



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

Studie migračního zprůchodnění jezu na řece Otavě v obci Katovice

**The study of migration patency of the wier on Otava river in the town
of Katovice**

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

Vedoucí práce: Ing. Petr Koudelka, Ph.D.

Vít Vavruška

Praha 2016



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Vavruška Jméno: Vít Osobní číslo: 410116
Zadávací katedra: Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství - K143
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie migračního průchodnění jezu na řece Otavě v obci Katovice
Název bakalářské práce anglicky: The study of migration patency of the weir on Otava river in the town of Katovice

Pokyny pro vypracování:

V rámci bakalářské práce proveďte studii migračního průchodnění jezu v obci Katovice. Práci rozdělte na část rešeršní, v jejímž rámci že zaměřte na problematiku rybích přechodů, a na část praktickou, v níž proveďte ideový návrh průchodnění daného jezu. Ideový návrh proveďte na základě terénního průzkumu a dostupných podkladů.

Seznam doporučené literatury:

Fremrová L., Kaňkovský P., 2011. Odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 75 2321 - Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody, Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s.

Vrána K. a kol., 2014. Standardy péče o přírodu a krajinu: Rybí přechody, Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Petr Koudelka, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 24.2.2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 20.5.2016


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

24.2.2016
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Studie migračního zprůchodnění jezu na řece Otavě v obci Katovice vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Koudelkovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Mé poděkování patří též podniku Povodí Vltavy a Odboru životního prostředí ve Strakonících za spolupráci při získávání podkladů k vypracování bakalářské práce.

Abstrakt

Abstrakt česky

Zadáním bakalářské práce je zpracovat možnosti migračního zprůchodnění jezu v Katovicích na řece Otavě. Práce je rozdělena do dvou částí. První část je zaměřena na teorii zprůchodňování jezu a migračních překážek. Je zde rozebíráno provádění rybích přechodů a jejich částí. Druhá část je pojata technicky a zabývá se konkrétní lokalitou, variantami řešení a jejich návrhem. Cílem práce je vytvořit variantu, která umožní co nejefektivnější obousměrnou migraci vodních živočichů. V jedné variantě je také navržena sportovní propust, která umožní průjezd malým sportovním plavidlům. V potaz řešení variant je brána i architektonická a ekonomická stránka projektu, ta je zhodnocena na konci každého řešení. Závěrem práce je vyhodnocení nejvýhodnější varianty pro provedení v dané lokalitě.

Klíčová slova česky

jez, Katovice, rybí přechod, zprůchodnění jezu, zprůchodnění migrační překážky,

Abstrakt anglicky

Entering the work is to process migration options patency weir in Katovice on the Otava River . The work is divided into two parts . The first part focuses on the theory patency weir and migration barriers. There is dismantled implementation of fish ladders and its parts. The second part is conceived technically and addresses the specific location of various solutions and their design . The aim is to create an option that will enable the most effective two-way migration of aquatic animals. In a variant, it is also designed sports pass filter that allows passage of small sports vessels . The account solution variant is the gate and architectural and economic aspects of the project , that is evaluated at the end of each solution. Finally, work is to evaluate the best options for implementation in the locality.

Klíčová slova anglicky

wier, Katovice, fish ladder, fishway, fish pass, fish steps, clearing of migration barrier

Obsah

1	Úvodní část.....	6
2	Rešeršní část	7
2.1	Pojmy, termíny a definice.....	7
2.1.1	Migrace.....	7
2.1.2	Migrační bariéra	7
2.1.3	Migrační prostupnost.....	7
2.1.4	Migrační potřeba a migrační výkonnost	8
2.1.5	Lákavý proud	8
2.1.6	Turbulentní zóna	8
2.1.7	Ichtyologický průzkum.....	8
2.1.8	Části rybích přechodů.....	9
2.2	Druhy rybích přechodů	10
2.2.1	Dělení dle prostupnosti pro vodní živočichy	10
2.2.2	Dělení dle typu RP	10
2.3	Příklady umístění RP	18
2.3.1	RP umístěný v břehu	18
2.3.2	Umístění RP za MVE	19
2.3.3	RP s přídavným proudem	19
2.3.4	Žlab s balvany umístěný v břehu	20
2.3.5	RP umístěný v tělese jezu.....	20
2.3.6	Migrační rampy umístění v tělese hráze	21
2.4	Uvádění RP do provozu	21
3	Praktická část	22
3.1	Lokalita.....	22
3.1.1	Popis území	22
3.1.2	Otava	23
3.1.3	Hydrologická data.....	24
3.1.4	Elektrárny	24
3.1.5	Ichtyologický průzkum.....	25

3.1.6	Chráněná území.....	25
3.1.7	Pozemky	25
3.1.8	Výsledky sdělení o existenci sítí společností ČEZ	26
3.2	Další migrační překážky po proudu řeky	26
3.2.1	Pětikolský jez ve Strakonících.....	26
3.2.2	Sportovní propust' kombinovaná s přechodem na jezu u Křemelky ve Strakonících 27	
3.3	Návrhové parametry pro varianty RP na jezu v Katovicích	27
3.4	Varianty návrhu	28
3.4.1	Migrační rampa – varianta A.....	28
3.4.2	Štěrbínový RP – varianta B	29
3.4.3	Kombinovaný RP (kombinace kartáčového a štěrbínového RP) – varianta C.....	30
3.5	Výpočty	31
3.5.1	Použité veličiny.....	31
3.5.2	Postup.....	32
3.5.3	Početní řešení jednotlivých variant.....	35
4	Závěr.....	38
5	Přílohy	39
5.1	Seznam zkratk.....	39
5.2	Seznam obrázků.....	39
5.3	Seznam tabulek.....	39
5.4	Výkresy.....	40
5.5	Seznam zdrojů	40

1 Úvodní část.

Zadáním bakalářské práce je vypracování možnosti zprůchodnění jezu na řece Otavě v obci Katovice. Rozsah práce je stanoven na úroveň vypracování studie a cílem je navrhnout a posoudit několik možných variant vytvoření rybího přechodu a na základě tohoto posudku dojít k nejlepšímu možnému řešení migračního zprůchodnění na tomto jezu. K vypracování práce je použito kromě doporučené literatury ze zadání i podkladů, které byly poskytnuty Povodím Vltavy sídlícím ve Strakonících, jako jsou například mapové podklady a technické výkresy. Další podklady nutné pro vytvoření této práce poskytl Obor životního prostředí ve Strakonících, konkrétně se jedná o hydrologická data nutná k určení návrhových průtoků a manipulační řády jezu v Katovicích a jezu ve Strakonících u Křemelky. Všechna tato data byla užitečná při návrhu rybího přechodu.

