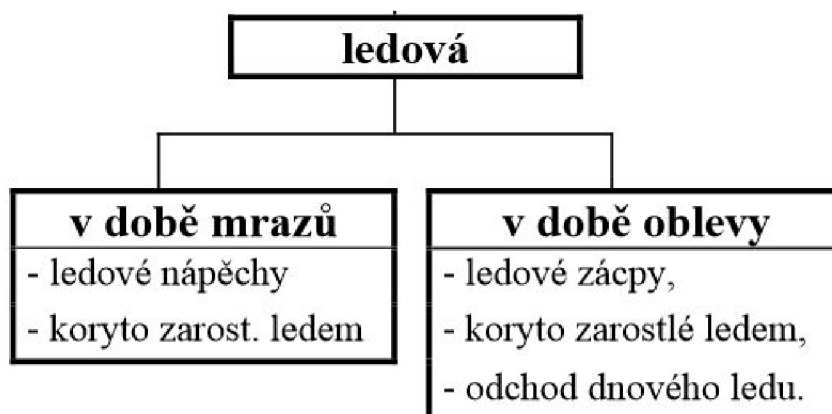
povodně a po povodni. [8] Druhý dokument [9] určuje jasně dané restriktce pro záplavové území Q_{100} a aktivní zónu Q_{100} . Jedná se o restriktce, které zabraňují nové výstavbě objektů pro bydlení a objektů, které by při povodňových průtocích snižovaly kapacitu průtočného profilu.

2.4 PROBLEMATIKA LEDOVÝCH JEVŮ A ZIMNÍ REŽIM

Jez nebo soustava jezů výrazně ovlivňuje zimní režim původního toku, ale i naopak zimní režim toku značně ovlivňuje zimní provoz jezu. Pro pochopení problematiky zimního režimu je kapitola 2.4 rozdělena do tří částí, ve kterých jsou zjednodušeně popsány druhy ledových povodní, provoz jezu v zimním období a situace ohledně ledových jevů v zájmovém území.

2.4.1 Ledové povodně

Ledové povodně způsobuje led, který ucpe koryto a povodeň nastane i za běžného průtoku. V **době mrazů** ucpává koryto ledová kaše a dnový led. V **době oblevy** ucpávají koryto ledové kry, které se za zvýšeného průtoku uvolňují z koryta a hromadí v místech, kde korytem nemohou projít. Za oblevy dochází k vylití vody z koryta také tam, kde je koryto zarostlé pevným ledem a jeho kapacita je tak nedostatečná na odvedení zvýšeného průtoku. Ledové povodně lze rozdělit podle schématu na Obr. 5. [10]



Obr. 5: Rozdělení ledových povodní [10]

2.4.2 Zimní režim na jezích

Bezpečnost provozu jezů v období déle trvajících mrazů se zajišťuje řadou vhodných opatření. Ze způsobů opatření je třeba uvést zejména:

Vypouštění oteplené vody z chladicích systémů tepelných a jaderných elektráren, v menším rozsahu i z průmyslových závodů, a nalepšování průtoků teplejší vodou z výše ležících nádrží na toku i jeho přítocích.

Omezení přísunu ledu do jezových zdrží z bočních přítoků. Toho lze dosáhnout vhodně situovanými ledovými zábranami, popř. vhodnou manipulací na objektech přítoků, jimiž se zabezpečí co nejrychlejší vytvoření souvislé ledové příkrývky nad těmito objekty.

Zabránění nebo omezení vzniku ledové pokrývky zajištěním dostatečné rychlosti proudění vody v toku, především však v jezové zdrži, kde dochází k zámrazu hladiny dříve. V jezových zdržích lze výskyt ledové pokrývky ovlivňovat v omezeném rozsahu, a to zajištěním dostatečného tzv. nezámrazného průtoku buď manipulací jezovými uzávěry, nebo nalepšováním průtoku z výše ležících nádrží.

Zajištění provozuschopnosti uzávěrů jezů. Spolehlivou manipulaci i v obtížných zimních podmínkách, včetně převádění ledů, umožňují hradicí uzávěry jezových polí, např. hydrostatické sektory a duté klapky s hladkými bočními stěnami jezových pilířů a s vyhříványými bočními štíty. Pro vyhřívání se více osvědčují jezové uzávěry s dutými prostory (např. klapky a segmenty), kdy se tento prostor vyhřívá vháněním teplého vzduchu nebo elektrickými topnými tělesy. Důležité je chránit před námrazami těsnění uzávěrů a jejich pohybovací prvky, kdy se je nutno především podél ploch, na něž těsnění doléhá instalovat ohřívací nebo rozmrazovací zařízení. Dále je třeba zajistit, aby ledová celina nepřimrzala k hradicím tělesům, a aby se na nich nevytvářely námrazy. Tomuto jevu se dá předejít vhodnými opatřeními v podobě rozmrazování ledu bublinkováním, prouděním vody vyvolaným vrtulovým čerpadlem nebo postřikem teplou vodou. [11]

2.4.3 Ledové jevy v zájmové lokalitě

Výskyt ledových jevů v řešeném úseku toku se nepředpokládá. Dokládá to dokument „*V Ochrana před povodněmi a vodní režim krajiny*“, který je součástí Plánu dílčího povodí dolní Vltavy. Dokument uvádí nejrizikovější místa pro vznik ledových jevů v povodí Dolní Vltavy, mezi které zájmová lokalita nepatří. [12] Tento fakt dokládá i mapa Povodňového plánu České republiky, ve které zájmová lokalita rovněž není vyznačena jako místo výskytu ledových jevů. [13]

Zimní režim v zájmové lokalitě je zcela určitě ovlivněn předsazenou vodní nádrží Švihov, která plní některé funkce ochrany proti ledovým jevům, jež jsou uvedeny v kapitole 2.4.2.

2.5 SPLAVENINOVÝ REŽIM

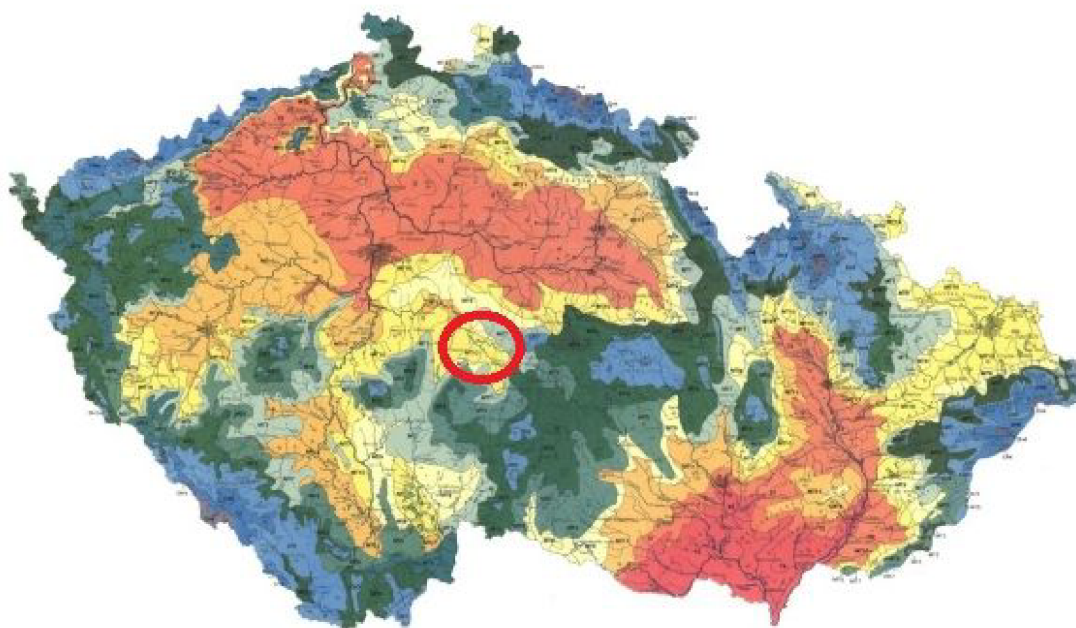
Již v úvodních kapitolách bylo řečeno, že stávající jezová konstrukce je umístěna ve vzdálenosti 2,65 km pod vodním dílem Švihov. Samotná nádrž má na svých přítocích představené nádrže (Trnávka, Sedlice, Němčice) pro zachycování splavenin. Vzhledem k umístění soutického jezu v rámci toku Želivky lze předpokládat, že zde nebude docházet k transportu splavenin pocházejících z horních partií řeky.

Dominantním zdrojem splavenin v této oblasti jsou tak splachy z polí. Dle dokumentu z Plánu dílčího povodí Dolní Vltavy „II Užívání vod a dopady lidské činnosti na stav vod“, byl příspěvek splachů v úseku od hráze VD Švihov po soutok Želivky se Sázavou 0,074 t/ha/rok, což odpovídá 74 tunám erozního sedimentu ročně. [14]

Z výše uvedených informací vyplývá skutečnost, že v zájmovém úseku toku nedochází k významnému transportu splavenin. Při návrhu jezu tedy nebude třeba zvláštních konstrukcí a zařízení umožňujících transport splavenin přes jezové těleso.

2.6 KLIMATOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území spadá podle Quitta do klimatické oblasti MT10, kterou charakterizuje Tab. 4. Manipulační řád VD Švihov udává průměrnou dlouhodobou roční výšku srážek 671 mm. [4]



Obr. 6: Klimatické regiony ČR dle Quitta 1971 [15]

Tab. 4: Charakteristiky MT10 dle Quitta 1971 [15]

Klimatická oblast MT10	
Počet letních dní	40 až 50
Počet dnů s teplotou alespoň 10°C	140 až 160
Počet mrazových dní	110 až 130
Počet ledových dní	30 až 40
Průměrná teplota v lednu [°C]	-2 až -3
Průměrná teplota v dubnu [°C]	7 až 8
Průměrná teplota v červenci [°C]	17 až 18
Průměrná teplota v říjnu [°C]	7 až 8
Počet dnů se srážkami alespoň 1 mm	100 až 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	400 až 450
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	200 až 250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 až 60
Počet dnů jasných	120 až 150
Počet dnů zatažených	40 až 50

2.7 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Na území dílčího povodí Dolní Vltavy je zastoupena oblast moldanubika, oblast tepelsko-barrandienská a na severozápadě oblast středočeského permokarbonu. Horniny moldanubika vystupují na povrch nebo tvoří podloží mladším povariským formacím. Jsou zastoupeny metamorfovanými a zvrásněnými horninami prekambriického stáří a masívy hlubinných vyvřelin, náležejícími z větší části plutonu středočeskému a zčásti moldanubickému. Velkého plošného rozšíření v moldanubiku dosahují granitoidní masívy. [16]

Obr. 7 uvádí mapu s horninovým složením zájmového území. Stávající jezová konstrukce je na mapě znázorněna červeným kroužkem. V nejbližším okolí stávajícího jezu se nachází vrstvy písků, štěrků, nivních sedimentů a kamenitých až hlinitokamenitých sedimentů, které pochází z geologického období čtvrtohor. V širším okolí se pak nachází hornina pararula, pocházející z období prvohor až starohor.

Přesnější informace o geologickém složení zájmového území dokládají svislé vrty HJ-3 a S-12, popsané v Tab. 5 a

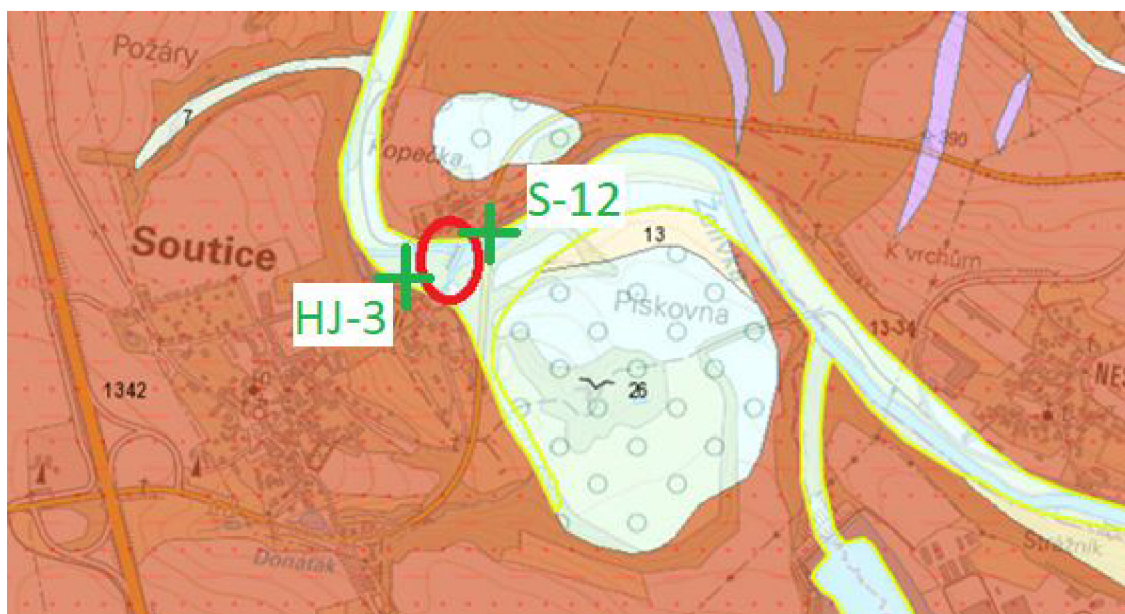
Tab. 6. Poloha obou vrtů je zaznamenána na Obr. 7 zelenými kříži.

Tab. 5: Skladba vrtu S-12 [17]

VRT S-12 (ID: 610427)		
Hloubka [m]	Stratigrafie	Popis
0,00 až 0,10	Kvartér	humus
0,10 až 0,30	Kvartér	zemina jílovito písčítá, žlutá, hnědá
0,30 až 1,60	Kvartér	zemina měkká
1,60 až 3,20	Kvartér	prach jemně písčítý měkký, modrá, šedá
3,20 až 4,70	Kvartér	prach měkký, štěrk ve valounech max. velikost částic 1dm
4,70 až 5,40	Kvartér	štěrk silně hlinitý ve valounech, max. vel. částic 2 dm zastoupení horniny - 70 % ulehlý, šedá, hnědá
5,40 až 5,80	Proterozoikum	rula , navětralý, tvrdý, šedá, hnědá

Tab. 6: Skladba vrtu HJ-3 [17]

VRT HJ-3 (ID: 261529)		
Hloubka [m]	Stratigrafie	Popis
0,00 až 0,40	Kvartér	hlína slabě jílovitá jemně písčítá, šedá, hnědá
0,40 až 3,00	Kvartér	štěrkopísek
3,00 až 5,00	Kvartér	štěrkopísek jemnozrnný křemitý
5,00 až 5,20	Proterozoikum	rula písčítý zvětralý, šedá, hnědá
5,20 až 6,00	Proterozoikum	rula slabě navětralý biotický křemitý, šedá, hnědá
6,00 až 9,00	Proterozoikum	pararula silimanitický biotický křemitý, hnědá, šedá
9,00 až 15,0	Proterozoikum	pararula silimanitický biotický křemitý, hnědá, šedá



Obr. 7: Mapa geologických poměrů zájmové oblasti [17]

2.8 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Krystalinikum v povodí Sázavy pokrývá území Českomoravské vrchoviny v povodí Želivky a povodí Sázavy po Zruč nad Sázavou, s výjimkou pramenné oblasti Sázavy. Z jihu zasahuje centrální masív moldanubického plutonu. Horniny krystalinika mají sníženou puklinovou propustnost. Relativně lepší puklinovou propustnost mají granitoidy moldanubického plutonu. [16]

Hladina podzemní vody změřená vrtem S-12, který se nachází na pravém břehu v nadjezí, se nachází v hloubce 0,80 metru. Hladinu v podjezí udává vrt HJ-3, umístěný na levém břehu podjezí. Hladina podzemní vody byla vrtem stanovena v hloubce 1,90 metru. Vzhledem ke stáří vrtů lze uváděné hodnoty považovat pouze za orientační. Pro představu o hydrogeologických poměrech v dané lokalitě však plně postačí.

2.9 CHRÁNĚNÁ ÚZEMÍ A OCHRANA PŘÍRODY

Zájmová lokalita se nenachází v žádném chráněném území evropského ani místního významu. Nejbližším celkem chráněného území je vodní nádrž Švihov, která spadá na seznam Evropsky významných lokalit, jež jsou součástí programu NATURA 2000.

2.9.1 Kvalita vody

Základní hodnocení jakosti vody se uskutečňuje podle ČSN 75 7221 „Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod“ z roku 1998. Tekoucí povrchové vody se podle jakosti zařazují do 5 tříd jakosti (I. neznečištěná voda, II. mírně znečištěná voda, III. znečištěná voda, IV. silně znečištěná voda, V. velmi silně znečištěná voda).

Jakost vody se klasifikuje pro každý jednotlivý ukazatel zvlášť. Vybranými ukazateli pro základní klasifikaci jsou: index saprobity bentosu, biochemická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku dichromanem, dusičnanový dusík, amoniakální dusík a celkový fosfor. [18]

V uzávěrovém profilu pod vodárenskou nádrží Švihov před ústím do Sázavy (Soutice, říční km 1,31) bylo ve sledovaném období hodnoceno podle ČSN 75 7221 29 ukazatelů – 21 z nich odpovídá I. třídě, 7 ukazatelů odpovídá II. třídě a do III. třídy se řadí ukazatel alachlor ESA. Ostatní třídy jakosti vody nebyly zjištěny. [19]

2.10 RYBÍ OSÁDKA

Základním podkladem pro přípravu, návrh a realizaci zprůchodnění migrační bariéry, je znalost aktuální i perspektivní druhové skladby ichtyofauny předmětného vodního toku, stav populací, vymezení tzv. cílových druhů a jejich migrační potřebnost. U vodních toků IV. a nižšího řádu také znalost ichtyofauny kmenového toku (navazující vodní tok vyššího řádu). [20]

Informace o druhovém složení rybí osádky dokládá zarybňovací plán mimopstruhového revíru Sázava 8 (č. rybářského revíru 411079), který poskytla místní rybářská organizace Soutice. Jedná se o parmové pásmo, které patří do vod kaprových. Do revíru spadá úsek Želivky od soutoku se Sázavou po jez Soutice a dále úsek toku Sázavy.

Druhy ryb a vodních organismů 411 079	Zarybňovací plán		Násady	
	ks	ks	kg	
Kapr	2 500	3043	2110	
Lín	500	500	52	
Cejn	2 000	2000	600	
Parma	500	2000	3,5	
Štika	2 200	2200	110	
Candát	1 000			
Lipan		500	2,5	
Bolen	1 000	1000	2,5	
Ostatní Br	3 000	4000	400	
Úhoř odkrm.		400	4,00	
Celkem	12 700	15 643	3 284,5	

Zarybňovací plán (červeně), Stávající stav (černě)

Obr. 8: Zarybňovací plán Sázava 8 (411079) [21]

2.11 GEODETICKÉ PODKLADY

Geodetické podklady byly pořízeny na základě žádosti o poskytnutí výkresové dokumentace zájmové lokality, zaslané státnímu podniku Povodí Vltavy. Podnik poskytl podklady formou výkresů úseku toku Želivka v zájmové lokalitě ve formě souborů dwg. Zaslánými podklady jsou situace zájmového úseku toku, včetně vykreslení 17 příčných profilů koryta. Dalším souborem je podélný profil v úseku od soutoku Želivky se Sázavou po hráz VD Švihov. Posledním zasláným podkladem jsou příčné a podélné řezy stávajícího jezu v Souticích.

2.12 VYUŽITÍ ÚSEKU K PLAVBĚ A REKREACI

Úsek toku, na němž leží řešená jezová konstrukce, neslouží pro žádné účely osobní ani nákladní lodní dopravy. Vzhledem k celoročně nízké teplotě vody, nejsou v úseku toku provozovány ani žádné sportovní, či jiné rekreační aktivity vyjma rybolovu.

