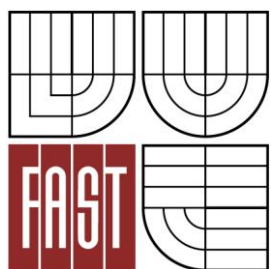




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

ÚPRAVA TOKU – NÁVRH MIGRAČNÍ CESTY PRO VODNÍ FAUNU (RYBÍHO PŘECHODU)

ADJUST THE FLOW - DESIGN MIGRATION PATH

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

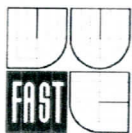
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAKUB ŠPAČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR

BRNO 2013



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

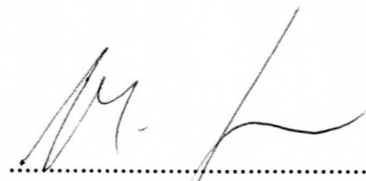
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Jakub Špaček
Název	Úprava toku – návrh migrační cesty pro vodní faunu (rybího přechodu)
Vedoucí diplomové práce	doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	V termínech určených časovým harmonogramem akademického roku, nejpozději do jednoho roku od data zadání diplomové práce

V Brně dne 31. 3. 2012


.....
prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Raplík, M. a kol. Úprava tokov, Bratislava 1989
Říha, J. a kol. Vybrané statě z Hydrotechniky CR03 - studijní opora
Maleňák, J. a kol. Vodní stavby, VUT Brno 2005
Šlezinger, M. Revitalizace toků, VUTIUM 2010
Šlezinger, M. Břehová abraze, FOLIA 2012

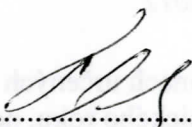
Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

- Výběr lokality
- Návrh vhodného typu rybího přechodu
- Textové přílohy
- Hydrotechnické výpočty
- Výkresová dokumentace

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



.....
doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Tato práce se zabývá návrhem rybího přechodu na řece Mohelce u obce Chocnějovice. V první části jsou popsány obecné charakteristiky povodí a vybraného úseku. Dále je napsán úvod do problematiky navrhování, konstruování a provozu rybích přechodů. Pro daný úkol byly vypracovány dvě varianty řešení. Tyto varianty jsou v práci popsány a posouzeny mezi sebou. Přiložena jsou vstupní a výstupní data z modelování daných konstrukcí pomocí programu HEC-RAS. Poslední částí je pak výkresová dokumentace k řešeným objektům.

Klíčová slova

rybí přechod, migrace, migrační překážka, rychlost proudění, rybí obsádka

Abstract

This thesis describes the design of fish ladder on the river Mohelka near the village Chocnějovice. The first section describes the general characteristics of the river-basin and the selected section. It is written introduction to the design, construction and service of the fish ladder. For the task were developed two alternatives. These alternatives were described and compared each other. Included are the input and output data of the given structure modeling using HEC-RAS. The last part is then researched drawings to objects.

Keywords

fish ladder, migration, migration barrier, velocity of flux, fish population

Bibliografická citace VŠKP

ŠPAČEK, Jakub. *Úprava toku – návrh migrační cesty pro vodní faunu (rybího přechodu)*. Brno, 2012. 73 s., 106 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr.

Prohlášení:

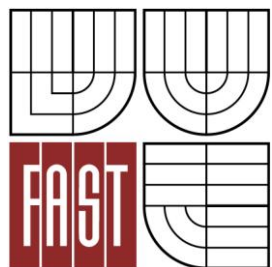
Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10.1.2013

.....
podpis autora
Jakub Špaček



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

ÚPRAVA TOKU – NÁVRH MIGRAČNÍ CESTY PRO VODNÍ FAUNU (RYBÍHO PŘECHODU)

ADJUST THE FLOW - DESIGN MIGRATION PATH

A. TEXTOVÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAKUB ŠPAČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR

BRNO 2013

Obsah

ÚVOD	4
VYBRANÉ POJMY	5
1. PRŮVODNÍ ZPRÁVA	6
1.1 Správní údaje	6
1.2 Geodetické podklady	7
1.3 Údaje o povodí.....	8
1.3.1 Popis toku a jeho přítoky	8
1.3.2 Popis a lokalizace povodí.....	9
1.3.3 Výškové uspořádání.....	10
1.4 Geologie povodí	12
1.4.1 Geologická stavba terénu	12
1.4.1 Těžba nerostných surovin	14
1.4.2 Vrty geologického průzkumu	14
1.5 Hydrogeologické poměry povodí	14
1.6 Pedologické poměry povodí.....	16
1.7 Klimatické poměry v povodí.....	18
1.8 Hydrologické poměry	21
1.9 Údaje o zemědělství.....	23
1.10 Údaje o lesnictví	24
1.11 Údaje o průmyslu.....	26
1.12 Využití vodní energie toku.....	27
1.13 Odběry vody pro vodárenské účely	27
1.14 Čistota vody v povodí	28
1.14.1 Jakost vod.....	28

1.14.2	Rybí pásma a chránění živočichové	29
1.14.3	Zdroje znečištění.....	29
1.15	Rekreační využití	30
1.16	Splavnost toku	30
1.17	Životní prostředí	30
2.	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	33
2.1	Správní údaje	33
2.2	Úvodní část.....	34
2.3	Stávající stav.....	34
2.3.1	Stávající jezová konstrukce.....	34
2.3.2	Stávající migrační prostupnost toku	36
2.4	Obecný úvod k migračním cestám	37
2.4.1	Základní pojmy z problematiky migračních cest	37
2.4.2	Chování vodní fauny a zásady návrhu migračních cest.....	39
2.4.2.1	Druh a umístění rybího přechodu	40
2.4.2.2	Vstup do rybího přechodu.....	40
2.4.2.3	Těleso rybího přechodu.....	41
2.4.2.4	Výstup z rybího přechodu	41
2.4.2.5	Doplňkové vybavení rybích přechodů.....	42
2.4.2.6	Behaviorální clony.....	42
2.4.3	Netechnické rybí přechody.....	46
2.4.3.1	Obtokové koryto	47
2.4.3.2	Tůňový rybí přechod.....	48
2.4.3.3	Dnová peřej	49
2.4.3.4	Migrační rampa	49
2.4.4	Technické rybí přechody.....	50
2.4.4.1	Štěrbínový rybí přechod.....	51
2.4.4.2	Žlabový rybí přechod s kameny	52

2.4.4.3	Žlabový rybí přechod s kartáči.....	53
2.4.5	Kombinace a modifikace rybích přechodů	54
2.4.6	Kontrola funkčnosti a úpravy rybích přechodů.....	56
2.4.7	Provozování rybích přechodů.....	57
2.4.8	Další možnosti zlepšení migrační prostupnosti.....	57
2.5	Vlastní návrh úpravy na toku	58
2.5.1	Základní údaje společné pro obě varianty.....	58
2.5.2	Obtokové koryto	60
2.5.3	Štěrbínový rybí přechod.....	62
2.5.4	Zhodnocení variant	64
2.5.4.1	Obtokové koryto	64
2.5.4.2	Štěrbínový rybí přechod.....	64
2.5.4.3	Výsledné porovnání a doporučení	65
ZÁVĚR.....		67
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		68
SEZNAM OBRÁZKŮ		71
SEZNAM TABULEK		73

ÚVOD

Migrační prostupnost je jedním z požadavků pro správný vývoj říční fauny a druhovou pestrost na vodních tocích. Jelikož člověk na řekách provádí stavby příčných překážek, je nutné znovu vytvořit kontinuitu mezi oddělenými úseky toků. Toto propojení je realizováno pomocí migračního zprůchodnění překážky. Při navrhování je zásadní průzkum rybí obsádky v toku a dle něj vypracovaný základní návrh konstrukce. Při návrhu se řídíme i umístěním stavby. Technické druhy konstrukcí jsou uplatňovány v intravilánu a na vodních dílech, v jejichž okolí není prostor pro jiná řešení. Naopak přednost by při návrhu měly mít konstrukce přírodě blízké. Při návrhu je důležité dodržení limitních rychlostí dle druhů migrujících ryb a hloubka vody protékající konstrukcí. Často se setkáme v praxi s případy konstrukcí, které neslouží optimálně svému účelu a musí být upravovány.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem migrační cesty pro vodní faunu, respektive rybího přechodu. Konstrukce je navrhovaná u pevného jezu na řece Mohelce u obce Chocnějovice. Zpracovány jsou dvě varianty řešení. Řeka Mohelka je příčnými stavbami značně fragmentovaná a bylo by vhodné posoudit, které překážky jsou odstranitelné a u kterých dojde k vybudování migračního průchodu.

Práce je rozdělena na tři hlavní části, které jsou složeny z dalších jednotlivých součástí. První část obsahuje úvod, kde je uvedeno několik pojmů, které se v práci vyskytují. Dále průvodní zprávu popisující základní charakteristiky a popis celého povodí a vybraného území. Technickou zprávu, kde je popsán stávající stav migrační překážky a návrh možných konstrukcí migračních cest. Tyto konstrukce jsou porovnány z hlediska funkčnosti, objemu prací a vhodnosti pro daný úsek toku. V technické zprávě je taktéž zahrnuto shrnutí poznatků k problematice navrhování, konstruování a provozování rybích přechodů. K návrhům byla použita data z výpočtové části. V druhé části jsou prezentovány výstupy z výpočtového programu HEC-RAS 3.1.3, kde byly modelovány konstrukce migrační cesty a vstupní data z programu MS Excel. Třetí část je složena z výkresových příloh pro variantní řešení konstrukce.

VYBRANÉ POJMY

- biocentrum:** část krajiny, která je vhodná pro existenci přirozeného ekosystému, je tvořen biotopy, první základní článek územního systému ekologické stability
- biokoridor:** soustavný úsek umožňující migraci organismů mezi biocentry, druhý základní článek územního systému ekologické stability
- diverzita:** druhová rozmanitost, bohatost a množství složek [26]
- ekosystém:** je funkční soustava živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase [7]
- extravilán:** nezastavěná část obce, nebo nezastavěná část katastrálního území, jsou do něj zahrnuty i osamocené budovy
- ichtyofauna:** soubor druhů ryb obývajících určitý prostor
- intravilán:** zastavěné plochy v obcích, popřípadě plochy určené k zástavbě v obcích
- inundace:** území podél toku, do kterého se rozlévá voda při povodních
- juvenilní:** týkající se mládí, mladého věku, prameny a vody vznikající v hloubkách vulkanických pohoří [26]
- migrace:** pohyby organismů vyvolané určitými potřebami, například potravní, rozmnožovací nebo rozšíření druhu
- substrát:** podklad, živné medium pro pěstování biologických kultur
- územní systém ekologické stability:** je vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Rozlišuje se místní, regionální a nadregionální systém ekologické stability. [7]

1. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

1.1 Správní údaje

Jméno akce: Úprava toku – návrh migrační cesty pro vodní faunu (rybího přechodu),
Mohelka – Chocnějovice

Lokalizace: Řeka Mohelka, říční kilometr 3,625, k.ú. Chocnějovice a k.ú. Rostkov;
okres Mladá Boleslav; Středočeský kraj

Číslo vodohospodářské mapy: 03 – 31

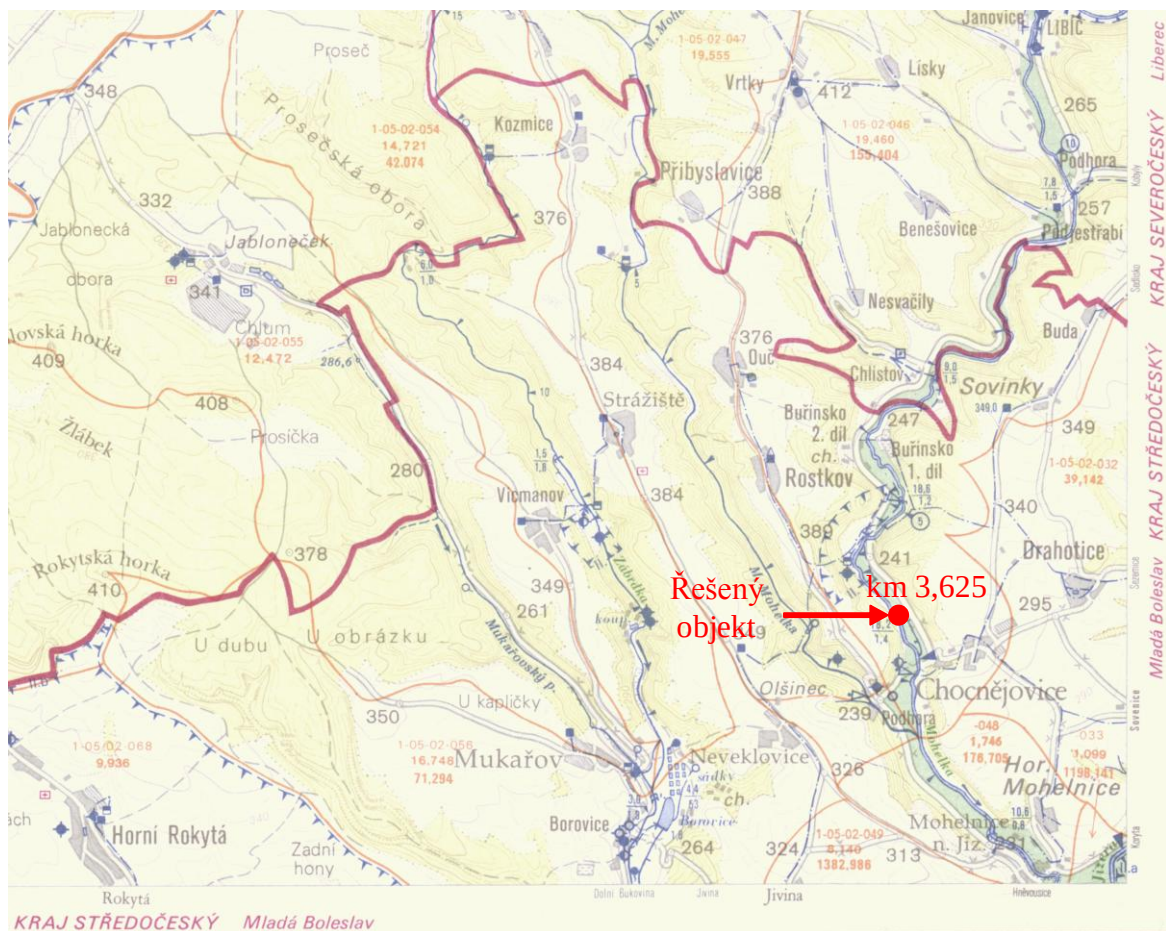
Číslo hydrologického pořadí: 1-05-02-046 (Malá Mohelka -Ještědka)

Správce toku: Povodí Labe, státní podnik
Provozní středisko Turnov
511 01 Turnov - Daliměřice, Lesní 200
TEL.: +420 481 321 388

Kontroloval: doc.Ing. Miloslav Šlezingr, Ph.D.

Vypracoval: Bc. Jakub Špaček

Investor: Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951
500 03 Hradec Králové
TEL.: +420-495 088 111; FAX.: +420-495 407 452



Obrázek 1-1: Výřez z vodohospodářské mapy číslo listu 03-31. Převzato [11]

1.2 Geodetické podklady

Při zpracování práce byly použity podklady vytvořené na základě měření probíhajícího v letech 1971 – 1972. Z tohoto měření byly získány příčné profily v měřítku 1:100 a údolní profily v měřítku 1:25 000. Tyto profily byly přepracovány do digitální podoby a využity pro vypracování této diplomové práce. Původní dokumentace byla vyhotovena v Jadranském výškovém systému a pro využití v projektu byl výškopis přepočten na výškový systém Balt po vyrovnání. Dále byla využita situace vyhotovená do pozemkové mapy v měřítku 1:2880. Podél toku byl vytvořen polygonový pořad se stabilizovanými body. V dnešní době není znám stav stabilizace polygonového pořadu.

Poznámka: V technické zprávě z roku 1984 je uvedeno, že příčné profily byly zaměřeny tachymetricky do vzdálenosti 20 m od břehové čáry, ovšem vykreslení je u některých profilů pouze cca 10 m a někdy i méně.

1.3 Údaje o povodí

1.3.1 Popis toku a jeho přítoky

Řeka Mohelka vzniká soutokem potoka Mohelnice a Kamenného potoka v obci Kokonín (okres Jablonec nad Nisou) ve výšce 570,02 m n.m. na úbočí Dalešického vrchu (676,00 m n.m.), v jihozápadním okraji Jizerských hor. Délka toku je přibližně 42 km, povodím protéká zhruba jihozápadním směrem souběžně s řekou Jizerou, do které se vlévá v Mohelnici nad Jizerou jako pravobřežní přítok ve výšce 219,72 m n.m. Je to jeden z významných přítoků řeky Jizery.

V povodí Mohelky nejsou vodní nádrže ani významnější rybníky, vodních ploch je 102 s celkovou rozlohou 7,27 ha. Významnými přítoky jsou levostranný přítok z obce Pulečný a Bezděčinský potok, pravostrannými pak potoky Jeřmanický, Oharka, Ještědka a Malá Mohelka. [1]

Vybraný úsek se nachází u obce Chocnějovice mezi říčními kilometry 2,838 a 4,135. V řešeném místě nejsou žádné významné přítoky, nad úsekem se nachází odběrné studny pro místní vodovod. Řeka prochází ochranným pásmem druhého stupně v úseku km 5,2 – 4,0. Pod řešeným úsekem se na km 2,3 vlévá Malá Mohelka, což je poslední přítok před zaústěním do řeky Jizery. Nejsou zde vyloučeny drobné přítoky z lesů a odvodnění pozemků.

Tok je z převážné většiny své délky neupraven. Výjimkou jsou úseky v následujících intravilánech:

- město Rychnov u Jablonce nad Nisou, kde byl proveden z části pohoz z lomového kamene na průtok $Q_{20} = 26,0 \text{ m}^3/\text{s}$ a z části dlažba z lomového kamene s betonovými opěrnými zdmi na průtok $Q_{50} = 33,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- město Hodkovice nad Mohelkou, kde bylo provedeno koryto s centrální kynetou a bermami, z části z pohozu z lomového kamene na průtok $Q_{50} = 51,0 \text{ m}^3/\text{s}$ a z části

dlažba z lomového kamene s betonovými opěrnými zdmi na průtok $Q_{50} = 40,5 \text{ m}^3/\text{s}$

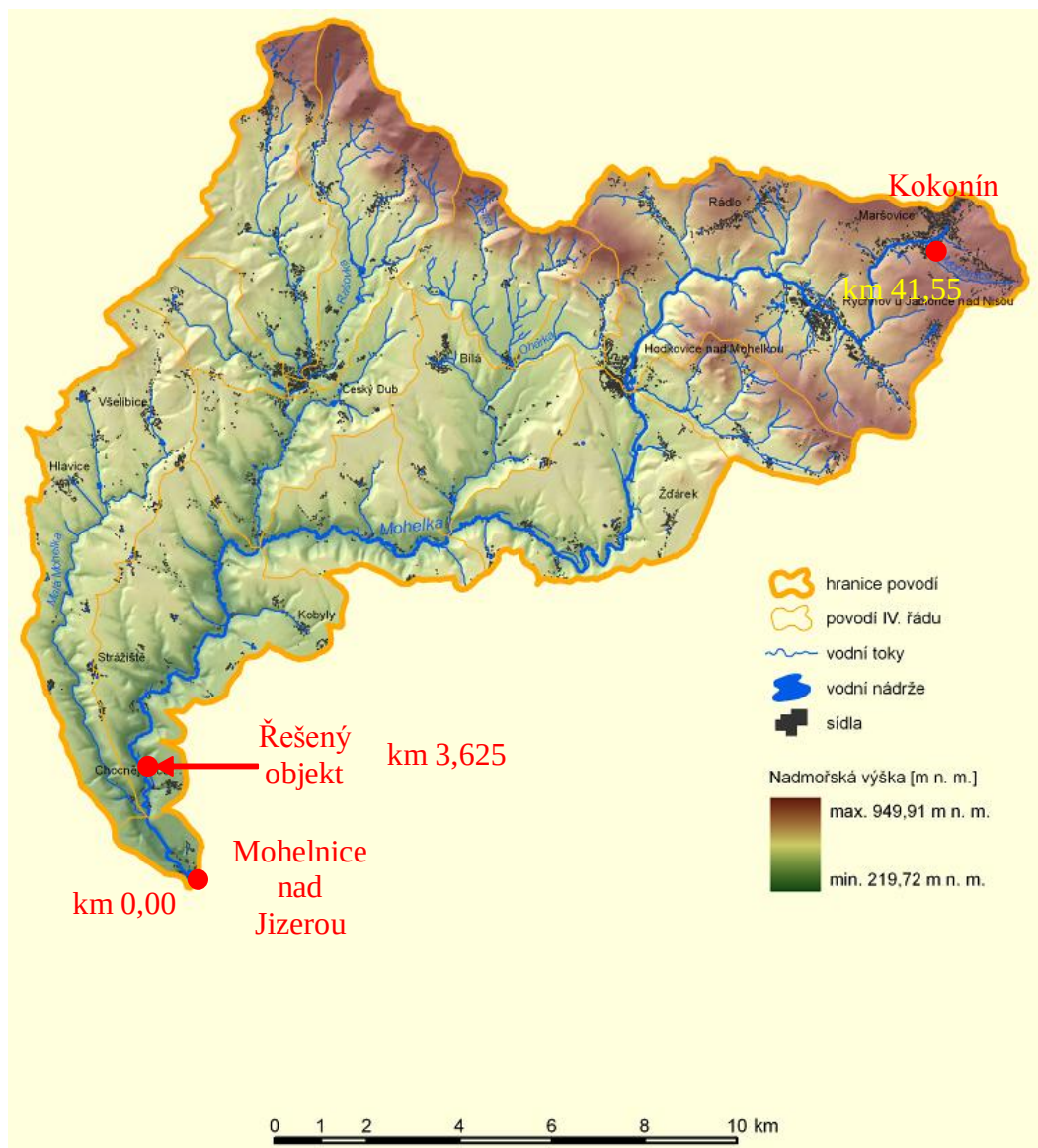
- obec Mohelnice nad Jizerou, kde bylo provedeno koryto jako složený lichoběžník s bermami s pohozením z lomového kamene a kynetou se záhozovou patkou z lomového kamene doplněné v místě betonových opěrných zdí bermami s dlažbou z lomového kamene, obě úpravy jsou navrženy pro průtok $Q_{50} = 87,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Dále jsou upraveny břehové partie v prostoru Rádelského mlýna, říční kilometr 32.6 – 34.0, kde byly úpravy vyvolány výstavbou železnice, rychlostní komunikace I/35 a silniční komunikace I/65, respektive výstavbou mimoúrovňového křížení těchto silničních komunikací. Další úpravy jsou již pouze lokálního charakteru, vyplnění břehových abrazí lomovým kamenivem, sanace starých vodohospodářských objektů a úpravy v okolí některých mostních objektů.