Celkově je práce rozdělena do dvou hlavních částí, do rešeršní části a do praktické části.

V rešeršní části je rozebírána teorie možností migračního zprůchodnění a odstranění migračních překážek. V této části je použito informací a poznatků z odborné literatury, ale i z dalších technických zdrojů, které jsou vypsány na konci práce. Na začátku této části jsou vysvětleny všechny pojmy a termíny použité v textu práce, dále jsou zde popsány jednotlivé části přechodu a jejich funkce. Poté jsou zde na obrázcích a v krátkém textu popsány možnosti umístění rybích přechodů vůči migrační překážce. Následně je vysvětleno, jak je možné rybí přechody dělit a jaké jsou rozdíly mezi jednotlivými skupinami. Jednotlivé druhy přechodů jsou opatřeny názornými obrázky.

V praktické části je rozebírán problém konkrétní migrační překážky a možnosti jejího odstranění. V první části je popisována lokalita, ve které se jez nachází, dále pak její hydrologické poměry a vyskytující se vodní společenstvo. Okolí jezu tu je také řešeno i z pohledu územního, a to se týká sousedících pozemků, náležitosti k chráněným územím nebo zásahu projektu do blízkých sítí. Dále tato část rozebírá i širší návaznosti migrační průchodnosti po směru proudu, je zde popsána situace průchodnosti jezů ve Strakonících. Poté už se praktická část zabývá pouze návrhem jednotlivých možných variant zprůchodnění jezu. Je zde provedena úvaha o vybrání vhodných návrhových parametrů v závislosti na reálných možnostech a popis jednotlivých návrhů, které jsou i chronologicky očíslovány pro lepší orientaci v textu a výkresové dokumentaci.

2 Rešeršní část

Rešeršní část je část, kde je rozebírána teoretická rovina navrhování rybích přechodů. Jsou zde probrány pojmy používané v práci, rozčleněny a popsány druhy rybích přechodů a příklady, jak se umísťují do toku. V závěru kapitoly je popsán postup měření účinnosti rybích přechodů.

2.1 Pojmy, termíny a definice

Tato kapitola vysvětluje pojmy, které se používají v souvislosti s navrhováním rybích přechodů. Mezi ně patří migrace, migrační bariéra, migrační prostupnost, migrační potřeba a migrační výkonnost, lákavý proud, turbulentní zóna, ichtyologický průzkum. Jsou zde popsány i části rybího přechodu.

2.1.1 Migrace

Migrace je pohyb živočicha za určitým účelem. U většiny ryb dochází k migraci potamodromní, kdy živočich se pohybuje pouze mezi sladkými vodami. Migrace diadromní je mezi sladkými a slanými vodami, v ČR takto migruje například losos obecný (*Salmo salar*) nebo úhoř říční (*Anguilla anguilla*). (1)

Dále se migrace dělí dle jejího účelu:

- Reprodukční (třecí) – jedná se o nejdůležitější migraci za účelem rozmnožení, kdy ryba pluje do trdlišť (míst, kde se vytře).
- Vývojové migrace – zapříčiněné různými nároky na okolní prostředí v různém stáří živočicha.
- Kompenzační migrace – za účelem dosažení rovnovážného systému v toku.
- Repatriační migrace – živočich se vrací do své původní lokalizace.
- Okupační migrace – způsobená rozšiřováním výskytu druhu.

2.1.2 Migrační bariéra

Ve snaze využít vodní toky pro prospěch člověka začaly vznikat na mnoha řekách migrační bariéry, které zamezovaly volnému přirozenému pohybu ryb a vodních živočichů. Příkladem takových migračních bariér jsou například jezy, přehrady, stupně, vodní elektrárny a další stavební díla zabraňující pohybu živočichů proti proudu či po proudu. Avšak všechny tyto konstrukce jsou nezbytné pro hospodářský a ekonomický rozvoj člověka, slouží ke generování energie, splavňování toků, ustálení koryt, rekreaci a rybářství. V dřívější době se tyto aspekty preferovaly před potřebami živočichů žijících na daných místech a teprve až posledních pár desítek let je snaha zprůchodnit tyto překážky a obnovit či posílit život v tocích a vytvořit všechna stavební díla migračně prostupná tam, kde to má smysl. (1)

2.1.3 Migrační prostupnost

Migračně prostupný tok je takový, který umožňuje obousměrnou migraci ryb a má hydraulické, fyzikální a chemické parametry takové, aby byly v souladu se schopnostmi vodních živočichů. Pokud jsou všechny tyto parametry vyhovující, vodní živočich je schopen se v toku volně

pohybovat. Toho lze dosáhnout buďto zrušením migrační bariéry a revitalizováním toku, nebo vytvořením nové cesty, která je vhodná pro rybu, a to vytvořením balvanitého skluzu nebo rybího přechodu. (1)

2.1.4 Migrační potřeba a migrační výkonnost

Při zprůchodňování toků se musí brát na zřetel migrační potřeba a migrační výkonnost ryby nebo živočicha. K tomu je nutné znát přítomnost ryb, které se v toku vyskytují. To lze zjistit za pomoci vypracování ichtyologického průzkumu osobou, která je v dané problematice zkušená. Migrační potřeba je potřeba ryby žít v určité fázi života v určitém biotopu splňujícím všechny abiotické a biologické faktory pro zdravý růst ryby. Migrační výkonnost udává schopnost ryby vyvinout určitou rychlost, při níž je schopna pohybovat se proti proudu, nebo výšku skoku, jakou může dosáhnout zdravý jedinec. Například dospělý pstruh obecný (*Salmo trutta*) dokáže vyvinout rychlost až 3 m.s-1 a vyskočit do výše 0,8 m, kdežto vranka obecná (*Cottus gobio*) se pohybuje skokově a vyskočí pouze 0,05m. Toto je třeba vzít v potaz, pokud se tento živočich v toku nachází a přizpůsobit mu parametry přechodu. (1)

2.1.5 Lákavý proud

Obecně ryba migruje proti proudu toku. Lákavý proud by se měl vytvořit před vstupem do každého rybího přechodu tak, aby nasměroval rybu do přechodu. Lze použít i elektrických odpuzovačů či česlí zabraňujícím vplutí ryby do nevhodného místa. K nasměrování ryby na vstup do rybího přechodu (RP) je možné využít i přídavného proudu. (1)

2.1.6 Turbulentní zóna

Turbulentní zóna je oblast pod jezem, kde jsou ve vodě silně rozptýleny bublinky vzduchu. V případě, že by se ryba dostala do této oblasti, dojde k její dezorientaci, omráčení nebo případnému uhynutí. Proto je potřeba navrhovat vstup do RP pod konce turbulentní zóny. (1)

2.1.7 Ichtyologický průzkum

Je to odborný průzkum prováděný za účelem zjištění druhů a množství vodních živočichů. Velký důraz se klade na ohrožené a chráněné živočichy, jejichž výskyt v toku může zásadně ovlivnit podobu budoucí stavby. Možnost výskytu těchto živočichů se dá předpokládat, pokud se stavba nachází v chráněné oblasti. Při zjišťování druhů ryb lze buďto spoléhat na statistické údaje udávané rybáři, nebo lze provádět vlastní odlov, nebo počítání trdlišť. Odlov se provádí pomocí pastí, anebo častěji elektrickým proudem, kdy se ryba omráčí, vypluje na povrch, tam se odchytí, změří a zváží.