2.13 STÁVAJÍCÍ STAV A HISTORIE

2.13.1 Jezová konstrukce

Stávající konstrukce jezu Soutice - Kopečka je situována na řece Želivce v ř. km 1,64. Jez se nachází v místech, kde se osa toku láme, a tak je osa přelivu kolmá vzhledem k ose toku podjezí, ale s osou toku v nadjezí svírá úhel zhruba 20°. Jedná se o pevný kamenný jez s délkou v koruně 81,70 m. Přelivná hrana jezu se nachází na kótě 322,91 m n. m. Primárním účelem jezu bylo vzdouvat vodu pro levobřežní náhon, který přiváděl vodu pro přilehlý mlýn. Jezová konstrukce je vidět na Obr. 9.

Součástí jezu je 5,50 m široká betonová propust, která je v horní vodě zahrazena dřevěnými trámy. Propust je určena k propouštění pláví, ledů popřípadě k převedení splavenin z horní zdrže do podjezí. Přelivná hrana propusti leží na kótě 322,22 m n. m., což znamená, že se nachází 0,70 m pod přelivnou hranou jezu. Střední betonové pilíře, jež tvoří propust, jsou v dosti havarijním stavu, stejně tak jako celá jezová konstrukce. Špatný stav konstrukce dokládá Obr. 9.

Z historického pohledu se nejedná o původní konstrukci. Podle sdělení místní kronikářky paní Šmatové bylo zjištěno, že na místě stávajícího jezu stál v minulosti jez dřevěný. Jednalo se o konstrukci z 8,00 až 10,00 m dlouhých dubových trámů kruhového profilu, která byly v koruně spojeny trámy příčnými. Spodní část jezu byla stabilizována dubovými piloty. Jez byl rovněž doplněn propustí šířky 6,00 m, s hranou přelivu umístěnou zhruba 0.50 m pod úroveň koruny jezu.



Obr. 9: Stávající konstrukce pevného jezu Soutice (T. Staněk 2020)

2.13.2 Mlýnský náhon

Náhon pro přilehlý mlýn je umístěn na levém břehu toku. Kromě krátké partie okolo mlýna, kde je náhon zděný z kamene ve tvaru obdélníkového průřezu, má v celé své délce charakter přírodního koryta lichoběžníkového tvaru. Na vtoku není náhon opatřen žádným ochranným opatřením, jako jsou např. česle, norná stěna nebo vtokový práh. Délka náhonu je 298 m a jeho šířka ve dně je zhruba 2,00 m. Vzhledem k proměnlivosti příčného profilu po délce koryta jde u šířky ve dně pouze o orientační údaj. Koryto náhonu se vlévá zpět do toku Želivky 220,00 m pod jezem (ř. km 1,41). Jednoduchým výpočtem podle Chézyho rovnice pro rovnoměrné ustálené proudění byl průtok náhonem za normálního stavu spočítán na hodnotu $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$. Z důvodů nedostatečných informací o morfologii náhonu bylo provedeno pouze pochůzkové měření základních parametrů koryta, a proto hodnotu průtoku nutno brát pouze jako orientační.

V minulosti sloužil náhon jako přivaděč vody pro mlýn, o němž první zpráva sahá do roku 1759. V 18. století měl mlýn tři mlýnská kola na spodní vodu a jeho součástí byla také pila a slup na odchyt ryb. Ve dvacátých letech 20. století proběhla modernizace, kdy původní mlýnské kameny byly nahrazeny novými válcovými stolicemi. V této době měl mlýn čtyři mlýnská kola a náhonem procházel průtok $4,79 \text{ m}^3/\text{s}$. K další modernizaci došlo po druhé světové válce, kdy stará dřevěná kola byla nahrazena Francisovou turbínou. Roku 1952 byl mlýn převzat do správy Výkupním podnikem města Vlašim a roku 1957 byl definitivně uzavřen. Malá vodní elektrárna

sloužila po rekonstrukci do roku 1967. V současné době je do náhonu zaústěn výtok z čistírny odpadních vod pro obec Soutice, ale jinak nemá žádné technické využití. Lze tedy říci, že dnes náhon plní spíše funkci kulturní, a je tak vzpomínkou na starou činnost mlýna. [22]



Vtok do náhonu (vlevo nahoře), pohled proti proudu (vpravo nahoře), pohled po proudu (vlevo dole), ústí náhonu (vpravo dole)

Obr. 10: Pohledy na části náhonu (T. Staněk 2020)

2.13.3 Další objekty řešené lokality

Kapitola 2.13.3 obsahuje pouze výpis dotčených objektů řešeného úseku toku. Níže je uveden seznam všech objektů a jejich kilometrůž.

- **Soutok Sázavy a Želivky** – ř. km 0,000
- **Brod přes řeku** – ř. km 0,883
- **Malý levobřežní přítok** – ř. km 0,918
- **Limnigraf** – 1,310
- **Levobřežní ústí náhonu** – ř. km 1,410

- **Lávka pro pěší** – ř. km 1,536 - Dle povodňového plánu obce Soutice lávka snižuje kapacitnost profilu a je nutné ji při povodňovém stavu deinstalovat.
- **Jez Soutice – Kopečka** – ř. km 1,639
- **Levobřežní náhon** – ř. km 1,644
- **Železobetonový silniční most Soutice (ev. č. 126 - 005)** – ř. km 1,710
- **Levobřežní meliorační stoka** – ř. km 1,871
- **Pravobřežní stoka** – ř. km 2,329
- **Ocelový most na betonových pilířích** – ř. km 2,750
- **Levobřežní přítok z odkalovací nádrže Rýzmburk** – ř. km 2,817
- **Pravobřežní stoka** – ř. km 3,083
- **Železobetonový klenutý silniční most Nesměřice** – ř. km 3,800
- **Betonový jez Nesměřice** – ř. km 3,917
- **VD Švihov** – ř. km 4,244



Limnigraf (vlevo nahoře), Lávka pro pěší (vpravo nahoře), Železobetonový most Soutice (vlevo dole), VD Švihov (vpravo dole)

Obr. 11: Objekty řešeného úseku (T. Staněk 2020)

2.13.4 Koryto v nadjezí a podjezí

Koryto v nadjezí má miskovitý průřezový profil s šířkou v hladině 40,00 m, která se ovšem směrem proti proudu v místech ocelového mostu (ř. km 2,750) zužuje až na hodnotu 20,00 m. Podélný sklon koryta v nadjezí je 0,67 ‰. Koryto je zejména v bezprostředním okolí nadjezí místy značně zarostlé vodní vegetací a dno je tvořeno kameny a jemným pískem. Kapacita koryta je rovna průtoku Q_1 , kterému odpovídá hodnota 71,50 m³/s. Přímo v nadjezí se na levém břehu nachází soukromý pozemek lučního charakteru patřící k přilehlému objektu mlýna. Dále pokračuje levý břeh stromovým pásem, který se skládá především z dřevin dubů, olší a vrb. Stromový pás dále přechází na pozemky přilehlých luk a zemědělských ploch. V nadjezí se na pravém břehu v délce zhruba 250,00 m nachází chatové objekty, jejichž pozemky sahají až k hraně koryta. Dále pokračuje pravý břeh plochou lesa, který se nachází ve strmém srázu. Koryto v nadjezí je vidět na Obr. 11 vlevo dole a Obr. 12.



Obr. 12: Koryto v nadjezí (T. Staněk 2020)

Koryto v podjezí má stejně jako v nadjezí miskovitý tvar příčného průřezu, který je v hladině široký 15,00 m. Podélný sklon koryta v podjezí je 1,48 ‰. Dno podjezí je tvořeno převážně kameny o velikosti převládajícího rozměru zhruba 0,10 m. Kapacita koryta v podjezí nedosahuje ani průtoku Q_1 . Je ale nutné říci, že při tomto průtoku je nekapacitní pouze levý břeh, kde dochází k rozlití vody pouze po prostorách přilehlé

louky a nedochází zde k ohrožení žádných obytných objektů. Přímo pod jezem je levý břeh tvořen pozůstatky bývalé louky, kde se původně říkalo „Na ostrově“. V dnešní době je špička louky, nacházející se ihned v podjezí značně zarostlá dřevinami a vysokou buřinou a voda z toku zde vytvořila drobné i větší kanálky, které část louky oddělily a rozdělily tak špičku louky na menší ostrůvky. Dále levý břeh pokračuje pásem dřevin, za nímž se rozkládá prostor louky. Přibližně 250,00 m pod jezem se koryto stáčí o 90 ° a levý břeh přechází do příkrého zalesněného srázu. Pravý břeh koryta v podjezí je v délce 90,00 m pokryt hustou buřinou a stromy, za kterými se nachází pozemky s objekty rekreačních chat. Stromový pás pokračuje na pravém břehu dále po toku a ve vzdálenosti 100,00 m pod chatami se za ním rozevívá prostor louky, na které je umístěn objekt limnigarfu (ř. km 1,310). Prostor podjezí je vidět na Obr. 13.



Obr. 13: Koryto v podjezí (T. Staněk 2020)

2.13.5 Údaje o majetkových vztazích

V kapitole 2.13.5 je uveden seznam pozemků dotčených stavbou jezu. Vzhledem k povaze závěrečné práce je seznam pouze anonymní a neuvádí osobní, ani žádné jiné citlivé údaje o vlastnících parcel. Tab. 7 je barevně rozlišena podle vlastnického práva a jsou v ní uvedeny pouze pozemky nejbližšího okolí jezu. Majetkové vztahy jsou zpracovány i formou mapy, kterou uvádí příloha P2.

Tab. 7: Seznam dotčených parcel

č. parcely	katastrální území	výměra [m ²]	druh pozemku	vlastnické právo
2075/1	Soutice (752576)	86950	vodní plocha	ČR (právo hospodařit: Povodí Vltavy, s.p.)
605/3	Soutice (752576)	135	trvalý travní porost	soukromý vl. 2/3; obec Soutice 1/3
605/2	Soutice (752576)	926	lesní pozemek	soukromý vlastník
606/2	Soutice (752576)	567	trvalý travní porost	soukromý vlastník
606/1	Soutice (752576)	699	trvalý travní porost	soukromý vlastník
551/2	Soutice (752576)	1188	ostatní plocha	soukromý vlastník
19	Soutice (752576)	1738	ostatní plocha	soukromý vlastník
2073	Soutice (752576)	4002	vodní plocha	ČR (právo hospodařit: Povodí Vltavy, s.p.)
2072/2	Soutice (752576)	2651	ostatní plocha	soukromý vl. 2/3; obec Soutice 1/3
2074	Soutice (752576)	219	ostatní plocha	ČR 1/3; soukromý vl. 2/3
2073/3	Soutice (752576)	363	ostatní plocha	soukromý vl. 2/3; obec Soutice 1/3
2072/1	Soutice (752576)	6312	ostatní plocha	soukromý vl. 2/3; obec Soutice 1/3
16	Soutice (752576)	1006	ostatní plocha	ČR 1/3; soukromý vl. 2/3
92	Soutice (752576)	166	zastavěná plocha	soukromý vlastník
621/4	Soutice (752576)	575	trvalý travní porost	soukromý vlastník
621/3	Soutice (752576)	382	trvalý travní porost	obec Soutice
2072/5	Soutice (752576)	230	ostatní plocha	obec Soutice

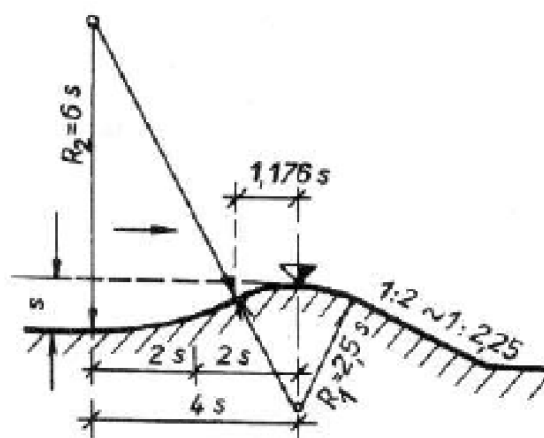
3 REŠERŠE UVAŽOVANÝCH KONSTRUKCÍ

Před samotným návrhem jezové konstrukce a objektů k ní přilehlých, je provedena rešerše vybraných částí stavby, s jejichž použitím bude pro návrh uvažováno. Jedná se o pevnou spodní stavbu jezu a klapkový uzávěr, který je na pevnou spodní stavbu osazen. Dále zde jsou popsány konstrukce umožňující volnou migraci rybí osádky přes jez a stavby pro využití vodní energie.

3.1 PEVNÉ PRAHY

V dnešní době se pro tvar nízké spodní stavby pohyblivých jezů nejčastěji používá zaoblený práh doporučený Jamborem a doplněn výzkumem Laca. Tento práh má korunu ve výšce $s = (0,15 \text{ až } 0,25)h$ nad upraveným dnem před jezem. Je tvořen válcovou plochou o poloměru $R_1 = 2,5 s$, která navazuje protisměrnou válcovou plochou o poloměru $R_2 = 6 s$ na upravené dno před jezem. Přechod do vývaru na vzdušné straně je šikmý, ve sklonu $1 : 2$ až $1 : 2,25$. Takto vytvořený práh umožňuje při vyhrazených hradicích uzávěrech nerušený přechod splavenin. Kromě toho vzduť vytvořené tímto prahem je zanedbatelné, přičemž příznivě zmenšuje výšku hrazenou jezovým uzávěrem, a tím i investiční náklady na stavbu jezu.

Při umístění klapkového uzávěru na nízkém zaobleném prahu ponecháme jeho část zaoblenou až po vrchol, kde na ni plynule naváže zaoblená hradicí stěna duté klapky. Poloměr hradicí stěny této klapky volíme na základě hydrotechnického výzkumu $R_k = 2,25 h$, kde h je hradicí výška klapky. Na plochu klapky ve sklopené poloze potom navazuje povodní líc přelivu ve sklonu $1 : 1,35$. [11]



Obr. 14: Jamborův práh [11]

Spodní stavba pohyblivého jezu může být řešena i v úrovni dna jezové zdrže bez převýšení. Do vývaru potom přechází plochou ve tvaru paraboly $y = x^2 / h$ a pokračuje šikmými plochami ve sklonu podle typu jezového uzávěru – u segmentu s tlačnými rameny ve sklonu 1 : 2, u stavidla ve sklonu 1 : 1 a u segmentu s taženými rameny navazuje válcovou plochou o poloměru $R = 0,12$ ž $0,15$ m a pokračuje šikmou plochou ve sklonu 1 : 0,7. [11]

3.2 KLAPKOVÝ UZÁVĚR – DUTÁ KLAPKA

Dutá klapka je typově řazena mezi pokloповé jezy, které jsou charakteristické celistvým uzávěrem s osou otáčení na spodní stavbě. Patří k často navrhovaným konstrukcím. Klapky udržují vzdutou hladinu na požadované úrovni vhodným sklopením, při kterém přepadá přes konstrukci požadované množství vody. Přepad umožňuje jemnou regulaci hladiny a zároveň i přepouštění plovoucích předmětů přes jez. Problémy vznikají při převádění splavenin, které lze převádět pouze při sklopení klapky do nejnižších poloh. [23]

Dutá klapka má čočkovitý tvar a je vytvořena ze dvou plechů válcově zaoblených, přičemž na návodní straně je hradicí plech a na vzdušné straně vyztužená stěna. Příčně je vyztužená zpravidla diafragmami, tj. příčnými plechy připojeným k oběma válcovým stěnám. V diafragmách jsou průlezná otvory, které umožňují revize, opravy nátěrů apod., při výrobě pak provedení vnitřních svárů, připojení podélných výztuh hradicího plechu aj. Uzavřený prostor klapky je opatřen průleznými otvory ve výztuženém plechu, dole menšími otvory pro vypouštění vody a nahoře otvory pro zavzdušnění. Ve sklopené poloze klapky je totiž u jezů zpravidla dolní voda výše než její přelivná hrana a uzavřený prostor by působil jako mohutný plovák, který by bránil úplnému sklopení hradicího tělesa.

Připojení duté klapky ke spodní stavbě může být provedeno buď jako závěsné ložisko (zpravidla průběžné) nebo jako čepové ložisko. U nás se dnes dává přednost čepovým ložiskům, která jsou mohutnější, umístěna na vzdušní straně a netrpí tolik obrusem při chodu splavenin. [11]

Pohyb duté klapky je možno zajistit pomocí cévové tyče, připojené na prodlouženou a zesílenou koncovou diafragmu na pohybovém konci hradicího tělesa u pilíře. Strojovna pohybovacího mechanismu musí být min. 0,5 m na úrovni hladiny stoleté vody. Z tohoto požadavku vychází, že cévová tyč musí být značně dlouhá, aby se zajistil pohyb klapky v celém rozsahu jejího sklápění, což znamená, že při vztyčené poloze klapky cévová tyč trčí vysoko nad strojovnu, a tím narušuje estetický vzhled

jezu. Další nevýhodou je nebezpečí, které představují předměty nesoucí se na hladině, kdy vlivem nárazu může dojít k poškození cévové tyče.

Dnes raději volíme pohyb klapky pomocí hydromotoru. V takovém případě bývá hydromotor upevněn svým horním koncem na čepové ložisko připojené ke konzole vysunutě z pilíře a dolním koncem opět na zesílenou krajní diafragmu. Protože se hydromotorem přenášejí značné síly, je třeba věnovat zvláštní pozornost nejen jeho upevnění, ale i kotvení konzoly do pilíře. V některých případech je možno konzolu umístit i pod hladinu horní vody. Ovládací hydromotor je i v tomto případě vystaven stejným nebezpečím jako cévová tyč a obdobně může být chráněn před poškozením. Před nárazy ho lze chránit zúžením zadní části pilíře za klapkou a zakrytím železobetonovou svíslou stěnou, usměrňující přepadající paprsek mimo prostor hydromotoru. Výhodou je jeho přístupnost, možnost kontroly a vhodnější začlenění do celé stavební části jezu. Problémy, které vznikaly u zavěšených klapek, vedly ke změně způsobu ovládání klapek tj. k jejich podepření. V tomto případě je hydromotor umístěn na vzdušné straně uzávěru. Jedním koncem je připevněn ke spodní stavbě a druhým ke klapce. Toto umístění vyžaduje hlubší zakládání spodní stavby a výhodnější je v případě většího jezového stupně. Výhodou je, že jezové pilíře mohou být vytvořeny jako velmi nízké (přelévané). V takovém případě se obvykle navrhuje ve spodní stavbě komunikační chodba ve které jsou vedené i veškeré rozvody. Problémem je zanášení prostoru válce splaveninami a obtížnější kontrola válců i případných úniků oleje. Pistní tyč hydromotoru lze ke klapce připojit buď v její horní části, přibližně v místě styku výztužného a hradicího plechu nebo asi uprostřed oblouku výztužného plechu. [23]



Obr. 15: Dutá klapka podpíraná hydromotorem (jez Vraňany) [23]

3.3 RYBÍ PŘECHODY

Rybí přechod (RP) je stavba nebo konstrukce umožňující rybám a jiným živočichům vázaným na vodní prostředí, bezpečně překonat migrační překážku v obou směrech (poproudová i protiproudová migrace).

Migrační překážkou se pro tento účel rozumí příčný stavební objekt v korytě vodního toku, který svou výškou (způsobeným rozdílem hladin) znemožňuje migraci ryb a jiných na vodu vázaných živočichů proti proudu, případně po proudu. [24]

Jedno z hlavních hledisek dělení migračních zařízení je, zda jeho podstatu tvoří napodobení přírodních podmínek – RP přírodě blízké, nebo se jedná o technické konstrukce – technické RP. V některých případech je rybí přechod kombinací přírodních a technických prvků nebo částí. Při volbě typu RP je nezbytné vycházet z migrační výkonnosti cílových druhů a z hydrologických a územních podmínek řešeného profilu. Prioritním typem RP jsou RP přírodě blízké. Souhrnný přehled základních parametrů RP je uveden v Tab. 8.