1.3.2 Popis a lokalizace povodí

Mohelka odvádí vodu z povodí o ploše $176,71 \text{ km}^2$, z toho více jak 96 % leží v Libereckém kraji a necelá 4 % ve Středočeském kraji. Voda je odváděna z jihozápadního okraje Jizerských hor a jižní oblasti Podještědí. Povodí má tvar vějíře, přičemž řeka protéká převážně po jižním okraji povodí. Plocha povodí Jizery, do které se Mohelka vlévá, činí $2145,24 \text{ km}^2$, z toho povodí Mohelky zaujímá 8,23 % této plochy. Celková plocha povodí Labe je $14\,976,1 \text{ km}^2$ (pod správou podniku Povodí Labe, s.p.), potom tedy povodí Mohelky zaujímá pouhé 1,18 % této plochy. Povodí je zalesněno zhruba z 20 %.

Řeka protéká převážně sevřeným údolím se strmými svahy a malými vesnicemi. Výjimku tvoří tři města: Kokonín se 1 739 obyvateli jako městská část Jablonce nad Nisou, Rychnov u Jablonce nad Nisou se 2 656 obyvateli a Hodkovicemi nad Mohelkou se 2 844 obyvateli. V oblasti těchto měst je údolí poměrně otevřené a při větších vodních stavech řeka více ohrožuje své okolí vybřežováním. Ve volné trati má řeka výrazný vegetační doprovod tvořený vzrostlými stromy, místy doplněný hustými keřovými porosty. V inundačních územích se nachází převážně luční porosty, místy tvoří doprovod a inundaci přímo lesní porost.



Obrázek 1-2: Přehledná mapa povodí. Převzato [4]

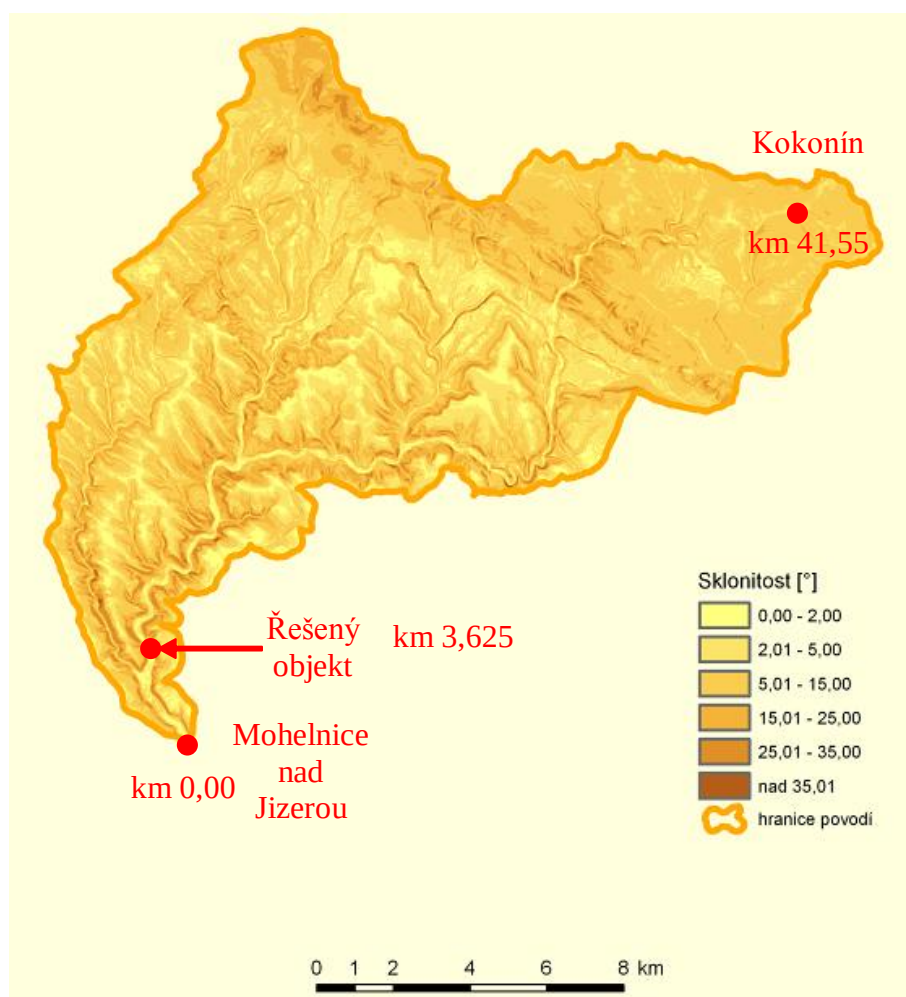
1.3.3 Výškové uspořádání

Povodí řeky Mohelky není příliš výškově členité, přibližně 80 % území se nachází v rozsahu 200 – 500 m n.m. Pro většinu délky toku je charakteristické, že tok prochází sevřeným údolím šířky 100 – 250 m. Svahy údolí jsou převážně zalesněné.

V povodí Mohelky se nejvyšší bod nachází na Ještědském hřebeni ve výšce 949,91 m n.m. a nejnižší při soutoku Mohelky a Jizery ve výšce 219,72 m n.m. V povodí převažují svahy o sklonu v intervalu 5 – 15°, zaujímají téměř 50 % povodí.

Sklony toku		Sklony svahů v povodí		Hustota říční sítě		
sklon toku [‰]	%	sklon svahů [°]	%	hustota [km/km ²]	plocha [km ²]	%
0 - 2	2.38	0 - 2	8.52	0 - 0.2	1.28	0.73
2 - 5	47.62	2 - 5	23.61	0.2 - 0.8	38.75	21.96
5 - 10	23.81	5 - 15	48.87	0.8 - 1.4	68.13	38.61
10 - 20	16.67	15 - 25	15.74	1.4 - 2.0	45.20	25.61
20 - 40	9.52	25 - 35	3.19	2.0 - 3.5	23.10	13.09
nad 40	0.00	nad 35	0.07			

Tabulka 1-1: Tabulka sklonu toku, sklonů svahů v povodí a hustoty říční sítě. Převzato [4]



Obrázek 1-3: Mapa sklonitosti svahů v povodí. Převzato [4]

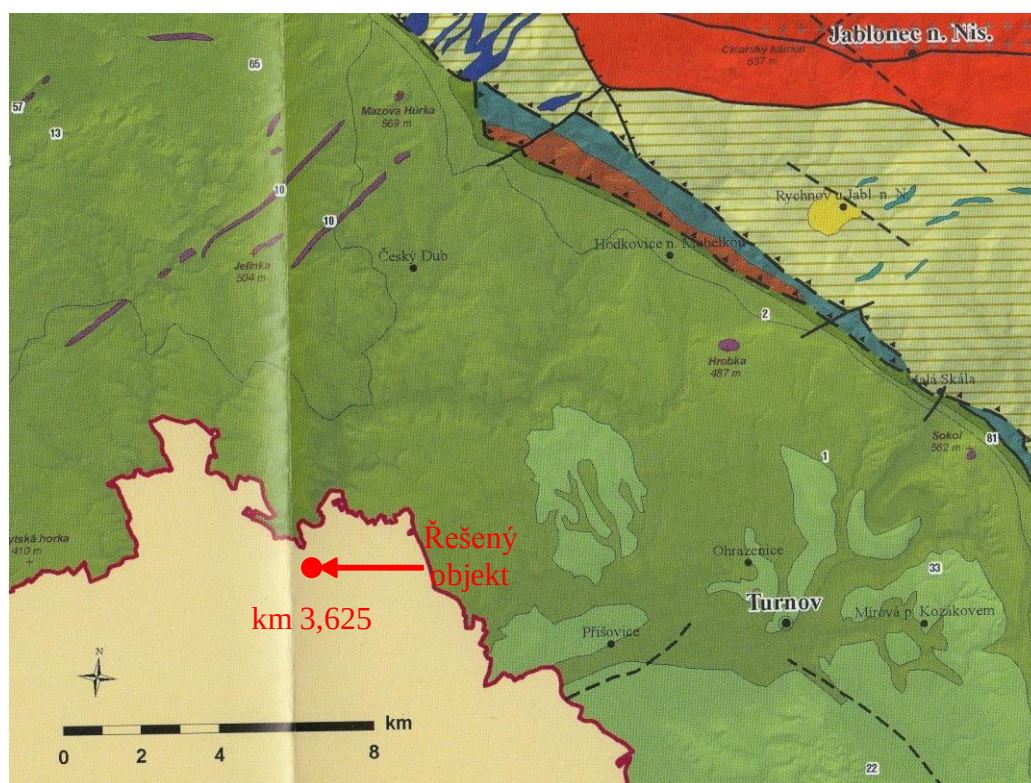
Dle tabulky 1-1 činí střední sklon toku 8,43 ‰, střední sklon svahů v povodí 54,97 ‰ a průměrná hodnota hustoty říční sítě 1,30 km/km².

Řešený úsek se nachází mezi výškami 233,00 – 235,00 m n.m. Okolní svahy sahají na pravém břehu do výšky 330,00 m n.m. a na levém břehu do výšky 320 m n.m.

1.4 Geologie povodí

1.4.1 Geologická stavba terénu

Povodí Mohelky, jakož i povodí Labe, spadá geologicky do Českého masivu. Převážná část povodí náleží křídovému rajónu České tabule a část krystalinickému rajónu v Sudetské soustavě, také zvaná jako Krkonošsko-jesenická soustava.



Obrázek 1-4: Výřez z geologické mapy odkryté - Liberecký kraj, legenda přiložena na následující straně. Převzato [2]



V místě prameniště se nacházejí předvariské jednotky Jizerských hor. Podloží je tvořeno prvohorními hlubinnými vyvřelinami liberecké biotické porfyrické žuly a tanvaldské dvojslídá žuly. Půdní druh je hlinitý. Mezi Kokonínem a ústím Jeřmanického potoka u Rádelského mlýna protéká řeka západním směrem prvohorními metamorfovanými sedimenty siluru, vyskytují se zde výstupy metamorfovaných vulkanitů. V okolí Rychnova se nachází třetihorní sedimenty. Mezi Rádelským mlýnem a Hodkovicemi nad Mohelkou, tedy km 31,800 – 30,400 se řeka stáčí k jihu a prochází velmi sevřeným údolím, kterým přetíná hřeben Ještědsko-kozákovský hřbet. Tento hřbet je součástí lužické poruchy probíhající od Drážďan v Německu až po Jičín v Královéhradeckém kraji. Porucha

má převážně charakter přesmyku, kde byly krystalinické, permské a jurské horniny přesunuty přes křídové sedimenty. V tomto úseku vystupují prvohorní vulkanity a sedimenty permokarbonu. U Hodkovic nad Mohelkou vtéká řeka do Mnichovohradišťské pánve, která zasahuje směrem na západ až za město Mimoň a jihozápadním směrem za město Mladá Boleslav. Pánev je zakryta horninami svrchní křídý a je vyplněna bezuhelnými usazenými horninami svrchního karbonu a bezuhelnými usazeninami spodního permu, které obsahují mocné polohy melafyrů a ignimbritů ryolitového složení (paleoryolit, křemenný porfyr), zasahující v podloží křídý do okolí Osečné a k Mimoni. [2] Touto pánví řeka protéká jihozápadním směrem až ke svému ústí do řeky Jizery.

Říční kilometr	Základní geologické struktury
42.5 - 31.8	rajón v krystaliniku železnobrodském
37.4 - 36.3	rajón v terciéru - neogen (vložený)
31.8 - 30.4	rajón v permu (Lužická porucha)
30.4 - 0.0	rajón v křídě

Tabulka 1-2: Přehled úseků v základních geologických strukturách. Převzato [1]

Řešený úsek se podle tohoto rozdělení nachází v křídovém pásmu a nejsou zde evidována poddolovaná území.

1.4.1 Těžba nerostných surovin

V povodí řeky Mohelky se nachází řada starých menších lomů na těžbu kamene. V Bezděčíně u Hodkovic nad Mohelkou se nachází tříetážový kamenolom na drcené kamenivo. Těží se zde permokarbonový mandlovcový melafyr. Předpolím lomu prochází lužická porucha.

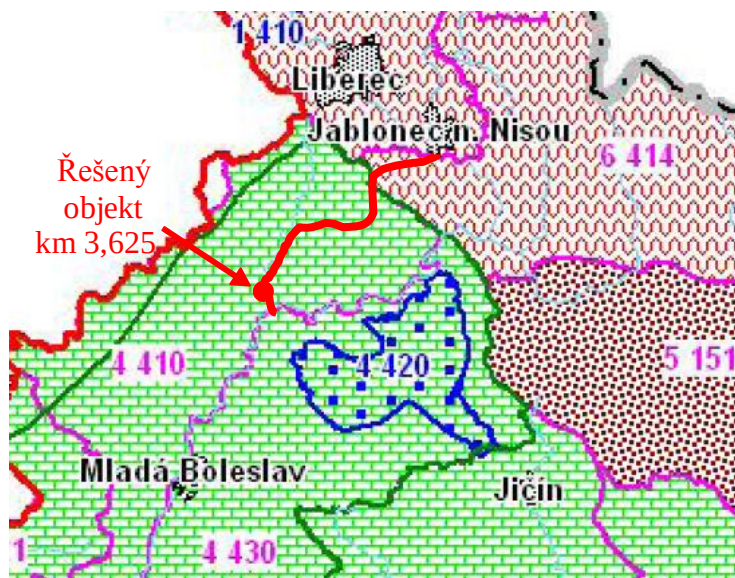
1.4.2 Vrtý geologického průzkumu

V povodí jsou provedeny sondy z tzv. komplexního průzkumu půd ČSSR. Pro účely této práce byla vybrána sonda na levém břehu řeky v úrovni říčního kilometru 3,200.

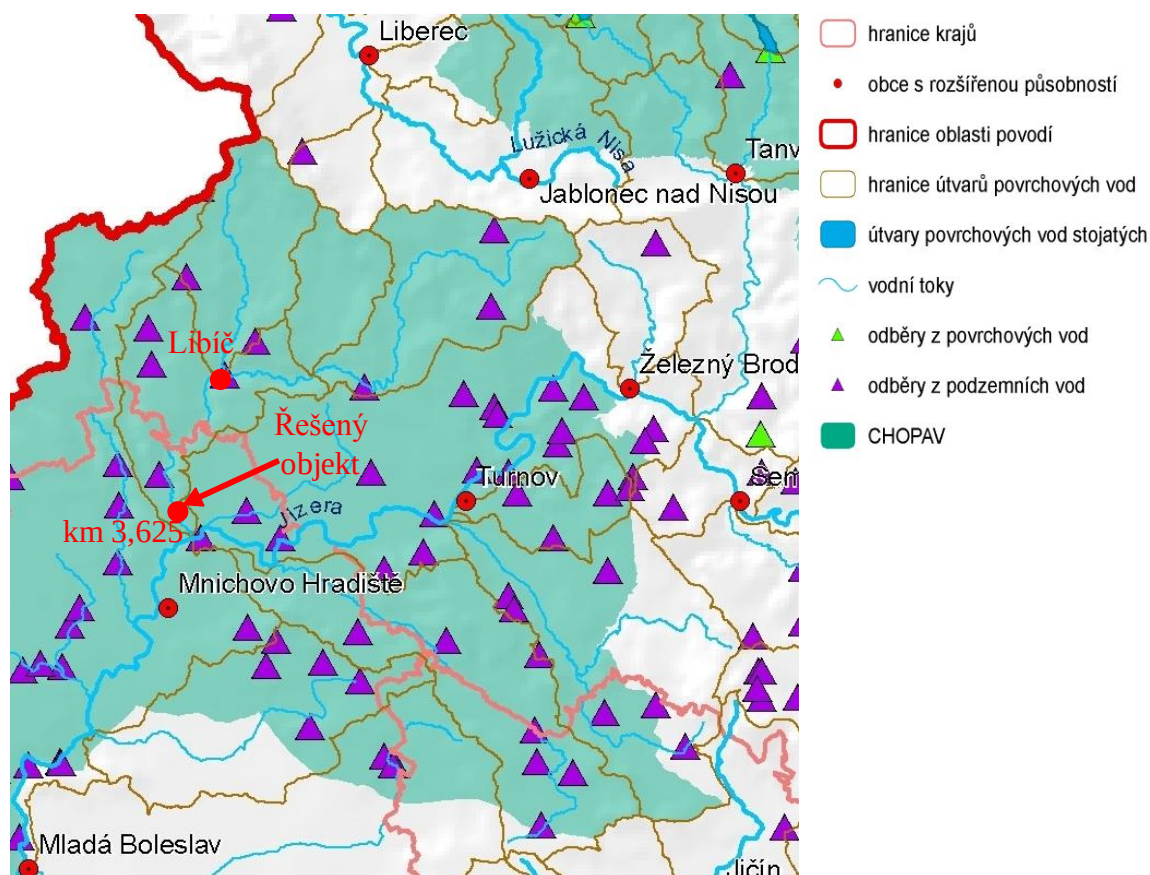
Název	Klíč	V posudku	Druh	Hloubka [m]	Hornina	Útvar	Max.hloubka kvartéru [m]
ZSJ-1	548165	#GFP022618	vrt svislý	190,5	písek	Křída	5,8

Tabulka 1-3: Popis vrtu dle ČGS – Geofond. Převzato [21]

1.5 Hydrogeologické poměry povodí



Obrázek 1-5: Rozmístění hydrogeologických rajónů. Převzato [3]



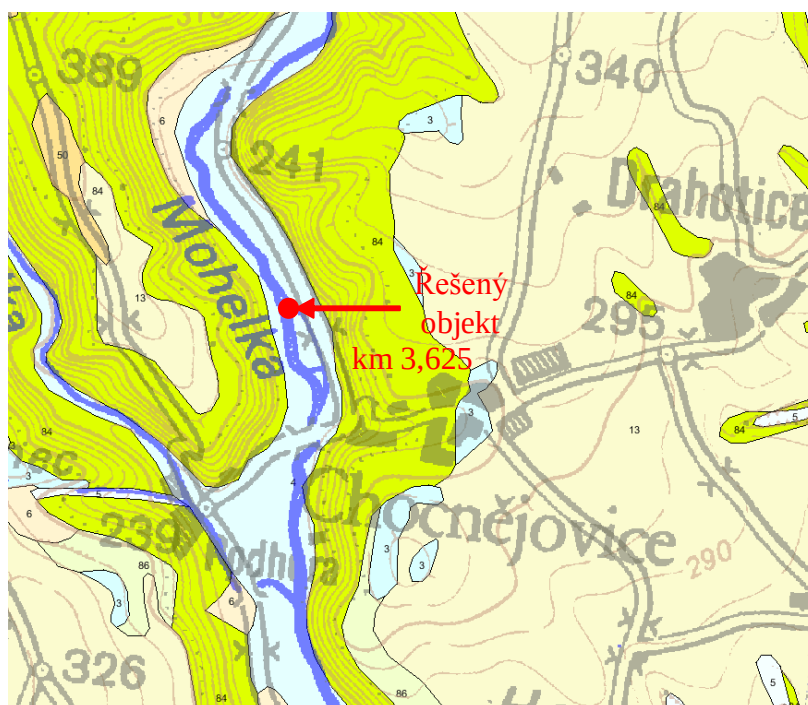
Obrázek 1-6: Odběry vody pro lidskou spotřebu. Převzato [3]

Část toku od pramene po říční kilometr 31,800 (po lužickou poruchu) se nachází v hydrogeologickém rajónu č. 6414 – Krystalinikum Jizerských hor a Krkonoš. Krystalinikum neobsahuje kolektory, jedinou propustnou vrstvou je přípovrchová zóna periglaciálního rozvolnění puklin spojená s pokryvnými útvary. [3]

Od průchodu lužickou poruchou až po ústí do řeky Jizery prochází řeka hydrologickým rajónem č. 4410 – Jizerská křída pravobřežní. Tento rajón patří do skupiny západních křídových rajónů v povodí Labe. V křídové pánvi jsou nejvýznamnější zdroje podzemních vod umožňující vodárenské odběry. V této západní části převažují písčité sedimenty jizerské facie s mocnými zvodněnými kolektory. Strukturní stavba se na oběhu podzemní vody uplatňuje jen podřízeně. Kolektory jsou většinou subhorizontálně uložené. [3]

Celý tok řeky Mohelky spadá pod chráněnou oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV) Severočeská křída, oblast je vyhlášena pro ochranu podzemních vod. V řešeném úseku se nachází vodárenský objekt pro jímání podzemních vod, z tohoto objektu je vyveden přepad přebytečné vody do toku.

1.6 Pedologické poměry povodí



Legenda:

	3: říční sedimenty (písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	4: nivní sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	5: splachové sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	6: svahové sedimenty (hlína, písek) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	13: naváté sedimenty (spraš, sprašová hlína) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	50: říční až jezerní sedimenty (štěrk, písek, jíl) Stáří: terciér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: reliikty terciéru v Českém masivu
	84: vápnito-jílovitý pískovec Stáří: křída, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: česká křídová pánev
	86: vápnitý jílovec, slínovec, prachovec Stáří: křída, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: česká křídová pánev

Obrázek 1-7: Mapa půd v zájmovém území. Převzato [12]

V oblasti povodí Horního a středního Labe jsou nejrozšířenějším typem hnědé půdy (38 %), následují hnědozemě (13 %), černozemní půdy (11 %), pseudogleje a gleje (9 %), nivní půdy (fluvizemě) (6 %), podzoly (6,5 %), rendziny a parendziny (8,5 %) a další. [3]

V povodí Mohelky se nachází kyselé arenické kambizemě s ostrovy luvizemních hnědozemí. V nivních oblastech se dají nalézt štěrkovité, písčité, hlinitopísčité a málo zastoupené hlinité půdy s podložím štěrku. Tam, kde štěrky vystupují z podloží, jsou půdy produkčně chudé a vysychavé. Na nivních naplaveninách podél vodotečí leží hydromorfnní půdy.