Výstupní informace z ichtyologického průzkumu jsou předmět průzkumu a jeho cíle, popis lokality, druhové složení ryb, věková struktura rybí populace, množství biomasy, pH, teplota vody, vyhodnocení průzkumu.

Vhodné je provést výzkum před započítáním stavby a s odstupem od spouštění stavby do provozu, tím se získá vliv stavby na život vodního společenství. (1)

2.1.8 Části rybích přechodů

Každý rybí přechod má 3 části, a to vstup, výstup a trať. Dále je možné opatřit rybí přechody doplňkovými vybaveními, aby se dosáhlo vyšší atraktivity přechodu pro ryby.

2.1.8.1 Vstup do RP

Vstup do rybího přechodu je oblast pod migrační překážkou, do níž ryba vplouvá proti proudu, aby mohla migrovat do horní části toku. Pokud se rybí přechod umísťuje do blízkosti malé vodní elektrárny (MVE), tak je vhodné vyústit vstup do RP přímo do odpadního kanálu od savek elektrárny. Výtok vody ze savek bude pomáhat vytvoření lákavého proudu pro ryby. (1)

2.1.8.2 Trať tělesa RP

„Vhodné prostorové strukturování tělesa RP umožňuje migrujícím rybám překonat rozdíl mezi úrovní hladin dolní vody a horní vody. Základním předpokladem je pozvolný sklon celého tělesa RP (1 : 20 a mírnější sklon pro vody kaprové; 1 : 15 a mírnější sklon pro vody lososové). Je nutné, aby proudění vody v tělese bylo vhodně strukturované z hlediska rychlostí proudění vody a z hlediska převýšení (rozdílů) vodních hladin. Dílčí rozdílů hladin v jednotlivých segmentech (tůň, bazénky) RP nemají přesahovat 0,15 m až 0,2 m. Dno tělesa RP je nutné osadit vhodně stabilizovanými kameny a šterkem, a tak zajistit nezbytnou diferenciaci proudění vody na dně a v jeho blízkosti. Vhodné je rovněž pomocí kamenů prostorově strukturovat omývané části břehů nebo stěny tělesa RP. V rámci tělesa RP lze podle potřeby začlenit i spojovací kanál, jehož rozměry mohou být redukovány, ale proudové poměry v něm musí umožnit bezproblémovou propustnost a orientaci pro ryby migrující RP.“ (1)

2.1.8.3 Výstup z RP

Výstup z rybího přechodu je horní profil rybího přechodu, jímž ho ryba opouští. Umísťuje se dostatečně daleko od migrační překážky, aby při opuštění RP ryba nebyla strhnuta proudem zpět přes jez či překážku do dolní vody. Optimální rychlost vody na výstupu je $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V případě šterbinových přechodů se doporučuje situovat výstup pod úhlem 45° k ose toku. (1)

2.1.8.4 Doplňkové vybavení RP

Doplňková vybavení rybích přechodů jsou přídavná zařízení směřující rybu do přechodu. V následujícím textu budou popsána doplňková vybavení pro RP, kterými jsou přídavný proud a různé druhy zábran bránících rybám ke vplutí do nežádoucích míst. (1)

2.1.8.4.1 Přídavný proud

Použití přídavného proudu je nejjednodušší metoda jak získat lákavý proud. Lze využít například vody z horní jezové zdrže, která se nasměruje do spodní části RP tak, aby na vstupu do RP vznikl lákavý proud. (1)

2.1.8.4.2 Elektronické zábrany

Elektronické zábrany jsou přístroje, které pouští skrze elektrody do vod slabý elektrický proud odpuzující ryby od místa, do něhož je vplutí živočicha nežádoucí, například výtok ze savek MVE. Doporučené umístění elektrod je na konci odpadního kanálu z MVE. (2)

2.1.8.4.3 Světelné zábrany

Světelné zábrany jsou přístroje generující záblesky světla odpuzující ryby od jeho zdroje. Podle výzkumů (Turnpenny a O'Keeffe (2005) a Haddering a Smythe (1997)) působí na různé druhy ryb s různou efektivitou. Větší účinnost byla prokázána u kaprovitých ryb. (3)

2.1.8.4.4 Mechanické zábrany

Mechanické zábrany fungují na principu mechanických česlí. Jsou to stěny z železných lamel s určitými rozestupy širokými tak, aby skrze ně neproplula ryba a nedostala se například do turbíny. (3)

2.1.8.4.5 Bublínkové zábrany

Na dno profilu se položí perforovaná trubka nebo hadice, do níž se vhání vzduch, to má za následek vytvoření stěny z bublinek vzduchu. Tyto zábrany jsou vhodné především na kaprovité ryby. U některých druhů lososovitých ryb se úplně míjí účinkem. (3)

2.1.8.4.6 Akustické zábrany

Do vody je vpouštěn zvuk o určité frekvenci a ryby v reakci na zvuk a vibraci změny směru plavby. (3)

2.2 Druhy rybích přechodů

Rybí přechody je možno rozdělit do skupin podle různých kritérií. Kritériem může být konstrukční typ rybího přechodu nebo propustnost přechodu, tedy návrh, pro které vodní živočichy je vhodný.

2.2.1 Dělení dle prostupnosti pro vodní živočichy

Dle prostupnosti se rybí přechody dají rozdělit na selektivní a neselektivní. Primárně by měly být navrhovány přechody neselektivní.