Tab. 8: Souhrnný přehled základních parametrů pro štěrbínové a ostatní typy RP [20]

Parametr	Rozměry	Limity pro štěrbínové RP (pro lososovité osádky)	Limity pro ostatní RP
Sklon nivelety dna tělesa RP	%	5 až 8 (10)	5 a méně
Rozdíl navazující úrovně vodních hladin	m	0,1 až 0,15 (0,2)	doporučený 0,15 maximální 0,20
Hloubka vody - peřej - bazén	m	0,5 až 0,8	min. 0,3 opt. 0,8
Délka bazénu podle typu a šířky tělesa RP	m	1,9 (3,0)	minimální 1,5 a více
Šířka tělesa (bazénu) podle typu RP, migrační rampa, obtokové koryto	m	1,2 (1,8)	minimální 3,5 minimální 1,5
Šířka štěrbiny u prostupných překážek	m	0,15 až 0,20 (0,30)	min. 0,1 min. 0,6
Střední rychlost proudění vody v RP	m/s	0,5	0,5 až 0,7
Maximální hranice disipace energie	W/m ³	100 až 125 (150 až 200)	90 až 135
Rychlost proudění vody ve výstupu RP	m/s	optimální 0,4	optimální do 0,4
Průtok vody	m ³ /s	0,14 až 0,16 (0,40)	dle šířky tělesa RP

3.3.2 Přírodě blízké RP

Tyto RP jsou svým charakterem, vnitřním uspořádáním, strukturou a prouděním vody velmi blízké poměrům v přírodních tocích. V tělese RP se střídají peřejnaté a proudivé fragmenty toku, rychlosti proudu jsou diverzifikované, takže tyto RP jsou obousměrně prostupné pro všechny druhy ichtyofauny i pro větší část velikostního spektra jedinců všech druhů ichtyofauny.

- **Obtokové koryto**

U vysokých příčných překážek se dává přednost obtokovým korytům, která se vedou okolo překážky. Podle spádu (délky obtokového koryta) a výšky migrační bariéry se volí prvky napodobující přírodní útvary (peřejnaté úseky, tůně, balvanité prahy, jednotlivé balvany, skupiny balvanů apod.), které spolu s různorodým kamenitým dnem tělesa RP diferencují proudové poměry a umožňují rybám migrovat z dolní vody do horní vody. V případě nutnosti stabilizace dna tělesa RP se doporučuje upřednostnit přírodě blízké materiály (kamenivo uložené na separační geotextilii, apod.) před masivním opevňováním betonovými pasy. V nestabilním podloží je nezbytné geotextiliemi zabránit destabilizaci dna tělesa RP. Některé ryby se v tomto typu RP zdržují i trvale. Dno je osídleno bentickými organismy sloužícími rybám za potravu. Ryby zde mohou nalézt také vhodné podmínky ke tření. Podstatnou část tělesa obtokového koryta tvoří systém nádržek (bazénků, tůní) oddělených balvanitými přepážkami, kde voda přetéká a proudí mezi balvany v přepážkách při rozdílu hladin do 0,15 m, maximálně do 0,2 m. Ryby zde překonávají jen velmi krátký proudivý úsek do výše postavené nádržky. Nádržky se upravují tak, aby poskytovaly rybám stanoviště a úkryty. Důležitá je hloubka vody, umožňující také migraci větších ryb (na pstruhových vodách minimálně 0,5 m; na ostatních vodách minimálně 0,8 m). Ke stavbě obtokového koryta se používá hlavně přírodní kamenivo.



Obr. 16: Rybí přechod Beroun, postaven v roce 2011 [25]

- **Tůňový RP**

Tento typ RP obchází migrační bariéru mimo koryto vodního toku podobně jako obtokové koryto. Je tvořen řadou tůní, které jsou propojeny zúženým profilem v podobě kanálů. Rozdíl hladin mezi tůněmi je řešen ve spojovacích kanálech buď systémem přejezdného prahu, nebo několika řadami příčných přepážek z kamenů. V rámci systému je nezbytné dodržet minimální hloubky (výšky vodního sloupce). V tůních by hloubka vody měla být nejméně 0,7 m, ve spojovacích kanálech nejméně 0,3 m. Tento typ RP je úsporný na potřebu vody, je však nutné zajistit proudovou atraktivnost vstupu pro ryby přidáním proudem, popřípadě vhodnou úpravou morfologie dna. Vstup do RP je nutné umístit podobně jako u jiných RP do prostoru pod překážku, avšak mimo dosah turbulentního proudění. [20]

- **Dnová peřej (balvanitý skluz)**

Tento typ RP napodobuje přirozené přejezdné úseky, které překonávají rozdíl v niveletě dna toku nad a pod úsekem. RP je tvořen obvykle kameny větší velikosti nebo balvany ukotvenými do přirozeného dna. Při větším spádu je možné výjimečně ukotvit kameny do betonu. Tento typ RP je využíván na menších tocích k překonání nízkých výškových rozdílů, a proto zaujímá obvykle celou šířku vodního toku. Pro případ velkých průtoků vody je nezbytné zajistit stabilitu konstrukce vhodným zajištěním dolní části RP. Zakřivením konstrukce ke středu nebo k jednomu břehu lze koncentrovat minimální průtoky pouze na část šířky konstrukce. [20]



Obr. 17 Jez Goggeles na řece Wertach, nahrazení jezu 200 m dlouhým skluzem [26]

- **Migrační rampa**

Je součástí jezového tělesa, a proto její podstatu tvoří obvykle betonová konstrukce, ve které jsou upevněny větší kameny a balvany. Konstrukce migrační rampy začíná ve vývaru jezu, a buď kolmo protíná těleso jezu betonovým žlabem a výstup se nachází nad jezovým tělesem v horní vodě, nebo je migrační rampa v podstatě součástí jezového tělesa. Betonová konstrukce, tvořící základ RP, má šířku 3,5 m a více a sklon 1:20 a menší. Přepážky z balvanů (popřípadě z betonových prvků) nebo skupiny balvanů je nezbytné pevně ukotvit. Dno tělesa je osazeno menšími kameny. Vedle přepážek lze využít i dílčí fragmenty v podobě přejetných prahů. Výstup z RP do nadjezí musí být otevřený, rychlost nátoku vody ve výstupu z RP nemá přesahovat $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Je nutné zajistit možnost zahrazení nátoku vody do RP vhodnou konstrukcí. Pokud má migrační rampa v podstatě podobný charakter jako balvanitý skluz či peřej, není její těleso vymezené pevnými okraji a je nedílnou součástí jezového tělesa. V tomto případě je těleso migrační rampy obvykle umístěno v okrajové části stupně. [20]



Obr. 18: Balvanitá rampa [27]

3.3.3 Technické RP

U vysokých překážek na větších tocích se budují technické rybí přechody z různých materiálů (beton, kov, plast, dřevo) jako jejich speciální součást. Průtok vody láká a navádí ryby ke vstupu do rybího přechodu. Aby ryby pokračovaly dále ve výstupu, musí být uvnitř přechodu zachovány hydraulické poměry odpovídající migrační výkonnosti vyskytujících se druhů ryb všech věkových skupin. Rozhodující je mírný sklon, který by měl být alespoň 1 : 15 a mírnější. Po opuštění rybího přechodu nesmí být ryby vzápětí splaveny přes jez nebo do vedle postaveného průmyslového

odběru vody. Trať technických rybích přechodů může být v závislosti na prostorových podmínkách v rovné, lomené nebo i opakovaně protisměrné linii. [20]

- **Žlabový RP**

Tento typ RP tvoří nakloněný betonový žlab (koryto), v němž jsou pomocí betonových příček, balvanitých přehrádek, peřejnatých a zdrsněných úseků, vláknitých struktur (tzv. kartáče) vytvořeny takové průtokové poměry, které umožňují rybám proplutí. Předpokladem je pozvolný sklon celého žlabu. Šířka žlabu ve dně by neměla být menší než 1,2 m. Stěny žlabu mohou být kolmé nebo šikmé, betonové nebo z kamenů zakotvených v betonu. Podélná trasa žlabu je obvykle přímá, pouze v případě prostorových problémů je lomená.

Přepážky z kamenů zakotvených v betonu jsou uspořádány v řadě, mezi kameny jsou mezery o šířce nejméně 0,1 m a další s variabilními mezerami 0,15 m až 0,30 m. Velikost kamenů (popřípadě válců) je nutné volit podle šířky žlabu. Proudění vody lze popřípadě zpomalit vložením kamenů před přepážky nebo za ně. Vzdálenost mezi přepážkami nemá být menší než 2,0 m (pro lososa 3,0 m). Rozdíl hladin v komoře nad přepážkou a v komoře pod přepážkou (směrem po proudu) nesmí být větší než 0,15 m. Hloubka vody má být 0,5 m až 0,75 m. Do dna žlabu (do betonu) je vhodné řídicí zapustit větší kameny, aby stabilizovaly hrubší sedimenty (písek, štěrk) na dně žlabu.

Kartáčový RP je typ žlabového RP, kde k modifikaci a strukturování proudění vody v podélném a příčném profilu tělesa RP je místo přepážek z betonu nebo z kamenů použito do dna zakotvených bloků „kartáčů“, tvořených elastickými pruty délky přibližně 0,5 m. Je nutné počítat s pravidelnou (roční) kontrolou a s výměnou těchto elementů vzhledem ke ztrátě pružnosti a časově omezené trvanlivosti (přibližně 5 až 10 let). [20]

- **Štěrbínový RP**

Koryto štěrbínového rybího přechodu je obdélníkového tvaru z kamene nebo betonu. Přepážky jsou tvořeny stěnou, ve které je vybudována svislá štěrbina s jasně definovaným průtočným profilem. Vytvarováním štěrbiny dochází k vytvoření proudnice, usměrnění její dráhy a tvorbě proudnicových stínů po délce tůňky. Rozlišujeme přechody s jednou nebo dvěma štěrbínami. Vzhledem k jednoduchosti údržby, čištění a případným pozdějším úpravám je vhodné konstruovat přepážky z přírodního materiálu, osazené do svislého vedení zabudovaného ve stěnách koryta. Na dno se ukládá vrstva hrubého štěrku nebo kameniva (mocnost zrnitost a případná stabilizace se řeší dle posouzení stability). [24]



Zleva štěrbinový RP, Zprava kartáčový RP

Obr. 19: Technické RP [26]

- **Kombinované RP**

V některých případech, s ohledem na místní podmínky, je RP tvořen částí mající charakter přírodního RP (obtokové koryto) a částí mající charakter technického RP. V těchto případech je důležité stanovit vhodný průtok a dodržet pozvolný sklon. [20]

- **Speciální RP**

Dále jmenované technické typy RP se v našich podmínkách zpravidla nepoužívají nebo se neosvědčily. **Komůrkový RP** byl v minulosti nejčastějším typem RP uplatňovaným v podmínkách ČR. S ohledem na malou účinnost a provozní nespolehlivost se od jeho dalšího budování upustilo. Tzv. **Denilův RP** a jeho varianty u nás nebyly aplikovány. Z dalších typů lze uvést speciální RP pro zajištění migrace juvenilních úhořů. Specifické typy RP jsou užívané pro zajištění migrací lososa, mořského pstruha a dalších z moře migrujících druhů. U vysokých migračních bariér mohou být pro jejich překonání využívány i speciální komory a výtahy pro ryby. [20]

3.4 MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY

Vodní elektrárnu je možno charakterizovat jako náročný technologický komplex, jehož konstrukční řešení je do značné míry dáno počtem, uspořádáním a rozměry soustrojí, tj. turbíny a generátoru. [28]

3.4.1 Posouzení hydroenergetického potenciálu

Využitelný spád - Hrubý spád zjistíme nivelací na úseku od vtokového objektu (obvykle nad jezem) po úroveň spodní hladiny na odpadu z turbíny. Odečtením všech ztrát na trase před turbínou (v česlích, v přiváděcím kanálu, v potrubí atp.) získáme spád čistý, tj. pro turbínu užitečný. Větší spád znamená výhodnější investici.

Průtok (průtočné množství vody v daném profilu, který chceme využít) získáme od Českého hydrometeorologického ústavu nebo od Správy toku povodí. Získáme tzv. roční odtokovou závislost nebo také M-denní závislost (křivku). Odtoková křivka (závislost) udává průtok zaručený v daném profilu toku po určitý počet dní. Vodní elektrárny se obvykle dimenzují na množství 90 - ti až 180 - ti denní, což opět ovlivňuje technická úroveň technologie. [29]

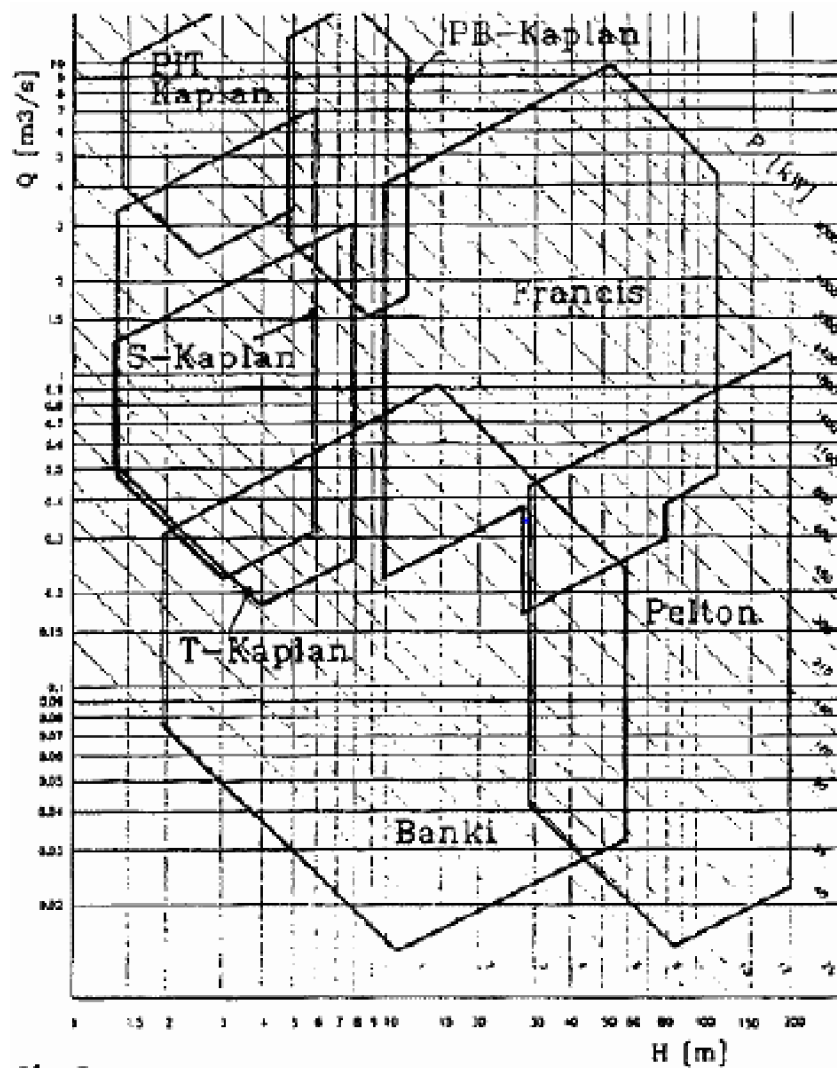
3.4.2 Základní dělení turbín

- **podle uspořádání** na vertikální, horizontální, šikmé
- **podle způsobu přivádění vody** na přímoproudé, kolenové, kašnové, spirální, kotlové
- **podle spádu** na nízkotlaké (do 10 m), středotlaké (do 100 m), vysokotlaké (nad 100 m)

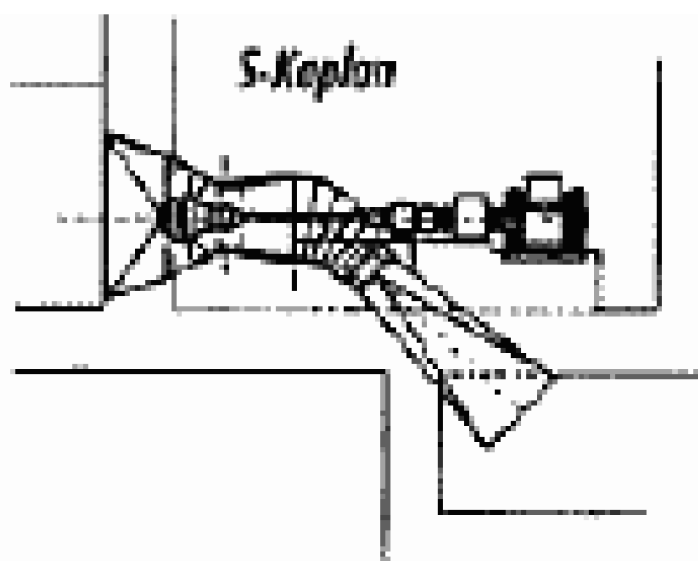
Za malou vodní elektrárnu je považována každá s výkonem do 10 MW. Podrobněji se MVE dělí podle výkonu na:

- **průmyslové** (od 1 do 10 MW)
- **závodní nebo veřejné** (od 100 do 1000 kW)
- **drobné nebo minielektrárny** (od 35 do 100 kW) [29]
- **mikrozdroje nebo také mobilní zdroje** (pod 35 kW)

Charakteristika na Obr. 20 ukazuje, že v našich podmínkách s malými spády od 1,5 do 10 m, je nejvhodnější a nejpoužívanější turbína typu Kaplan (Obr. 21). [29]



Obr. 20: Charakteristiky základních typů turbín [29]



Obr. 21: Turbína typu Kaplan [29]

4 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

Na předchozí popisné a informativní části práce navazuje čtvrtá hlavní kapitola, která se zabývá výběrem a vlastním návrhem jednotlivých částí konstrukcí. Návrh dílčích částí jezu a objektů k němu přilehlých je podložen hydrotechnickými výpočty uvedenými v navazujícím textu.

4.1 NÁVRHOVÝ PRŮTOK

Jako návrhový průtok Q_n byl zvolen průtok Q_{20} , kterému odpovídá hodnota 217 m^3/s . K určení dvacetileté vody jako návrhové vedly níže uvedené aspekty.

Navrhovaná konstrukce jezu se nachází v intravilánu obce Soutice. Standardním postupem při ochraně intravilánů měst a obcí před povodněmi je volit návrhový průtok na úrovni Q_{100} . Ovšem intravilán řešené oblasti se svým charakterem místo venkovské spíše podobá chatové zástavbě, pro kterou se navrhuje ochrana na úrovni Q_{20} . Velkými vodami je zde ohroženo jen několik rekreačních objektů a objektů pro stálé bydlení. Volbou vhodně koncipovaných protipovodňových opatření by se dala dvacetiletá povodeň neškodně převést bez větších škod na majetku.

Dalším aspektem pro zvolení průtoku Q_{20} jako návrhového, je poloha jezu pod vodním dílem Švihov, které dokáže zásadně transformovat kulminační průtoky při povodních.

4.2 VÝPOČET PRŮBĚHU HLADIN

K výpočtu průběhu hladin a zajištění Q-h křivky v profilu podjezí byl použit program HEC-RAS 5.0.3, který byl vyvinut armádou Spojených států amerických a v dnešní době je volně šířený pro civilní využití. Program je určen pro 1D modelování nerovnoměrného proudění (ustáleného, neustáleného) o volné hladině v přírodních a umělých korytech. Pomocí programu je možné modelovat i transport splavenin. Při modelování geometrie lze vkládat i objekty na tocích, kterými jsou mosty, jezy, propustky, stavidla nebo např. nádrže. Výpočet v programu probíhá metodou po úsecích, která vychází z Bernoulliho rovnice a ze zákona zachování mechanické energie.

Pro vytvoření geometrického modelu bylo použito 17 příčných profilů poskytnutých státním podnikem Povodí Vltavy. Dolní profil se nachází v ř. km 1,309 a horní profil se nachází v ř. km 2,759. Z rozdílů ve staničení vychází délka počítaného

úseku na 1,450 km. Do modelu byly rovněž zadány objekty, které se v úseku toku nachází. Jedná se o lávku pro pěší (ř. km 1,536), stávající pevný jez (ř. km 1,639) a silniční most (ř. km 1,710).

Dále byly pro upřesnění výpočtu stávající příčné profily doplněny o meziprofilu, které se interpolovaly v distančních vzdálenostech 10 m. V geometrii toku jsou dále aplikovány drsnosti koryta dle Manninga, a to v hodnotách 0,033 pro koryto a 0,05 až 0,08 pro inundační prostory.