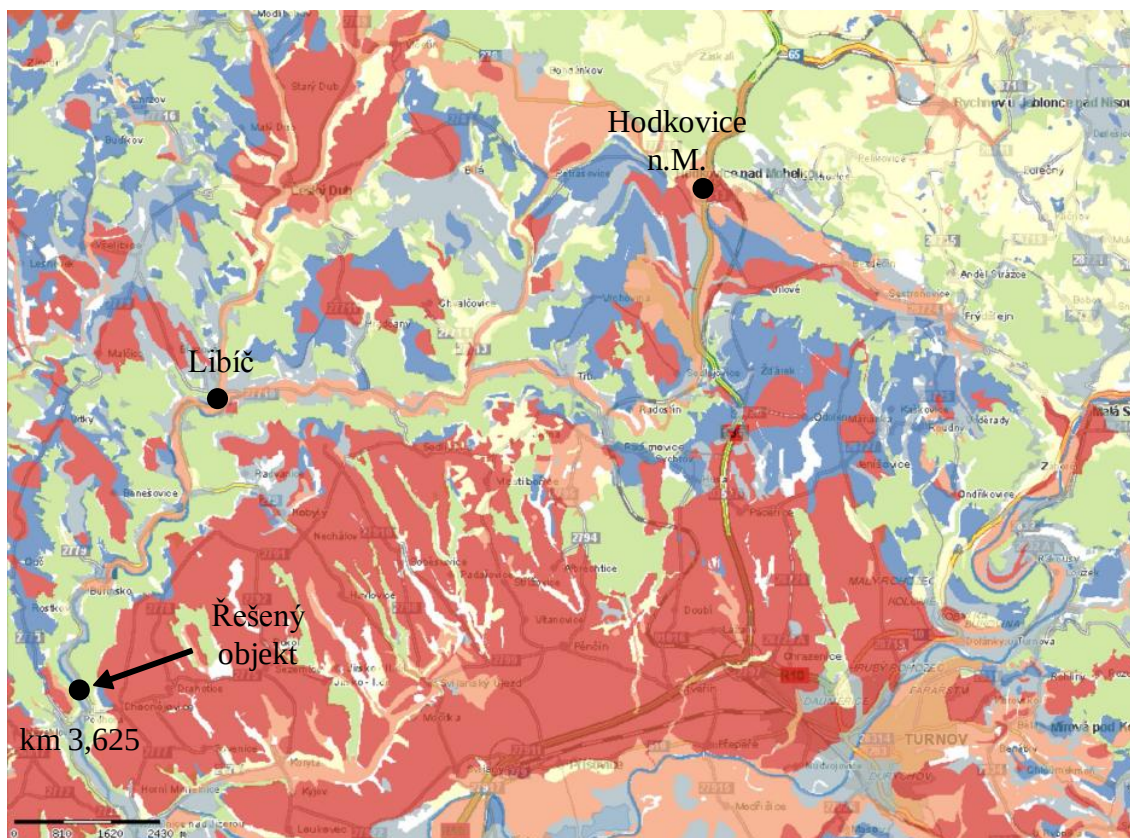
Kambizemě, nebo-li hnědé půdy, jsou nejčastějším půdním typem Libereckého kraje. Arenická kambizem se vyvíjí na zvětralinách nevápnitých pískovců, je rozšířena v Severočeské křídě mimo akumulární polohy kvartérních sedimentů. Na pískovcích jemnozrnně zvětrávajících jsou půdy geneticky vyzrálejší s vyšším podílem živin a s menším sklonem k vysychání. Na pískovcích hrubozrnně zvětrávajících, nebo v oblastech s humidnějším klimatem, dochází k výrazné podzolizaci a arenická kambizem je střídána kambizemním podzolem. Je pro ně charakteristický nízký podíl humusu se zvýšenou propustností, produkčně tedy nemají potenciál jako zemědělské a lesnické půdy. V řešeném úseku se nacházejí nivní glejové půdy hlinitopísčité.

Erodatelnost půd v povodí je velmi různorodá. Převažují zde nenáchylné a slabě náchylné půdy. V okolí Českého Dubu jsou převážně půdy nejnáchylnější, je to dáno intenzivní zemědělskou činností. Půdy v přímém okolí řeky jsou využívány jako louky a erozi zde způsobuje sama řeka Mohelka, jsou zde časté nátrže v obloucích. Dle obrázku 1-8 je vidět že nejnáchylnější půdy náležejí až do povodí Jizery.

Legenda k obrázku 1-8:

Faktor erodovatelnosti půdy (K)

	nenáchylné půdy
	slabě náchylné půdy
	středně náchylné půdy
	silně náchylné půdy
	nejnáchylnější půdy



Obrázek 1-8: Mapa erodovatelnosti půd. Převzato [13]

1.7 Klimatické poměry v povodí

Vzhledem k výškovým poměrům v povodí jsou i klimatické poměry velmi různorodé. Obecně lze klima kraje označit jako mírné a suboceánicky laděné. Dle regionální klasifikace prof.Končeka (Atlas podnebí ČSR, 1958) je oblast Jizerských hor, kde řeka pramení, velmi vlhkou a vrchovinovou. Naopak území při ústí Mohelky do řeky Jizery patří do oblasti pahorkatinové, mírně vlhké, s mírnou zimou. Nejdlejší část toku prochází oblastí mírně vlhkou a vrchovinovou. Řešený úsek se nachází na rozhraní těchto dvou oblastí. Z jižního směru se k povodí může přimykát oblast suchá, s mírnou zimou a kratším svitem slunce.

Jelikož se stále hovoří o změnách klimatu a posunu teplotních pásem, lze brát tato roztržení do oblastí jako orientační.

Vzhledem ke klimatickým rozdílům, které jsou v povodí, byly vybrány dvě sady klimatických charakteristik. První sada je ze stanice Liberec a má reprezentovat pramenní a horní část toku. Stanice leží ve výšce 398,0 m n.m. Druhá sada dat je ze stanice Semčice ve

Středočeském kraji a reprezentuje dolní tok. Stanice leží ve výšce 234,0 m n.m. Data jsou z období dlouhodobého sledování z let 1961-1990 a z roku 2010. Tabulky byly vytvořeny na základě dat dostupných na stránkách ČHMÚ [20].

měsíc												rok
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Průměrná teplota vzduchu [°]												
-2,5	-1,2	2,3	6,6	11,7	14,8	16,2	15,8	12,4	8,3	2,9	-0,8	7,2
Úhrn srážek [mm]												
53,3	46,2	48,9	58,2	80,2	84,9	87,9	88,4	65,4	59,6	63,1	67,3	803,4
Trvání slunečního svitu [h]												
36,0	60,3	102,0	139,1	182,5	178,8	183,4	183,6	139,9	112,0	41,3	29,2	1388,0

Tabulka 1-4: Charakteristiky z let 1961-1990, stanice Liberec

měsíc												rok
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Průměrná teplota vzduchu [°]												
-5,5	-1,6	2,7	7,3	10,6	15,8	19,5	16,5	11,1	6,3	4,5	-5,1	6,8
Úhrn srážek [mm]												
49,3	32,1	67,3	27,6	143,4	79,0	156,6	414,0	170,0	12,2	109,6	93,1	1354,2
Trvání slunečního svitu [h]												
40,5	39,5	126,1	199,0	65,2	241,4	256,3	143,5	140,2	128,9	32,0	12,8	1425,4

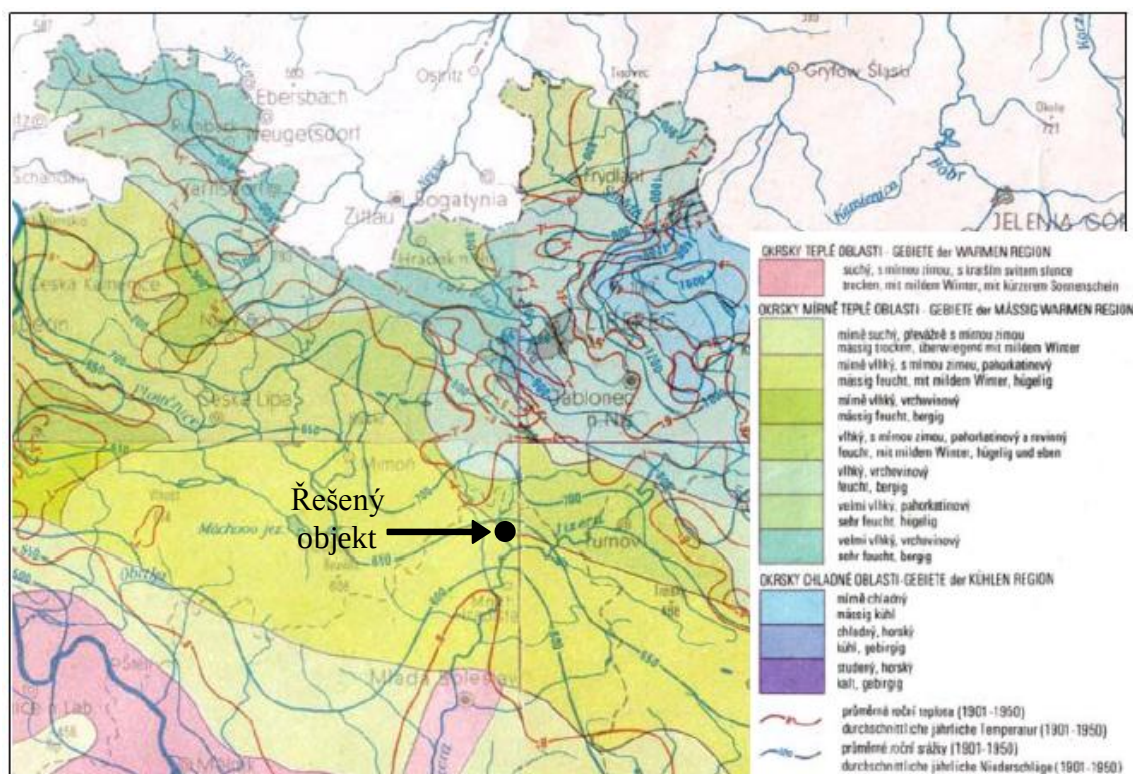
Tabulka 1-5: Charakteristiky roku 2010, stanice Liberec

měsíc												rok
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Průměrná teplota vzduchu [°]												
-1,9	0,0	3,8	8,8	13,8	16,9	18,3	17,8	14,0	9,2	3,7	0,0	8,7
Úhrn srážek [mm]												
33,0	27,5	34,3	39,5	70,9	65,7	72,0	70,1	42,9	39,6	43,1	40,1	578,7
Trvání slunečního svitu [h]												
37,0	65,4	114,6	164,1	209,7	215,7	216,9	208,4	152,2	115,1	42,7	31,9	1573,6

Tabulka 1-6: Charakteristiky z let 1961-1990, stanice Semčice

měsíc												rok
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Průměrná teplota vzduchu [°]												
-6,3	-3,5	0,9	6,4	9,5	14,9	18,7	15,8	10,1	5,0	3,5	-5,9	5,8
Úhrn srážek [mm]												
44,6	10,7	30,7	82,1	140,6	84,7	139,0	162,3	93,2	9,2	48,7	41,2	887
Trvání slunečního svitu [h]												
34,7	37,9	122,1	205,9	64,7	191,5	255,2	171,1	132,1	142,3	46,6	25,5	1429,6

Tabulka 1-7: Charakteristiky roku 2010, stanice Semčice



Obrázek 1-9: Výřez z atlasu podnebí, klimatické okrsky. Převzato [5]

Podnebí lze charakterizovat také jiným rozdělením. Pro srovnání je použita charakteristika dle Quitta z roku 1971. Ten vymezil na území České republiky 23 klimatických rajónů. Typizace vychází z matematicko-statistického porovnání dílčích území na základě sledování 14 klimatických charakteristik. Oproti Končecově rozdělení je detailnější, ovšem může zkreslovat a je méně přehledná.



Obrázek 1-10: Klimatické rajóny dle Quitta. Převzato [5]

Prameniště a horní část toku po město Hodkovice nad Mohelkou náleží do rajónu MT4, který je charakteristický krátkým létem, mírným, suchým až mírně suchým, přechodným obdobím krátkým s mírným podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírně teplá a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. [5] Za Hodkovicemi vtéká na rozhraní rajónu MT4 a MT7, na krátkém úseku mezi pravostranným přítokem Ještědkou a hranicemi Libereckého a Středočeského kraje protéká pouze rajónem MT7. Tento rajón je charakteristický normálně dlouhým, mírným a mírně suchým létem. Přechodné období je normálně dlouhé s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. [5] Poslední úsek řeky prochází rajónem MT9. Tento je charakterizován jako mírně teplá oblast s dlouhým létem, které je teplé a suché až mírně suché, zima je krátká, suchá a mírná. Zájmový úsek se nachází v oblasti MT9.

klimatické charakteristiky	MT4	MT7	MT9
Počet letních dnů	20 - 30	30 - 40	40 - 50
Počet dnů s teplotou >10 °C	140 - 160	140 - 160	140 - 160
Počet mrazových dnů	110 - 130	110 - 130	110 - 130
Počet ledových dnů	40 - 50	40 - 50	30 - 40
Průměrná teplota v lednu	-2 až -3	-2 až -3	-3 až -4
Průměrná teplota v červenci	16 - 17	16 - 17	17 - 18
Průměrná teplota v dubnu	6 - 7	6 - 7	6 - 7
Průměrná teplota v říjnu	6 - 7	7 - 8	7 - 8
Počet dnů se srážkami	110 - 120	110 - 120	100 - 120
Úhrn srážek ve veget. období	350 - 450	400 - 450	100 - 450
Úhrn srážek v zimním období	250 - 300	250 - 300	250 - 300
Počet dnů se sněh. Pokrývkou	60 - 80	60 - 80	60 - 80
Počet zamračených dnů	150 - 160	120 - 150	120 - 150
Počet jasných dnů	40 - 50	40 - 50	40 - 50

Tabulka 1-8: Charakteristiky klimatických rajónů (QUITT 1971). Převzato [5]

1.8 Hydrologické poměry

Severní hranice povodí Mohelky tvoří zároveň hranice hlavního evropského rozvodí mezi Baltským a Severním mořem, respektive povodím Odry a Labe. Vybrána byla data průtoků pro profil Chocnějovice, který se nachází v zájmovém území. Třída přesnosti dat III.

M - denní průtoky Q_m v $[m^3/s]$

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_m	3.57		1.94			1.18			0.83		0.57	0.37	0.24

N - leté průtoky Q_N v $[m^3/s]$

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N	16	27	41	53	65	83	100

Tabulka 1-9: Hodnoty M-denních průtoků v profilu Chocnějovice. Převzato [1]

Tabulka 1-10: Hodnoty N-letých průtoků v profilu Chocnějovice. Převzato [1]

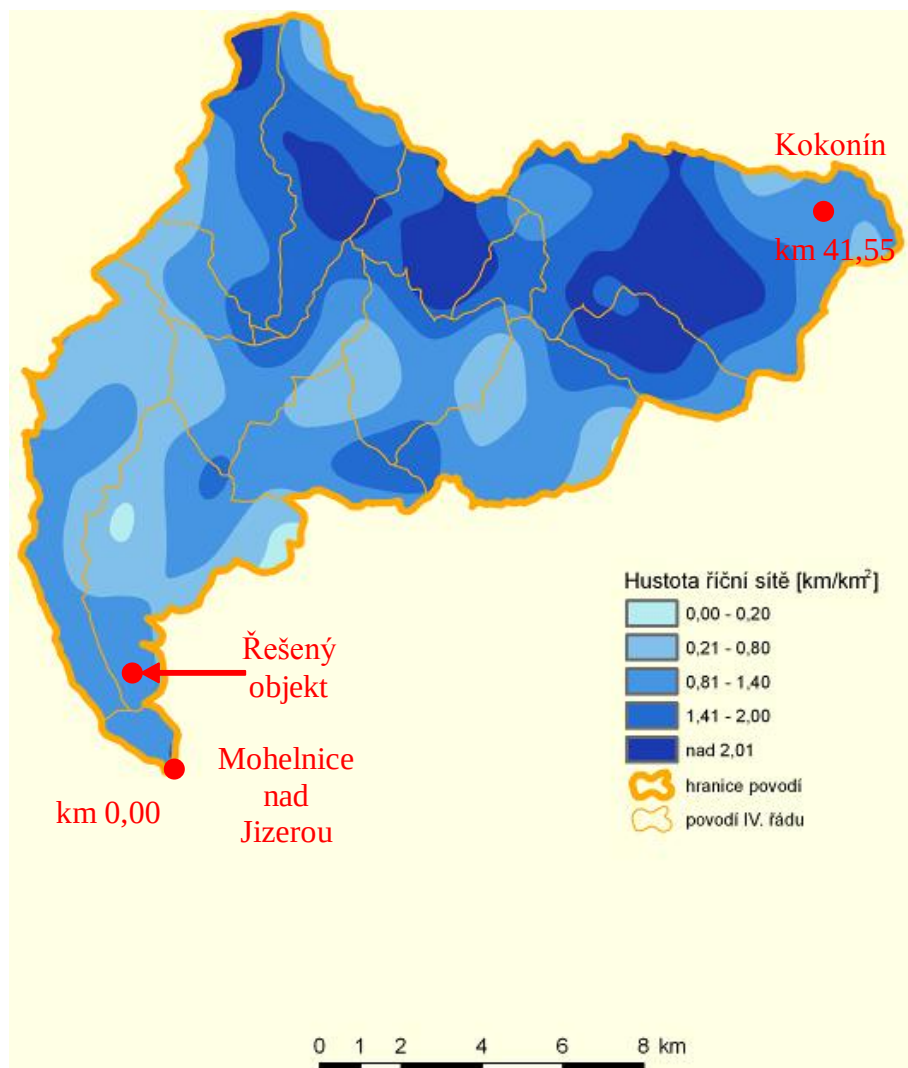
Průměrné roční hodnoty	
Srážky:	814 mm
Rozdíl srážek odtoku:	456 mm
Odtok:	358 mm
Odtokový součinitel:	0.44
Specifický odtok:	11.34 l/km ²
Průtok:	1.76 m ³ /s

Tabulka 1-11: Průměrné roční hodnoty povodí Mohelky. Převzato [1]

hustota [km/km ²]	plocha [km ²]	%
0 - 0.2	1.28	0.73
0.2 - 0.8	38.75	21.96
0.8 - 1.4	68.13	38.61
1.4 - 2.0	45.20	25.61
nad 2.0	23.10	13.09

Tabulka 1-12: Tabulka hustoty říční sítě. Převzato [4]

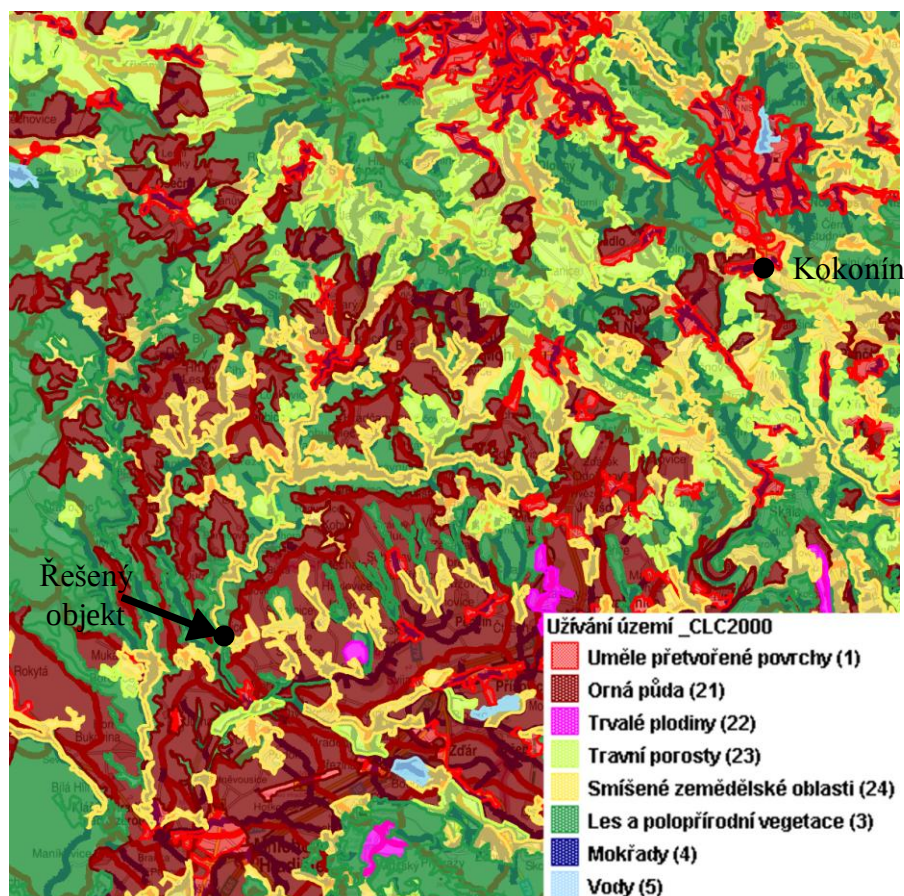
Jelikož jsou na území příznivé klimatické a hydrogeologické podmínky, spadá celé povodí Mohelky do oblasti Severočeské křídly, která je vyhlášena jako CHOPAV pro podzemní vody (nař. vlády č. 85/1981 Sb.). Jelikož je hydrologický režim ovlivněn hustotou a tvarem říční sítě, připojuji mapu hustoty říční sítě a tabulku s výpisem zastoupení ploch. Průměrná hustota říční sítě činí 1,30 km/km².