2.2.1.1 Selektivní

Jedná se o typ rybího přechodu, kterým je schopen migrovat pouze určitý druh ryby v závislosti na jeho stáří a velikosti. Tyto RP jsou navrhovány především pro chráněné druhy vodních živočichů. O selektivních rybích přechodech se uvažuje po provedení ichtyologického průzkumu za účelem umožnění především reprodukční migrace určitého ohroženého druhu. V českých podmínkách se jedná především o migraci dospělých pstruhových ryb. (1)

2.2.1.2 Neselektivní

Je takový RP umožňující migraci všech vodních živočichů, kteří byli zjištěni v toku pomocí ichtyologického průzkumu. Prakticky se jedná o navržení přechodu pro rybu s nejmenší migrační výkonností. Návrh neselektivního RP se provádí jako návrh RP pro kaprovité vody. Tyto typy rybích přechodů by měly být upřednostněny před selektivními. (1)

2.2.2 Dělení dle typu RP

K zprůchodnění migrační přepážky lze využít hned několika možných druhů rybích přechodů. Lze je rozdělit do dvou hlavních skupin, a to RP přírodě blízké a RP technické. Lze použít jejich

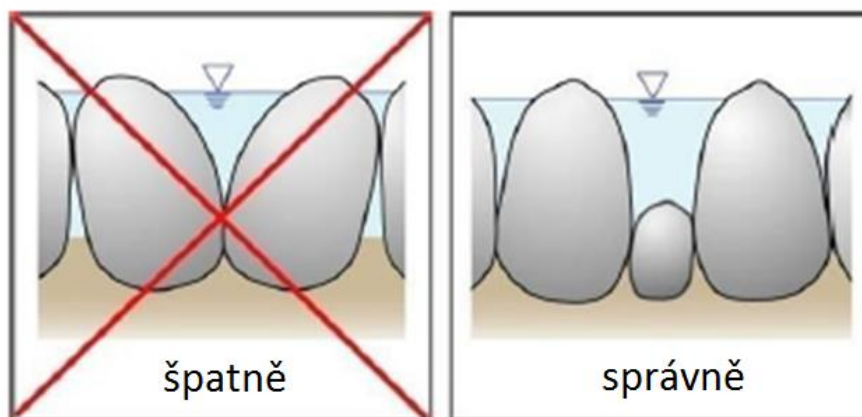
kombinaci, anebo není-li jiná možnost využít některý speciální RP (toto řešení se v běžné praxi nevyužívá). Vždy je lepší upřednostňovat přírodě blízké RP.

2.2.2.1 Dělení přírodě blízkých RP

Pokud je možnost navrhnout přírodě blízký přechod, tak by tato možnost měla být upřednostněna před ostatními. Primární snahou by mělo být navrhnout obtokové koryto, jelikož je nejbližší přirozenému toku. Pokud ovšem tato možnost není, je možné navrhnout tůňový přechod, dnovou peřej nebo migrační rampu. (1)

2.2.2.1.1 Obtokové koryto (bypass)

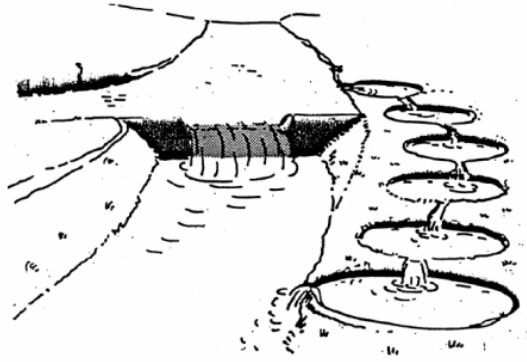
Snahou tohoto přechodu je co nejvíce se přiblížit přírodnímu korytu. Pokud je možné vytvořit tuto variantu, tak její realizace by měla být upřednostněna před technickými řešeními. V podstatě se jedná o vytvoření kaskádovitěho koryta s kamennými překážkami rozmístěnými tak, aby rychlost proudění a hloubka vody umožnily migraci ryb. Rozmístění kamenů je třeba provést správně a vybrat vhodně tvarovaný kámen, neboť při špatném rozmístění (jako je tomu na obrázku 1) nebo u velmi ostrohranného kamenu může dojít k poškození těla ryby a například k jejímu uhynutí. Je vhodné použít geotextilii jako separační vrstvu. Koryto se upravuje tak, aby rybám poskytovalo i možnost úkrytu nebo tření. (1) (2)



Obrázek 1 Špatné a správné rozmístění kamenů v přehrázce (4)

2.2.2.1.2 Tůňový RP

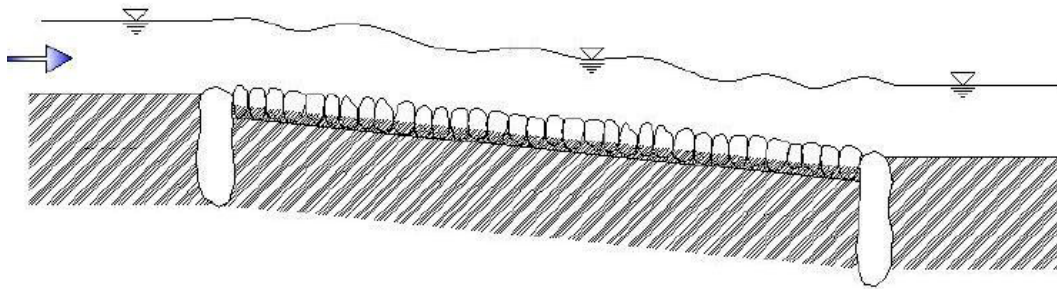
Tůňový rybí přechod je podobný obtokovému korytu. Je tvořen řadou tůní, které jsou spojeny kanály, nebo je zde vytvořen peřejnatý práh. Navrhuje se tak, aby v tůňce bylo minimálně hloubka 0,7m a v korytě 0,3 m. Tento přechod není náročný na potřebu vody, ale je nutné docílit lákavého proudu na vstupu do RP. (1) (2)



Obrázek 2 Tůňový rybí přechod (1)

2.2.2.1.3 Dnová peřej

Dnová peřej se snaží přiblížit přirozeným peřejnatým úsekům. Jedná se o vybudování balvanitého skluzu. Běžně se balvany ukládají do země alespoň třetinou své velikosti, ale v případě větších sklonů je lze kotvit do betonu. Toto řešení se aplikuje především na menších tocích. Peřej se většinou dělá na celou šíři toku. Aby se zabránilo erozi balvanů za větších průtoků, tak se provádí na začátku a na konci opěrné betonové nebo kamenné prahy. (1) (2)



Obrázek 3 Dnová peřej (1)

2.2.2.1.4 Migrační rampa

Migrační rampa je součástí jezového tělesa a její konstrukce je většinou betonová. Přepážky jsou tvořeny z balvanů, které je nutné zachytit do betonové konstrukce. Šíře tratě se navrhuje nejméně 3,5 m. Výstup z RP je situován tak, aby rychlosti vody v něm nepřesahovaly $0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Konstrukce rampy se umísťuje většinou do krajní části tělesa jezu. (1) (2)



Obrázek 4 Migrační rampa (5)

2.2.2.2 Dělení technických RP

Technické rybí přechody jsou přechody, které mají konstrukci převážně z betonu. Při návrhu tohoto typu přechodu se především dbá na jeho praktickou funkčnost a vizuální stránka není brána tolik v potaz. V těchto přechodech se využívá minimum přírodních materiálů, výjimku tvoří žlabové přechody s přehrážkou z kamenů.