Po zadání geometrických dat byly zadány okrajové podmínky. V řešeném úseku se nachází říční proudění, a tak postup metody po úsecích jde od dolního profilu směrem proti proudu. Dolní okrajová podmínka byla zadána funkcí *Normal Depth*, do které byl zadán známý sklon hladiny ($i = 0,694 ‰$) převzatý z podélného profilu úseku.

Na takto vytvořeném modelu proběhl výpočet průběhu hladin v řešeném úseku. Výsledky průběhu hladin korespondovaly s hladinami vycházejícími z příčných profilů poskytnutých Povodím Vltavy. Lze tak konstatovat, že tímto krokem byl model zkalibrován pro výpočet průběhu hladin v návrhovém stavu.

Vytvoření návrhového stavu spočívalo v úpravě geometrických dat. Stávající jez byl nahrazen nově navrženou jezovou konstrukcí a koryto bylo v krátkých úsecích nadjezí a podjezí upraveno do lichoběžníkového tvaru. Poslední změnou geometrie bylo doplnění obou břehů v oblasti jezu o hráze chránící přilehlé objekty před průtokem Q_{20} . Podrobnější popis návrhové stavu je uveden v kapitole 6.

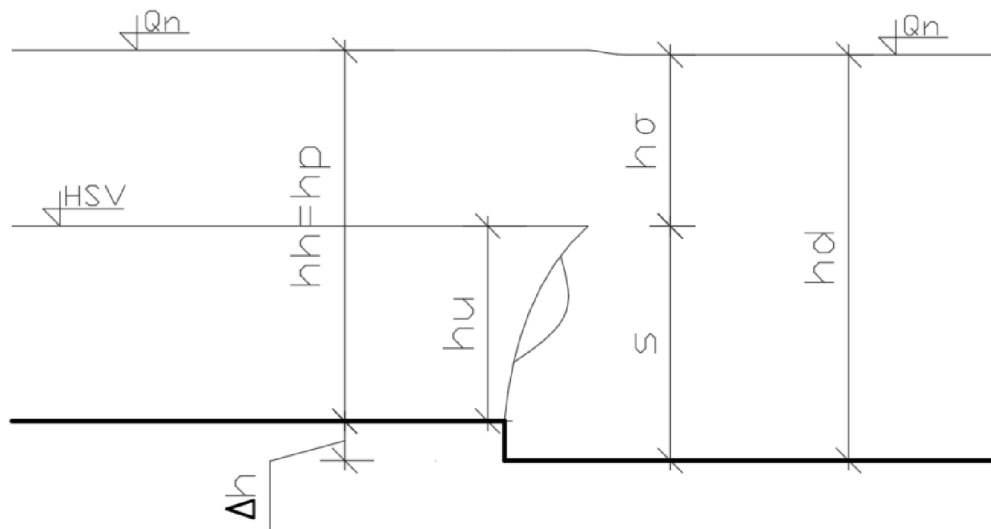
4.3 HLADINA STÁLÉHO VZDUTÍ

Hladina stálého vzduť (HSV) byla stanovena na kótě 323,10 m n. m., což odpovídá výšce vzduť 2,1 m nad dnem nadjezí, které je umístěno na kótě 321,00 m n. m. Nově navržená hladina stálého vzduť je navýšena o 0,12 m nad hladinu vzdouvanou stávajícím pevným jezem za normálních průtokových stavů. Hladina stálého vzduť by tedy neměla výrazně změnit úroveň hladiny podzemní vody v nadjezí, a tak nebudou ohroženy základové konstrukce budov, ani zemědělské pozemky ležící protiproudě nad konstrukcí jezu.

Nově navržená hladina přinese možnost většího rozsahu při manipulaci s uzavěří navrhovaného jezu a umožní odběr vody pro stávající levobřežní náhon. Dalším přínosem je navýšení energetického spádu na jezu, který bude využit pro nově navrženou MVE.

4.4 NÁVRH SPODNÍ STAVBY

Spodní stavba jezu je řešena ve tvaru obdélníkového průřezu s korunou přelivu na úrovni dna horní zdrže. Koruna přelivu tedy není převýšena nad horním dnem a z hydraulického pohledu se tedy jedná o přepad přes širokou korunu. Výhodami řešení jsou dobrá průchodnost splavenin a větší rozsah výšek při manipulaci s uzávěry. Parametry výpočtu jsou znázorněny na Obr. 22.



Obr. 22: Schéma pevné spodní stavby jezu

Výškové uspořádání:

- kóta horního dna (koruny přelivu): 321,00 m n. m.
- kóta dolního dna: 320,60 m n. m.
- kóta hladiny stálého vzduší: 323,10 m n. m.
- kóta hladiny při Q_n v nadjezí: 324,80 m n. m.
- kóta hladiny při Q_n v podjezí: 324,72 m n. m.

Konstrukční rozměry při $Q_n = 217 \text{ m}^3/\text{s}$:

- hloubka v nadjezí při Q_n : $h_h = 3,80 \text{ m}$
- hloubka v podjezí při Q_n : $h_d = 4,12 \text{ m}$
- přepadová výška při Q_n : $h_p = 3,80 \text{ m}$
- rozdíl horního a dolního dna: $\Delta h = s = 0,40 \text{ m}$
- výška dolní vody nad korunu přelivu: $h_z = 3,72 \text{ m}$

4.4.1 Návrh hradicí konstrukce a ověření kapacity jezu

Na základě úvodní rešerše (kapitola 3.2) byla vybrána jako vhodný typ pohyblivého uzávěru dutá klapka. Návrh šířky a počtu jezových polí vychází z potřeby převést návrhový průtok Q_n s dostatečnou rezervou. Po výpočtu kapacitnosti navrhovaného jezu musí platit podmínka $Q_{KAP} > Q_n$. Ověření kapacity jezu bylo provedeno pro zcela vyhrazenou klapku, pro kterou byl volen součinitel přepadu m_σ uvedený v kapitole 4.5.

Vstupní veličiny pro ověření kapacity jezu:

- gravitační zrychlení: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Coriolisovo číslo: $\alpha = 1,0$
- plocha profilu nad jezem $A = 76,0 \text{ m}^2$
- přepadová výška: $h_p = 3,80 \text{ m}$
- návrhová přelivu: $b_n = 20,0 \text{ m}$
- počet kontrakcí: $n = 2$
- tvarový součinitel středového pilíře: $\varepsilon_p = 0,045$
- tvarový součinitel zavazovacích křídel: $\varepsilon_k = 0,06$
- součinitel přepadu: $m_\sigma = 0,321$

$$v_0 = \frac{Q_n}{A} = 2,86 \text{ m/s} \quad (4.4.1)$$

$$k = \frac{\alpha \cdot v_0^2}{2 \cdot g} = 0,42 \text{ m} \quad (4.4.2)$$

$$h_{p0} = h_p + k = 4,22 \text{ m} \quad (4.4.3)$$

$$b_0 = b_n - (n \cdot \varepsilon_k + n \cdot \varepsilon_p) = 19,11 \text{ m} \quad (4.4.4)$$

$$Q_{KAP} = m_\sigma \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_{p0}^{3/2} = 235,234 \text{ m}^3/\text{s} \quad (4.4.5)$$

$$Q_{KAP} = 235,2 \text{ m}^3/\text{s} > Q_n = 217,0 \text{ m}^3/\text{s} \quad \rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

4.4.2 Výpočet měrné křivky přelivu

Výpočet měrné křivky přelivu byl proveden stejným postupem jako výpočet kapacitního průtoku. Při výpočtu MKP byly voleny výšky přepadající vody h_p po 0,2 m a pomocí iterací byly stanoveny průtoky pro jednotlivé přepadové výšky. Při výpočtu ovšem docházelo k značnému zatápnění přelivu, a to již při malých přepadových výškách. Hodnoty součinitele m_σ se zcela vymykalý hodnotám v Tab. 10, a proto musely být z tabulky extrapolovány. Měrná křivka přepadu byla pro správnost výpočtu srovnávána s měrnou křivkou přepadu spočítanou programem HEC-RAS.

Použité vzorce:

$$A = h_p \cdot b_n \quad (4.4.6)$$

$$k = \frac{\alpha \cdot v_0^2}{2 \cdot g} \quad (4.4.7)$$

$$h_{p0} = h_p + k \quad (4.4.8)$$

$$b_0 = b_n - (n \cdot \varepsilon_k + n \cdot \varepsilon_p) \quad (4.4.9)$$

$$h_z = h_d - s \quad (4.4.10)$$

$$Q_2 = m_\sigma \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_{p0}^{3/2} \quad (4.4.11)$$

Tab. 9: Měrná křivka přelivu

h_p m	Q m^3/s
0.000	0.000
0.118	0.695
0.148	0.994
0.221	1.830
0.268	2.450
0.316	3.090
0.349	3.640
0.384	4.180
0.414	4.760
0.459	5.630
0.507	6.700
0.576	8.200
0.662	10.200
0.782	14.300
2.141	71.500
2.580	100.000
3.073	143.000
3.477	179.000
3.803	217.000

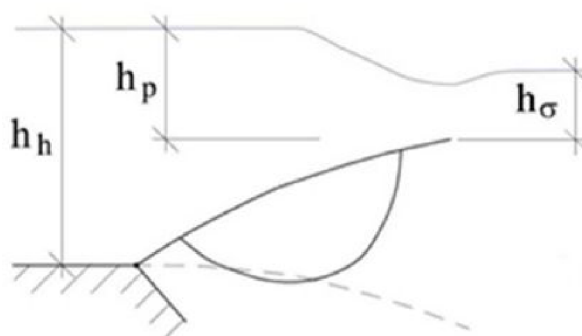
4.5 MĚRNÉ KŘIVKY MANIPULACE S UZÁVĚŘÍ

Při výpočtu manipulace s klapkovým uzávěrem byl určován součinitel přepadu m_σ podle Čiháka. Jelikož se při manipulaci mění charakter přepadu z ostrohranného na přepad přes širokou korunu, mění se tím i přepadový součinitel, který dále závisí i na geometrii klapkového uzávěru. Hodnoty součinitele m_σ byly stanoveny z Tab. 10, kde jsou vztaženy na poměry výšek znázorněných ve schématu na Obr. 23.

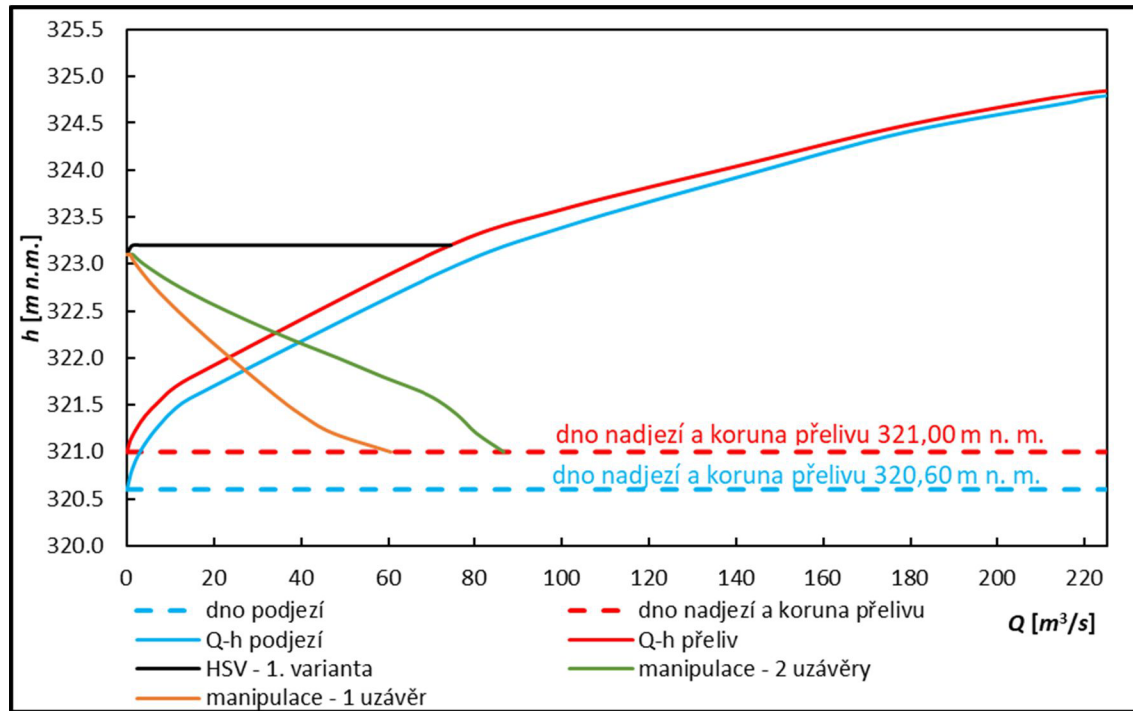
Při výpočtu bylo uvažováno s čtyřmi návrhovými variantami manipulace. Výpočet manipulací dokládají tabulky Tab. 11, Tab. 12, Tab. 13, Tab. 14 a grafy na obrázcích Obr. 24 a Obr. 25. Podrobněji jsou manipulace s uzávěry popsány v kapitole 6.

Tab. 10: Orientační hodnoty pro součinitel přepadu m_σ

Hodnoty přepad. součinitele m_σ				
h_p/h_h	Poměr h_σ/h_h			
	0,0	0,1	0,5	0,7
0,10	0,479	0,479	0,487	0,487
0,20	0,456	0,456	0,461	0,465
0,30	0,435	0,435	0,438	0,441
0,40	0,416	0,416	0,418	0,421
0,50	0,399	0,399	0,398	0,396
0,60	0,384	0,384	0,373	0,368
0,70	0,372	0,372	0,355	0,348
0,80	0,368	0,368	0,351	0,343
0,90	0,378	0,378	0,370	0,363
1,00	0,443	0,443	0,413	0,409



Obr. 23: Schéma manipulace s klapkou



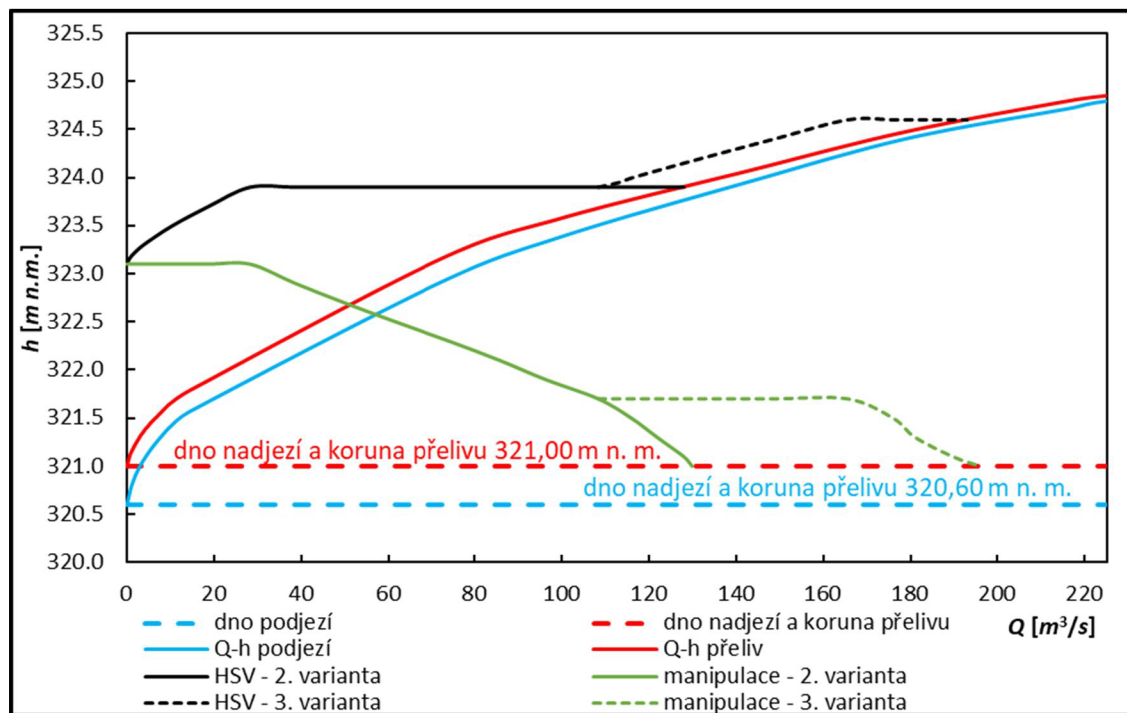
Obr. 24: Graf první varianty manipulace

Tab. 13: Druhá varianta manipulace (2 klapky)

h_p	m	A	Q_1	v_0	k	h_{p0}	b_0	h_b	s	h_d	h_σ	h_σ/h_b	h_p/h_b	m_σ	Q_2	Q_1-Q_2
[m]	[-]	[m ²]	[m ³ /s]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
0.00	0.000	42.00	0.000	0.00	0.00	0.00	20.00	2.10	2.50	0.00	-2.50	-1.19	0.00	0.000	0.000	0.000
0.05	0.479	43.00	0.474	0.01	0.00	0.05	19.99	2.15	2.50	0.09	-2.41	-1.12	0.02	0.479	0.474	0.000
0.10	0.479	44.00	1.342	0.03	0.00	0.10	19.98	2.20	2.50	0.23	-2.27	-1.03	0.05	0.479	1.341	0.000
0.20	0.479	46.00	3.795	0.08	0.00	0.20	19.96	2.30	2.50	0.46	-2.04	-0.89	0.09	0.479	3.797	-0.002
0.40	0.465	50.00	10.421	0.21	0.00	0.40	19.92	2.50	2.50	0.83	-1.67	-0.67	0.16	0.465	10.464	-0.042
0.60	0.451	54.00	18.569	0.34	0.01	0.61	19.87	2.70	2.50	1.07	-1.43	-0.53	0.22	0.451	18.729	-0.161
0.80	0.440	58.00	27.891	0.48	0.01	0.81	19.83	2.90	2.50	1.28	-1.22	-0.42	0.28	0.440	28.267	-0.376
1.00	0.426	58.00	37.739	0.65	0.02	1.02	19.79	2.90	2.30	1.51	-0.79	-0.27	0.34	0.426	38.549	-0.810
1.00	0.426	58.00	38.549	0.66	0.02	1.02	19.79	2.90	2.30	1.53	-0.77	-0.27	0.34	0.426	38.602	-0.053
1.20	0.414	58.00	48.212	0.83	0.04	1.24	19.74	2.90	2.10	1.76	-0.34	-0.12	0.41	0.414	49.696	-1.485
1.20	0.414	58.00	49.696	0.86	0.04	1.24	19.74	2.90	2.10	1.79	-0.31	-0.11	0.41	0.414	49.828	-0.132
1.40	0.402	58.00	58.993	1.02	0.05	1.45	19.69	2.90	1.90	2.01	0.11	0.04	0.48	0.402	61.405	-2.413
1.40	0.402	58.00	61.405	1.06	0.06	1.46	19.69	2.90	1.90	2.06	0.16	0.06	0.48	0.402	61.682	-0.276
1.60	0.391	58.00	70.103	1.21	0.07	1.67	19.65	2.90	1.70	2.27	0.57	0.19	0.55	0.39	73.545	-3.442
1.60	0.391	58.00	73.545	1.27	0.08	1.68	19.65	2.90	1.70	2.33	0.63	0.22	0.55	0.39	74.033	-0.488
1.80	0.381	58.00	81.510	1.41	0.10	1.90	19.60	2.90	1.50	2.47	0.97	0.33	0.62	0.374	85.085	-3.575
1.80	0.381	58.00	85.085	1.47	0.11	1.91	19.60	2.90	1.50	2.53	1.03	0.36	0.62	0.374	85.684	-0.598
2.00	0.373	58.00	93.462	1.61	0.13	2.13	19.55	2.90	1.30	2.68	1.38	0.47	0.69	0.355	95.733	-2.271
2.00	0.373	58.00	95.733	1.65	0.14	2.14	19.55	2.90	1.30	2.71	1.41	0.49	0.69	0.355	96.165	-0.432
2.20	0.369	58.00	106.669	1.84	0.17	2.37	19.50	2.90	1.10	2.88	1.78	0.61	0.76	0.343	108.268	-1.598
2.20	0.369	58.00	108.268	1.87	0.18	2.38	19.50	2.90	1.10	2.90	1.80	0.62	0.76	0.342	108.301	-0.034
2.40	0.371	58.00	122.200	2.11	0.23	2.63	19.45	2.90	0.90	3.08	2.18	0.75	0.83	0.320	117.325	4.875
2.40	0.371	58.00	117.325	2.02	0.21	2.61	19.45	2.90	0.90	3.02	2.12	0.73	0.83	0.320	116.163	1.161
2.40	0.371	58.00	116.163	2.00	0.20	2.60	19.45	2.90	0.90	3.00	2.10	0.72	0.83	0.320	115.894	0.269
2.60	0.378	58.00	140.388	2.42	0.30	2.90	19.39	2.90	0.70	3.32	2.62	0.90	0.90	0.298	126.316	14.073
2.60	0.378	58.00	126.316	2.18	0.24	2.84	19.40	2.90	0.70	3.14	2.44	0.84	0.90	0.298	122.692	3.623
2.60	0.378	58.00	122.692	2.12	0.23	2.83	19.41	2.90	0.70	3.09	2.39	0.82	0.90	0.298	121.826	0.866
2.80	0.421	58.00	174.743	3.01	0.46	3.26	19.31	2.90	0.50	3.75	3.25	1.12	0.97	0.280	141.173	33.569
2.80	0.421	58.00	141.173	2.43	0.30	3.10	19.35	2.90	0.50	3.33	2.83	0.98	0.97	0.280	131.103	10.071
2.80	0.421	58.00	131.103	2.26	0.26	3.06	19.36	2.90	0.50	3.20	2.70	0.93	0.97	0.280	128.536	2.567
2.80	0.421	58.00	128.536	2.22	0.25	3.05	19.36	2.90	0.50	3.17	2.67	0.92	0.97	0.280	127.914	0.622
2.90	0.443	58.00	193.812	3.34	0.57	3.47	19.27	2.90	0.40	3.93	3.53	1.22	1.00	0.270	148.922	44.890
2.90	0.443	58.00	148.922	2.57	0.34	3.24	19.32	2.90	0.40	3.43	3.03	1.05	1.00	0.270	134.507	14.414
2.90	0.443	58.00	134.507	2.32	0.27	3.17	19.33	2.90	0.40	3.25	2.85	0.98	1.00	0.270	130.755	3.753
2.90	0.443	58.00	130.755	2.25	0.26	3.16	19.34	2.90	0.40	3.20	2.80	0.96	1.00	0.270	129.845	0.910