Obrázek 1-11: Hustota říční sítě. Převzato [4]

1.9 Údaje o zemědělství

V Libereckém kraji zaujímá zemědělská půda 44,6 % z celkové rozlohy kraje, tj. 316 289 ha. V této ploše zaujímá orná půda 22,4 %, trvalé travní porosty 19,4 %, zahrady 2,4 % a sady 0,5 %. Území je charakterizováno jako „území s méně příznivými podmínkami“. Nejvíce jsou pěstovány obilniny, řepka olejka a víceleté pícniny.

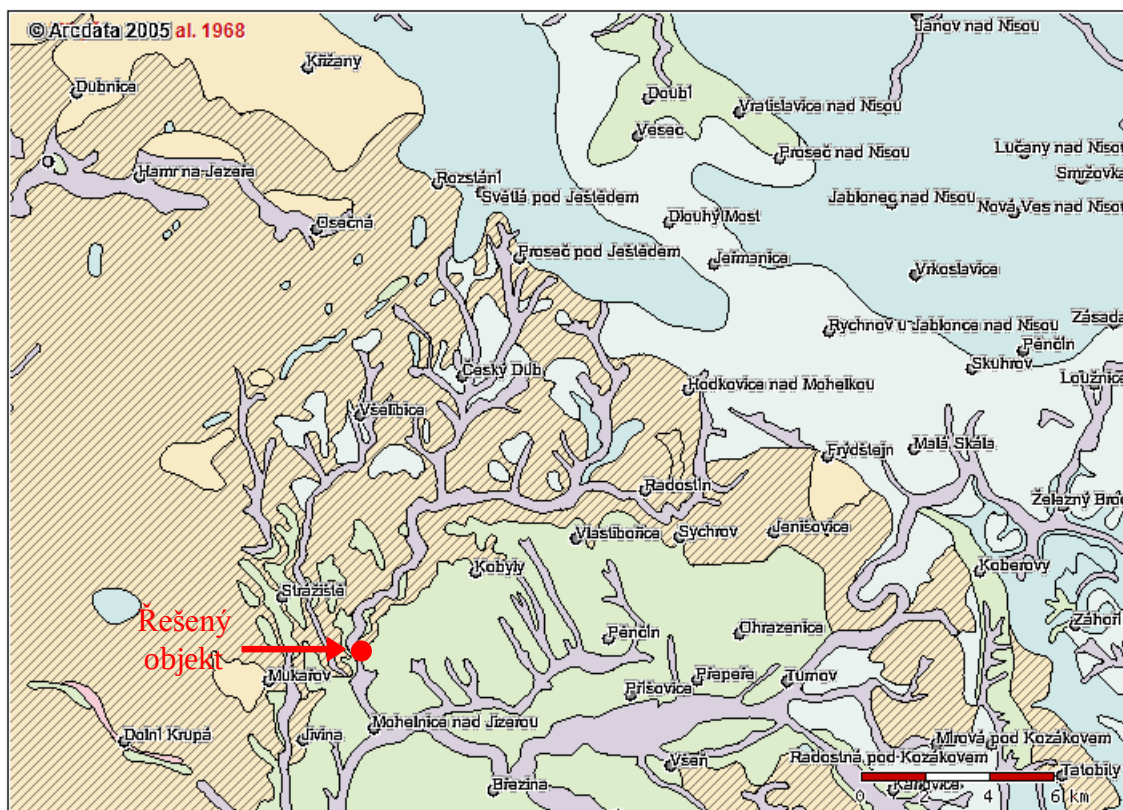


Obrázek 1-12: Využití území v povodí. Převzato [14]

Vzhledem k častému zamokření jsou pozemky přímo podél toku využívány k pěstování zemědělských plodin jen minimálně, probíhá zde většinou sečení trav na seno. V minulosti byly snahy o meliorace na těchto pozemcích, aby bylo možné na nich hospodařit. V povodí Mohelky nejsou prakticky žádné plochy sadů. Orné půdy se v povodí nacházejí především na pláních nad údolím řeky a dále v okolí Českého Dubu, Hodkovic nad Mohelkou a Rychnova u Jablonce nad Nisou. Převážná část údolí Mohelky je charakterizována jako smíšeně zemědělská oblast. V přímém okolí toku nejsou umístěna skladiště postřikovacích chemikálií ani velkochovy hospodářských zvířat.

1.10 Údaje o lesnictví

Z celkové rozlohy Libereckého kraje zauímají lesy 44,1 % plochy, což je značně vyšší hodnota než celorepublikový průměr 33 %. Lesy jsou rozšířeny hlavně v horských oblastech kraje a na půdách chudých na živiny se sklonem k vysychání. Oproti tomu v rovinatých terénech, kde jsou úrodnější půdy, je podíl lesů minimální.



Obrázek 1-13: Geobotanická mapa. Převzato [15]



V Libereckém kraji je nejvíce zastoupený smrk ztepilý s 50 %, borovice lesní má podíl 25,4 %, modřín má podíl 2,5 %, ostatní jehličnany a kleče jsou zastoupeny 2,8 % (to je dáno horským charakterem území). Listnaté stromy jsou zastoupeny buky s 6,0 %, břízami s 5,2 %, duby s 2,7 %. Vysoké zastoupení smrků je dáno následky hmyzích a emisních kalamit.

V povodí Mohelky představují lesy 20 % z této plochy. V lesích údolí Mohelky převládají smrkové porosty a v nižších polohách i borovice. Lesy jsou řazeny k lesům hospodářským. Z obrázku 1.10-1 a k němu přiložené legendy vyplývá, že prameniště řeky se nachází v oblasti květnatých

bučin, dále protéká oblastí bíkových bučin. U Hodkovic nad Mohelkou začíná mít řeka ve svém přímém okolí luhy a olšiny, ovšem v širším okolí převládají borové doubravy. Na mapě jsou vidět v jižní části dubovo – habrové háje, ty už ovšem spadají do povodí Jizery.

1.11 Údaje o průmyslu

V povodí Mohelky se nacházejí převážně podniky zemědělské výroby a lehkého průmyslu.

Přehled podniků v povodí Mohelky (od prameniště):

International Metal Plast spol. s r.o.

Společnost se nachází v Jablonci nad Nisou. Její výrobní program se specializuje na strojírenskou výrobu. Provádí se zde kovovýroba a vakuové svařování plastů.

AL-Solid s.r.o. slévárna hliníku

Společnost se nachází v Rychnově u Jablonce nad Nisou na levém břehu řeky Mohelky. Vyrábí se zde odlitky z hliníkových slitin. Hlavními výrobky jsou hliníkové patky pro silniční dopravu, potravinářské formy do masokombinátů a prvky historických zábradlí.

Monroe Czechia s.r.o.

Společnost se nachází v Hodkovicích nad Mohelkou. Řeka Mohelka zde protéká přímo areálem společnosti. Dříve se společnost jmenovala PAL, vyrábělo se zde příslušenství automobilů, nyní je výrobní program zaměřen výhradně na výrobu tlumičů pro automobily. Tato společnost patřila mezi 10 nejvíce znečišťujících podniků na území Libereckého kraje (znečištění je bráno i do ovzduší).

ELECTROPOLI-GALVIA, s.r.o.

Společnost má výrobní závod v Českém Dubu. Českým Dubem protéká potok Ještědka, což je jeden z významných přítoků Mohelky. Zabývá se pokovováním a povrchovou úpravou kovů. Tato společnost také patřila k 10 nejvíce znečišťujícím podnikům v Libereckém kraji.

Dále jsou v povodí menší společnosti na výrobu plastových výrobků a nábytku.

1.12 Využití vodní energie toku

V minulosti fungovala na řece Mohelce řada mlýnů a malých vodních elektráren. V roce 1972 bylo evidováno 18 malých vodních elektráren, šlo především o mlýny, které využívaly energii pro svou vlastní spotřebu.

Z dnes fungujících stojí za zmínku MVE Buřínsko na km 5,043 s instalovaným výkonem 17 kW. Dále MVE Podhora na km 9,625 s instalovaným výkonem 21,3 kW. Dále jsou v provozu městská MVE v Hodkovicích nad Mohelkou a MVE v Mohelnici nad Jizerou. [1]

Přímo v řešeném území se nachází mlýn Chocnějovice. Již v 70. letech minulého století nebyl využíván, ale byl plánovaný jako rezerva. K tomuto mlýnu náleží i jez v km 3,625, který je nyní značně poškozen a měl by být rekonstruován a doplněn o migrační cestu pro vodní faunu.

1.13 Odběry vody pro vodárenské účely

Řeka Mohelka sloužila vždy jako zdroj vody pro vodárenské účely. Svědčí o tom řada nyní již zaniklých vodohospodářských děl. Šlo o odběry přímo z toku nebo ze studen v okolí toku. Nyní se odebírá voda jen na pár místech a převážně jde o vodárenské odběry.

Společnost Monroe Czechia s.r.o. v Hodkovicích nad Mohelkou odebírá z toku vodu pro výrobní technologie, dle dat z roku 2004 odebírá 57,27 tis. m³/rok. Zhruba na km 27,000 je zřízen odběr pro společnost Lesy Mělník – Hodkovice nad Mohelkou, dle dat z roku 2004 odebírá 5,05 tis. m³/rok. Na km 17,500 je zřízen odběr podzemní vody společností SČVK pro obec Soběslavice, v roce 1999 činilo odebrané množství 2,0 l/s. V místě soutoku s potokem Ještědkou je zřízen podzemní odběr pro úpravnu vody Libíč společností SČVK, v roce 1999 činilo odebrané množství 84,85 l/s. Posledním odběrným místem je podzemní odběr na km 4,200 společností VaK Mladá Boleslav, v roce 1999 činilo odebrané množství 3,16 l/s. Z tohoto odběru je také přímo vyveden přepad nevyužité vody do řeky Mohelky.

Na toku existuje ještě řada malých odběrných míst, které využívají místní obyvatelé hlavně k závlaze pozemků.

1.14 Čistota vody v povodí

1.14.1 Jakost vod

Jakost povrchové vody ve vloženém profilu:

Název toku: Mohelka

Odběrný

profil: Mohelnice

Období: 2008-2009

Hydrologické
pořadí: 1-05-02-048

Říční km: 0,500

Závod: Jablonec n. Nisou

ukazatel	jednotka	min	max	průměr	medián	C90	C95	imisní limity	třída jakosti
teplota vody	°C	1,4	15,1	8,5	8,5	14,4	14,7	25,0	
reakce vody		8,1	8,4	8,2	8,2	8,4	8,4	6 - 8	
elektrolytická konduktivita	mS/m	41,3	57,5	49,4	47,9	56,3	56,9		II
biochemická spotřeba kyslíku BSK-5	mg/l	1,2	2,0	1,6	1,7	1,9	2,0	6,0	I
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	mg/l	3,6	12,0	7,7	7,3	11,1	11,6	35,0	I
amoniakální dusík	mg/l	<0,01	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,5	I
dusičnanový dusík	mg/l	4,1	4,6	4,4	4,4	4,6	4,6	7,0	II
celkový fosfor	mg/l	0,04	0,08	0,06	0,07	0,08	0,08	0,2	II

imisní limity dle nařízení vlády č.61/2003 Sb.

třída jakosti vody dle ČSN 75 7221 (říjen 1998)

Tabulka 1-13: Jakost povrchové vody ve vloženém profilu. Převzato [10]

Dle nařízení vlády č.71/2003 Sb. je celý tok řeky Mohelky i s přítoky zařazen do vod lososových. Dle přílohy č. 1 tohoto nařízení je voda vhodná pro život a reprodukci původních

druhů ryb a dalších vodních živočichů. Dle členění Českého rybářského svazu je tok v řešeném úseku označen jako voda pstruhová.

Lososovými vodami – povrchové vody, které jsou nebo se stanou vhodnými pro život ryb lososovitých (Salmonidae) a lipana (*Thymallus thymallus*). [6]

1.14.2 Rybí pásma a chránění živočichové

Vzhledem k tomu, že řeka Mohelka neprotéká žádným CHKO, není zde fauna detailněji prozkoumána. Rybí obsádku tvoří především pstruzi. Zájmové území se celé nachází ve vyhlášeném pstruhovém revíru, v náhonu k elektrárně Chocnějovice je vyhlášen hájený úsek. Z kriticky ohrožených druhů se může v povodí vyskytovat mihule potoční (*Lampetra planeri*), byl zde také údajně zaznamenán výskyt vydry říční (*Lutra lutra*). Běžně se podél toku vyskytuje ještěrka živorodá (*Lacerta vivipara*), kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), slepiš křehký (*Anguis fragilis*) a ptáci z rodu volavek.

1.14.3 Zdroje znečištění

Na toku řeky Mohelky se již od místa prameniště nacházejí bodové zdroje znečištění. Jde především o vypouštění čištěných odpadních vod z čistíren odpadních vod městských nebo podnikových. O přesném stupni čištění průmyslových odpadních vod nebyly nalezeny potřebné údaje. Čistírny odpadních vod se nacházejí i na významných přítocích Ještědce (ČOV Český Dub) a Malé Mohelce (ČOV Všelibice). Z malých obcí, kterými řeka protéká, není voda čištěna a je zde možnost, že odpadní voda z domácností končí přímo v toku, nebo se do něj dostává zasakováním. Liniovým zdrojem znečištění řeky je potenciálně rychlostní komunikace I/35 z Liberce do Turnova, pro eliminaci možné kontaminace toku ropnými látkami je odvodňovací zařízení komunikace vybaveno sorpčními lapáky. Dalším liniovým zdrojem je železniční trať Liberec – Pardubice. V roce 2012 byla v místě řešeného objektu nalezena skládka pneumatik.

Vzhledem k charakteru toku, kde se střídají klidné a bystřinné úseky je zaručená dobrá samočistící schopnost toku.

1.15 Rekreační využití

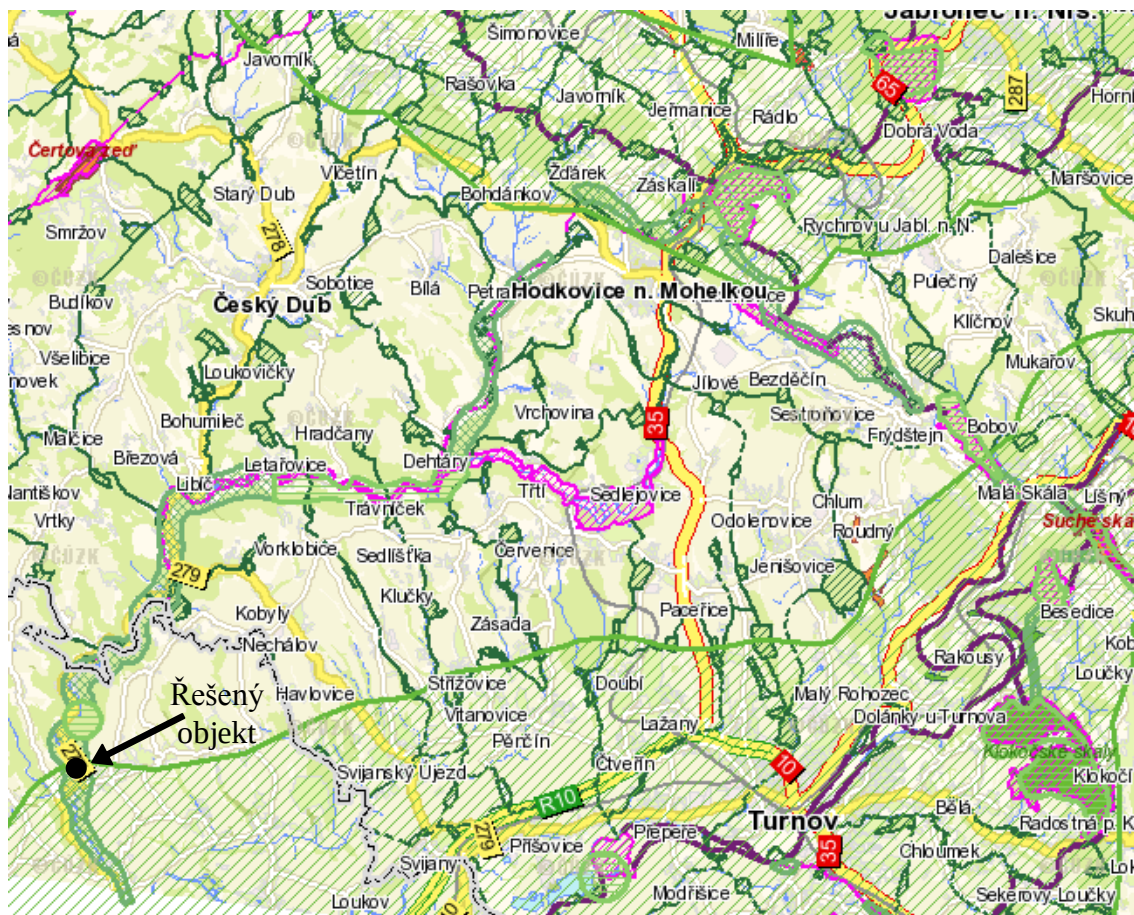
Vodní tok je využíván k rekreačnímu rybolovu. Ke koupání je tok využíván minimálně, hlavně kvůli teplotě, ale bývá využíván dětmi z letních dětských táborů. Údolím toku jsou vedeny cyklostezky po silničních komunikacích. Cyklostezky jsou regionální i mezinárodní. Údolí je svým klidným rázem vhodné i k pěší turistice. V obci Radostín u Sychrova byla v meziválečném období vystavěna léčebna plicních chorob. Toto místo bylo považováno za jedno s nejlepším stavem ovzduší, přestože jím prochází železniční trať Pardubice – Liberec.

1.16 Splavnost toku

Řeka Mohelka je splavná v úseku od Libíče, respektive od soutoku s Ještědkou až po ústí do řeky Jizery. Při vyšších stavech vody je řeka sjízdná už od Sychrova, říční kilometr 22,000. Splavnost toku je však sporná, jelikož je zde velké množství mělčin a popadaných stromů do koryta. Řeka je splavná pouze pro rekreační plavbu malými plavidly typu kánoe, kajaku, popř. raftu.

1.17 Životní prostředí

Řeka Mohelka utváří v Libereckém kraji významný krajinný prvek. Od svého ústí do řeky Jizery je údolí toku vedeno jako biokoridor regionálního významu. Zhruba do kilometru 4,000 je také součástí nadregionálního biokoridoru, jehož osu tvoří řeka Jizera. V okolí kilometrů 6,000 – 7,000 je vymezeno regionální biocentrum. Biokoridor pokračuje až k obci Letařovice, km 13,000, kde se mění v regionální biocentrum až do km 19,000, odkud se odklání opět jako regionální biokoridor podél potoka Oharky. Od tohoto soutoku pokračuje podél řeky Mohelky biocentrum do km 26,500, kde přechází v lokální koridor v rámci ÚSES. V Hodkovicích nad Mohelkou vstupuje Mohelka do nadregionálního biokoridoru spojujícího Lužické hory a Krkonoše.



Obrázek 1-14: Vymezení biokoridorů a biocenter. Převzato [16]

V povodí je evidováno několik skládek a jiných ekologických zátěží. Nejvýznamnějšími je skládka bývalého podniku Tesla Holešovice s vysokou rizikovostí u Rádlu v okrese Jablonec nad Nisou a skládka v Hradčanech u Českého Dubu se střední rizikovostí. V místě stavby byla nalezena skládka pneumatik.

Vegetační doprovod řeky Mohelky díky své hustotě dodává živočichům dostatečný počet přirozených úkrytů. Doprovod je tvořen smíšeným porostem listnatých stromů a keřů. Doprovod je z větší části třípatrový, kdy vyšší patro tvoří olše a javory, nízké patro pak zastupují husté porosty lísek, různé druhy vrb, mladé javory a buky, v nejnižším patře jsou například porosty bršlice kozí nohy. Minimálně jsou zastoupeny jehličnaté stromy, vyskytují se při souběhu řeky s lesní tratí. Porosty rostoucí přímo na břehu řeky mají většinou odhalené kořenové systémy a zasahují až k hladině při běžném vodním stavu. Břehy jsou tedy dobře zpevněny. V místech nárazových břehů, kde je řidší porost, nebo se za břehovou čarou nachází luční porosty, je častá abraze a dochází zde i k vývrátům stromů. V době jarní

obchůzky byly již provedeny prořezávky a došlo i ke kácení větších dřevin z důvodu jejich špatného stavu.

Níže navržená úprava neovlivní negativně životní prostředí v řešené lokalitě. Prováděná rekonstrukce poničeného jezu v km 3,625 taktéž životní prostředí výrazně neovlivní. Během výstavby k negativnímu ovlivnění dojít může, neboť dojde k částečné demolici stávajícího objektu. Naopak odstraněním překážky v migrační cestě vodní fauny dojde ke zlepšení ekologického stavu toku.

Poznámka autora: Průvodní zpráva byla čerpána ze zdroje [8]. Avšak byla částečně upravena pro potřeby diplomové práce. Byly v ní taktéž odstraněny nedostatky týkající se převážně gramatické úpravy.

2. TECHNICKÁ ZPRÁVA

2.1 Správní údaje

Jméno akce: Úprava toku – návrh migrační cesty pro vodní faunu (rybího přechodu),
Mohelka – Chocnějovice

Lokalizace: Řeka Mohelka, říční kilometr 3,625, k.ú. Chocnějovice a k.ú. Rostkov;
okres Mladá Boleslav; Středočeský kraj

Číslo vodohospodářské mapy: 03 – 31

Číslo hydrologického pořadí: 1-05-02-046 (Malá Mohelka -Ještědka)

Správce toku: Povodí Labe, státní podnik
Provozní středisko Turnov
511 01 Turnov - Daliměřice, Lesní 200
TEL.: +420 481 321 388

Kontroloval: doc.Ing. Miloslav Šlezingr, Ph.D.

Vypracoval: Bc. Jakub Špaček

Investor: Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951
500 03 Hradec Králové
TEL.: +420-495 088 111; FAX.: +420-495 407 452

2.2 Úvodní část

Vzhledem k zadání projektu bylo hlavním úkolem nalezení vhodného místa pro zbudování migrační cesty pro vodní faunu. Pro vybrané místo byly zpracovány návrhy možných variant řešení.