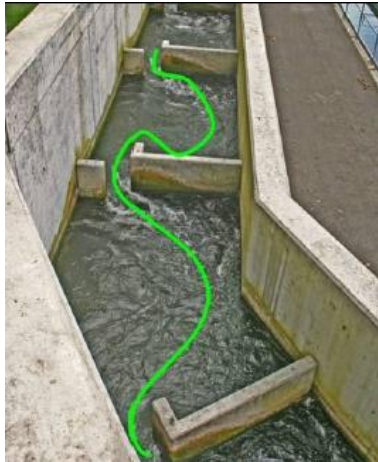
2.2.2.2.1 Žlabový RP

Žlabové RP se dále dělí na štěrbinové RP, RP s kamennými překážkami a RP s kartáči.

2.2.2.2.1.1 Štěrbinový RP

Tato technologie je velmi často používaná. Je jednoduchá na provedení a na následnou údržbu. Konstrukce bývá celá z jednoho druhu betonu. Trať přechodu je tvořena obdélníkovým korytem vyspádovaném v doporučeném sklonu. Na dno přechodu je položen hrubý štěrk takové frakce, aby nedocházelo k jeho odnosu v průběhu funkčnosti přechodu. Rybí přechod je rozdělen příčně do několika sektorů (v literatuře nazýváno též bazénky nebo tůňky) betonovou stěnou se

štěrbinou. Štěrbina je navrhována tak, aby usměrňovala a naváděla průtok v přechodu a skrze ní mohla proplout bez problému ryba. (1) (2)



Obrázek 5 Štěrbinový RP (4)

2.2.2.2.1.2 Komůrkový přechod

Komůrkový rybí přechod je podobný jako rybí přechod štěrbinový. Rozdílem je, že u komůrkového RP nejsou štěrbiny přes celou výšku stěny překážky, ale jsou zde pouze obdélníkové otvory. Dříve byl často používán v ČR, ale jelikož měl malou účinnost a za snížených průtoků přestával plnit svůj účel, tak se od jeho používání upustilo. (1)

2.2.2.2.1.3 Danielův RP

Danielův RP využívá na rozdíl od štěrbinového RP místo kolmých stěn více šikmých lamel s průstupem ve tvaru „U“. (1)



Obrázek 6 Danielův RP (6)

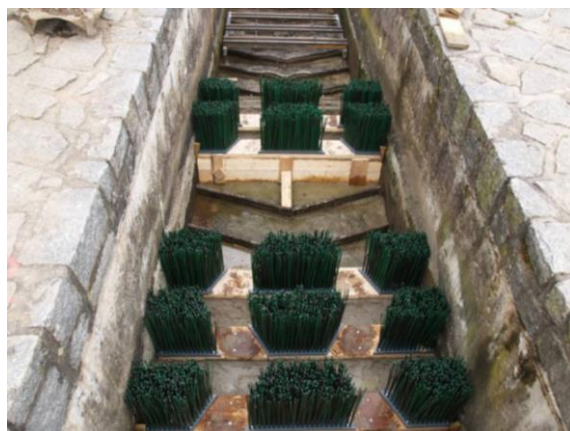
2.2.2.2.1.4 RP s kamennými překážkami

Konstrukce je stejná jako u štěrbinového RP, jen místo betonových stěn se používají pro přepážky kameny. Velikosti kamenů se volí dle šíře přechodu a ukládají se do betonu. Šíře štěrbin se ve výpočtech udává jako součet mezer mezi kameny v přepážce. Minimální mezery

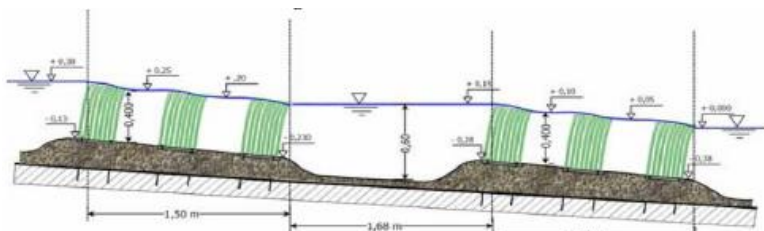
mezi kameny musí být 0,1m tak, aby byla ryba schopná proplout skrze přepážku bez poškození. Vzdálenost mezi přepážkami by neměla být menší než 2 m. Dno se vysypává.

2.2.2.2.1.5 RP s kartáči

Tato technologie se začala vyvíjet až po roce 2000, a to v Německu. Testování migrací na již postavených dílech dokázalo, že tento typ je možno využívat stejně dobře jako předchozí RP. Lze ho však použít také jako přídatný přechod k již postavenému přechodu ke zlepšení jeho funkčnosti. Jednou z hlavních výhod je při správném návrhu splavnění jezu pro malá sportovní plavidla. Překážky v tělese přechodu jsou tvořeny z elastických umělohmotných kartáčů, to má za následek zmírnění poškození ryb, které by při migraci mohly narazit na kameny a poranit se. Také se nepoškodí trup plavidla, které se plaví skrze přechod. Kartáče tvoří příčnou překážku a jsou upevněny do dřevěných prahů. Ty lze u některých přechodů demontovat a v případě zohýbání kartáčů vlivem vody, proudící přes ně, vyměnit, nebo je-li k tomu přechod navržen, otočit opačně tak, aby se vlivem protisměrného působení vody kartáče znovu vzpřímily. Životnost kartáčů je kolem 5 – 10 let, v ideálním případě (kdy nejsou namáhány krami a splávím) až 20 let. Krátká životnost může být velká nevýhoda, jelikož většina se vyrábí v Německu a s dovozem a montáží se může jedna řada kartáčů vyšplhat až ke 14 000 Kč . Půdorysným zkosením boků kartáčů lze docílit směrování proudu v tělese přechodu tak, aby vznikly proudové stíny (oblasti s nízkými rychlostmi vody). Tuto metodu lze využít i například v kombinaci se štěrbinovým RP v jedné trati. Zde kartáče usměrňují proud vody podobně, jako by působila zatopená vegetace. Ovšem preferovanější řešení kombinace je vybudování dvou souběžných tratí, kde jedna je čistě kartáčová a druhá jiného technického rázu. (1) (2) (7)