Tab. 14: Třetí varianta manipulace (2 klapky)

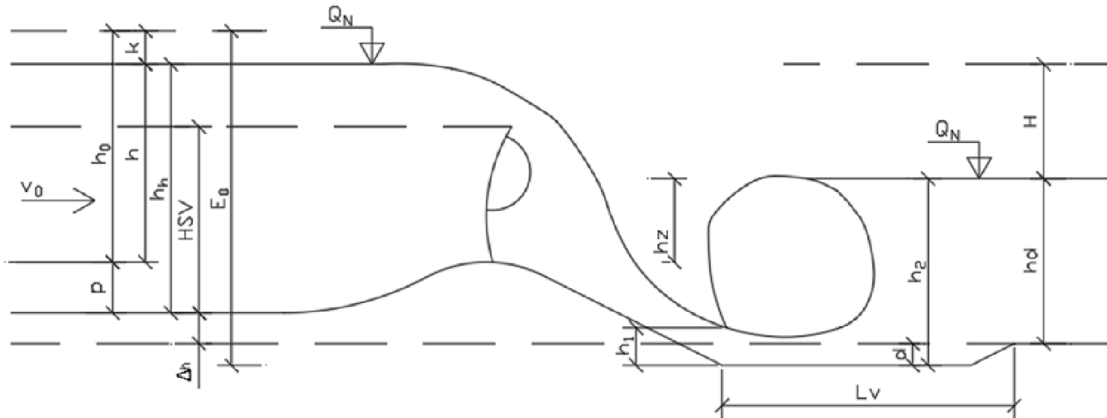
h_p	m	A	$Q1$	v_0	k	h_{p0}	b_0	h_b	s	h_d	h_σ	h_σ/h_b	h_p/h_b	m_σ	$Q2$	$Q1-Q2$
[m]	[-]	[m ²]	[m ³ /s]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
2.25	0.369	59.00	110.326	1.87	0.18	2.43	19.49	2.95	1.10	2.92	1.82	0.62	0.76	0.345	112.697	-2.371
2.25	0.369	59.00	112.697	1.91	0.19	2.44	19.49	2.95	1.10	2.96	1.86	0.63	0.76	0.345	113.227	-0.530
2.30	0.369	60.00	114.024	1.90	0.18	2.48	19.48	3.00	1.10	2.97	1.87	0.62	0.77	0.343	115.862	-1.838
2.30	0.369	60.00	115.862	1.93	0.19	2.49	19.48	3.00	1.10	3.00	1.90	0.63	0.77	0.343	116.274	-0.411
2.50	0.368	64.00	128.866	2.01	0.21	2.71	19.43	3.20	1.10	3.17	2.07	0.65	0.78	0.343	131.461	-2.596
2.50	0.368	64.00	131.461	2.05	0.22	2.72	19.43	3.20	1.10	3.20	2.10	0.66	0.78	0.343	132.062	-0.601
2.70	0.368	68.00	144.635	2.13	0.23	2.93	19.38	3.40	1.10	3.38	2.28	0.67	0.79	0.343	147.751	-3.116
2.70	0.368	68.00	147.751	2.17	0.24	2.94	19.38	3.40	1.10	3.42	2.32	0.68	0.79	0.343	148.495	-0.744
2.70	0.368	68.00	148.495	2.18	0.24	2.94	19.38	3.40	1.10	3.43	2.33	0.68	0.79	0.343	148.675	-0.180
2.90	0.368	72.00	160.999	2.24	0.25	3.15	19.34	3.60	1.10	3.58	2.48	0.69	0.81	0.343	164.631	-3.632
2.90	0.368	72.00	164.631	2.29	0.27	3.17	19.34	3.60	1.10	3.63	2.53	0.70	0.81	0.343	165.521	-0.890
3.10	0.374	76.00	180.840	2.38	0.29	3.39	19.29	3.60	0.90	3.82	2.92	0.81	0.86	0.338	180.131	0.709
3.10	0.374	76.00	180.840	2.38	0.29	3.39	19.29	3.60	0.90	3.82	2.92	0.81	0.86	0.335	178.532	2.307
3.10	0.374	76.00	180.131	2.37	0.29	3.39	19.29	3.60	0.90	3.81	2.91	0.81	0.86	0.332	176.761	3.370
3.10	0.374	76.00	176.761	2.33	0.28	3.38	19.29	3.60	0.90	3.78	2.88	0.80	0.86	0.332	175.951	0.810
3.30	0.389	76.00	206.586	2.72	0.38	3.68	19.23	3.60	0.70	4.04	3.34	0.93	0.92	0.305	183.126	23.460
3.30	0.389	76.00	183.126	2.41	0.30	3.60	19.24	3.60	0.70	3.84	3.14	0.87	0.92	0.338	196.470	-13.344
3.30	0.389	76.00	196.470	2.59	0.34	3.64	19.24	3.60	0.70	3.95	3.25	0.90	0.92	0.312	184.658	11.811
3.30	0.389	76.00	184.658	2.43	0.30	3.60	19.24	3.60	0.70	3.85	3.15	0.88	0.92	0.312	181.723	2.935
3.30	0.389	76.00	181.723	2.39	0.29	3.59	19.25	3.60	0.70	3.83	3.13	0.87	0.92	0.312	181.024	0.699
3.50	0.425	76.00	246.530	3.24	0.54	4.04	19.15	3.60	0.50	4.29	3.79	1.05	0.97	0.295	202.941	43.589
3.50	0.425	76.00	202.941	2.67	0.36	3.86	19.19	3.60	0.50	4.01	3.51	0.97	0.97	0.298	192.340	10.601
3.50	0.425	76.00	192.340	2.53	0.33	3.83	19.20	3.60	0.50	3.92	3.42	0.95	0.97	0.298	189.662	2.678
3.50	0.425	76.00	189.662	2.50	0.32	3.82	19.20	3.60	0.50	3.89	3.39	0.94	0.97	0.298	189.010	0.652
3.60	0.443	76.00	268.063	3.53	0.63	4.23	19.11	3.60	0.40	4.39	3.99	1.11	1.00	0.29	213.878	54.185
3.60	0.443	76.00	213.878	2.81	0.40	4.00	19.16	3.60	0.40	4.10	3.70	1.03	1.00	0.29	197.156	16.722
3.60	0.443	76.00	197.156	2.59	0.34	3.94	19.17	3.60	0.40	3.96	3.56	0.99	1.00	0.295	196.146	1.011
3.60	0.443	76.00	196.146	2.58	0.34	3.94	19.17	3.60	0.40	3.95	3.55	0.99	1.00	0.295	195.891	0.254



Obr. 25: Graf druhé a třetí varianty manipulace

4.6 NÁVRH VÝVARU

Dimenzování a posouzení vývaru je provedeno pro návrhové průtoky, které jsou uvedeny v kapitole 2.3. Návrhem dostatečného zahloubení vývaru se docílí požadovaného vzdutého vodního skoku v podjezí. Výpočtové hodnoty jsou zakresleny ve schématu na Obr. 26.



Obr. 26: Schéma výpočtových hodnot vývaru jezu

Použité vzorce:

$$q = \frac{Q}{b_n} \quad (4.6.1)$$

$$k = \frac{\alpha \cdot v_0^2}{2 \cdot g} \quad (4.6.2)$$

$$h_1 = h_c = \frac{q}{\varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (E_0 - h_c)}} \quad (4.6.3)$$

$$E_0 = d + s + k + h_p \quad (4.6.4)$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \cdot \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{8 \cdot \beta \cdot q^2}{g \cdot h_1^3}} \right] \quad (4.6.5)$$

$$\sigma = \frac{h_d + d}{h_2} \quad (4.6.6)$$

První posouzení vývaru bylo provedeno pro přepad přes pevnou spodní stavbu jezu, kdy bylo počítáno se zcela vyhrazenými uzávěry. Zde nejsou splněny podmínky pro vodní skok vzdutý ($h_d > h_2$, $\sigma > 1$) jen u průtoku $Q_{364d} = 0,695 \text{ m}^3/\text{s}$. Při navržení zahloubení vývaru jen na hodnotu 0,01 m jsou obě podmínky splněny. Posouzení dokládá Tab. 15.

Další posouzení vývaru proběhlo při uvažování druhé a třetí varianty manipulace s uzavěří. S nulovým zahloubením vývaru nejsou splněny podmínky pro vodní skok vzduť do průtoku 38,6 m³/s. Při zahloubení vývaru na hodnotu 0,1 m jsou podmínky splněny u všech průtoků. Posouzení dokládá Tab. 16.

S ohledem na výše popsané posudky bylo rozhodnuto o bezvývarovém řešení podjezí.

Tab. 15: Posouzení bez vývaru

BEZ VÝVARU								d= 0.0 m			
Q _m , Q _N	Q [m ³ /s]	q [m ² /s]	h _p [m]	v ₀ [m/s]	k [-]	E ₀ [m]	h ₁ [m]	h ₂ [m]	h _d [m]	σ [-]	
Q _{364d}	0.695	0.03	0.12	0.29	0.004	0.52	0.012	0.140	0.137	0.973	
Q _{270d}	3.09	0.15	0.32	0.49	0.012	0.73	0.044	0.310	0.409	1.320	
Q _{180d}	4.76	0.24	0.41	0.57	0.017	0.83	0.065	0.392	0.530	1.352	
Q _{90d}	8.2	0.41	0.58	0.71	0.026	1.00	0.103	0.528	0.726	1.374	
Q _{30d}	14.3	0.72	0.78	0.91	0.042	1.23	0.165	0.717	0.966	1.348	
Q ₁	71.5	3.58	2.14	1.67	0.142	2.68	0.587	1.834	2.298	1.253	
Q ₂	100	5.00	2.58	1.94	0.191	3.17	0.766	2.225	2.787	1.253	
Q ₅	143	7.15	3.07	2.33	0.276	3.75	1.030	2.707	3.358	1.241	
Q ₁₀	179	8.95	3.48	2.57	0.338	4.22	1.231	3.078	3.804	1.236	
Q ₂₀	217	10.85	3.80	2.85	0.415	4.62	1.448	3.412	4.124	1.209	

Tab. 16: Posouzení s vývarem

S VÝVAREM							d= 0.1 m			
Q [m ³ /s]	q [m ² /s]	h _p [m]	v ₀ [m/s]	k [-]	s [m]	E ₀ [m]	h ₁ [m]	h ₂ [m]	h _d [m]	σ [-]
0.474	0.02	0.05	0.01	0.00	2.50	2.65	0.00	0.18	0.09	1.072
1.341	0.07	0.10	0.03	0.00	2.50	2.70	0.01	0.30	0.23	1.093
3.797	0.19	0.20	0.08	0.00	2.50	2.80	0.03	0.51	0.46	1.109
10.464	0.52	0.40	0.21	0.00	2.50	3.00	0.07	0.84	0.83	1.108
18.729	0.94	0.60	0.35	0.01	2.50	3.21	0.13	1.13	1.07	1.039
28.267	1.41	0.80	0.49	0.01	2.50	3.41	0.19	1.39	1.29	1.004
38.602	1.93	1.00	0.67	0.02	2.30	3.42	0.26	1.59	1.53	1.025
49.828	2.49	1.20	0.86	0.04	2.10	3.44	0.34	1.78	1.79	1.064
61.682	3.08	1.40	1.06	0.06	1.90	3.46	0.42	1.95	2.07	1.114
74.033	3.70	1.60	1.28	0.08	1.70	3.48	0.51	2.10	2.34	1.163
85.684	4.28	1.80	1.48	0.11	1.50	3.51	0.60	2.22	2.54	1.187
96.248	4.81	2.00	1.66	0.14	1.30	3.54	0.68	2.33	2.72	1.213
108.309	5.42	2.20	1.87	0.18	1.10	3.58	0.77	2.43	2.90	1.232
113.227	5.66	2.25	1.92	0.19	1.10	3.64	0.80	2.49	2.96	1.230
116.274	5.81	2.30	1.94	0.19	1.10	3.69	0.81	2.53	3.00	1.227
132.062	6.60	2.50	2.06	0.22	1.10	3.92	0.90	2.72	3.21	1.220
148.675	7.43	2.70	2.19	0.24	1.10	4.14	1.00	2.90	3.43	1.216
165.521	8.28	2.90	2.30	0.27	1.10	4.37	1.09	3.09	3.64	1.211
175.951	8.80	3.10	2.44	0.30	0.90	4.40	1.16	3.15	3.77	1.226
181.024	9.05	3.30	2.51	0.32	0.70	4.42	1.20	3.18	3.82	1.232
189.662	9.48	3.50	2.63	0.35	0.50	4.45	1.26	3.23	3.89	1.235
195.891	9.79	3.60	2.72	0.38	0.40	4.48	1.31	3.27	3.95	1.237

Návrh délek a hloubek opevnění podjezí vychází z níže uvedených tabulek. V tabulkách jsou použity empirické vztahy pro návrh vývaru, délky a hloubky opevnění dna v podjezí. Proto je nutné brát vypočtené hodnoty jako orientační, které v kombinaci se zkušenostmi z již dříve provedených návrhů poslouží jako podklad pro návrhové parametry opevnění podjezí.

Použité vzorce:

$$L_V = K \cdot (h_2 - h_1) \quad \text{kde } K \in (4,0 \sim 5,5) \quad (4.6.7)$$

$$L_0 = (10 \sim 13) \cdot h_d \quad (4.6.8)$$

$$A_0 = 6 \cdot H^{0,25} \cdot q^{0,5} \cdot \left(\frac{h_d}{d_{90}}\right)^{1/3} - h_d \quad (4.6.9)$$

$$A = k' \cdot A_0 \quad \text{kde } k' \in (0,45 \sim 0,65) \quad (4.6.9)$$

Tab. 17: Návrh délky vývaru

Q_m, Q_N	h_1 [m]	h_2 [m]	h_2/h_1	K	L_V
Q_{364d}	0.005	0.22	45.46	4.0	0.87
Q_{270d}	0.021	0.47	21.83	4.0	1.78
Q_{180d}	0.033	0.58	17.70	4.5	2.46
Q_{90d}	0.056	0.76	13.65	4.5	3.16
Q_{30d}	0.095	1.00	10.54	4.5	4.08
Q_1	0.478	2.11	4.41	5.0	8.15
Q_2	0.693	2.39	3.44	5.5	9.31
Q_5	0.930	2.91	3.13	5.5	10.91
Q_{10}	1.154	3.23	2.80	5.5	11.41
Q_{20}	1.369	3.56	2.60	5.5	12.04

Tab. 18: Návrh délky opevnění za vývarem

Q_m, Q_N	h_d [m]	10 h_d [m]	13 h_d [m]	L_0 [m]
Q_{364d}	0.14	1.37	1.77	2.00
Q_{270d}	0.41	4.09	5.31	5.00
Q_{180d}	0.53	5.30	6.89	6.00
Q_{90d}	0.73	7.26	9.44	8.00
Q_{30d}	0.97	9.66	12.56	10.00
Q_1	2.30	22.98	29.87	23.00
Q_2	2.79	27.87	36.24	28.00
Q_5	3.36	33.58	43.65	34.00
Q_{10}	3.80	38.04	49.45	39.00
Q_{20}	4.12	41.24	53.61	42.00

Tab. 19: Výpočet hloubky výmolu

Q_m, Q_N	q [m^2/s]	h_d [m]	H [m]	d_{90} [mm]	A_0 [m]	k'	A [m]
Q_{364d}	0.94	0.14	2.48	82	0.73	0.5	0.36
Q_{270d}	0.15	0.41	2.41	82	0.09	0.5	0.05
Q_{180d}	0.24	0.53	2.38	82	0.15	0.5	0.07
Q_{90d}	0.41	0.73	2.35	82	0.26	0.5	0.13
Q_{30d}	0.72	0.97	2.32	82	0.46	0.5	0.23
Q_1	3.58	2.30	1.54	82	1.54	0.5	0.77
Q_2	5.00	2.79	0.89	82	1.44	0.5	0.72
Q_5	7.15	3.36	0.82	82	1.90	0.5	0.95
Q_{10}	8.95	3.80	0.17	82	0.36	0.5	0.18
Q_{20}	10.85	4.12	0.08	82	-0.25	0.5	-0.12

Na základě výpočtů je navrženo opevnění podjezí v délce 12 m těžkého kamene do betonu o mocnosti vrstvy 1,3 m. Dále bude pokračovat opevnění formou kamenného záhozu v délce 30 m, kde prvních 10 m bude provedeno těžkým kamenným záhozem hloubky 1,3 m. Zbýlých 20 m bude zhotoveno v poloviční hloubce 0,65 m.

4.7 NÁVRH RYBÍHO PŘECHODU

V současné době tvoří stávající jezová konstrukce bariéru napříč tokem a znemožňuje tak volnou migraci vodních organismů. Proto je při návrhu rekonstrukce jezu uvažováno s vytvořením rybího přechodu, který by migraci umožnil.

Jako vhodná konstrukce RP se jeví migrační rampa. Výhodou konstrukce je její umístění v korytě toku, kde neklade požadavky na okolní pozemky jako jiné typy RP. Další výhodou konstrukce je její přírodní charakter, díky kterému se i lépe začlení do okolní krajiny.