Vzhledem ke znalosti místních poměrů získaných při vypracování bakalářské závěrečné práce byla vybrána řeka Mohelka u obce Chocnějovice. V původní bakalářské práci, ze které je čerpána průvodní zpráva této závěrečné práce, byla řešena přestavba jezu na říčním kilometru 3,625 na balvanitý skluz. Během roku 2011 bylo v místě přikročeno k rekonstrukci poničeného břehu a v roce 2012 byla zahájena rekonstrukce jezu. S touto rekonstrukcí je vhodné spojit výstavbu rybího přechodu. Místo stavby je přístupné přes soukromé pozemky s trvalými travními porosty na levém břehu. Při obchůzce bylo naznáno, že po těchto pozemcích může pojíždět například nákladní automobil. Celkově je tedy místo stavby dobře přístupné pro stavební mechanizaci. Tato přístupová komunikace vychází z krajské silnice II/277 Mnichovo Hradiště – Český Dub.

Zajištěné podklady poskytlo k nahlédnutí provozní středisko povodí Labe v Turnově. Materiály týkající se zaměření, popisu a vykreslení toku pochází z roku 1971 – 1973. Výkresové podklady bylo nutné přepracovat do elektronické podoby pomocí programu AutoCAD. Dále byly z předložených dokumentů zjišťovány hydrologické poměry v toku. Ostatní podklady byly přebírány, viz použítá literatura a zdroje.

2.3 Stávající stav

2.3.1 Stávající jezová konstrukce

Stávající stav konstrukce jezu na km 3,625 bylo možné označit za havarijní a nešlo již provést jen částečnou rekonstrukci. Tuto rekonstrukci již v roce 2012 začal zajišťovat majitel konstrukce. Návrh nové konstrukce jezu tedy není součástí této diplomové práce.

Z dostupných podkladů vyplývá, že jez byl ve špatném technickém stavu již desítky let. V přiložené fotodokumentaci je dobře patrný stav objektu. Na počátku devadesátých let měl být objekt opět využíván ke své původní funkci a to udržovat trvalý průtok do náhonu

MVE Chocnějovice. Podle žádosti k povolení odběru vody měla být nainstalována Francisova turbína se spádem 2,8 m. Toto povolení však pozbylo platnosti a o nové vlastníky objektu elektrárny nepožádal.



Obrázek 2-1: Stávající jezová konstrukce na km 3,625. Foto Špaček 2011.

Hrana přelivu skluzu svírá s osou toku úhel 55° . Koryto v profilu před jezem je ve dně široké asi 7,5 m, postupně se rozšiřuje až na 19 m pod přepadovou hranou (dáno natočením přelivu). Je zde také patrná úprava koryta kvůli výstavbě jezu. Koryto se opět začíná sužovat až patou jezu a po 40 m má v místě obvyklou šířku kolem 7 m. Na dně před jezem jsou patrné nánosy jemnozrného substrátu, pod jezem jsou patrné výmoly, ovšem částečně stabilizované kamenivem uneseným z tělesa jezu.

Těleso se skládá ze třech částí. První částí je pravobřežní přelivné pole o šířce 10 m, na kterém je patrné silné narušení povrchu. Toto pole je provizorně opraveno betonovou zálivkou. Pod tímto polem je patrná sufoze, tedy vyplavování zeminy z podloží. Návodní líc je porušen nejspíše chodem ledových ker a splaveným dřívím. Druhou částí je levobřežní

přelivné pole. Toto pole má šířku 5,7 m, nad přelivnou hranou vede ve výšce 0,72 m lávka k ovládání stavidel šterkové propusti a dělí hranu na dvě stejně velké části (2,75 m) svým středovým pilířkem šířky 0,2 m. Při obchůzce na podzim roku 2012 bylo již levobřežní přelivné pole nově vybetonováno i s přilehlou nábrežní stěnou. Třetí částí je ve středu jezu umístěná šterková propust'. Proti přelivným plochám je umístěna o 0,81 m níže u přelivné hrany a o 0,46 m v místě konce přelivné plochy. Tato je opatřena stavidly, značně poškozenými. Nyní jsou stavidla částečně rozebrána a průtok vody probíhá propustí šířky 2,5 m. Propust' je od přelivných ploch oddělena pilíři šířky 0,6 m a 0,65 m v místě přelivné hrany. Přelivné plochy skluzu mají sklon 1:6, středová propust' pak 1:8. Výškový rozdíl přelivné hrany a konce přelivné plochy činí 0,97 m, převýšení na šterkové propusti činí 0,62 m. Není zjištěno, zda byl pod konstrukcí zbudován vývar pro utlumení kinetické energie. Dále nebylo zjištěno jakým způsobem a do jaké hloubky je těleso jezu založeno do dna toku.

Během obchůzky v únoru roku 2011 bylo nadjezí a stavítka zanesená plávim velkých rozměrů. Většina průtoku byla realizována průrvou v levém břehu, část protékala poškozenými stavidly a část odtékala volně průtočným náhonem. Při obchůzce v dubnu 2011 byla průrva zasypaná zřejmě jílovitou zeminou a stavidla propusti byla částečně rozebrána a zvednuta. Proud tedy procházel přímo propustí, náhonem procházelo minimum průtoku. Zdrž nad jezem byla vyčištěna od naplaveného dříví. Zásyp průrvy byl rozplavován drobným prouděním proudy. Při návštěvě místa v srpnu 2011 byl zásyp průrvy upraven a břeh zarovnán s navazujícím břehem náhonu.

2.3.2 Stávající migrační prostupnost toku

Z dostupných údajů, které se podařilo zajistit, vyplývá, že řeka Mohelka je pro vodní faunu neprostupná. Od svého ústí do řeky Jizery (km 0,000) po řešený objekt (km 3,625) se nachází několik dalších stupňů. První se nachází v obci Mohelnice nad Jizerou na km 0,512. Jde o nízkou konstrukci doplněnou o propust umístěnou na pravé straně koryta mezi jezem a kamennou nábrežní zdí. Další jez se nachází nad obcí Mohelnice n. J. na km 1,157. Tento jez je pevný betonový, s odbočením do náhonu na levém břehu. Náhon je hrazený, průtočný a slouží k přívodu vody do bývalé šrotovny. V této budově by měla být instalovaná turbína typu Francis, nyní v odstávce nebo odstraněná. Posledním jezem před řešeným objektem je jez na km 2,370. Tento jez je kamenný a značně poškozený. Opěrná zeď tvořící vtok do náhonu je zřícená. Na konstrukci je poškozena koruna a podjezí je vymleto. Náhon ke mlýnu je zanesen

a mimo provoz. Pro doplnění ještě uvádím jez MVE Buřínsko na km 5,043. Tento jez je v dobrém stavu a zadržuje vodu pro elektrárnu, na kterou je voda přiváděna pomocí tlakového podzemního přivaděče. Výška jezové konstrukce činí 1,5 m.



Obrázek 2-2: Vlevo jez na km 0,512. Vpravo jez na km 1,157. Foto Špaček 2012.

Z tohoto zjištění vyplývá, že na řece Mohelce je velké množství malých vzdouvacích konstrukcí, která tvoří migrační bariéru. Vzhledem ke stavu a využití některých konstrukcí však nebude muset dojít u všech z nich k výstavbě migrační cesty. U některých konstrukcí jsou však problematické majetkové vztahy a většinou jsou v majetku soukromých osob nebo obcí. Některé z těchto staveb by bylo vhodné odstranit, většinou jsou však ponechány vlastnímu osudu.

2.4 Obecný úvod k migračním cestám

2.4.1 Základní pojmy z problematiky migračních cest

Řeky jsou využívány jako zdroj přírodní energie pro výrobu elektřiny. Tato výroba se však neobejde bez výstavby stupně, který zajišťuje výrobním zařízením dostatečný spád vody. Historie výstavby stupňů sahá již do období 16. století, kdy ovšem byly budovány konstrukce krátkodobého charakteru. Tyto konstrukce byly většinou budovány jako nízké splavy s přelivným polem o malém spádu. S potřebou plavby vorů byly ve stupních budovány vorové propusti, které taktéž mohly sloužit jako migrační cesta pro ryby. Od 18. století se rozvíjí plavba a dochází ke stavbě vysokých stupňů doplněných o plavební komory. První rybí přechody vyskytující se na našem území byly komůrkového typu v pilířích jezů na plavební cestě Vltava – Labe.

Migrační cesty pro vodní faunu lze také zjednodušeně popsat jako rybí přechody. Tyto konstrukce překonávají migrační bariéry a napomáhají k propojení izolovaných úseků řek. Otevřením těchto bariér se docílí přirozená biodiverzita vodní fauny. Zároveň se tak vytváří možnost přirozeného znovuosídlení druhů, které potřebují migrovat na větší vzdálenosti. U většiny druhů je migrace spojena s potřebou rozmnožování. Dalším důvodem k migraci je potřeba různého prostředí pro dané stádium života rybího druhu. Dále je pudem k migraci početnost populace, s tím nedostatek možností úkrytů a nedostatek potravy. Pokud jsou migrační cesty narušeny, dochází k vyčerpání ryb a v extrémních případech k úhynům. Dle druhu ryb se také liší migrační vzdálenost. Například kaprovité ryby migrují minimálně a to, když jsou například strženy proudem vody při povodních. Proti tomu jsou losos obecný a úhoř říční, kteří migrují mezi mořem a sladkovodními řekami.

Druh	Délka těla ryby cm	Skoková rychlost plavání m·s ⁻¹	Maximální rychlost plavání m·s ⁻¹	Výška skoku m
Pstruh obecný	5	0,92	0,75	0,28
	15	1,65		0,40
	30	3,10		0,80
Střevle potoční	7	1,10	0,55	0,30
Vranka obecná	8	0,60 až 1,00	neplave	0,05
Vranka pruhoploutvá	8	0,60 až 1,00	neplave	0,05
Jelec tloušť	30	1,50 až 2,70	0,80	0,50
Ostroretka stěhovavá	30	1,60 až 3,10	0,85	0,35
Parma obecná	35	1,80 až 2,70	0,90	0,40
Cejn velký	25	0,60 až 0,95	0,50	0,25
Mník jednovousý	50	1,30	0,80	0,40
Mihule potoční	18	0,50 až 0,80	0,50	0,10

Tabulka 2-1: Hodnoty migrační výkonnosti některých druhů ryb. Převzato [27]

Krátkodobá výkonnost ryb dle [26]:

- lososovité ryby $v_{\max} = 2,0 \text{ m/s}$
- kaprovité ryby $v_{\max} = 1,5 \text{ m/s}$
- mladé ryby a malé druhy $v_{\max} = 1,0 \text{ m/s}$

S migrací se pojí několik pojmů. Například migrační potřeba, která byla popsána výše. Dále je zde pojem migrační prostupnost. Tato prostupnost je dána charakteristikou podélného profilu koryta vodního toku. U toků s příčnými vodními stavbami se migrační prostupností rozumí možnost ryb překonat migrační bariéru, která brání jejich volnému pohybu v podélném profilu vodního toku. Migrační prostupnost lze pak zajistit vytvořením

„rybího přechodu“, nebo odstraněním migrační bariéry. [27] Rád bych ještě zmínil pojem migrační výkonnost, protože přímo souvisí s parametry pro návrh migrační cesty. Je to schopnost jedince vyvinout takovou rychlost, která mu umožňuje překonat rychlost proudu proti směru migrace plaváním, nebo schopnost ryby překonat překážku určité výšky skokem. Tato výkonnost je druhově specifická, úměrná velikosti jedince, jeho schopnostem a je ovlivněná teplotou vody, hloubkou vody, turbulencí a motivací migrace. [27]

2.4.2 Chování vodní fauny a zásady návrhu migračních cest

Pro správný návrh rybího přechodu je potřebné provést ichtyologický a biologický průzkum. Zároveň je potřebné zajistit podklady vztahující se k dané lokalitě. Podle druhů ryb je volen druh konstrukce a její parametry. V úvahu tedy bereme výkonnost nejslabších jedinců. Jelikož vysoké rychlosti plavání nejsou schopny ryby dosahovat dlouhodobě, navrhují se rybí přechody tak aby se střídaly úseky s rychlým a pomalým prouděním. Některé druhy ryb jsou schopné překonat překážku pouze plaváním, ovšem existují i druhy překonávající překážku skokem. Do druhé skupiny ryb patří pstruzi a lososovité ryby. Ti jsou schopni překonat překážku vysokou i 1 m. Tuto možnost však využívají až po pokusu překonat překážku plaváním.

Základy chování ryb ve vodním proudu [26]:

- Ryby plavou vždy přímo proti proudu a neustále si udržují jednu získaný směr.
- Se zvyšující se rychlostí proudu neuhýbají, ale zvyšují úsilí a snaží se překonat odpor proudění.
- Pokud je proudění velmi silné, nebo při turbulencích jsou ryby vytrženy z proudu a vrženy do oblastí s pomalejším prouděním.
- Tímto menším proudem pak ihned nastupují původním směrem.
- Orientace ryb ve vodě probíhá podle proudění, které ryba vnímá boční linií.
- Ryby se vyhýbají místům s turbulentním prouděním, kde by měly problémy s orientací.
- Ryby se hromadí v oblasti zesilujícího proudění v podjezí.

- Ryby při vhodných podmínkách pronikají přímo pod jez a vyústění z vodní elektrárny.

Pokud má rybí přechod správně fungovat je důležité jeho umístění ve vztahu k toku a příčné překážce. Je-li nevhodně umístěn vstup do rybího přechodu, je velmi pravděpodobné, že ryby nebudou přechod využívat. Zásadním problémem jsou malé průtoky a rychlosti na rybím přechodu oproti vyšším průtokům a rychlostem na jezu nebo výtoku z elektrárny. Z tohoto důvodu je nutné ryby do vstupu navést a to vhodně umístěným vstupem a vytvořením vábivého proudění.

2.4.2.1 Druh a umístění rybího přechodu

Při návrhu se řídíme požadavkem na prostupnost. Pak tedy máme možnost prostupnosti téměř pro celé spektrum ichtyofauny nebo umožníme průchod pouze vybraným druhům, nebo jedincům o určité velikosti či stáří. Pokud není možné zajistit migraci pro celé spektrum, zaměřujeme se návrhem na cílové druhy. Těmto druhům pak musíme zajistit průchod hlavně v období reprodukční migrace. Pro obnovení původního rozmístění a rozmanitosti druhů je důležitý celoroční provoz rybího přechodu.

Umístění rybího přechodu může být dvojí. První možností je umístění v břehu, nebo nábřežní zdi. Druhou možností je umístění v toku. První možnost je výhodná z hlediska kontroly a údržby. S druhou možností se setkáme hlavně u obtékaných elektráren, nebo na balvanitých skluzech. Do návrhu nám vstupuje proudění přes příčnou překážku v toku a proudění vyvolané vodní elektrárnou, nebo jiným zařízením. V situaci, kdy se elektrárna nachází na břehu, vedeme přechod za jejím objektem. Pokud je koryto řeky velmi široké (přes 100 m), řeší se tato situace vybudováním více rybích přechodů.

2.4.2.2 Vstup do rybího přechodu

Jak již bylo uvedeno, je volba umístění vstupu zásadním problémem při navrhování rybích přechodů. Zásadně se vyhýbáme oblastem s turbulentním a zpětným prouděním. Pokud řešíme přechod u překážky bez dalších zařízení, pak vstup umísťujeme při konci jezového tělesa u břehu. Zde zohledňujeme natočení jezového tělesa vůči ose toku a místní proudění. Je-li hrana jezu pod ostrým úhlem, pak umísťujeme vstup pod okraj, který je výše proti proudu. Je-li hrana jezu zalomená, umísťujeme rybí přechod do místa lomu, ale musíme

brát v potaz umožnění údržby. Pokud je vedle jezu umístěná vodní elektrárna, je vstup umístěn do odpadního kanálu, případně poblíž savek.

Vstup by měl být volen s vhodným dosahem do příčného profilu koryta a měl by mít plynulý přechod nivelety dna toku do nivelety dna rybího přechodu. Rychlost proudění ve vstupu musí být větší než rychlost proudění ve vodním toku. Jen tak je vstup rozpoznatelný a dostatečně atraktivní pro ryby. Rychlost proudění by měla být vyšší než 0,75 m/s a na přechodech pro lososové ryby vyšší než 1,5 m/s.

Při návrhu rybích přechodů je vhodné vytvořit 2D nebo 3D model rychlostního pole v toku. Pro rybí přechod složitější konstrukce by pak měl být proveden výzkum na zmenšeném modelu, kde se zkoumají přesné proudové poměry. Při návrhu je vhodné využít poznatky z již vybudovaných konstrukcí.

2.4.2.3 Těleso rybího přechodu

Základním parametrem návrhu je sklon žlabu, ten vychází ze zjištěné rybí obsádky. Sklon žlabu pro kaprovité ryby je 1:20 a mírnější a pro ryby lososovité 1:15 a mírnější. Důležité je dodržet rychlostní limity pro dané druhy ryb, převýšení jednotlivých sekcí, hloubky vody v sekcích a rozdíly hladin v těchto sekcích, které nemají přesahovat 0,15 – 0,2 m. Do dna je nutné zapustit kameny a šterkový substrát pro diferenciaci proudění. Umístěním kamenů také zajistíme omývání břehů. Pak získáme koryto, kde dochází ke střídání rychlých a pomalých úseků.

2.4.2.4 Výstup z rybího přechodu

Výstup je vhodné navrhnout tak aby v něm byla dosažena rychlost menší než 0,4 m/s. Výstup musí být v horní vodě situován v dostatečné vzdálenosti od koruny jezu, jiných vtokových objektů a rybích zábran. Toto je nutné dodržet hlavně z důvodu, aby ryby nebyly strženy přes korunu jezu nebo do odběrného objektu. Pokud nelze návrh uskutečnit jinak a výstup je veden v odběrném kanálu, je nutné, aby rychlost v kanále nepřesáhla 0,4 m/s. Voda by ve výstupu neměla vířit a výstup by měl být směřován pod úhlem 45° a mírnějším proti proudu vody.

2.4.2.5 Doplnkové vybavení rybích přechodů

Abychom zabránili vniku splavenin do rybího přechodu, jsou před výstup instalovány zábrany. Tyto nesmí znesnadňovat průchod ryb. Dále používáme zařízení k posílení proudu na vstupu. Toto zařízení, bývá realizováno jako obtokové potrubí zaústěné do vstupu. Uzávěry na vstupu slouží pouze k uzavření přechodu. Uzávěry na výstupu slouží uzavření a regulaci průtoku. U technických rybích přechodů je používáno překrytí žlabu pomocí roštu. Ten brání nedovolenému vniknutí osob, případně větších nečistot. Tento rošt je například využitelný pro vodáky, kteří přenášejí svoje lodi, když příčnou překážku nelze obejít jinak. Dále je možné osadit oplocení a osvětlení. Pro ověřování funkčnosti jsou u výstupní části instalována monitorovací zařízení. U přírodních typů přechodů jsou okolí a břehy upraveny vhodnou výsadbou.

Parametr	Rozměry	Limity pro štěrbinový RP (v závorce uvedeny limity pro lososa)	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	minimální 0,3 minimální 0,5 optimální 0,8
Délka bazénu podle typu a šířky tělesa RP	m	1,9 (3,0)	minimální 1,5 více
Šířka tělesa (bazénu) podle typu RP migrační rampa obtokové koryto	m	1,2 (1,8)	minimální 3,5 minimální 1,5
Šířka štěrbin u prostupných přepážek (závisí na šířce tělesa RP, počtu štěrbin, průtoku vody, zajištění přelivu přepážky)	m	0,15 až 0,20 (0,30)	minimální 0,1 maximální 0,6
Střední rychlost proudění vody v RP	$m \cdot s^{-1}$	0,5	0,5 až 0,7
Maximální hranice disipace energie	$W \cdot m^{-3}$	100 až 125 (150 až 200)	90 až 135
Rychlost proudění vody ve výstupu RP	$m^3 \cdot s^{-1}$	optimální 0,4	optimální do 0,4
Průtok vody	$m^3 \cdot s^{-1}$	0,14 až 0,16 (0,40)	podle šířky tělesa RP

Tabulka 2-2: Souhrnný přehled limitů parametrů pro štěrbinový rybí přechod a pro ostatní typy. Převzato [27]

2.4.2.6 Behaviorální clony

Tyto clony mají za hlavní cíl bránit rybám ve vniku do nátoky turbín nebo jiných zařízení. Clony využívají princip přirozené reakce ryb na změny fyzikálních polí nebo sensorických vlastností. Citlivost reakcí se liší podle druhu ryb, jejich zdravotního stavu, stupně vývoje a závisí i na okolním prostředí. Pokusy ověřující funkčnost clon byly

prováděny pouze na lososovitých druzích a úhořích. Reakce ostatních druhů ryb nebyly zatím zcela ověřeny. Prozatím probíhají pozorování a ověřují se výsledky získané v praxi. Dále budou uvedeny nejpoužívanější druhy clon.

Žaluziová clona je konstrukčně podobná česlím, ale lamely jsou postaveny kolmo proti proudu. Je to hydrodynamická zábrana, která je založena na reakci ryb vůči tvorbě vírů mezi lamelami. Ryby pak plavou podél lamel a nejsou stahovány do nebezpečného prostoru. Velikost mezer mezi lamelami je volena podle cílových druhů ryb od 0,05 m po 0,3 m. Víry vznikají při rychlostech 0,3 – 1 m/s. Účinnost těchto zařízení je například pro úhoře amerického cca 60 % a pro juvenilní lososi 54 – 73 %.



Obrázek 2-3: Přodorysné schéma žaluziové clony. Převzato [24]

Bublinová clona vytváří stěny z jemných bublinek vzduch za pomoci dmychadla nebo ventilátoru. Vzduch je vháněn do svisle ponořených nerezových trub. Na troubách jsou otvory o velikosti 0,5 – 2 mm s roztečí 1 – 3 cm. Potrubí by se nemělo odklánět od hlavního proudu o více jak 15°. Maximální účinná hloubka je uváděna do 3 m vodního sloupce při průtoku vzduchu minimálně 1 – 4 l/s na běžný metr délky clony. Při pokusech tato clona spolehlivě odkloní kapra a štika, ale například na pstruha duhového nemá žádný vliv. Malá účinnost je také prokázána ve stojatých a pomalu tekoucích vodách, kdy se ryby rychle adaptují na clonu. Sami o sobě bublinové clony nejsou účinné pro lososovité ryby, úhoře nebo mihule, ale lze je doplnit o zábleskové světlo a zvuk.