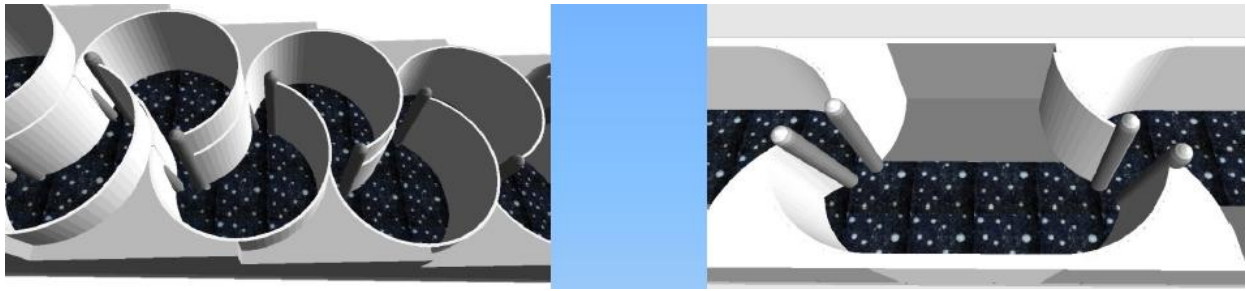
Obrázek 7 Kartáčový RP (7)



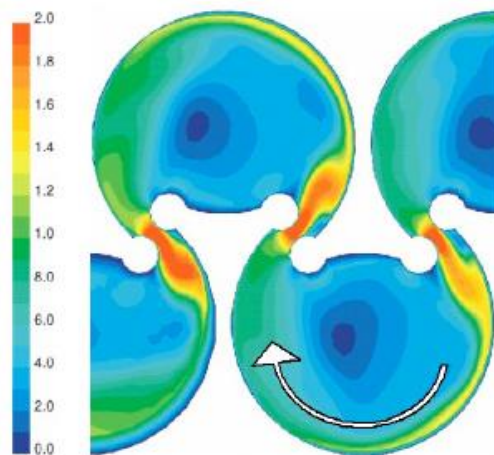
Obrázek 8 Řez kartáčovým RP (6)

2.2.2.2.2 Meandrové RP

Meandrové rybí přechody jsou moderní rybí přechody používající se například v Německu. Principem těchto přechodů je vhodně hydraulicky zohýbat hlavní proudnici tak, aby došlo k požadovanému poklesu rychlosti vody na vhodnou rychlost pro migraci ryb. Směrování proudnice se docílí pomocí vhodně tvarovaných tůní, kdy proud vody z přechodu jedné tůně do druhé se mírně stočí do protisměru a uklidní se v nádržce tůně. Názorně je to vidět na obrázku 10. (3) (6)



Obrázek 9 Varianty řešení meandrových RP (6)



Obrázek 10 Rozložení rychlostí vody v meandrovitém RP (6)

2.2.2.3 Kombinované RP

Nejčastěji se kombinují technické rybí přechody, fungující za nižších stavů vody, s přírodě blízkými přechody, jejich funkčnost se zaručí při zvýšení vody. Lze také využít například kartáčů v jiných technických přechodech například před štěrbinou, tím se dosáhne snížení rychlosti v tomto místě. (1)



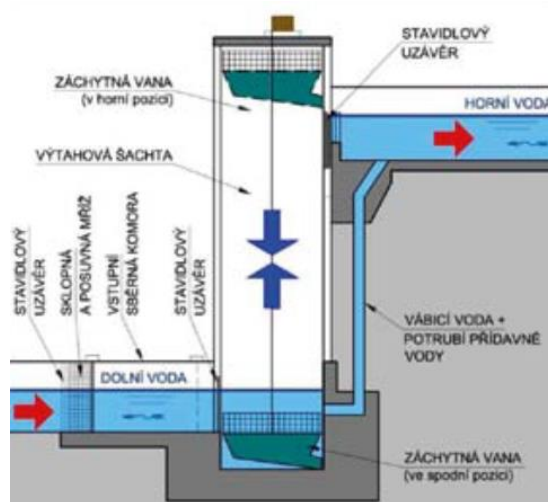
Obrázek 11 Kombinace kartáčového RP a migrační rampy (7)

2.2.2.4 Speciální RP

K vytvoření migračně prostupné překážky lze využít i nestandardních řešení rybích přechodů. Tyto RP jsou využívány zřídka. Jedná se o rybí výtahy, dočasné přechody a turbíny, skrze které může ryba proplout. (1) (3)

2.2.2.4.1 Rybí výtahy (rybí zdviže)

Rybí zdviže fungují podobně jako plavební komory pro lodě. Ryba nastoupí v dolní části do přechodu a v určitých několikahodinových intervalech se voda v komoře zvedne na úroveň horní vody a vypustí ryby. (3)



Obrázek 12 Rybí zdviž (3)

2.2.2.4.2 Dočasné „sezónní“ přechody

Je to jedno z možných technických řešení, kdy je možné vytvořit pouze pevné základy pro mobilní rybí přechod. Toto řešení je provedeno na řece Little sur river v USA a slouží pro sezónní migraci lososových ryb. Tento typ RP zatím v Evropě nebyl použit. (8)



Obrázek 13 Dočasný RP (8)

2.2.2.4.3 Turbíny zajišťující bezpečnou migraci ryb

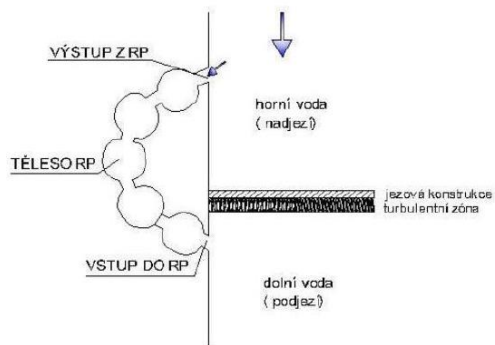
Nejedná se přímo o rybí přechod, ale pouze jednosměrné migrační zprůchodnění. Turbíny jsou navrhovány a testovány na nízké spády. Tyto turbíny umožňují poměrně bezpečný jednosměrný průchod po proudu migrujícím rybám. Jsou navrhovány tak, aby ryba byla schopna proplout skrze turbínu bez poškození. Lopatky turbín jsou vymodelovány do tvaru Archimedova šroubu. Nevýhodou těchto turbín je jejich nízká energetická neefektivita, z tohoto důvodu se navrhuje pouze ojediněle.