4.7.1 Hydraulický výpočet prvků rybího přechodu

Postup výpočtu a použité vztahy se pro jednotlivé typy rybích přechodů liší. Za základní typ RP lze považovat šterbinový rybí přechod, a proto se následující výpočet váže k tomuto typu. Ovšem při úvaze několika následujících rozdílů lze výpočet aplikovat i na jiné typy RP. [24]

- Mezi skutečnými a požadovanými rozměry budou náhodné odchylky rozměrů nejen vlastního žlabu, ale i balvanitých přepážek (tj. výšky a šířky).
- Šterbina nebude mít po výšce konstantní světlost, ale bude mírně proměnlivá; šířka šterbiny musí odpovídat minimální požadované šířce pro daný druh ryby.
- Boční stěny balvanů nebudou svislé, budou proudění odlišně usměrňovat, a proto se bude výsledné proudění v bazénku lišit od proudění plánovaného.

- Vzhledem k vysoké drsnosti stěn a dna bude tlumení energie vody v porovnání s betonovou konstrukcí účinnější, a proto je možné se při shodných návrhových parametrech držet blíže maximálním dovoleným hodnotám (např. měrný disipovaný výkon).
- První dvě přepážky by měly být vyšší, aby za vyššího stavu horní vody nedocházelo k přepadu vody přes přepážku; nadbytečná voda by zvyšovala měrný disipovaný výkon. [24]

Základní parametry jezové konstrukce:

- kóta horního dna: 321,00 m n. m.
- kóta dolního dna: 320,60 m n. m.
- kóta HSV: 323,10 m n. m.
- dolní hladina: 320,79 m n. m.
- výškový spád: $dH = 2,41$ m

Doporučená kritéria pro migrační rampu:

Základní návrhové parametry RP vychází z Tab. 8. Požadavky návrhu jsou dále doplněny o kritéria pro migrační rampy, které uvádí TNV 75 2321. [20]

- Mezery mezi balvany tvořící přepážky 0,1 m až 0,5 m.
- Balvany o délce hrany minimálně 0,6 m až 1,0 m.
- Nízký sklon 1 : 20 a mírnější.
- Minimální šířka příčného profilu ve dně 3,5 m a větší.
- Minimální hloubky 0,3 m až 0,4 m a více.
- Minimální průtok $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ na 1 m šířky příčného profilu RP.

Návrhové parametry RP:

- návrhový průtok: $Q_{RP} = 0,350 \text{ m}^3/\text{s}$
- sklon nivelety dna: $i_{dop} = 1 : 20$ (5%)
- světlá šířka RP: $B_{RP} = 3,5$ m
- min. hloubka tůňky: $h_{min} = 0,6$ m
- max. hloubka tůňky: $h_{max} = 0,8$ m
- rychlost vody: $v_{dov} = 1,0$ m/s
- velikost balvanů: $tl = 0,6$ m
- objemová hm. vody: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- výtokový součinitel: $\varphi = 0,7$
- gravitační zrychlení: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Výpočet maximálního rozdílu hladin mezi jednotlivými přepážkami na základě

v_{dov} :

$$\Delta h_{dov} = \frac{v_{dov}^2}{2 \cdot g \cdot \varphi^2} = 0,104 \text{ m} \quad (4.7.1)$$

Z celkového spádu na RP lze dopočítat nutný minimální počet přepážek:

$$n_{min} = \frac{dH}{\Delta h_{dov}} = 22,21 \text{ m} \quad (4.7.2)$$

Vypočtená hodnota se zaokrouhlí směrem nahoru ($n_{min} = 23$ přepážek)

Vypočte se návrhový spád na přepážce:

$$\Delta h = \frac{dH}{n} = 0,10 \text{ m} \quad (4.7.3)$$

Zkontroluje se maximální výtoková rychlost ve šterbině:

$$v_{max} = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = 0,98 \text{ m/s} < v_{dov} = 1,0 \text{ m/s} \quad (4.7.4)$$

Vypočte se světla šířka šterbiny $B_{šterbiny}$. V případě většího počtu šterbin se zavede celková šířka ΣB :

$$\Sigma B = \frac{Q_{požadovaný}}{\varphi \cdot h_{min} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}} = 0,59 \text{ m} = 0,60 \text{ m} \quad (4.7.5)$$

Vypočte se průtok RP:

$$Q = \varphi \cdot h_{min} \cdot \Sigma B \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = 0,354 \text{ m}^3/\text{s} \quad (4.7.6)$$

Provede se kontrola vtoku RP pomocí rovnice přepadu. Nutno zohlednit ztrátu na vtoku a snížení hladiny při nárůstu rychlostní výšky:

Přítoková rychlost:

$$v_0 = \frac{Q}{B_{RP} \cdot h_{max}} = 0,13 \text{ m/s} \quad (4.7.7)$$

Redukovaná energetická výška zahrnující hydraulické ztráty na vtoku:

$$h_e = 0,85 \cdot \left(h_{max} + \frac{v_0^2}{2 \cdot g} \right) = 0,75 \text{ m} \quad (4.7.8)$$

Kapacitní průtok:

$$Q_{kap} = 0,54 \cdot \Sigma B \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_e^{3/2} = 0,926 \text{ m}^3/\text{s} \quad (4.7.9)$$

Jako kontrola musí vyjít podmínka $Q_{kap} > Q$. Podmínka je splněna.

Provede se kontrola charakteru proudění ve štěrbině:

$$Fr_{štěrbiny} = \frac{v_{max}^2}{g \cdot h_{min}} = 0,164 < 1 \quad (4.7.10)$$

V profilu štěrbiny je dodržen režim říčního proudění a nebude tak docházet k vodnímu skoku.

Návrh délky tůňky:

$$L_{bazénku} = \frac{100 \cdot \Delta h - i_{dop} \cdot tl}{i_{dop}} = 1,40 \text{ m} \quad (4.7.11)$$

Návrh celkové délky RP:

$$L_{RP} = (n - 1) \cdot (L_{bazénku} + tl) = 44,00 \text{ m} \quad (4.7.12)$$

Kontrola disipované energie v jedné tůňce:

Disipovaný výkon v jedné tůňce:

$$P = Q \cdot \Delta h \cdot \rho \cdot g = 348,53 \text{ W} \quad (4.7.13)$$

Objem tůňky:

$$V_{bazénku} = h_{min} \cdot B_{RP} \cdot L_{bazénku} = 2,940 \text{ m}^3 \quad (4.7.14)$$

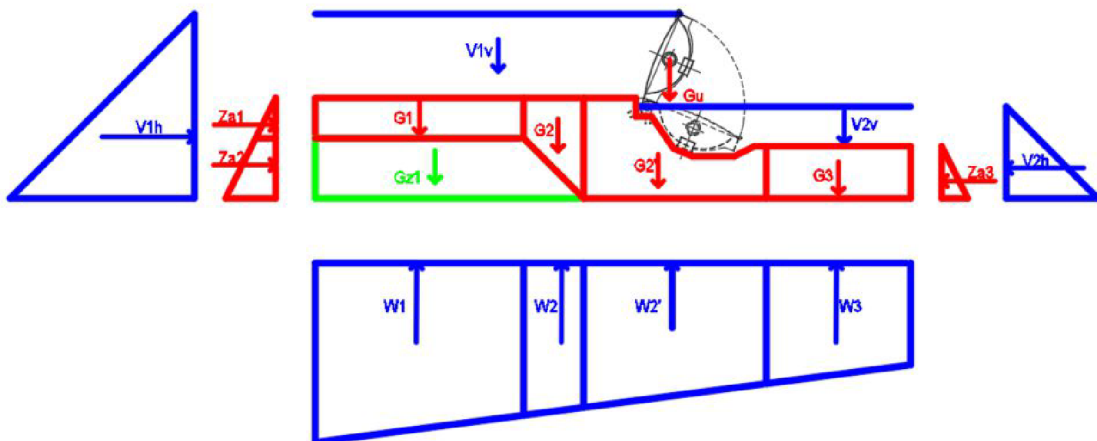
Měrný disipovaný výkon:

$$P_{měr} = \frac{P}{V_{bazénku}} = 118,55 \text{ W/m}^3 < P_{dov} = 135,00 \text{ W/m}^3 \quad (4.7.15)$$

5 POSOUZENÍ STABILITY JEZU

Výpočet stability jezu byl zhotoven pro jeden zatěžovací stav. Stav odpovídá trvalé návrhové situaci, kdy je klapka plně vztyčena a úroveň hladiny ve zdrži odpovídá HSV (323,10 m n. m.). Úroveň hladiny v podjezí odpovídá průtoku Q_{355d} , a tak je posouzení stability provedeno na jeden z nejneprůzračnějších stavů, které mohou na konstrukci nastat. Na Obr. 27 je znázorněno zatěžovací schéma, na kterém jsou zakresleny jednotlivé síly působící na konstrukci jezu. Schéma bylo vytvořeno v programu AutoCAD, ve kterém byly rovněž určeny příslušné plochy zatěžovacích obrazců a jejich těžiště.

- kóta hladiny v nadjezí: 323,10 m n. m.
- kóta hladiny v podjezí: 320,79 m n. m.
- spád hladin: 2,31 m



Obr. 27: Schéma působících sil

Posouzení stability bylo provedeno na tři typy porušení:

- Posunutí po základové spáře (se/bez spolupůsobení desky za přelivem)
- Nadzdvihnutí (zvlášť přeliv a deska za přelivem)
- Překlopení přelivu okolo paty na povodní straně

5.1 HODNOTY ZATÍŽENÍ

- Vlastní tíha konstrukce:

$$G_i = \rho \cdot b \cdot g \cdot A_i \quad (5.1.1)$$

$$G_1 = 142,8 \text{ kN}, G_2 = 64,5 \text{ kN}, G_2' = 185,9 \text{ kN}, G_3 = 128,6 \text{ kN}$$

- Vlastní tíha uzávěru:

$$G_u = h_u \cdot \gamma_u \quad (5.1.2)$$

$$G_u = 25,2 \text{ kN}$$

- Zatížení od nasycené zeminy pod konstrukcí:

$$G_{zi} = (\rho_z - \rho_w) \cdot (1 - n) \cdot A_z \cdot g \quad (5.1.3)$$

$$G_{z1} = 85,9 \text{ kN}$$

- Aktivní zemní tlak:

$$Z_{ai} = tg^2 \cdot \left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot \rho_z \cdot g \quad (5.1.4)$$

$$Z_{a1} = 35,3 \text{ kN}, Z_{a2} = 132,4 \text{ kN}, Z_{a3} = 112,7 \text{ kN}$$

- Zatížení od vertikálního tlaku vody (vztlak):

$$W_i = \rho \cdot g \cdot A_i \quad (5.1.5)$$

$$W_1 = 210,8 \text{ kN}, W_2 = 54,4 \text{ kN}, W_2' = 147,9 \text{ kN}, W_3 = 98,0 \text{ kN}$$

- Zatížení od vertikálního tlaku vody:

$$V_{iv} = \rho \cdot g \cdot A_i \quad (5.1.6)$$

$$V_{1v} = 178,4 \text{ kN}, V_{2v} = 65,8 \text{ kN}$$

- Zatížení od horizontálního tlaku vody:

$$V_{ih} = \rho \cdot g \cdot A_i \quad (5.1.7)$$

$$V_{1h} = 103,9 \text{ kN}, V_{2h} = 25,7 \text{ kN}$$

5.2 POSOUZENÍ STABILITY

Posouzení stability bylo provedeno podle mezních stavů únosnosti a použitelnosti.

$$E_{d,dst} = \gamma_1 \sum_{i=1}^n \gamma_{Q,i} F_{dst} \leq E_{d,stb} = \sum_{i=1}^n \gamma_{G,i} F_{stb} \quad (5.1.8)$$

F_{dst} je návrhová hodnota destabilizujících sil, F_{stb} je návrhová hodnota stabilizujících sil, γ_1 je součinitel významu, $\gamma_{Q,i}$ jsou dílčí součinitele vyjadřující nejistoty při stanovení destabilizujících sil a $\gamma_{G,i}$ jsou dílčí součinitele vyjadřující nejistoty při stanovení stabilizujících sil.

- Posouzení bezpečnosti proti posunutí základové spáry:

Se spolupůsobením desky za přelivem

$$E_{d,dst} = 341,1 \text{ kN} \leq E_{d,stb} = 414,5 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Bez spolupůsobení desky za přelivem

$$E_{d,dst} = 341,1 \text{ kN} \leq E_{d,stb} = 369,4 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- Posouzení bezpečnosti proti nadzdvihnutí:

Přeliv

$$E_{d,dst} = 476,7 \text{ kN} \leq E_{d,stb} = 635,4 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Deska za přelivem

$$E_{d,dst} = 117,6 \text{ kN} \leq E_{d,stb} = 213,8 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- Posouzení bezpečnosti proti překlopení přelivu okolo paty na návodní straně:

$$E_{d,dst} = 862,8 \text{ kNm} \leq E_{d,stab} = 1293,4 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Při posouzení stability vyhověla jezová konstrukce na všechny druhy porušení. Stabilita jezu by byla posílena umístěním svislé štětové stěny pod jeho základovou spáru, což by snížilo namáhání vztlakovými silami. Štětová stěna by byla použita již při zakládání jezu, a dalo by se tak uvažovat s jejím ponecháním.

6 TECHNICKÝ POPIS NAVRŽENÝCH OBJEKTŮ

6.1 URČENÍ HLADINY STÁLÉHO VZDUTÍ

Návrh hladiny stálého vzdutí (HSV) vychází z konstrukce stávajícího pevného jezu, jehož přelivná hrana se nachází na kótě 322,91 m n. m. Nově navržená hladina stálého vzdutí byla stanovena na kótě 323,10 m n. m., což znamená navýšení o 0,19 m nad stávající korunou pevného jezu. Navýšením je dosaženo možnosti většího rozsahu při manipulaci s uzávěry a dále je dosaženo mírného navýšení energetického spádu na nově budované MVE.

Při takto navržené hladině nedojde k významnému ovlivnění hladiny podzemní vody, a tím ani k ohrožení základových konstrukcí objektů umístěných v příbřežních oblastech v prostoru nadjezí. Současně nedojde navýšením hladiny ani k ohrožení objektů mostních konstrukcí, čím je myšleno, že zůstává požadované převýšení spodní hrany mostovek nad hladinou při návrhovém průtoku.

6.2 PEVNÁ SPODNÍ STAVBA JEZU

Jako pevná spodní stavba jezu byl navržen betonový prah obdélníkového průřezu bez převýšení nad horním dnem. Výhodou řešení je bezproblémový průchod splavenin, navýšení rozsahu při manipulaci s uzávěry a jednoduchost na provedení, zejména betonářských a bednicích prací. Výšková kóta přelivné hrany je navržena na úrovni 321,00 m n.m., a je tak na úrovni dna v nadjezí. Vzhledem k úrovni HSV je 2,10 m pod její úrovní. Základová spára pevné spodní stavby jezu je umístěna na kótě 318,50 m n. m. V místě paty na návodní straně spodní stavby je základová spára zalomena ve sklonu 1:1 a dále napojena na předprsí jezu. Povodní strana spodní stavby jezu je tvořena šikminami tvořícími kapsu, do které se při plném vyhrazení schová pohyblivý uzávěr (příloha P4).

Pro bezpečné převedení návrhového průtoku $Q_n = 217 \text{ m}^3/\text{s}$ byla výpočtem stanovena šířka přelivu na 20,00 m. Navržená šířka byla rozdělena středním dělicím pilířem na dvě poloviny, a tím došlo k vytvoření jezu o dvou polích. Střední dělicí pilíř byl navržen šířky 3,00 m, a tak celková šířka konstrukce činí 23,00 m.

Pevná spodní stavba je pomocí dilatační spáry oddělena ve vzdálenosti 2,80 m nad přelivem od předprsí jezu. V podjezí je spodní stavba ve vzdálenosti 2,76 m pod přelivem rovněž oddilátována od opevnění dna, které je tvořeno dlažbou do betonu. Ve

směru po toku je pak spodní stavba rozdělena v ose pilíře na dvě části. Dilatační spáry jsou opatřeny pryžovým těsněním šířky 0,40 m.

Předprsí pevné spodní stavby jezu je tvořeno kamennou dlažbou do betonu v délce 4,70 m a v tloušťce 1,00 m. Předprsí je zakončeno stabilizačním betonovým prahem širokým 0,50 m.

Pevná spodní stavba je v každém jezovém poli vybavena dosedacím prahem UE 300 pro provizorní hrazení. Dále je v každém jezovém poli umístěna jímka velikosti 0,40 x 0,40 x 0,30 m, určená pro čerpání vody při zahrazeném provizorním hrazení v průběhu oprav.

Celá konstrukce pevné spodní stavby je navržena z betonu C30/37 a měla by být odolná proti vlivům prostředí XC2 (prostředí mokré, občas suché) a XA1 (slabě agresivní chemické prostředí). Popis spodní stavby dokládají přílohy P3, P4 a P5.

6.3 OPEVNĚNÍ PODJEZÍ

Při návrhu podjezí v kapitole 4.6 nebyla podmínka pro vodní skok vzdutý splněna jen u nižších průtoků a stačilo tak jen nepatrné zahloubení pro její splnění. V důsledku toho bylo rozhodnuto o bezvývarovém řešení podjezí. Ovšem při potřebě plného vyhrazení uzávěrů došlo k nutnému zahloubení podjezí na úroveň 319,80 m n. m. Na základě tohoto konstrukčního řešení podjezí lze konstatovat, že podmínka docílení vzdutého vodního skoku bude splněna.

Opevnění dna podjezí navazuje ihned na pevnou spodní stavbu jezu. Prvních 3,60 m je tvořeno kamennou dlažbou do betonu o hmotnosti kamene 300 až 500 kg. Tloušťka kamenné dlažby je 1,30 m. Kamenná dlažba je stejně jako spodní stavba založena na úrovni 318,50 m n. m. a její horní líc leží na úrovni 319,80 m n. m. Ve vzdálenosti 1,70 m od konce spodní stavby, je umístěn dosedací prah UE 300 pro provizorní hrazení. V oblasti kolem prahu je nutné kameny v dlažbě ručně opracovat, aby bylo možné profil bezproblémově uložit a ukotvit do betonu.

Na kamennou dlažbu do betonu navazuje ve sklonu 1:10 těžká kamenná rovnanina, která spojuje zahloubení pod jezem se dnem podjezí (320,60 m n. m.). Rovnanina je provedena v délce 8,00 m a tloušťce 1,30 m. Zakončení protisvahu z kamenné rovnaniny je provedeno stabilizačním betonovým prahem širokým 0,50 m a vysokým 1,30 m.

Opevnění dna v podjezí pokračuje za stabilizačním prahem v podobě těžkého kamenného záhozu o mocnosti 1,30 m a velikosti kamene 0,60 m. Zához dále přechází

ve vzdálenosti 10,00 m a sklonu 1:2 v kamenný pohoz tloušťky 0,65 m s velikostí kamene 0,30 m. Kamenný pohoz pokračuje v délce 20,00 m. Opevnění dna je ukončeno přechodem do dna ve sklonu 1:2. Pro opevnění dna by se dalo uvažovat s použitím vytrízeného kamene získaného z původní konstrukce jezu. Návrh opevnění dokládá příloha P4.

6.4 PILÍŘE A ZAVAZOVACÍ KŘÍDLA

V kapitole 2.7 bylo uvedeno geologické složení podloží, které v dané lokalitě popisují dva svislé vrty (HJ-3, S12). Z informací vyplývá skutečnost, že únosné podloží je tvořeno rulou, která se nachází v hloubce 5,40 m, což odpovídá kótě 317,60 m n. m.

Z důvodu relativně malé hloubky únosného podloží bylo rozhodnuto o založení pilířů a zavazovacích křídel v celé délce na kótě 317,60 m n. m. Všechny pilíře jsou dilatacími rozděleny do menších bloků, což dokládají přílohy P3, P4 a P5.

6.4.1 Střední dělicí pilíř

Jak bylo výše uvedeno, střední dělicí pilíř je umístěn uprostřed pevné spodní stavby, čímž jsou vytvořena dvě jezová pole. Nejlépe popisuje umístění pilíře příloha P3.

Parametry pilíře:

- délka: 14,30 m
- šířka: 3,00 m
- poloměr obou zhlaví: 1,50 m
- výška v nadjezí: 3,95 m
- výška v podjezí: 4,35 m
- nadmořská výška koruny: 324,95 m n. m.
- nadmořská výška základové spáry: 317,60 m n. m.