Elektrická clona odpuzuje ryby pomocí nízkoeenergetických krátkých pulzů stejnosměrného proudu o napětí přibližně 1 V. Základem zařízení je elektronický zdroj pulzů a měděné elektrody rozmístěny v linii po cca 0,5 m. Elektrody mají podobu trubek se závažím, nesmí se na nich zachycovat nečistoty a větší předměty z vodního toku. Při výzkumech s juvenilními lososi byly zjištěny hodnoty účinnosti 69 – 84 % pro proudění o rychlosti 0,2 m/s a 40 – 53 % pro rychlost 0,5 m/s. Jako přijatelná byla stanovena rychlost 0,3

m/s, která lze posunout až na 0,6 – 0,9 m/s u systému postupně se zesilujícího pole. Například pro úhoře ve vodě s rychlostí 0,13 m/s je uváděna účinnost 91 %.



Obrázek 2-4: Elektrická clona na stupni Čelákovice. Foto Špaček 2012.

Světelné systémy lze užívat jak k nalákání do obtoku, ale i k odpuzování. Například juvenilní kaprovité a okounovité ryby našly obtok při umělém nasvětlení překážky v noci v 91 % případů. Další výzkum prokázal 74 % -ní úspěšnost odklonu úhoře. Bylo také prokázáno, že pro odklonění lososa a úhoře je vhodnější zábleskové světlo než spojitě osvětlení.

Clona zábleskového světla je obvykle tvořena generováním více než 200 záblesků za minutu. Touto clonou byla zaznamenána úspěšnost odklonění u juvenilních lososů až 62,5 %. Pro úhoře je prokázána účinnost 65 – 92 %. Takovýto systém je využit například na jezu Bulhary na řece Dyji.



Obrázek 2-5: Trubice se zábleskovými světly. Převzato [24]

Zvukové systémy pracují s citlivostí ryb na zvukový signál a vibrace. Použití nízkofrekvenčního systému (do 3 kHz) je účinné pro odklonění většiny druhů ryb.

Ultrazvukový systém je účinný pouze pro sledovitě ryby. Vysílání nízkofrekvenčních signálů se dobře šíří ve vodě se zákalem, ale musí být generováno více signálů, které se přehrávají střídavě nebo ve smyčce. Toto střídání je nutné z hlediska adaptace ryb na zvukové podněty. Doporučuje se vysílat ve spektru kmitočtu 10 Hz – 3 kHz v kombinaci různých frekvencí se současným zajištěním dostatečné hladiny akustického tlaku nad úroveň pozadí (rozdíl více než 20 dB). Doporučuje se nevysílat čistý tón, ale takzvané „cvrlikání“. Uváděn je práh 50 dB, při něm většina ryb plave dál od zvukového zdroje.

Nejvíce užívanými systémy jsou SPA (Sound Projektor Array) a BAFF® (BioAcoustic Fish Fence). Oba pracují se signálem složeným z frekvencí mezi 20 a 500 Hz. Systém SPA se skládá z generátoru signálu, zesilovače a sady podvodních zvukových elektromagnetických projektorů s gumovou membránou. U těchto projektorů je vyžadováno zajištění vyrovnání tlaků během změn úrovně vodní hladiny. Systém BAFF spojuje elektromagnetický nebo pneumatický projektor s aerací. Tímto vytváří přesně vymezenou clonu a má dobrou účinnost. Například při omezení migrace invazního kapra byla účinnost až 95 %. Při odklonu juvenilních lososů je potenciální účinnost 95 – 98 %.

Celkově jsou zvukové clony hodnoceny jako nejúčinnější behaviorální systém. Užití je vhodné hlavně pro kaprovité a lososovité druhy ryb. Problém je s úhoři a mihulemi. Ty může místo odklonění spíše nalákat.

druh	tloušť	proudník	cejn	ouklej	plotice	okoun	kaprovití	sladkovodní r.	losos
účinnost	88 % ¹⁾	76 % ¹⁾	74 % ¹⁾	72 % ¹⁾	68 % ¹⁾	56 % ¹⁾	92 % ²⁾	87 % ³⁾	74 % ²⁾

Legenda: ¹⁾ Wood a kol. (1994); ²⁾ Anon (1996);

³⁾ Turnpenny a kol. (1998), sladkovodní ryby – dominuje okoun

Tabulka 2-3: Účinnost systému SPA. Převzato [24]

Systém clon je vhodné doplnit systémem včasného varování MIGROMAT®. Ten byl vyvinut pro určení termínu zahájení podzimní poproudň migrace úhoře. Při této migraci jsou pak upraveny režimy vodních elektráren. Tím se minimalizuje úmrtnost a zranění úhořů. Systém pracuje na základě analýzy a vyhodnocení přirozeného chování úhořů v prostoru vymezeném klecemi a následně predikuje nástup migrační vlny v řece. [24]

Speciálně pro úhoře je vyvinut dnový žlab. Využívá se zde chování úhoře, který při možném nebezpečí nebo kolizi s překážkou plave ke dnu. Tyto žlaby jsou umístěny před

a) dnový žlab **b) dnová galerie** **c) potrubí**

	druhý ryb
--	-----------

Legenda :

N – nevhodné	2 nízká účinnost	3 vhodné pro některá životní stádia
4 vhodné pro většinu životních stádií	5 výborné pro většinu nebo všechna životní stádia	
? účinnost nebyla spolehlivě ověřena		

^{a)} v závislosti na velikosti mezer

^{b)} jednoduchá elektrická clona dosahuje přijatelné účinnosti při rychlostech proudu do 0,3 m/s

N – nevhodné 2 nízká účinnost 3 vhodné pro některá životní stádia
4 vhodné pro většinu životních stádií 5 výborné pro většinu nebo všechna životní stádia
? účinnost nebyla spolehlivě ověřena
a) v závislosti na velikosti mezer
b) jednoduchá elektrická clona dosahuje přijatelné účinnosti při rychlostech proudu do 0,3 m/s

Návrhem těchto konstrukcí

2.4.3.1 *Obtokové koryto*

Tomuto přechodu se dává přednost na vysokých překážkách a tam, kde můžeme využít větší zábor pozemků v okolí. Samotné koryto pak navrhujeme jako soubor peřejnatých úseků, tůní, balvanitých prahů, balvanů a jejich skupin. Dno je pak tvořeno šterkovým substrátem a menšími kameny. Proudění v takovém korytě je pak diferencované a opravdu přírodě blízké. Při opevňování dna používáme hlavně přírodní materiály. Pod tímto materiálem jsou poté umístěny geotextilie, které slouží jako filtrační a částečně těsnicí materiál. Dno přechodu je dobrým útočištěm pro bentické organismy, které slouží rybám jako potrava. V mimořádných případech jsou takovéto přechody osídlovány i některými druhy ryb a mohou zde nalézt vhodné podmínky ke tření.

Koryto je tvořeno soustavou malých nádrží, které jsou od sebe odděleny balvanitými přepážkami. Voda pak proudí mezi balvany. Rozdíl hladin mezi jednotlivými nádržkami je maximálně 0,15 – 0,2 m. Úsek s vyšší rychlostí je pak pro ryby relativně krátký a snadno ho překonají. V nádržkách je důležitá hloubka vody, kdy pro pstruhové vody je minimum 0,5 m a pro ostatní vody 0,8 m.



Obrázek 2-7: Otokové koryto na jezu Bulhary, řeka Dyje. Foto Špaček 2012.

Hlavní parametry návrhu [27]:

- Nízký sklon nivelety dna 1:20 a mírnější;
- minimální šířka v nejužších místech 1,5 m a širší;

- minimální hloubka v peřejnatých úsecích 0,3 m;
- vrstva dnového substrátu minimálně 0,2 m;
- velikostně odstupňovaný hrubý substrát dna se štěrbinami;
- variabilní šířka štěrbin mezi balvany v přepážkách, v rozmezí 0,1 – 0,5 m;
- nejvyšší rozdíl hladin mezi vzdutím vody 0,15 – 0,2 m;
- střední rychlost proudění vody do 0,5 m/s;
- variabilní rychlosti proudění vody v příčném a podélném profilu;
- průtok je odvozován od velikosti průtoků ve vodním toku, minimálně 0,15 m³/s.

2.4.3.2 Tůňový rybí přechod

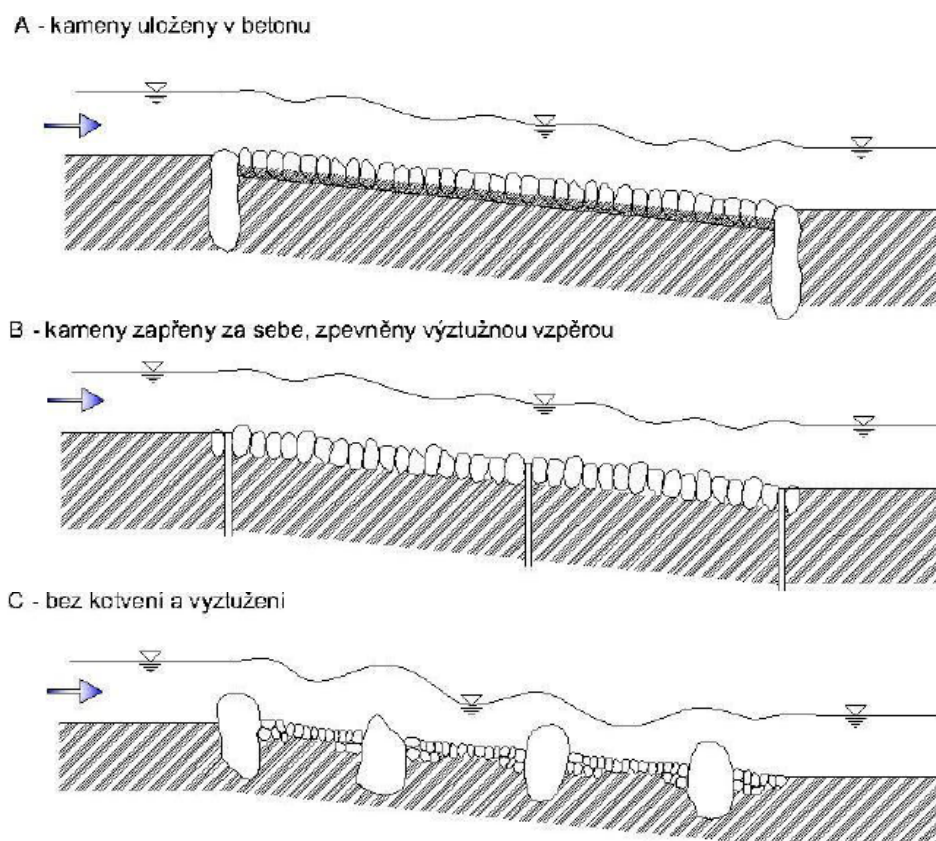
Tento typ je velmi podobný obtokovému korytu. Tvoří ho řada tůní, které jsou spojeny krátkými zúženými kanály. V kanálech jsou umístěny příčné přepážky z kamenů, nebo je jejich dno upraveno jako peřejnatý práh. Při návrhu je důležité dodržet minimální hloubku v tůni, která činí 0,7 m a hloubku ve spojovacích kanálech, která činí minimálně 0,3 m. Tato konstrukce je výhodná na málovodné toky, protože má nízkou potřebu vody. Ovšem je u něj vhodné zajistit atraktivnost vstupu vábivým proudem, nebo vhodnou úpravou dna.



Obrázek 2-8: Obtok s tůňemi na Marchfeldkanalu, Rakousko. Převzato [26]

2.4.3.3 Dnová peřej

Tyto rybí přechody jsou používány na menších vodních tocích k překonání nízkých výškových rozdílů ve dně. Jejich konstrukce je obdobou balvanitých skluzů a taktéž může zaujímat celou průtočnou šířku koryta. Dochází zde k napodobování přirozených úseků s peřejemi. Konstrukce se sestává z balvanů větší velikosti. Balvany jsou kotveny do přirozeného dna. V případě větších spádů jsou balvany kotveny do betonu. Pro zajištění stability konstrukce je vždy nutné vytvořit kotvení spodní části. Toto je možné vytvořit pomocí ocelové pažnice, betonového prahu nebo skupinou balvanů velkých rozměrů. Vhodným zakřivením konstrukce lze dosáhnout koncentrace minimálního průtoku a tím využitelnosti přechodu po celý rok.



Obrázek 2-9: Možné konstrukce dnových peřejí. Převzato [27]

2.4.3.4 Migrační rampa

Jde o konstrukce, jejichž základem je beton, do kterého jsou upevněny větší kameny a balvany. Konstrukce může být provedena dvojím způsobem. V prvním případě konstrukce protíná těleso jezu, v druhém je pak přechod přímou součástí jezové konstrukce. Tento druh

konstrukce je využívám tam, kde není možné zasahovat do okolních břehů. Jde tedy převážně o městské říční tratě s nábrežními zdmi. Výstavbou a posléze i provozem nesmíme omezit kapacitu jezu a ohrozit jeho stabilitu.

Vstup do přechodu je situován v oblasti vývaru a výstup v oblasti nad tělesem jezu. Sklon tělesa je uváděn v rozsahu 1:15 – 1:20 a mírnějším, záleží na místních podmínkách. Minimální šířka koryta činí 3,5 m, optimální šířka je 5 – 10 m a je možné se setkat i se šířkou 20 m. Betonové koryto je provedeno s bočními zdmi. Balvany jsou umístovány jako přepážky nebo jako skupinky, přepážky mohou být provedeny z betonu. Mezi balvany, které tvoří přepážku, je nutné udělat mezery 0,1 – 0,5 m. Používají se balvany o délce hrany 0,6 – 1 m. Minimální hloubka v trati činí 0,4 m a minimální průtok $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ na 1 m šířky příčného profilu přechodu. Částečně lze využít peřejnatých prahů. Na dno se ukládají menší kameny a hrubý štěrk. Ve výstupu je maximální přípustná rychlost 0,4 m/s a je nutné osadit jej hradícím zařízením. Rychlost proudění v trati přechodu nemá překročit 1 – 1,2 m/s. Příkladem takovéto konstrukce je přechod na jezu Břeclav na řece Dyji.



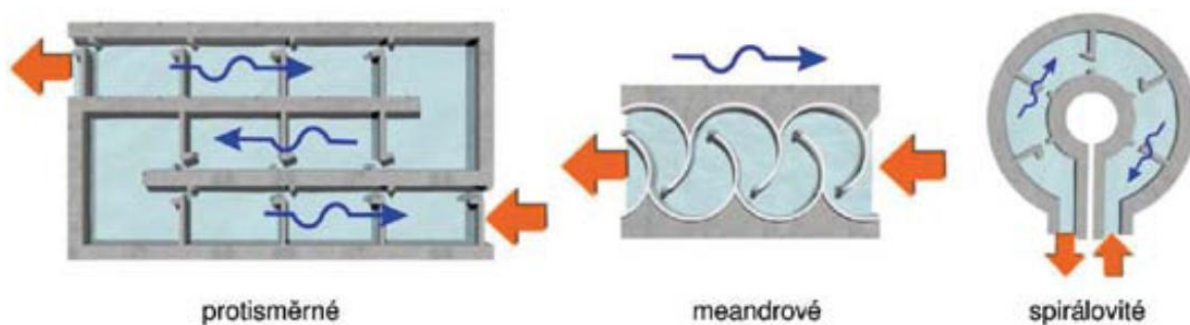
Obrázek 2-10: Migrační rampa, jez Břeclav, řeka Dyje. Foto Horák 2012.

2.4.4 Technické rybí přechody

Jsou používány všude, kde nemůžeme například z prostorových i jiných důvodů vybudovat přírodě blízký přechod. Technické řešení je vlastně kompromisem jak stavebním tak z hlediska migrace ryb. Při návrhu se soustředujeme hlavně na cílové druhy ryb a

výsledek je pak možné označit za jednoúčelový. Bývají budovány hlavně u vysokých překážek a jsou součástí starších vodních děl. Jako materiál k jejich výstavbě je používán převážně beton, dále kov, plast, dřevo a doplňkově kamenivo. Hlavním návrhovým parametrem je sklon, který by měl být mírný 1:15 a mírnější. Výstup musí být situován tak, aby ryby nebyly strženy proudem do odběru na vodní elektrárnu nebo přes jez do podjezí. Trasa přechodu může být rovná, prostorově zalomená nebo opakovaně protisměrně lomená. U betonových koryt jsou stěny přechodu tvořeny převážně hladkým betonem, u starších konstrukcí kamennými zdmi nebo pilotovými stěnami s hrubým povrchem. V zahraničí lze nalézt i úpravu stěn pomocí lamel. Stěny jsou provedeny jako svislé nebo šikmé. Šířka žlabu ve dně je minimálně 1,2 m. Přepážky mohou být řešeny ve formě betonových slot, kamenných řad, kartáčových segmentů a betonových válcových segmentů.

Regulování průtoku probíhá pomocí úpravy šířky vtokové štěrbiny nebo zvýšením dnového profilu v kombinaci s kamenným záhozem. Na vtoku je nutné zamezit vzniku vodního skoku s povrchovým režimem přes celou šířku vtoku. Regulace průtoku není přípustná prouděním pod částečně otevřeným stavidlem. Rozdíly hladin mezi jednotlivými sekcemi nesmí přesáhnout 0,15 – 0,2 m. Pro zvýšení atraktivnosti na vstupu je vhodné doplnit konstrukci o vábivý proud.

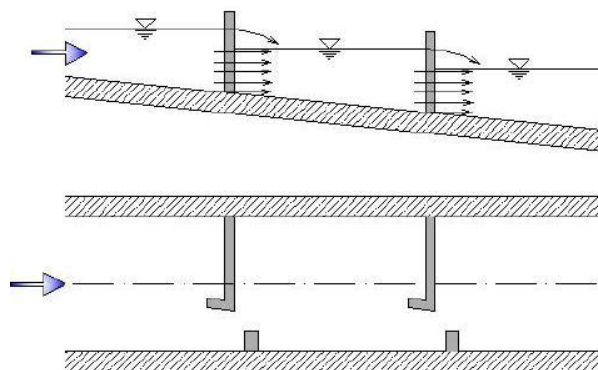


Obrázek 2-11: Směrové řešení technických přechodů. Převzato [24]

2.4.4.1 Štěrbínový rybí přechod

Tento typ patří u nás k nejrozšířenějším konstrukcím rybích přechodů. Většinou je užívaný typ s jednou štěrbinou, ale na větších tocích lze užít i dvouštěrbínové konstrukce. Dno je tvořeno volně uloženým hrubým štěrkem a kameny uloženými v betonovém loži. Velikost kamenů je maximálně 0,3 m. Takto upravené dno dobře tlumí energii proudu a umožňuje migraci drobným živočichům a bentosu. Konstrukce je poměrně hydraulicky

stabilní a kolísání průtoků nedělá problémy jako na jiných typech přechodů. Je výhodný na údržbu a nedochází u něj k ucpávání. Štěrbina je tvořena svislou slotou s jednou hákovou přepážkou a druhou rovnou. Tyto nejsou přímo proti sobě, ale mírně odsazené. Za hákovitou přepážkou nastává klidový úsek, který je vhodný pro odpočinek ryb.



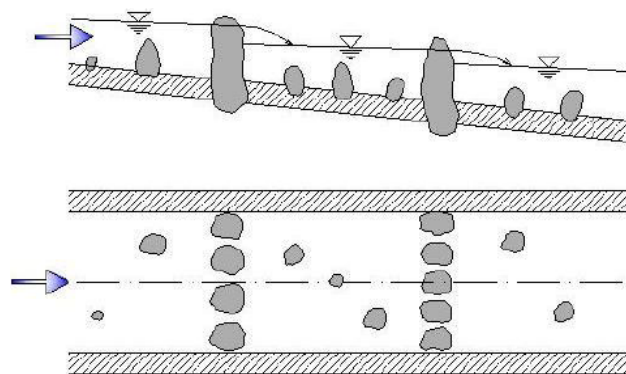
Obrázek 2-12: Štěrbinový rybí přechod. Převzato [27]



Obrázek 2-13: Dřevěný štěrbinový přechod, řeka Kamenice. Foto Špaček 2006.

2.4.4.2 Žlabový rybí přechod s kameny

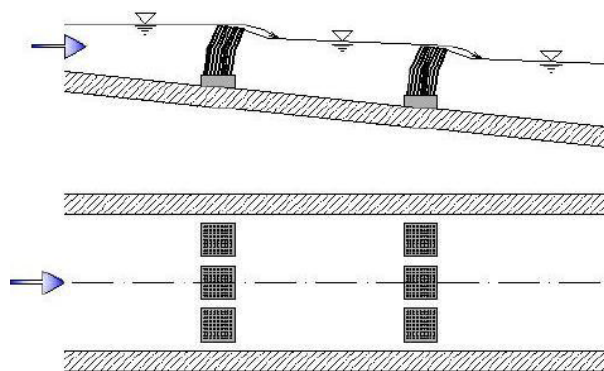
Konstrukčně jde o obdobu bazénového rybiho přechodu s balvany. Kameny tvořící přepážky jsou uspořádány do řady s mezerami o šířce minimálně 0,1 m. Dále jsou vloženy kameny mezilehlé s mezerami 0,15 – 0,3 m. Kameny jsou kotveny do betonu nebo do dodatečného betonového lože. Délka komory mezi přepážkami má být minimálně 2 m (pro lososa 3 m). Rozdíl hladin mezi jednotlivými komorami nesmí být větší než 0,15 m. Hloubka vody by měla být 0,5 – 0,75 m. Na dně žlabu je vhodné vytvořit substrát z hrubého písku a štěrku, který je stabilizovaný většími zabetonovanými kameny.