2.3 Příklady umístění RP

Rybí přechody se umísťují tak, aby se dosáhlo lákavého proudu na vstupu do RP. Umístit přechod lze do tělesa jezu nebo do břehu. Pokud je v místě, kde se má vytvořit rybí přechod MVE, tak je vhodné situovat vstup pod výtok ze savek, tím se docílí silnějšího proudu. (1)

2.3.1 RP umístěný v břehu

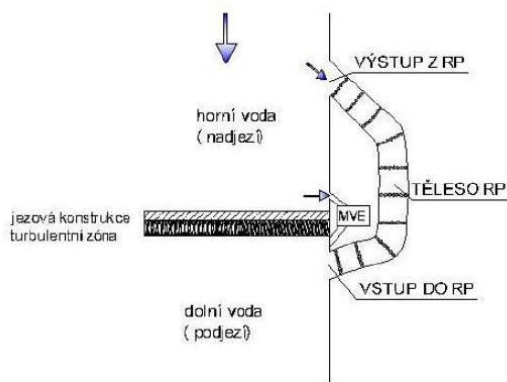
Vhodné je v případě, že břeh nebo berma jsou nevyužívány a lze je odkoupit. Tímto je možno docílit i nenásilně vypadajících a do přírody zapadajících přechodů, jako jsou například tůňové. (obrázek 14). (1)



Obrázek 14 Umístění RP do břehu (1)

2.3.2 Umístění RP za MVE

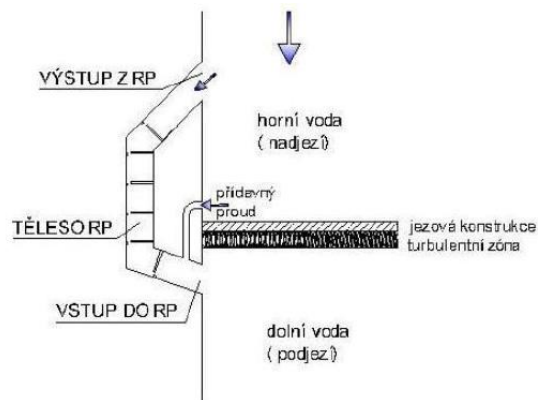
Zde lze použít proud ze savek elektrárny jako přilepšujícího proudu. Nelze však spoléhat pouze na tento proud, jelikož by mohlo dojít k odstavení elektrárny, a tak by se mohl přechod stát nefunkční. (1)



Obrázek 15 Umístění RP za MVE (1)

2.3.3 RP s přidavným proudem

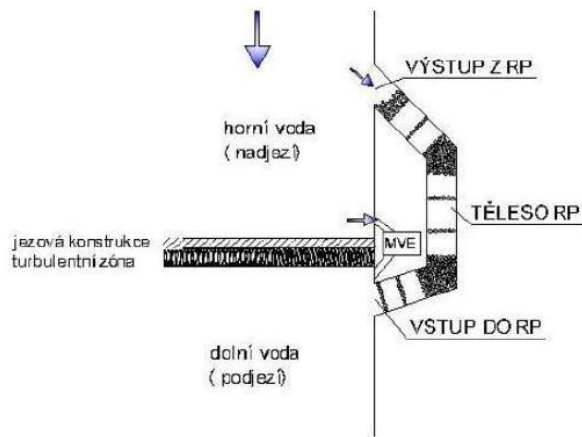
Lze využít přidavného proudu tak, aby se dosáhlo lákavého proudu pro živočichy a oni se nasměřovali do vstupu rybího přechodu. Na obrázku 15 je využito vody z nadjezí k vytvoření přidavného proudu. (1)



Obrázek 16 RP umístěný do břehu, opatřený přídavným proudem (1)

2.3.4 Žlab s balvany umístěný v břehu

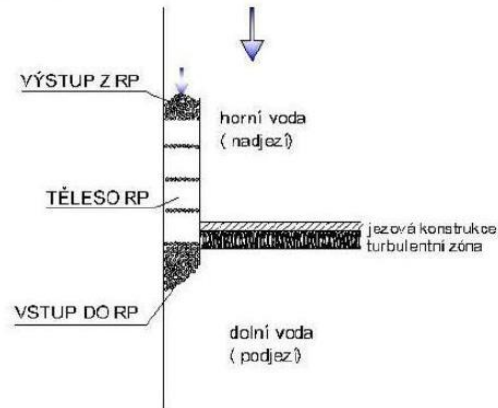
Žlabový RP s balvanitými překážkami je vhodné umístit do břehu. Docílí se tím přirozeně vypadajícího koryta, i když se jedná o technický přechod. (1)



Obrázek 17 Umístění žlabu s balvany do břehu (1)

2.3.5 RP umístěný v tělese jezu

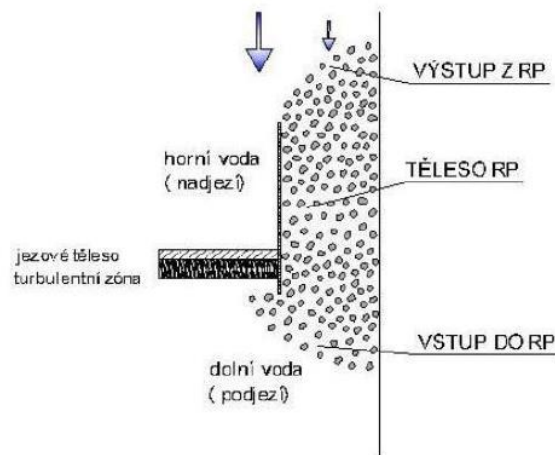
Pokud nelze umístit RP do břehu, je možné přechod umístit přímo do jezu. (1)



Obrázek 18 RP umístěný v tělese jezu (1)

2.3.6 Migrační rampy umístění v tělese hráze

Migrační rampy jsou většinou široké konstrukce, a tak se umísťují do tělesa jezu. Může se tedy stát, že migrační rampa bude zasahovat do značné části půdorysu původního jezu. (1)



Obrázek 19 Umístění migrační rampy do tělesa jezu (1)

2.4 Uvádění RP do provozu

Aby se RP uvedl do provozu, je nutné, aby přechod prošel třemi etapami. V první etapě je rybí přechod po dostavění uveden do zkušebního provozu po určitý čas. Poté se v druhé etapě s odstupem času provede zhodnocení účinnosti RP (zjistí se zda RP plní svůj účel, ke kterému je navržen), to lze provést například uskutečněním ichtyologického průzkumu a měření reálných parametrů RP, zda parametry odpovídají návrhovým parametrům. Neplní-li RP svůj účel dostatečně, je nutné provést úpravy přechodu. Pokud ve třetí etapě rybí přechod funguje správně, tak se zkolauduje a uvede do provozu. (1) (2)

3 Praktická část

Tato část se zabývá konkrétně jezem v Katovicích a možnostmi, jak jez migračně zprůchodnit. Na začátku kapitoly je seznámení s lokalitou a hydrologickými poměry v daném místě. Dále jsou zmíněny dvě migrační překážky níže po toku. Poté se už kapitola zabývá pouze návrhem konkrétních variant rybích přechodů a jejich výpočtem.