Pilíř je doplněn o:

- Kapsy pro osazení přenosného jeřábu, které jsou umístěné v ose pilíře. Kapsy jsou hluboké 1,00 m a mají průměr 0,40 m. Umístěny jsou na úrovni drážek provizorního hrazení.
- Ocelová stupadla umístěná v kapsách hlubokých 0,30 m. Stupadla jsou umístěna v nadjezí i podjezí na obou stranách pilíře. Výškový rozdíl mezi jednotlivými úrovněmi je 0,25 m.

- Drážky provizorního hrazení, které jsou navrženy na obou stranách pilíře. V nadjezí jsou drážky umístěny 1,80 m od horního zhlaví pilíře a v podjezí jsou umístěny 6,54 m od dolního zhlaví pilíře. Drážky jsou navrženy 0,10 m široké a 0,15 m hluboké.
- Zavzdušňovací potrubí DN 200. Potrubí je umístěno po obou stranách pilíře na místě klapky, pod kterou přivádí vzduch, při uzavření prostoru pod klapkou vlivem přepadající vody. Potrubí je vedeno svisle. Pod klapkou je zaústěno cca 0,90 m nade dnem podjezí. Otvory průduchů jsou na pilířích zakryty mřížkou proti vniknutí nečistot, kterými by se mohly zanést.
- Zdvihací mechanismus klapky umístěný 2,80 m od horního zhlaví pilíře. Mechanismus je tvořen olejovou nádrží, vysokotlakým čerpadlem, potrubním rozvodem oleje a hydraulickým pístem. Mechanismus je umístěn na obou stranách pilíře a je usazen na kraji výklenku, do kterého směřují hydraulické písty napojené na klapku. Výklenek je hluboký 0,23 m a v koruně pilíře má světlost 1,11 m.

6.4.2 Břehové pilíře a zavazovací křídla

Byly navrženy dva nábrežní pilíře. Oba byly doplněny o zavazovací křídla, která přispějí ke zvýšení stability konstrukce díky jejich zavázání do břehových linií. Popis pilířů je uveden také v přílohách P3, P4 a P5.

Parametry pravého břehového pilíře a zavazovacích křídel:

- šířka v koruně: 1,00 m
- šířka v patě: 2,00 m
- délka pilíře: 34,20 m
- délka zavazovacího křídla v nadjezí: 9,98 m
- délka zavazovacího křídla v podjezí: 7,29 m
- výška v nadjezí: 3,95 m
- výška v podjezí: 4,35 m
- výška ozubu: 0,90 m
- výšková úroveň pilíře a křídel v koruně: 324,95 m n. m.
- výšková úroveň pilíře a křídel v základové spáře: 317,60 m n. m.
- tvar průřezu: „L“

Pilíř je doplněn o:

- Kapsy pro osazení přenosného jeřábu, které jsou stejně jako ve středovém pilíři umístěny v ose pilíře a mají i stejné geometrické charakteristiky. Umístění kapes je rovněž provedeno na úrovni drážek provizorního hrazení.
- Zavzdušňovací potrubí DN 200 umístěné na úrovni klapky.
- Zdvihací mechanismus klapky. Popis mechanismu a výklenku odpovídá popisu uvedeného u středního dělicího pilíře.
- Ocelové zábradlí, které je navrženo po celé délce pilíře a zavazovacích křídel.

Levý břehový pilíř je řešen atypickým způsobem, kdy v nadjezí je jeho zavazovací křídlo zalomeno pod ostrým úhlem směrem po vodě, čímž vytváří stěnu náhonu a zároveň umožňuje vytvoření manipulačního prostoru pro MVE a jezovou konstrukci. Směrem do toku je vedle pilíře umístěn rybí přechod. V podjezí je pilíř odskočen sklonem 1:3 na nižší úroveň. Podrobněji pilíř popisují přílohy P3 a P4.

Parametry levého břehového pilíře a zavazovacích křídel:

- | | |
|---|-------------------------|
| • šířka v koruně: | 1,00 m |
| • šířka v patě: | 2,00 m |
| • délka pilíře: | 39,06 m |
| • délka zavazovacího křídla v nadjezí: | 51,22 m |
| • délka zavazovacího křídla v podjezí: | 13,94 m |
| • výška v nadjezí: | 3,95 m |
| • výška v podjezí: | 2,10 m |
| • výška ozubu: | 0,90 m |
| • výšková úroveň pilíře a křídel v koruně: | 324,95 a 322,70 m n. m. |
| • výšková úroveň pilíře a křídel v základové spáře: | 317,60 m n. m. |
| • tvar průřezu: | „L“ |

Pilíř je doplněn o:

- Ocelové zábradlí, které je navrženo po celé délce pilíře a zavazovacích křídel.
- Ocelový rošt přemostující rybí přechod.
- Drážky pro provizorní hrazení rybího přechodu.

6.4.3 Pilíř dělicí RP a MVE

Rybí přechod a malá vodní elektrárna jsou odděleny dělicím pilířem s parametry:

- šířka v koruně: 1,00 m
- šířka v patě: 1,00 m
- délka pilíře: 45,16 m
- výška v nadjezí: 3,95 m
- výška v podjezí: 4,35 m
- výšková úroveň pilíře v koruně: 324,95 m n. m.
- výšková úroveň pilíře v základové spáře: 317,60 m n. m.

Pilíř je doplněn o:

- Drážku pro revizní uzávěr a drážku pro osazení provizorního hrazení savky MVE.

6.4.4 Pilíř dělicí MVE a levé jezové pole

Obě zhlaví pilíře jsou řešena v proudnicovém tvaru, pro zmenšení hydraulických ztrát. Nejlépe popisuje tvar pilíře příloha P3. Základními parametry pilíře jsou:

- šířka v koruně: 2,30 m
- šířka v patě: 2,30 m
- délka pilíře: 34,20 m
- výška v nadjezí: 3,95 m
- výška v podjezí: 4,35 m
- výšková úroveň pilíře v koruně: 324,95 m n. m.
- výšková úroveň pilíře v základové spáře: 317,60 m n. m.

Pilíř je doplněn o:

- Kapsy pro osazení přenosného jeřábu. Charakteristiky odpovídají dřívějšímu popisu.
- Zdvihací mechanismus klapky a výklenek chránící ho.
- Drážky pro osazení provizorního hrazení, které jsou umístěny 7,00 m od horního zhlaví a 21,25 m od dolního zhlaví pilíře.

- Drážky pro osazení provizorního hrazení rybiho přechodu.
- Štěrkovou propust šířky 0,80 m umožňující průchod splavenin z nátoky MVE do podjezí.
- Zavzdušňovací potrubí DN 200 umístěné na úrovni klapky.

6.5 POHYBLIVÝ UZÁVĚR

Jako pohyblivý uzávěr pro obě jezová pole byla navržena dutá klapka, která byla vybrána na základě řešení v kapitole 3.2.

Klapka je navržena výškou 2,10 m a při jejím plném vztyčení leží její přelivná hrana na kótě 323,10 m n. m. Při svém plném vyhrazení se klapka opře o dosedací trámky umístěné na dně pevné spodní stavby jezu. V popisu návrhu pilířů byl uveden návrh výklenků pro umístění hydraulických pístů pohybujiících klapkou. Tento výklenek je opancěrován a chrání pohybovací mechanismus před plovoucími předměty přicházejícími na jez. Hloubka výklenku směrem do pilíře je 0,23 m, z čehož vychází, že celková délka jedné klapky je 10,46 m.

Klapka je oboustranně zavěšena na ocelový píst, který zajišťuje její pohyb pomocí tlaku oleje v servoválcích. Písty jsou zavěšeny na krajích výklenků umístěných na středovém pilíři, pravém břehovém pilíři a pilíři dělicím levé jezové pole od MVE. Celkově jsou na pilířích umístěny čtyři zdvihací mechanismy.

Na každé straně klapky je v pilíři umístěno zavzdušňovací potrubí DN 200, které přivádí vzduch pod klapku a zabraňuje tím vzniku podtlaku. Konstrukce je tak chráněna proti vzniku pulzací a případnému poškození. Dalším ochranným opatřením klapky jsou rozražeče proudu umístěné na horní hraně klapky rozmístěné v osové vzdálenosti 2,0 m.

6.6 MANIPULACE S UZÁVĚRY

Pro manipulaci s klapkami byly provedeny čtyři návrhové situace, jejichž výpočet je uveden v tabulkách 11 až 14. Výstupy z tabulek jsou průběhy manipulací, které jsou znázorněny v grafech na obrázcích 24 a 25.

6.6.1 Manipulace za běžných stavů

Při manipulaci byly uvažovány dva manipulační stavy. Při prvním jde o synchronní pohyb obou klapek (tzn. obě klapky jsou spouštěny současně) a při druhém jde o pohyb pouze jedné klapky (tzn. jedna klapka zůstává plně vztyčená).

Při prvním manipulačním stavu se hladina nechá vystoupat na kótu 323,20 m n. m. Při této hladině voda přepadá hloubkou 0,10 m přes přelivnou hranu klapky. Poté začne synchronní pohyb obou klapek až do jejich plného vyhrazení, kdy jde přes jez průtok $86,618 \text{ m}^3/\text{s}$, který odpovídá zhruba jednoleté vodě.

Druhý manipulační stav může nastat v případě, kdy by byla např. potřeba opravy nebo revize jednoho z uzávěrů. Průběh manipulace bude probíhat stejně jako u první varianty jen s rozdílem, že zde bude schopnost manipulovat s uzávěrem jen do průtoku $60,179 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.6.2 Manipulace za povodňových stavů

Pro povodňové stavy byly vytvořeny další dvě varianty manipulace. K těmto variantám bude přistoupeno, jestliže vlivem předpovědí budou očekávány průtoky přesahující $Q_1 = 71,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

První varianta manipulace uvažuje s navýšením hladiny na kótu 323,90 m n. m., což znamená navýšení hladiny o 0,80 m nad hranu vztyčeného uzávěru klapky. Při dosažení tohoto stavu začíná synchronní pohyb obou klapek až do úplného sklopení, kdy přes jez bude protékat $129,845 \text{ m}^3/\text{s}$. Hodnota průtoku se pohybuje na úrovni mezi Q_2 a Q_5 .

Druhá varianta manipulace bude použita za stavu, kdy by bylo nutné operativně navýšit schopnost manipulovat do většího rozsahu průtoků. Manipulace bude vycházet z první varianty, kdy pohyb klapky bude zastaven na úrovni 321,70 m n. m. Při této úrovni bude přepadová výška rovna hodnotě 2,20 m a kóta hladiny v nadjezí bude na úrovni 323,90 m n. m. Dále se hladina nechá nastoupat o 0,70 m na kótu 324,60 m n. m., při které bude voda přepadat hloubkou 2,90 m. Poté bude pokračovat synchronní pohyb obou klapek až do úplného sklopení, kdy oběma poli bude protékat $195,891 \text{ m}^3/\text{s}$. Průtok je na úrovni mezi desetiletou a dvacetiletou vodou.

Jakmile povodňový stav začne ustupovat, nechá se voda opadnout na úroveň 323,20 m n. m. (manipulace za běžných stavů). Poté se klapky začnou zahrazovat až do jejich plného vztyčení.

Při ani jedné z variant manipulace nedojde k ohrožení objektů v nadjezí vlivem návrhu protipovodňových opatření uvedených v kapitole 6.12. Rozliv proběhne pouze po plochách se zemědělským využitím.

6.6.3 Manipulace v období sucha

Při obdobích sucha se s klapkami nemanipuluje a veškerý průtok se nechává primárně pro rybí přechod, odběr, popřípadě pro nově navrženou MVE.

6.6.4 Manipulace v období zimního režimu

V kapitole 2.4.3 bylo uvedeno, že v zájmové lokalitě není předpoklad výskytu ledových jevů. Ovšem nelze vyloučit, že za určitých podmínek by k ledovým jevům docházet mohlo. V tomto případě bude ledová celina opakovaným vyhrazováním a zahrazováním rozlámána a následně budou ledové kry převedeny úplným vyhrazením klapek.

6.7 PROVIZORNÍ HRAZENÍ A OBSLUŽNÁ LÁVKA

Jako provizorní hrazení byl navržen hradidlový uzávěr, který funguje na principu na sebe skládaných vodorovných trámů (hradidel) o průměru 0,20 m. Hradidla jsou uložena do drážek v pilířích, jejichž popis byl proveden kapitole 6.4. Spodní hradidlo dosedá na ocelový UE profil osazený ve spodní stavbě jezu a opevnění podjezí. Manipulace s hradidly bude prováděna přenosným jeřábem, který má v každém pilíři na úrovni hrazení svou úložnou kapsu. Hrazení bude skladováno na oplocené ploše manipulačního a skladovacího prostoru vedle Rybího přechodu.

Obslužná lávka je ocelová konstrukce, která přemostí obě jezová pole a umožní tak obsluhu přístup na všechna potřebná místa. Lávka je vybavena uzamykatelnými vratky šířky 1,30 m, které znemožňují přístup nepovoleným osobám do nebezpečných míst jezové konstrukce. Rozměry lávky jsou 1,85 m na šířku a 1,38 m na výšku. Celková délka lávky je 23,50 m.

Dalšími komunikacemi v areálu jezu jsou obslužné lávky hrubých česlí a provizorního hrazení savky u MVE. Lávkou je rovněž vybaven i vtokový objekt umístěný na levém břehu toku. Pro možnost pohodlné obsluhy a dobrého přístupu k MVE, byl přes RP navržen ocelový rošt dlouhý 21,35 m a široký 3,60 m.

6.8 ODBĚRNÝ OBJEKT

Vtok do levobřežního náhonu byl zachován ve svém původním staničení 1,644 ř. km. Při rekonstrukci jezu je uvažováno s návrhem betonového vtokového objektu umístěného u vjezdu do areálu jezu. Objekt je vybaven vtokovým prahem převýšeným 0,20 m nad dnem v nadjezí. Rozměry vtoku do náhonu jsou 3,60 m na šířku a 3,95 m na

výšku. Objekt je proveden v celkové délce 15,25 m a šířce 2,27 m. Na vtoku do odběrného objektu jsou osazeny hrubé česle, za kterými následuje ruční stavidlový uzávěr. Pro obsluhu stavidla je zřízena ocelová lávka, která vtok přemostí.

Při návrhu rekonstrukce jezu je dále plánováno s revitalizací mlýnského náhonu, jehož funkce recipientu pro ČOV musí být zachována. Z důvodů nedostatku podkladů je ovšem návrh proveden pouze ideově a je patrný z přílohy P8. Jednalo by se o úpravu koryta do lichoběžníkového tvaru s opevněním dna a svahů. Dalším návrhovým prvkem by pak byla rekonstrukce a navýšení zdí na levém břehu u objektu mlýna. Tímto opatřením by byl mlýn a objekty za ním chráněny před zpětným vzduťím náhonem při vysokých stavech vody v Želivce.

6.9 RYBÍ PŘECHOD

V kapitole 3.3 byla provedena rešerše rybích přechodů, na jejímž základě byla jako vhodný typ RP vybrána migrační rampa. Návrh rampy je podložen hydrotechnickým výpočtem v kapitole 4.7, a také výkresy v přílohách P3, P4 a P5.

Rybí přechod je umístěn mezi levým nábřežním pilířem a pilířem dělicím MVE a RP. Vtok do RP se nachází 6,99 m nad vtokovým prahem MVE a jeho tvar popisují dvě kružnice o poloměrech 2,75 m a 1,75 m. Výšková kóta dna RP na vtoku je 322,50 m n. m a na výtoku 320,60 m n. m. Na vtoku do RP jsou umístěny drážky pro osazení provizorního hrazení, které je řešeno ve tvaru nátoku do RP.

RP je navržen délky 44,00 m ve sklonu 1:20 (5%). Koryto je čtvercového průřezu s šířkou 3,50 m. V korytě bylo navrženo 23 přepážek, která tvoří 22 bazének o délkách 1,40 m. Přepážky jsou tvořeny kameny kotvenými do betonových prahů ve dně, které jsou široké 0,70 m a vysoké 0,40 m. Kameny tvořící přepážky by měly být průměrně cca 0,60 m široké a budou poskládány tak, aby celkový součet světlých šířek mezi nimi činil 0,60 m (tzn. celková šířka šterbin na jedné přepážce bude 0,60 m). Výškový rozdíl hladin mezi jednotlivými bazénky je 0,10 m a hloubka jednoho bazénku je navržena 0,60 m. Dno rybího přechodu bude řešeno kamenným pohořem.

6.10 MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA

Malá vodní elektrárna je koncipována jako přímoproudé a je umístěna mezi rybí přechod a levé pole jezu. Objekt MVE je rozdělen na tři stavební objekty, které jsou vidět v přílohách P3, P4 a P5.

Prvním stavebním objektem je nátok do MVE, který je tvořen rampou širokou 3,00 m. Na vtoku do objektu je nad dnem na úrovni 321,20 m n. m. umístěn prah, chránící MVE před předměty, které jsou sunuty po dně. Dalším vybavením nátoků jsou hrubé česle, které jsou opřeny o ocelovou obslužnou lávku. Za česlemi je v pilíři umístěn stavidlový uzávěr šterkové propusti, za kterým následují jemné česle a strojní zařízení na jejich čištění.

Druhý stavební objekt je strojovna MVE. Objekt má půdorysný rozměr 8,80 m na délku a 3,80 m na šířku. Objekt je zastřešen valbovou střechou s přesahy 0,50 m přes obvodové zdivo. V objektu je umístěn provozní tabulový uzávěr, generátor a turbína typu semi – Kaplan s průměrem oběžného kola 1,40 m.

Třetím stavebním objektem navazujícím na strojovnu je výtoková část, která je tvořena rampou širokou 3,00 m. Rampa je zakončena betonovým prahem na úrovni dna v podjezí (320,60 m n. m.). Výtok je opatřen drážkami v pilířích, které slouží k umístění provizorního hrazení savky.

Pro dobrou obsluhu a manipulaci byla vedle MVE zřízena manipulační plocha, kolem které je navrženo oplocení chránící areál před vstupem nepovolených osob. Vjezd do areálu je řešen na úrovni vtokového objektu náhonu. Vjezd je široký 3,60 m a je doplněn o uzamykatelná vrata. Příjezd k objektu jezu a MVE je řešen nově navrženou komunikací dlouhou cca 70,00 m a širokou 3,60 m. Příjezdová cesta se napojuje na stávající místní komunikaci v blízkosti objektu mlýna. Cesta je vedena podél pravého břehu náhonu a její niveleta je navržena nad úroveň hladiny při Q_n , aby i za povodňové situace byl možný přístup k areálu. Návrh uvádí příloha P8.

Návrh MVE vychází z jednoduchého výpočtu, kdy byl stanoven návrhový průtok na úrovni $Q_{90d} = 7,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Výpočet uvažuje s podmínkou, že primárně jsou průtoky pouštěny do RP a náhonu, a až poté je zbytkový průtok využit pro MVE. Následně byly stanoveny čisté spády na jezu za jednotlivých m-denních průtoků, na jejichž základě byl spočten výkon a výroba elektrické energie. Při úvaze výkupní ceny 2,74 Kč za jednu kilowatthodinu lze předpokládat roční výrobu v penězích 1 335 689 Kč.

Návrh MVE není předmětem diplomové práce a její návrh by mohl být tématem další studie. Variantně by se ale dalo uvažovat o umístění MVE na pravém břehu toku nebo v objektu náhonu. K navrhovanému řešení bylo nakonec přistoupeno z důvodu výhodnějšího umístění MVE k levému konkávnímu břehu, kde vzniká předpoklad lepších nátokových podmínek do objektu elektrárny.

6.11 OPEVNĚNÍ KORYTA

Opevnění dna v nadjezí je navázáno na betonový prah, ukončující předprsí jezu. Je zhotoveno z kamenného pohozu tloušťky 0,50 m v délce cca 10,00 m. Velikost kamene by se měla pohybovat v rozmezí 0,30 až 0,50 m. V okolí nátoky MVE je pohoz v půdorysném sklonu 1:1 zalomen do levého břehu.