Obrázek 2-14: Rybí přechod s přepážkami z balvanů. Převzato [27]

2.4.4.3 Žlabový rybí přechod s kartáči

Jde o modifikaci výše zmiňovaných konstrukcí. K usměrňování proudu vody zde dochází pomocí zabetonovaných kartáčových segmentů. Tyto kartáče jsou tvořeny elastickými pruty o délce přibližně 0,5 m. Kartáče mohou být užity samostatně nebo s dalšími druhy přepážek. Bývají osazovány do sportovních propustí při jejich úpravách na migrační cesty. Mezery mezi kartáči mají odpovídat velikosti otvorů ve štěrbinových přechodech. Základní návrhové parametry odpovídají štěrbinovým a komůrkovým přechodům. Pokud je hladina nad kartáči, pak je proudění velmi podobné skluzu se zachováním nízkých rychlostí v tůních za kartáči. Životnost kartáčů však není zatím plně ověřena, odhaduje se na 5 – 10 let.



Obrázek 2-15: Rybí přechod s kartáčovými přepážkami. Převzato [27]



jez Budín



jez Černé Budy

Obrázek 2-16: Kartáčové přechody na řece Sázavě. Převzato [24]

2.4.5 Kombinace a modifikace rybích přechodů

Jelikož není možné vždy na jednom místě použít v celé délce jeden druh rybího přechodu, můžeme zvolit jejich vhodnou kombinaci. Kombinujeme tedy technické a netechnické konstrukce. Vždy je však nutné stanovit vhodný průtok a vhodný pozvolný sklon.

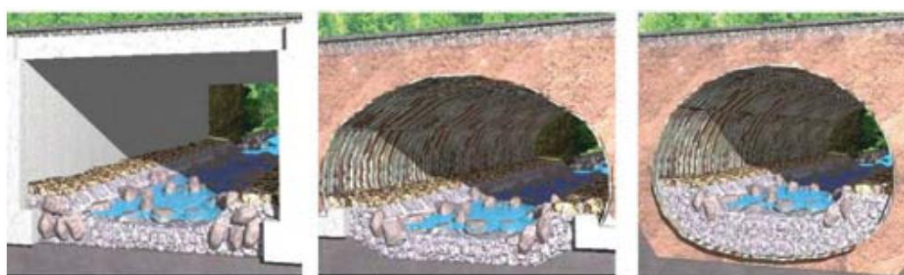


Obrázek 2-17: Přechod z ocelového žlabu do balvanitého koryta. Řeka Rems, Německo. Foto Špaček 2009.

Dále existují speciální konstrukce, které se na našem území neprojektují, nebo se neosvědčily. Opouštěnou konstrukcí na našich tocích je dříve nejčastější komůrkový rybí přechod. Tento typ nezaručuje dostatečnou účinnost a vyžaduje průběžnou kontrolu a údržbu. I přesto byl tento zmodernizovaný typ použit v roce 2002 u plavebního stupně Střekov na řece Labi. Vzhledem k velkému rozdílu hladin je jeho délka 253 m. Je vybaven třemi stavitelnými

přepážkami a pozorovatelnou pro kontrolu migrace. Dále existují rybí přechody pro migrace juvenilních úhořů, pro migrace lososa a dalších druhů migrujících z mořských vod.

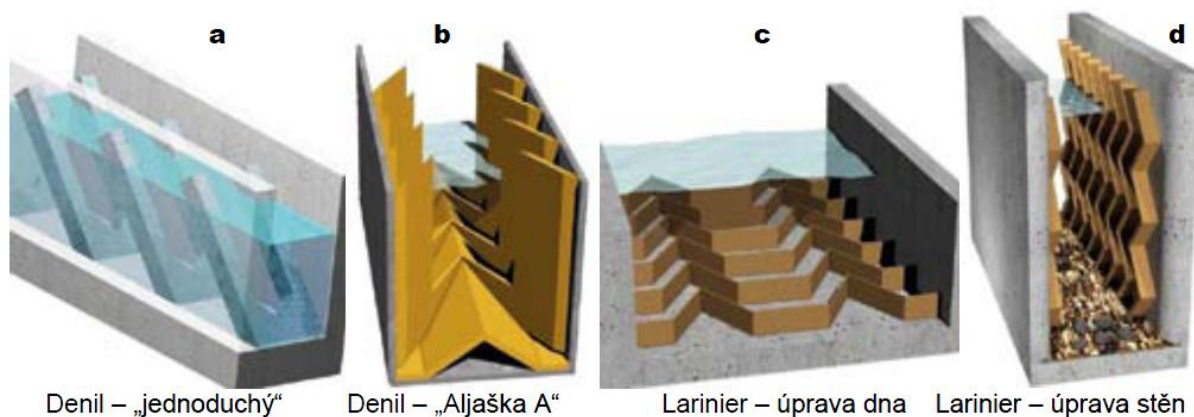
Tam, kde jsou v toku vysoké překážky, jsou využívány k jejich překonání speciální komory a rybí výtahy. Pokud je třeba překonat limnigrafický profil, řídí se návrh normou ČSN ISO 26906. Dalším specifickým řešením je zprůchodňování propustků. Tyto konstrukce mají uzavřený profil s nízkou průtočnou kapacitou. Je tedy nutné volit mírný spád dna a zdrsnit dno. Dno se upravuje pevně zakotvenými kameny, nebo lze dno upravit do podoby dnové peřeje.



Obrázek 2-18: Možné řešení propustků a mostů. Převzato [24]



Obrázek 2-19: Komůrkový rybí přechod. Stupeň Střekov, řeka Labe. Foto Špaček 2011.



Obrázek 2-20: Ukázka žebrových a lamelových konstrukcí. Převzato [24]

2.4.6 Kontrola funkčnosti a úpravy rybích přechodů

Prakticky každá vodní stavba prochází zkušebním provozem a u rybích přechodů je tato fáze důležitá pro kolaudaci a uvedení do definitivního provozu. Při zjišťování funkčnosti je nutné provádět hydraulická ověřovací měření rychlostí. Tato měření se provádí na významných migračních tocích při návrhovém a průměrném průtoku. Dále jsou zjišťovány další nedostatky a jsou prováděny úpravy konstrukce. Tyto úpravy spočívají například v doplnění kamenných přepážek, úpravě dnového substrátu nebo úpravě vstupu a výstupu rybího přechodu. Dále je zkoumáno ichtyologickým průzkumem využívání přechodu rybí obsádkou v toku. Kontrola funkčnosti je potřebná při zásadních změnách průtokových poměrů.



Obrázek 2-21: Úpravy šterbinového přechodu. Stupeň Čelákovice, řeka Labe. Foto Špaček 2012.

Jako příklad možné úpravy uvádím šterbinový rybí přechod na řece Labi v Čelákovících. Zde byly zkušebním provozem odhaleny nedostatky v podobě vysokých rychlostí. Jako náprava bylo navrženo doplnění šterbinových přepážek, úprava dna pomocí přidání zabetonovaných kamenů a úprava výstupu v nadjezí.

2.4.7 Provozování rybích přechodů

U rybích přechodů je vhodné, aby byly funkční po celý rok. Obzvláště na tocích, kde dochází k migraci ryb v zimním období. Ovšem výjimečně může dojít k odstavení přechodu v zimním období kvůli zámru. Dále jsou rybí přechody mimo provoz při povodňových situacích na toku.

Rybí přechod má vypracovaný provozní řád, který je v souladu s manipulačním řádem vodního díla, ke kterému náleží. U rybích přechodů, kde lze manipulovat s průtokem vody, je provozní řád vždy součástí manipulačního řádu vodního díla. V rámci manipulačního řádu je řešeno zajištění minimálního průtoku pro rybí přechod. Zajištěný průtok pro rybí přechod se sestává z vlastního průtoku tělesem a z potřeby pro vábivý proud.

Rybí přechody je nutné pravidelně kontrolovat, provádět na nich pravidelnou údržbu a případně se pokusit zlepšit jejich funkčnost. Například v době zvýšené migrace cílových druhů je vhodné zajistit dostatečný vábivý proud. Údržba pak většinou spočívá v drobných opravách dna a odstraňování naplavených nečistot. O všech manipulacích, úpravách, kontrolách a údržbě na rybím přechodu by měl být veden záznam. Do těchto záznamů je vhodné zapisovat i výsledky z pozorování rybí obsádky.

V okolí rybích přechodů a přímo na nich je přísně zakázán lov ryb a odchyt ostatních vodních živočichů. Výjimku tvoří kontrolní odlovy nebo výlov ryb při odstavení rybiho přechodu. Takto odlovené ryby jsou zaznamenány a následně vypuštěny do toku nad překážkou.

2.4.8 Další možnosti zlepšení migrační prostupnosti

Mimo samotných rybích přechodů jsou alternativou i některé vodní stavby. Ne všechny z nich však zajišťují dostatečnou migrační prostupnost. Nejvíce vhodnou konstrukcí je balvanitý skluz. Méně vhodné je použití plavebních komor. Zde je hlavním předpokladem

pravidelný provoz komor a zajištění atraktivnosti vstupu z dolní vody do komory. K tomuto zajištění může sloužit třeba vhodné plnění a prázdnění komor.

Další alternativou jsou závodní kanály pro vodní slalom. Ty musí být však navrženy ve vhodném sklonu a je vhodné je doplnit o tzv. kartáče. Bohužel ani potom není tato konstrukce plnohodnotným rybím přechodem. Důvodem je umístění, provedení konstrukce a parametry se kterými je kanál navržen.

Jak již bylo napsáno výše, velmi vhodnou konstrukcí je balvanitý skluz. Jelikož jde o konstrukci, která zaujímá celý příčný profil, je nutné při jejím návrhu dodržet následující sklonové poměry. Na lososových vodách je vhodný sklon 1:15 a mírnější. Na vodách s kaprovitými rybami je vhodný sklon 1:20 a mírnější. Další podmínkou je minimální hloubka vody, která má činit při průtoku Q_{355d} 0,15 m. Tato hloubka není však nutná na celé šířce skluzu.

2.5 Vlastní návrh úpravy na toku

2.5.1 Základní údaje společné pro obě varianty

Pro správný návrh konstrukce rybího přechodu bylo nutné zjistit druhovou skladbu rybí obsádky v daném úseku toku. Skladba nebyla zjišťována cíleným odlovem, ale bylo použito poskytnutých dat od Místní organizace Českého rybářského svazu v Mnichově Hradišti. Řešený úsek spadá do pstruhového revíru 413 020 Mohelka 1. V následující tabulce jsou uvedeny druhy zastoupené v toku řeky Mohelky.

český název	latinský název
Pstruh obecný	<i>Salmo trutta</i>
Pstruh duhový	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Lipan podhorní	<i>Thymallus thymallus</i>
Vranka obecná	<i>Cottus gobio</i>
Siven americký	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Okoun říční	<i>Perca fluviatilis</i>
Jelec tloušť	<i>Leuciscus cephalus</i>
Jelec jesen	<i>Leuciscus idus</i>
Mihule potoční	<i>Lampetra planeri</i>

Tabulka 2-5: Druhy ryb vyskytujících se v toku.

Na základě tohoto složení rybí obsádky byly voleny takové parametry, které jsou pro ní akceptovatelné. Mohl být například volen prudší sklon dna na konstrukcích a s tím i vyšší nárazová rychlost na šterbinách. Tyto druhy ryb, mimo mihule potoční, patří k těm, které jsou schopné skokově vyvolat vyšší rychlost plavání než například kaprovité druhy ryb.

Obě varianty jsou navrhovány pro průtok vody $Q_n = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$. Tato hodnota průtoku byla zvolena na základě doporučení v literatuře [27]. Dle tohoto doporučení má být průtok rybím přechodem odvozen od průtoku v řece. Minimální průtok přechody na malých tocích činí $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$, 10 % z průměrného ročního průtoku nebo 50 % z průtoku Q_{355d} . Navržená hodnota vycházela průměrného ročního průtoku $Q_a = 1,76 \text{ m}^3/\text{s}$. Zároveň bylo vyhověno i podmínce s m-denním průtokem $Q_{355d} = 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pro obě varianty bylo limitujícím faktorem umístění. Při návrhu máme obecně na výběr z umístění na břehu, nebo v tělese jezové konstrukce. Jelikož je již pro rekonstrukci jezové konstrukce dokumentace vyhotovena a stavba samotná se již začala provádět, nešlo využít například návrhu rybí rampy v tělese jezu. Umístění na břehu je taktéž problematické. Na pravém břehu, který by byl pro provozování výhodnější, není možné budovat. Cesta vedoucí podél řeky zde prochází až příliš blízko toku a nelze jí přeložit. Dále jsou na pravém břehu vzrostlé stromy, které by bylo nutné vykácet. V úvahu tedy připadá jen stavba na levém břehu.

Situace na levém břehu dovoluje provedení jak technické tak přírodní varianty. Pozemek je rovný, s travnatým porostem. Břehy v místě umístění vstupu do rybího přechodu jen řídce porostlé menšími stromy a keři. Výstupní část obou přechodů bude napojena do stávajícího náhonu na elektrárnu Chocnějovice. Tento náhon bude v obou případech zaslepen, jelikož elektrárna není v provozu a o její budoucnosti není rozhodnuto. Zaslepení bude provedeno betonovou stěnou, navazující na stěnu výstupního objektu. V případě obnovení elektrárny bude provedeno přeložení náhonu, kdy nátok do náhonu bude umístěn výše proti proudu řeky a pak se za zaslepením připojí do stávajícího náhonu. Po případném napojení bude odstavená část náhonu zasypana zeminou. Místo napojení pak může být opevněno těžkým kamenným záhozem nebo kamennou dlažbou do betonu. Přeložení je nutné, protože rybám, které vyplavou výstupem z přechodu, by hrozilo ztržení do náhonu. Stavební pozemek na levém břehu má také výhodu v dobré dostupnosti a velikostně vyhovuje pro manipulaci se stavební technikou.

2.5.2 *Obtokové koryto*

Při navrhování konstrukcí rybích přechodů má být vždy dána přednost přírodě blízkým řešením před řešeními technickými. V tomto případě bylo vybráno řešení pomocí obtokového koryta s příčnými překážkami z balvanů. Toto řešení připomíná peřejnaté úseky toků. V takových úsecích se navíc voda lépe okysličuje a to napomáhá nejen fauně obývající vodní prostředí, ale taktéž napomáhá procesům samočištění. Mohou na nich také nalézt vhodné podmínky k páření. U dravých ryb hrozí, že budou využívat rybí přechod jako úkryt, kde vyčkávají na potravu.

Koryto přechodu je navrženo jako jednoduchý lichoběžník se šířkou 1,5 m ve dně. Koryto se postupně zahlubuje od výstupní ke vstupní části. Sklony svahů jsou navrženy v poměru 1:1,5. Osa koryta je dvakrát směrově lomená, není použito směrových oblouků. Od km 0,000 je přímá trať délky 14,9 m, následuje lom pod úhlem 135° a přímá trať délky 15,1 m do km 0,030. Zde je opět lom pod úhlem 160° a přímá trať až do koncového profilu v km 0,045⁹. Výstupní část je řešena jako betonová konstrukce o šířce 1,0 m s lávkou a hradicím uzávěrem. Ve výstupní části je průřez koryta obdélníkový o šířce 1,5 m. Betonová konstrukce je založena 1,0 m pode dnem přechodu.

Délka přechodu činí 45,9 m, převýšení dna mezi vstupem a výstupem činí 2,1 m. Sklon dna činí 4,6 %. Rozdíl hladin je vyrovnáván soustavou balvanitých přepážek se štěrbinami pro průtok vody. Po délce je rozmístěno 16 přepážek, které zajišťují potřebné vzdutí vody pro tůň mezi nimi. Minimální hloubka vody v tůni činí 0,5 m a návrhem bylo této hodnoty dosaženo. Délka tůní pak činí cca 2,1 m. Dle výpočtového modelu se rychlost proudění vody v tůni pohybuje kolem hodnoty 0,2 m/s, což je vyhovující stav. Přepážky jsou nad dno převýšeny o cca 0,6 m, toto řešení si vyžádá výběr vhodného lomového kameniva o výšce min. 0,85 m a šířce cca 0,5 m. Balvany budou kotveny minimálně třetinou své výšky do betonového bloku. Tento blok bude vyhotoven pod celou přepážkou, jeho základová spára bude v hloubce 0,5 m pode dnem. Projektovaná šířka přepážky činí cca 0,5 m, blok bude půdorysně přepážku přesahovat na návodní i povodní straně o 0,1 m. Mezi balvany mají být ponechány mezery pro průtok vody a vložen menší kámen, který bude nad dno převýšen o cca 0,1 m. Pro všechny přepážky platí, že součet šířek mezer má být přibližně 0,5 m, aby byl zachován projektovaný průtočný profil o velikosti 0,2 – 0,23 m². Mezery mezi balvany mají mít minimální šířku 0,1 m. Rychlost proudění vody na přepážkách je dle výpočtového modelu

v rozmezí 0,7 – 0,85 m/s. Přepážky jsou rozmístěny rovnoměrně s osovou vzdáleností 2,8 m. Pozn.: V podélném profilu je uvedeno staničení přepážky, toto staničení je vztažené k návodnímu líci přepážky.

Jelikož je těleso budováno jako zemní, je dno výkopu 0,15 m pod projektovaným dnem. Na dně výkopu bude vytvořen dnový substrát, jehož složení bude zachováno i na březích a to do výšky 0,8 m nad dno přechodu. Složení dna je od spodu následující. Spodní část substrátu je tvořena bentonitovou rohoží JUTAMAT o tloušťce 10 mm. Jde o geosyntetickou izolaci tvořenou kompozitem tkané a netkané geotextilie, mezi nimi je vložena vrstva přírodního bentonitu sodného. Tato rohož je navržena jako izolace proti vsakování vody z přechodu do okolního prostředí. Rohož je kladena i na základovou spáru kotevních bloků. Rohož je upevněna pomocí kotevních trnů délky 0,25 m, které jsou rozmístěny v rozteči 0,3 x 0,3 m. Na tuto rohož bude uložena vrstva štěrkopísku v tloušťce 80 mm. Ta bude tvořit ochranu pro rohož a zároveň bude tvořit jemnozrnnou složku dnového substrátu. Jako poslední bude uložena jedna vrstva štěrkového pohozu o frakci kameniva 63/125 mm. Takto upravené dno může sloužit jako úkryt pro larvy a malá vývojová stádia některých vodních organismů.

Nedílnou součástí této konstrukce je také vytvoření vhodného okolí. Po ukončení hlavní stavební činnosti je navrženo ohumusování svahů koryta s osetím travní směsí. Složení travní směsi a zastoupení druhů je uvedeno v tabulce 2-6. Mimo tyto traviny je navrženo osetí nebo osázení napěstovaných rostlin, které se přirozeně vyskytují podél vodních toků. Tyto rostliny budou umístěny co nejblíže vodní hladině v přechodu. Navrženy jsou puškvorec, rákos a orobinec. Mimo šikmé břehy je navrženo osázení keřů tvořené vrbou poříční a krušinou olšovou.

Druh	%
Kostřava luční	30
Kostřava červená	20
Lipnice luční	20
Jílek trvalý	15
Psineček tenký	15

Tabulka 2-6: Složení travní směsi pro osev.

Vstup do rybího přechodu je oproti původnímu dnu zahlouben na kótu 233,80 m n.m. Na tuto hodnotu je navrženo i prohloubení, nebo vyčištění dna řeky před vstupem. Tato úprava je navržena přes celou šířku toku a má napomoci rybám lépe najít vstupní profil.

Jelikož platí na rybích přechodech zákaz lovu ryb, měla by být konstrukce chráněna proti vniku osob. Z tohoto důvodu je navrženo oplocení s uzamykatelnou bránou. Brána je navržena o šířce 4,0 m a umožňuje tak průjezd větší technice v případě nutnosti během provozování stavby.

2.5.3 Štěrbínový rybí přechod

Varianta technického rybího přechodu byla zpracována na základě požadavku investora. Vybrána byla konstrukce se svislými sloty a jednou štěrbinou. Celá konstrukce je provedena z vodostavebního betonu C 30/37 s ocelovou výztuží B500 (10 505 R dle ČSN). Na konstrukci tohoto typu dochází k výrazným hydraulickým jevům, jako jsou například turbulence a víry. Skokově zde dochází ke změně velikosti průtočného profilu, na slotách je například průtočná šířka v poměru k samotnému korytu několikanásobně menší. V štěrbinách poté dochází k razantnímu nárůstu rychlosti. V takovémto typu konstrukce rozhodně nemůže dojít k usídlení ryb, klidové úseky slouží pouze k odpočinku ryb při postupu přechodem.

Koryto je navrženo jako obdélníkové, šířka ve dně činí 1,5 m. Výška žlabu je proměnná v závislosti na spádu dna. Vzhledem k terénu je výška bočních zdí volena tak aby konstrukce byla schovaná v terénu. Ve výkresové dokumentaci jsou výšky zdí vyznačeny. Tloušťka železobetonové konstrukce činí u dna i stěn shodně 0,3 m. Osa koryta je třikrát směrově lomená. Od km 0,000 je přímá trať délky 8,9 m, následuje lom pod úhlem 135° a přímá trať délky 10,0 m do km 0,018⁹. V něm následuje lom pod úhlem 155° a přímá trať délky 10,0 m do km 0,028⁹. Zde je poslední lom pod úhlem 155° a následuje přímá trať až do koncového profilu. Ve výstupní části je průřez koryta obdélníkový o šířce 1,5 m. Betonová konstrukce je založena 1,0 m pode dnem přechodu. Tloušťka betonové konstrukce žlabu činí 0,3 m. Rozměry slot jsou pak vypočteny dle doporučení z literatury [24].

Celková délka přechodu činí 31,85 m, převýšení dna mezi vstupem a výstupem činí 1,6 m. Sklon dna činí 5,0 %. Rozdíl hladin je vyrovnáván soustavou svislých betonových slot s jednou štěrbinou pro průtok vody. Po délce trati je rozmístěno 12 přepážek, kterými je taktéž zajištěno potřebné vzdutí vody v bazénech mezi nimi. Minimální hloubka vody v konstrukci

činí 0,5 m a návrhem byla tato hodnota dosažena. Dle výpočtového modelu rychlost proudění ve štěrbinách dosahuje hodnot 1,3 m/s a rychlost proudění v bazénech dosahuje hodnoty cca 0,2 m/s. Délka bazénů je různá, dle rozmístění přepážek. Nejmenší bazén má délku 1,75 m a nejdelší pak 3,0 m. Dále jsou bazény (počet x délka): 1 x 2,25 m, 1 x 2,3 m, 3 x 2,35 m, 3 x 2,4 m a 2 x 2,45 m. Sloty jsou nad upravené dno převýšeny o 0,8 m, od betonového dna žlabu mají jednotnou stavební výšku 1,0 m. Všechny sloty nemají stejné půdorysné rozměry. Ve výkresové dokumentaci jsou typy a jejich rozměry uvedeny. V zásadě se liší průtočnou šířkou štěrbin. U osmi slot je šířka štěrbin 0,25 m, u dvou 0,3 m, u jedné 0,35 m a u poslední 0,4 m. Tyto rozdíly jsou dány postupem modelování ve výpočtovém programu, kdy byla šířkou štěrbin upravována rychlost proudění a rozdíl hladin mezi bazény. Pozn.: V podélném profilu je uvedeno staničení slot, toto staničení je vztažené k povodnímu lici sloty.

Dno žlabu bude upraveno tak aby co nejlépe tlumilo energii proudící vody. Na betonové dno bude rozprostřena další vrstva betonu C 16/20 o tloušťce 0,1 m. Do této směsi budou dle schématu ve výkresové dokumentaci kladeny kameny, zvoleno je lomové kamenivo o $D = 0,3$ m. Kameny mají projektované dno převyšovat o cca 0,1 m. Na ještě zavlhlou betonovou směs bude nasypána jedna vrstva hrubého štěrku o frakci kameniva 63/125 mm. Sypání na ještě zavlhlou betonovou směs zajistí částečnou stabilitu kamenivu. Projektovaná výška dna je o 0,2 – 0,25 m nad dnem betonové konstrukce.

Po provedení zpětných zásypů a hlavních stavebních prací bude terén v okolí konstrukce urovnán zároveň s výškou bočních zdí. Na ohumusovanou vrstvu bude proveden osev travní směsí. Složení je totožné s první variantou. Vegetační doprovod bude řešen výsadbou keřových porostů v okolí konstrukce. Navržena je výsadba vrby poříční a krušiny olšové.

V návrhu je zahrnuto pročištění celé šířky dna před vstupem do přechodu. Dno by mělo být pročištěno na kótu 234,20 m n.m. Tato úprava má napomoci rybám lépe najít vstupní profil. Neboť hlavní proudnice toku, kterou se ryby pohybují, probíhá pod protějším břehem.

Z důvodu zabránění vstupu nepovolaných osob je navrženo oplocení s uzamykatelnou bránou. Brána je navržena o šířce 4,0 m a umožňuje tak průjezd větší technice v případě

nutnosti během provozování stavby. Konstrukce může být taktéž doplněna o kovovou mříž překrývající jí v celé délce.

2.5.4 Zhodnocení variant

Obě z navržených variant mají svoje klady a zápory. Ať jde již o estetiku, dobrou funkčnost nebo provádění samotné stavby. Konstrukce jsou rozdílné jak typem, tak způsobem provádění stavby. Proti sobě zde stojí čistě technický přístup s přístupem revitalizačního charakteru. Stavebně pak zemní těleso s místně provedenou betonáží a koryto vytvořeno pouze betonáží do bednění.

2.5.4.1 Obtokové koryto

Jde o přírodě blízký typ konstrukce. Což je vzhledem k umístění stavby v extravilánu nesporná výhoda. Okolí toku má taktéž přírodní charakter a je obklopeno vzrostlými stromovými porosty. Stavba si ovšem vyžádá poměrně velký stavební zábor, který byl již při návrhu minimalizován pouze na jeden soukromý pozemek v sousedství toku. Tato minimalizace sebou nesla zkrácení osy koryta a tím i zvýšení spádu dna na limitní hranici blížící se hodnotě 5 %. Návrhem bylo dosaženo hodnoty 4,6 %. Zároveň s tím musely být zvoleny poměrně vysoké překážky z balvanů. Pro tyto balvany jsou navrženy kotevní bloky z prostého betonu pro zajištění jejich stability. Toto řešení přináší nevýhodu v podobě mokrého procesu na stavbě, kterou je jinak možné provádět pouze jako zemní těleso. Pomine-li výstupní část, která je totožná pro obě konstrukce a je vyhotovena z betonu. Pokud by bylo použito menších balvanů, nedojde k vzedmutí hladiny na požadovanou úroveň. V případě zjištění nevhodnosti proudění na této konstrukci je její výhodou relativně snadná náprava tohoto stavu. Nápravu lze provést například vložením dalších balvanů do vybraných míst, nebo naopak jejich odebráním. V krajním případě lze tuto konstrukci přestavět, jelikož jde v podstatě o zemní těleso.

2.5.4.2 Štěrbínový rybí přechod

Nevýhodou této konstrukce je její čistě technické řešení. Což v oblasti extravilánu vytváří hlavně nedobrou estetický vjem. Konstrukce je však navržena tak, že je zcela zapuštěna pod úroveň přilehlého terénu a tudíž nenarušuje svoje okolí. Zábor pozemku je v tomto případě minimální a omezuje se na jeden soukromý pozemek v sousedství toku. Při provádění

stavby bude použito betonáže do bednění ve svažované jámě. To si vyžádá dovoz betonové směsi na místo stavby. Alternativně lze provádět stavbu v zapažené stavební jámě. Toto řešení ovšem znesnadňuje výstavbu bednění. Při provádění slot tvořících přepážky je nevýhodou jejich složitý tvar. V návrhu je k tomuto faktu přihlédnuto a sloty jsou navrženy rozměrově totožné až na výjimky. Tyto změny rozměrů byly nutné k zajištění dobrých hydraulických poměrů v přechodu. Sloty jsou navrženy tak aby jejich výška byla v celé délce trati jednotná. Pokud jsou v rámci zkušebního provozu zjištěny nedostatky ve funkčnosti přechodu je možné je odstranit. Většinou se tyto problémy po provedení nových výpočtů řeší zdrsněním dna pomocí vložených kamenů, nebo dobudováním dalších přepážek. Větší zásahy do konstrukce již nepřicházejí v úvahu.

2.5.4.3 Výsledné porovnání a doporučení

V předchozím textu byly vyjmenovány základní výhody a nevýhody obou konstrukcí. Co se týká například záboru plochy je zde rozdíl viditelný po dokončení, ovšem při stavbě samotné je rozsah zemních prací přibližně srovnatelný. U technického řešení pak může nastat určitý problém s dovozem betonové směsi, ale při provádění přírodního řešení bude také dovoz betonové směsi potřebný. Dopravené objemy jsou mezi variantami nesrovnatelně nižší pro přírodní řešení. V případě varianty obtoku je nutná doprava materiálu na stavbu balvanitých přepážek a vytvoření dnového substrátu. Problém může taktéž činit nesnadná manipulace s velkými balvany. Z hlediska objemu zemních prací vychází příznivěji varianta technická, jde přibližně o dvě třetiny z varianty přírodní. Navíc se část vytěženého materiálu vrátí jako obsyp konstrukce. Obtokové koryto je delší a tudíž i vytěženého materiálu je více.

Při provozu těchto konstrukcí může nastat situace, kdy v korytě přechodu dojde k zachycení připlaveného předmětu, nebo pádu větve z přilehlých stromových porostů. V takovém případě je zajisté lepší přístup do přírodně řešeného koryta než do betonového žlabu. Ale betonový žlab lze chránit proti pádu předmětů pomocí roštů. Tyto rošty slouží i jako zádržný systém proti pádu osob nebo zvěře do žlabu.

Nezanedbatelné je estetické hledisko. Řešené místo sice není velmi exponované, nevede kolem něj například žádná turistická trasa a podobně, ale i přesto je vhodné, aby stavba co nejlépe zapadla do svého okolí. Přírodně řešené koryto má v tomto ohledu nespornou výhodu a nelze jej s betonovým žlabem příliš porovnávat. Na šikmých březích

obtokového koryta je navržena výsadba a výsev rostlin přirozeně se vyskytujících v okolí říčních toků. Jako doprovod je pak volena výsadba keřových porostů. U štěrbinového přechodu je taktéž volena výsadba keřových porostů pro lepší zapojení stavby do okolí. Navíc betonové těleso bude zcela zapuštěno do terénu a konstrukce bude viditelná až při bližším pohledu.

Na každé variantě lze nalézt důvody proč ji doporučit a proč ne. Zde je předloženo pouze subjektivní hodnocení. Vždy je dobré, aby se k danému problému vyjádřilo více odborníků. Pro rozhodování jsou důležité poznatky z praxe, například od pracovníků podniků povodí. Vzhledem k umístění stavby a charakteru jeho okolí je jednoznačně dána přednost přírodě blízkému návrhu obtokového koryta.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo na základě získaných podkladů navrhnout a popsat variantní řešení překonání migrační překážky pomocí konstrukce rybího přechodu. Bylo tak navázáno na předchozí bakalářskou práci, kde bylo řešeno modelování koryta a návrh balvanitého skluzu v místě, kde je řešen rybí přechod. Při návrhu bylo vycházeno z předchozích zjištění o průběhu hladin a vytvořena situace řešeného prostoru. Řešený objekt se nachází na řece Mohelce u obce Chocnějovice, říční kilometr 3,625.

V první textové části jsou sepsány vybrané informace o povodí řeky Mohelky jako celku. Zjišťovány byly například klimatické poměry v povodí. Vzhledem k výškovým a klimatickým rozdílům v horní a dolní části povodí byly vybrány dvě sady dat z měřicích stanic. Dále byl zjišťován stav životního prostředí v povodí. Z něj vyplývá, že tok řeky je značným krajinnotvorným prvkem a na většině své délky tvoří samostatný biokoridor.

Druhá textová část je věnována úvodu do problematiky konstrukcí rybích přechodů. Jsou zde uvedeny teoretické základy pro navrhování, ale i poznatky z praxe. Snahou autora bylo z dostupných materiálů vytěžit to nejpodstatnější pro správný návrh, konstruování a provozování rybích přechodů. Vzhledem k okolnostem nebyl v rámci diplomové práce řešen samotný jez, protože na něm již probíhá rekonstrukce zajištěná vlastníkem. Dále je v této části uveden popis navržených variant řešení konstrukce rybího přechodu. Tyto konstrukce jsou mezi sebou porovnány a uvedeny jejich výhody a nevýhody.

Výpočtovou část tvoří vstupní data potřebná k návrhu rybího přechodu a vytvoření výpočtového modelu v programu HEC-RAS. Dále jsou zde prezentována výstupní data z uvedeného programu. Pomocí výpočtového modelu byla ověřena správnost vstupních parametrů a bylo přikročeno k dalším návrhům na konstrukcích. Navržené konstrukce jsou zakresleny a popsány ve výkresové části dokumentace.

Práce pro mě znamenala osobní přínos, protože jsem zjistil mnoho podstatných věcí o dané problematice. V rámci studia je sice problematika rybích přechodů probírána, ale nejsou řešeny žádné příklady a také není prostor jít do hloubky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HYDROPROJEKT n.p. *Studie odtokových poměrů Mohelky*. Praha 1984, interní dokument povodí Labe.
- [2] KÜHN, Petr. *Geologické zajímavosti Libereckého kraje*. Liberec: Liberecký kraj, 2006. 120 s. ISBN 80-239-6366-X.
- [3] Povodí Labe, státní podnik. *Plán oblasti povodí Horního a středního Labe*. [online] 2009 [cit. 2011-03-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.pla.cz/planet/projects/planovanirov/files/navrhpop/WEB/index.html>>.
- [4] Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, veřejná výzkumná instituce. *Charakteristiky toků a povodí ČR*. [online] 2007 [cit. 2011-03-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-a-povodi-cr.html?PHPSESSID=a59c4a7188524bf519b160c3fb94f94f>>.
- [5] HROMEK, Jan a kolektiv – LESOPROJEKT. *Koncepce ochrany přírody a krajiny Libereckého kraje*. Krajský úřad Libereckého kraje. [online] 2004 [cit. 2011-03-10]. Dostupné z WWW: <<http://zivotni-prostredi.kraj-lbc.cz/page3061>>
- [6] NAŘÍZENÍ VLÁDY č.71/2003 Sb. ze dne 29. ledna 2003 o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod. [online] [cit. 2011-04-20]. Dostupné z WWW: <http://www.mzp.cz/cz/lososove_kaprove_vody>.
- [7] Zákon č. 114/1992 Sb. ZÁKON České národní rady ze dne 19. února 1992 o ochraně přírody a krajiny. [online] [cit. 2011-03-09]. Dostupné z WWW: <http://www.mzp.cz/cz/priroda_krajina>.
- [8] ŠPAČEK, Jakub. *Úprava toku – návrh balvanitého skluzu*. Brno, 2011, 61 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Doc. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR, Ph.D.

- [9] ŘÍHA, Jaromír, a kolektiv. *Opora CR-03 Vybrané stati z hydrotechniky*, modul 01. Brno 2007
- [10] *Jakost povrchových vod ve vložených profilech*. Povodí Labe, s.p. [online] 2010 [cit. 2011-05-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.pla.cz/portal/isvs/jvp/cz/mereni.aspx?apl=jvp&id=167&ob=la>>.
- [11] *Základní vodohospodářská mapa M 1:50 000*. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i. [online] 2007 [cit. 2011-03-10]. Dostupné z WWW: <http://heis.vuv.cz/data/spusteni/popisy/zvmrn_d.asp?check=>>.
- [12] *Zjednodušená geologická mapa M 1: 50 000*. Česká geologická služba. [online] [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50zj&y=696800&x=994300&s=1>.
- [13] *Vodní a větrná eroze půd ČR*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. [online] 2011 [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <http://ms.sowac-gis.cz/mapserv/dhtml_eroze/index.php?project=dhtml_eroze&>.
- [14] *Užívání území CLC 2000*. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i. [online] 2010 [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <<http://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=souhrn&>>.
- [15] *Geobotanická mapa*. Agentura ochrany přírody a krajiny České Republiky. [online] 2008 [cit. 2011-05-03]. Dostupné z WWW: <http://mapy.nature.cz/mapinspire/MapWin.aspx?M_WizID=8&M_Site=aopk&M_Lang=cs>.
- [16] *Ochrana přírody a krajiny*. Krajský úřad Libereckého kraje, mapy životního prostředí. [online] 2010 [cit. 2011-05-04]. Dostupné z WWW: <<http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/php/mapserv3.php?project=zchu&layers=zabaged%20zchu%20popisk%20yobci>>.
- [17] ŠLEZINGR, Miloslav. *Stabilizace říčních ekosystémů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM[®], s.r.o., 2005. 354 s. ISBN 80-7204-403-6.

- [18] MALEŇÁK, Jaroslav; PODSEDNÍK, Otto; ŠLEZINGR, Miloslav. *Vodní stavby I*. Brno: Akademické nakladatelství CERM®, s.r.o., 2002. 130 s. ISBN 80-214-2165-7.
- [19] UHMANNOVÁ, Hana, a kolektiv. *M01-Projekt vodní stavby*. Brno 2007
- [20] *Informace o klimatu*. Český ústav hydrometeorologický. [online] 2011 [cit. 2011-05-14]. Dostupné z WWW: <<http://old.chmi.cz/meteo/ok/infklim.html>>.
- [21] *Vrtná prozkoumanost – vrty*. Česká geologická služba, ČGS – Geofond, MŽP ČR. [online] [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.geologickasluzba.cz/sgsportal/geoinfo.aspx>>.
- [22] BROŽA, Vojtěch; KAZDA, Ivo; PATERA, Adolf; PŘENOSILOVÁ, Eva. *Vodohospodářské stavby*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997. 162 s.
- [23] JANDORA, Jan; UHMANNOVÁ, Hana. *Proudění v systémech říčních koryt Modul 01*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006. 119 s.
- [24] SLAVÍK, Ondřej; VANČURA, Zdeněk a kol. *MIGRACE RYB, RYBÍ PŘECHODY A ZPŮSOB JEJICH TESTOVÁNÍ: Metodický postup pro návrh, realizaci a možnosti testování funkce rybích přechodů pro žadatele OPŽP*. První vydání. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2012. ISBN 978-80-7212-580-7. Dostupné z WWW: <http://www.mzp.cz/cz/prirode_blizka_opatreni>
- [25] JANDORA, Jan; ŠULC, Jan. *Hydraulika, Modul 01*. Brno: Akademické nakladatelství CERM®, s.r.o., 2007. 178 s. ISBN 978-80-7204-512-9.
- [26] ŠLEZINGR, Miloslav. *Revitalizace toků: příspěvek k problematice úprav vodních toků*. 1. vyd. Brno: Vutium, 2010. 255 s. ISBN 978-80-214-3942-9
- [27] TNV 75 2321. *Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody*. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s., 2011. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/legislativa/technicke-normy/technicke-normy-vodni-hospodarstvi.html>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1-1: Výřez z vodohospodářské mapy číslo listu 03-31. Přejato [11]	7
Obrázek 1-2: Přehledná mapa povodí. Přejato [4]	10
Obrázek 1-3: Mapa sklonitosti svahů v povodí. Přejato [4]	11
Obrázek 1-4: Výřez z geologické mapy odkryté - Liberecký kraj, legenda přiložena na následující straně. Přejato [2].....	12
Obrázek 1-5: Rozmístění hydrogeologických rajónů. Přejato [3]	14
Obrázek 1-6: Odběry vody pro lidskou spotřebu. Přejato [3].....	15
Obrázek 1-7: Mapa půd v zájmovém území. Přejato [12].....	16
Obrázek 1-8: Mapa erodovatelnosti půd. Přejato [13]	18
Obrázek 1-9: Výřez z atlasu podnebí, klimatické okrsky. Přejato [5]	20
Obrázek 1-10: Klimatické rajóny dle Quitta. Přejato [5]	20
Obrázek 1-11: Hustota říční sítě. Přejato [4]	23
Obrázek 1-12: Využití území v povodí. Přejato [14]	24
Obrázek 1-13: Geobotanická mapa. Přejato [15].....	25
Obrázek 1-14: Vymezení biokoridorů a biocenter. Přejato [16].....	31
Obrázek 2-1: Stávající jezová konstrukce na km 3,625. Foto Špaček 2011.	35
Obrázek 2-2: Vlevo jez na km 0,512. Vpravo jez na km 1,157. Foto Špaček 2012.....	37
Obrázek 2-3: Půdorysné schéma žaluziové clony. Přejato [24]	43
Obrázek 2-4: Elektrická clona na stupni Čelákovice. Foto Špaček 2012.	44
Obrázek 2-5: Trubice se zábleskovými světly. Přejato [24].....	44
Obrázek 2-6: Systémy pro odklon úhoře. Přejato [24].....	46
Obrázek 2-7: Obtokové koryto na jezu Bulhary, řeka Dyje. Foto Špaček 2012.	47
Obrázek 2-8: Obtok s tůněmi na Marchfeldkanalu, Rakousko. Přejato [26].....	48
Obrázek 2-9: Možné konstrukce dnových peřejí. Přejato [27]	49
Obrázek 2-10: Migrační rampa, jez Břeclav, řeka Dyje. Foto Horák 2012.	50
Obrázek 2-11: Směrové řešení technických přechodů. Přejato [24].....	51
Obrázek 2-12: Štěrbinový rybí přechod. Přejato [27]	52
Obrázek 2-13: Dřevěný štěrbinový přechod, řeka Kamenice. Foto Špaček 2006.....	52
Obrázek 2-14: Rybí přechod s přepážkami z balvanů. Přejato [27]	53

Obrázek 2-15: Rybí přechod s kartáčovými přepážkami. Převzato [27]	53
Obrázek 2-16: Kartáčové přechody na řece Sázavě. Převzato [24].....	54
Obrázek 2-17: Přechod z ocelového žlabu do balvanitého koryta. Řeka Rems, Německo. Foto Špaček 2009.....	54
Obrázek 2-18: Možné řešení propustků a mostů. Převzato [24]	55
Obrázek 2-19: Komůrkový rybí přechod. Stupeň Střekov, řeka Labe. Foto Špaček 2011.....	55
Obrázek 2-20: Ukázka žebrových a lamelových konstrukcí. Převzato [24]	56
Obrázek 2-21: Úpravy šterbinového přechodu. Stupeň Čelákovice, řeka Labe. Foto Špaček 2012.....	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1-1: Tabulka sklonu toku, sklonů svahů v povodí a hustoty říční sítě. Převzato [4] .	11
Tabulka 1-2: Přehled úseků v základních geologických strukturách. Převzato [1].....	13
Tabulka 1-3: Popis vrtu dle ČGS – Geofond. Převzato [21].....	14
Tabulka 1-4: Charakteristiky z let 1961-1990, stanice Liberec	19
Tabulka 1-5: Charakteristiky roku 2010, stanice Liberec	19
Tabulka 1-6: Charakteristiky z let 1961-1990, stanice Semčice	19
Tabulka 1-7: Charakteristiky roku 2010, stanice Semčice.....	19
Tabulka 1-8: Charakteristiky klimatických rajónů (QUITT 1971). Převzato [5].....	21
Tabulka 1-9: Hodnoty M-denních průtoků v profilu Chocnějovice. Převzato [1]	22
Tabulka 1-10: Hodnoty N-letých průtoků v profilu Chocnějovice. Převzato [1].....	22
Tabulka 1-11: Průměrné roční hodnoty povodí Mohelky. Převzato [1]	22
Tabulka 1-12: Tabulka hustoty říční sítě. Převzato [4].....	22
Tabulka 1-13: Jakost povrchové vody ve vloženém profilu. Převzato [10].....	28
Tabulka 2-1: Hodnoty migrační výkonnosti některých druhů ryb. Převzato [27].....	38
Tabulka 2-2: Souhrnný přehled limitů parametrů pro štěrbínový rybí přechod a pro ostatní typy. Převzato [27].....	42
Tabulka 2-3: Účinnost systému SPA. Převzato [24]	45
Tabulka 2-4: Vybraná hodnocení zábran a clon. Převzato [24]	46
Tabulka 2-5: Druhy ryb vyskytujících se v toku.	58
Tabulka 2-6: Složení travní směsi pro osev.	61

PODPIS:

.....

Jakub Špaček