Před zavazovacími křídly v nadjezí i podjezí je navrženo opevnění svahu z kamenné rovnaniny o velikosti kamene 0,30 m až 0,50 m. Stejným způsobem je navrženo opevnění svahu před vtokem do náhonu. Nově navržené svahy břehů budou ohumusovány v minimální tloušťce 0,15 m a dále osety travní směsí. Opevnění dna koryta v podjezí bylo popsáno v kapitole 6.3. Nejlépe je návrh opevnění vidět v příloze P3.

6.12 ZAČLENĚNÍ DO KRAJINY

Primárním účelem stávající jezové konstrukce je vzdouvat vodu pro levobřežní mlýnský náhon. Nově navrhovaná konstrukce tuto funkci přejímá a rozšiřuje účel jezu o další funkce, se kterými je ale spojen větší zásah do stávající stavu. V rámci rekonstrukce jezu je uvažováno s návrhem malé vodní elektrárny a k ní napojené příjezdové komunikace, rybího přechodu umožňujícího volnou migraci vodních organismů a protipovodňových opatření chránících okolní zástavbu před zaplavením při průtocích do Q_{20} .

Na pravém břehu toku je v úseku od 1,541 ř. km do 1,889 ř. km uvažováno s úpravou břehu formou ochranné hráze navýšené o 0,30 m nad úroveň $Q_n = 217 \text{ m}^3/\text{s}$, což je v souladu s vyhláškou č. 590/2002 (*Vyhláška o technických požadavcích pro vodní díla*). V úseku by se tak jednalo o navýšení břehu řádově o 1,00 m nad původní úroveň.

Na levém břehu toku byla navržena úprava v úseku od objektu mlýna ř. km 1,623 do ř. km 1,685. I zde je navrhováno navýšení břehu formou ochranné hráze, která je zavázána do mostní konstrukce v ř. km 1,685. Navýšení břehu je stejné jako na pravé straně toku a řádově se tak pohybuje okolo 1,00 m. Navržením protipovodňových opatření dojde k bezpečnému převedení návrhového průtoku zájmovým územím.

V podjezí na levé straně toku je v současnosti neudržovaný prostor hustě zarostlý dřevinami a vysokým buřením. Nový návrh uvažuje s úpravou břehu ve sklonu 1:3. Mezi břehovou linií a nově navrhovanou obslužnou komunikací MVE, tak vzniká možnost tento prostor zrekultivovat a obnovit jeho dřívější funkci hospodářsky

využívané louky. To by vedlo i k lepšímu průběhu povodní, kdy by stávající hustá vegetace netvořila překážku vodě protékající přes pozemek. Dále je uvažováno s doplněním svahu násypu komunikace k MVE o vhodnou vegetaci v podobě keřů a dřevin, které by tak dopomohli k estetickému utlumení jinak výrazné konstrukce jezu.

Celkově tak lze konstatovat, že nově navržená konstrukce jezu by výrazně změnila vzhled nejbližšího okolí. Návrh rekonstrukce lze pokládat spíše za „techničtější“ než přírodě blízký. Zvolené řešení návrhu rekonstrukce vychází zejména ze snahy chránit území před návrhovým průtokem a dále ze snahy využít hydroenergetický potenciál lokality, z čehož vyplývají návrhy protipovodňových opatření a malé vodní elektrárny.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce byla podle charakteru hlavních kapitol rozdělena na dvě základní části. První část se zabývá nejprve lokalizací zájmového území a kritickým zhodnocením všech vstupních údajů, která jsou třeba pro návrh rekonstrukce jezu. Dále pokračuje charakteristikou stávajícího stavu pevného jezu a objektů v jeho nejbližším okolí. První část je zakončena krátkou rešerší objektů předpokládaných pro návrh rekonstrukce jezu.

Druhá část práce se na základě předcházejících kapitol zabývá návrhem jednotlivých prvků jezu a objektů k němu přilehlých. Nejprve byl s ohledem na charakter území stanoven návrhový průtok $Q_n = 217 \text{ m}^3/\text{s}$, který svou hodnotou odpovídá průtoku dvacetileté vody. Následoval výpočet průběhu hladin, který byl proveden programem HEC-RAS 5.0.3. Nejprve byl spočítán průběh hladin pro stávající stav a následně byl proveden přepočítání hladin za návrhového stavu. Hladina stálého vzduší byla s ohledem na původní konstrukci jezu stanovena na kótě 323,10 m n. m.

Jako pevná spodní stavba jezu byl zvolen betonový prah obdélníkového průřezu bez převýšení nad horním dnem. Dimenzování parametrů jezové konstrukce bylo provedeno s ohledem na požadavek převedení návrhového průtoku s dostatečnou kapacitní rezervou. Byl navržen dvoupólový jez o šířce jednoho pole 10,00 m s přelivnou hranou umístěnou na kótě 321,00 m n. m. Jako pohyblivá hradící konstrukce byl zvolen uzávěr typu duté klapky vysoký 2,10 m a jeho přelivná hrana se při vztyčené poloze nachází na kótě 323,10 m n. m (HSV). Uzávěr je ovládán pomocí dvou hydromotorů umístěných po obou jeho stranách. Při návrhu podjezí bylo přistoupeno k bezvývarovému řešení, které je provedeno těžkou dlažbou do betonu a na ní navazujícím protisvahem z těžké kamenné rovnaniny.

Byl navržen rybí přechod typu migrační rampy dlouhý 44,00 m a široký 3,50 m. Návrh byl proveden na základě hydrotechnických výpočtů, které uvádí literatura [24] „*Standardy péče o přírodu a krajinu*“. Rybí přechod umožní volnou migraci vodních organismů, kterou stávající jezová konstrukce nedovolovala. RP je situován na levém břehu toku vedle objektu MVE.

Vedle rybího přechodu byla na jezu navržena i malá vodní elektrárna s turbínou typu semi – Kaplan o průměru oběžného kola 1,40 m. Pro obsluhu elektrárny byla nově navržena příjezdová komunikace, jejíž niveleta je umístěna nad úroveň návrhového průtoku, a tak je přístup k MVE a jezu zajištěn i za povodňových událostí. Návrh

zahrnuje i vytvoření manipulační plochy před objektem MVE v oblasti levého nábřežního pilíře.

V rámci rekonstrukce jezu je uvažováno i s úpravou krátkých úseků koryta v nadjezí a podjezí. Ze snahy chránit zájmové území před návrhovým průtokem bylo navrženo navýšení břehů formou sypaných hrází převyšovaných o 0,30 m nad úroveň Q_n .

V úvodní kapitole byly stanoveny cíle práce:

- volba návrhového průtoku s ohledem na charakter oblasti a možnosti koryta;
- návrh spodní stavby a vhodného hradičího uzávěru;
- návrh vhodného rybího přechodu;
- posouzení hydroenergetického potenciálu lokality a případný koncepční návrh malé vodní elektrárny.

V závěru lze konstatovat, že všechny stanovené cíle práce byly splněny.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Český úřad zeměměřičský a katastrální* [online]. Geoprohlížeč: © 2010 [cit. 14.10.2020]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [2] *Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka* [online]. Charakteristiky toků a povodí ČR: © 2020 [cit. 10.12.2020]. Dostupné z: <https://www.dibavod.cz/index.php?id=24>
- [3] *Český hydrometeorologický ústav* [online]. Stavy a průtoky na tocích: © 2020 [cit. 19.10.2020]. Dostupné z: https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_main.php?kat=HLPRF&fbclid=IwAR1nTzuZEHcPLPMV_cai91cChdO1LIUOPA__jew8r0tIw4d-Kw21q5hhCwM PDF
- [4] Povodí Vltavy, s.p. *Manipulační řád pro VD Švihov* [pdf] Praha, 2018.
- [5] Povodí Vltavy, s.p. *Souhrnná zpráva o povodni v oblastech povodí Horní Vltavy, Berounky a Dolní Vltavy, povodeň březem - duben 2006* [pdf] Praha, 2006.
- [6] Povodí Vltavy, s.p. *Souhrnná zpráva o povodni v srpnu 2002* [pdf] Praha, 2003.
- [7] *Ministerstvo životního prostředí ČR*. Povodňový plán České republiky [online]. Povodňový informační systém: © 2020 [cit. 10.12.2020]. Dostupné z: http://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/povis.dll?MAP=rizika&lon=15.0636141&lat=49.7313315&scale=3780
- [8] *Elektronický digitální povodňový portál* [online]. Povodňový plán obce Soutice: © 2020 [cit. 02.12.2020]. Dostupné z: <https://www.edpp.cz/povodnovy-plan/soutice/>
- [9] SCHWARZMANNOVÁ, Ivana. *Územní plán Soutice* [pdf] Kolín, 2020.
- [10] MATOUŠEK, Václav. *Ledové povodně* [online]. [cit.: 7.12. 2020]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/39381862-5-ledove-povodne-5-1-druhy-povodni-ing-vaclav-matousek-drsc-vuv-tgm-praha.html>
- [11] GABRIEL, P. GRANDTNER, T. PRŮCHA, M. VÝBORA, P. *Jezy*. Praha, Brno, Bratislava: SNTL, 1984.
- [12] Povodí Vltavy, s.p. *Ochrana před povodněmi a vodní režim krajiny* [pdf] Praha: PVL, 2016.
- [13] *Ministerstvo životního prostředí ČR*. Povodňový plán České republiky [online]. Objekty povodňového plánu: © 2020 [cit. 22.12.2020]. Dostupné z: http://dppcr.cz/html_pub/
- [14] Povodí Vltavy, s.p. *II Užívání vod a dopady lidské činnosti na stav vod* [pdf] Praha: PVL, 2016.

- [15] *Svaz pro integrované systémy pěstování ovoce* [online]. Klimatické regiony ČR (dle Quitt, 1971): © 2020 [cit. 03.12.2020]. Dostupné z: <http://www.ovocnarskarianie.cz/sispo/?str=klima-mapa>
- [16] Povodí Vltavy, s.p. *I Charakteristiky dílčího povodí* [pdf] Praha: PVL, 2016.
- [17] *Česká geologická služba* [online]. Geovědní mapy 1:50 000: © 2020 [cit. 06.12.2020]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [18] Povodí Vltavy, s.p. *III Monitoring a hodnocení stavu* [pdf] Praha: PVL, 2016.
- [19] Povodí Vltavy, s.p. *Zpráva o hodnocení jakosti povrchových vod v dílčím povodí Dolní Vltavy za období 2018-2019* [pdf] Praha: PVL, 2016.
- [20] HYDROPROJEKT CZ a.s., Praha. *Zprůchodňování migrační bariéry rybími přechody* [pdf] Praha, 2011. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/104412/TNV_75_2321.pdf
- [21] *Zarybňovací plán Sázava 8 (411079)*. [jpeg] Soutice: Český rybářský svaz, MO Soutice, 2020.
- [22] ROUP, Radomír. *Vodnimlyny.cz* [online]. *Donátův mlýn*: © 2017 [cit.: 7.12.2020]. Dostupné z: <http://vodnimlyny.cz/mlyny/objekty/detail/1903-donatuv-mlyn>
- [23] ŠLEZINGR, Miloslav. UHMANNOVÁ, Hana. *Vybrané stati z hydrotechniky, MODUL 1*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2007.
- [24] VRÁNA, KAREL a kol., *Standardy péče o přírodu a krajinu, Rybí přechody*. [pdf] Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2014. SPBK B02 006.
- [25] *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR* [online]. Rybí přechody: © 2020 [cit. 11.12.2020]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/dotacni-programy/dotacni-programy-resortu-zp/opzp-operacni-program-zivotni-prostredi/nektere-realizovane-akce/rybi-prechody/>
- [26] *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR* [online]. Migrační prostupnost vodních toků: © 2020 [cit. 01.12.2020]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/migracni-prostupnost-vodnich-toku/>
- [27] *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR* [online]. Rybí přechody a jiné migračně propustné objekty: © 2020 [cit. 28.12.2020]. Dostupné z: <http://vodnitoky.ochranaprirody.cz/migrace-ryb-a-rybi-prechody-rybi-prechody-a-jine-migracne-propustne-objekty/>
- [28] BROŽA, Vojtěch. SATRAPA, Ladislav. *Hydrotechnické stavby I*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03653-2.
- [29] ŠÁMANE, Libor. *Malé vodní elektrárny - proč, kde a jak?* [pdf] Brno, 2001.

- [30] *Lesy České republiky, s.p.* [online]. Lesy ČR představily dva nové rybí přechody na tocích v Jizerských horách: © 2010. [cit. 13.12.2020]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz/tiskova-zprava/lesy-cr-predstavily-dva-nove-rybi-prechody-na-tocich-v-jizerskych-horach/>
- [31] Povodí Vltavy, s.p. Situace, příčné řezy, podélný profil toku. Digitální podklad, 2020.

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: N-leté průtoky Soutice [3]	14
Tab. 2: N-leté průtoky VD Švihov [4]	14
Tab. 3: M-denní průtoky VD Švihov [4].....	15
Tab. 4: Charakteristiky MT10 dle Quitta 1971 [15]	21
Tab. 5: Skladba vrtu S-12 [17].....	22
Tab. 6: Skladba vrtu HJ-3 [17]	22
Tab. 7: Seznam dotčených parcel.....	31
Tab. 8: Souhrnný přehled základních parametrů pro štěrbinové a ostatní typy RP [20]35	
Tab. 9: Měrná křivka přelivu	47
Tab. 10: Orientační hodnoty pro součinitel přepadu m_{σ}	48
Tab. 11: První varianta manipulace (2 klapky).....	49
Tab. 12: První varianta manipulace (1 klapka).....	49
Tab. 13: Druhá varianta manipulace (2 klapky)	50
Tab. 14: Třetí varianta manipulace (2 klapky).....	51
Tab. 15: Posouzení bez vývaru	53
Tab. 16: Posouzení s vývarem	53
Tab. 17: Návrh délky vývaru	54
Tab. 18: Návrh délky opevnění za vývarem.....	54
Tab. 19: Výpočet hloubky výmolu.....	55

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Zájmová lokalita [1]	12
Obr. 2: Situace jezu [1].....	13
Obr. 3: Povodí Želivky [2].....	14
Obr. 4: Mapa záplavových území v zájmové lokalitě [7].....	16
Obr. 5: Rozdělení ledových povodní [10]	18
Obr. 6: Klimatické regiony ČR dle Quitta 1971 [15].....	20
Obr. 7: Mapa geologických poměrů zájmové oblasti [17]	22
Obr. 8: Zarybňovací plán Sázava 8 (411079) [21].....	24
Obr. 9: Stávající konstrukce pevného jezu Soutice (T. Staněk 2020).....	26
Obr. 10: Pohledy na části náhonu (T. Staněk 2020).....	27
Obr. 11: Objekty řešeného úseku (T. Staněk 2020)	28
Obr. 12: Koryto v nadjezí (T. Staněk 2020)	29
Obr. 13: Koryto v podjezí (T. Staněk 2020).....	30
Obr. 14: Jamborův práh [11].....	32
Obr. 15: Dutá klapka podpíraná hydromotorem (jez Vraňany) [23].....	34
Obr. 16: Rybí přechod Beroun, postaven v roce 2011 [25].....	36
Obr. 17 Jez Goggeles na řece Wertach, nahrazení jezu 200 m dlouhým skluzem [26] ..	37
Obr. 18: Balvanitá rampa [27]	38
Obr. 19: Technické RP [26].....	40
Obr. 20: Charakteristiky základních typů turbín [29]	42
Obr. 21: Turbína typu Kaplan [29].....	42
Obr. 22: Schéma pevné spodní stavby jezu	45
Obr. 23: Schéma manipulace s klapkou	48
Obr. 24: Graf první varianty manipulace.....	50
Obr. 25: Graf druhé a třetí varianty manipulace	51
Obr. 26: Schéma výpočtových hodnot vývaru jezu	52
Obr. 27: Schéma působících sil.....	59

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Q_1	$[m^3/s]$	Jednoletý průtok
Q_2	$[m^3/s]$	Dvouletý průtok
Q_5	$[m^3/s]$	Pětiletý průtok
Q_{10}	$[m^3/s]$	Desetiletý průtok
Q_{20}	$[m^3/s]$	Dvacetiletý průtok
Q_{50}	$[m^3/s]$	Padesátiletý průtok
Q_{100}	$[m^3/s]$	Stoletý průtok
Q_n	$[m^3/s]$	Návrhový průtok
Q_{KAP}	$[m^3/s]$	Kapacitní průtok
Q_{RP}	$[m^3/s]$	Průtok rybím přechodem
h_h	$[m]$	Výška vody v horní zdrži při Q_n
h_d	$[m]$	Výška vody v podjezí při Q_n
h_p	$[m]$	Výška přepadající vody
h_0	$[m]$	Výška přepadající vody navýšená o rychlostní výšku „k“
k	$[m]$	Rychlostní výška
h_z	$[m]$	Rozdíl mezi výškou dolní vody a výškou koruny prahu
p	$[m]$	Výška koruny pevného prahu nad horním dnem
s	$[m]$	Výška koruny pevného prahu nad spodním dnem
m	$[-]$	Součinitel přepadu
σ_z	$[-]$	Součinitel zatopení
b	$[m]$	Šířka přelivu
b_n	$[m]$	Návrhová šířka přelivu
b_0	$[m]$	Účinná šířka přelivu
B_{RP}	$[m]$	Šířka rybího přechodu
L_{RP}	$[m]$	Délka rybího přechodu
g	$[m/s^2]$	Tíhové zrychlení
n	$[-]$	Počet kontrakcí
ε_p	$[-]$	Tvarový součinitel středového pilíře
ε_k	$[-]$	Tvarový součinitel zavazovacích křídel
α	$[-]$	Coriolisovo číslo
v_0	$[m/s]$	Přítoková rychlost

A	[m ²]	Plocha průtočného průřezu
d	[m]	Zahloubení vývaru
q	[m ² /s]	Specifický průtok
ε_p	[-]	Tvarový součinitel středového pilíře
h_1, h_2	[m]	Vzájemné hloubky vodního skoku
h_c	[m]	Kritická hloubka
E_0	[m]	Energetická výška
σ	[-]	Míra vzduť
L_v	[m]	Délka vývaru
K	[-]	Součinitel vzájemných hloubek
H	[m]	Rozdíl hladin dolní a horní vody
L_0	[m]	Délka opevnění za vývarem
A_0	[m]	Délka výmolu v podjezí
HSV	[m]	Hladina stálého vzduť
MKP	[-]	Měrná křivka přelivu
ČOV	[-]	Čistírna odpadních vod
RP	[-]	Rybí přechod
MVE	[-]	Malá vodní elektrárna
G_i	[kN]	Tíha konstrukce
G_u	[kN]	Tíha uzávěru
G_{zi}	[kN]	Zatížení od nasycené zeminy
Z_{ai}	[kN]	Aktivní zemní tlak
W_i	[kN]	Zatížení od vertikálního tlaku vody – vztlak
V_{iv}	[kN]	Zatížení od vertikálního tlaku vody
V_{ih}	[kN]	Zatížení od horizontálního tlaku vody
F_{dst}	[kN]	Návrhová hodnota destabilizujících sil
F_{stb}	[kN]	Návrhová hodnota stabilizujících sil
Υ_1	[-]	Součinitel významu
Υ_{Qi}	[-]	Dílčí součinitel nejistoty destabilizujících sil
Υ_{Gi}	[-]	Dílčí součinitel nejistoty stabilizujících sil
m n. m.	[-]	Metrů nad mořem
ř. km	[-]	Říční kilometr
HEC-RAS	[-]	The Hydrologic Engineering Center – River Analysis System

12 SEZNAM PŘÍLOH

P1	SITUACE STÁVAJÍCÍHO STAVU	M 1:1500
P2	PŘEHLED MAJETKOPRÁVNÍCH VZTAHŮ	M 1:1500
P3	PŮDORYS	M 1:100
P4	ŘEZ A – A'	M 1:100
P5	ŘEZ B – B'	M 1:100
P6	PŘEHLEDNÝ PODÉLNÝ PROFIL	M 1:1000/100
P7	PŘÍČNÉ ŘEZY	M 1:1000/200
P8	SITUACE NÁVRHOVÉ STAVU	M 1:1000