3.1 Lokalita

V této kapitole je popsána lokalita Katovic, ve které se jezová zdrž nachází. Zmíněna je zde i řeka Otava a hydrologické poměry v daném místě. Kapitola se zabývá i elektrárnami u jezu, vodními živočichy v toku, chráněnými územími, pozemky v okolí a existencí sítí ČEZ.



Obrázek 20 Letecký snímek jezového tělesa v Katovicích (9)

3.1.1 Popis území

Jezová zdrž se nachází v obci Katovice (kód katastrálního území: 664529) na řece Otavě (ř. km: 61 340). Obec leží v jižních Čechách východně od Strakonice. Jezové těleso plní účely využití vodní energie a stabilizace toku. Vodohospodářské dílo v dnešní podobě existuje od roku 1959. Jez má betonovou konstrukci opatřenou na povrchu kamenem. V současné době jezové těleso slouží ke vzdutí vody před dvěma malými vodními elektrárnami. V blízkosti jezu byl nedávno postaven zemní val sloužící k ochraně Katovic před povodněmi. Součástí jezu je i boční přeliv. V tělese jezu se nachází u pravého břehu vorová propust. (10)



Obrázek 21 Mapa ČR s vyznačenými Katovicemi (10)

Parametry jezu:

- délka koruny jezu: 88,4m
- kóta koruny jezu: 400,63 m n. m. Bpv
- výška vzdutí: 2,07 m
- délka jezové zdrže: 1,7 km



Obrázek 22 Pohled na jezové těleso v Katovicích (Průzkum)

3.1.2 Otava

Otava je řeka tekoucí v jižních Čechách. Vzniká soutokem řeky Vydry a řeky Křemelné u Čenkovy pily na Šumavě. Vtéká do Vltavy pod hradem Zvíkov. Celková délka toku je 111,7 km a plocha povodí je 3840 km². Hydrologické pořadí Otavy je 1-08-01-001. Otava dříve sloužila ke splavování dřeva ze Šumavy. V dnešní době je vyhledávána vodáky. Protéká skrze města Sušice, Horažďovice, Strakonice a Písek.

3.1.3 Hydrologická data

Hydrologická data byla převzata z manipulačního řádu elektráren u jezu v Katovicích. Tato data byla nutná k určení návrhového průtoku rybího přechodu. Určení návrhového průtoku je rozepsáno podrobněji v kapitole 3.8 Návrhové parametry pro varianty RP na jezu v Katovicích.

Tabulka 1 N - leté průtoky (11)

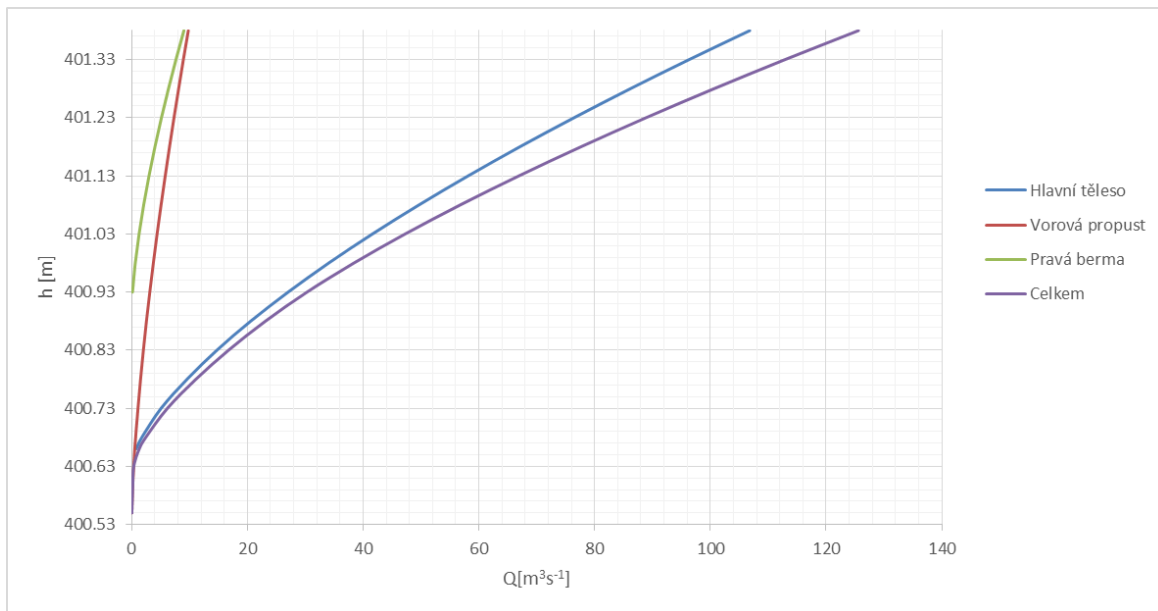
N	1	5	10	50	100
Qm m^3s^{-1}	133	227	280	432	510

Tabulka 2 m - denní průtoky (1. část) (11)

m	30	60	90	120	150	180	210
Qm m^3s^{-1}	28.3	20.6	16.6	14.0	12.0	10.4	9.12

Tabulka 3 m - denní průtoky (2. část) (11)

m	240	270	300	330	355	364
Qm m^3s^{-1}	7.95	6.87	5.82	4.69	3.40	2.34



Obrázek 23 Graf konzumční křivky jezu v Katovicích (11)

3.1.4 Elektrárny

V levém břehu jsou umístěny 2 MVE. V každé MVE jsou 2 Kaplanovy turbíny. Starší turbíny mají hltnost $2 \times 3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ a novější turbíny $2 \times 5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Generátory staré MVE jsou o výkonu $2 \times 110 \text{ kW}$ a u novější MVE jsou výkony 160 kW . Z každé MVE vede jeden odpadní kanál ze savek.

3.1.5 Ichtyologický průzkum

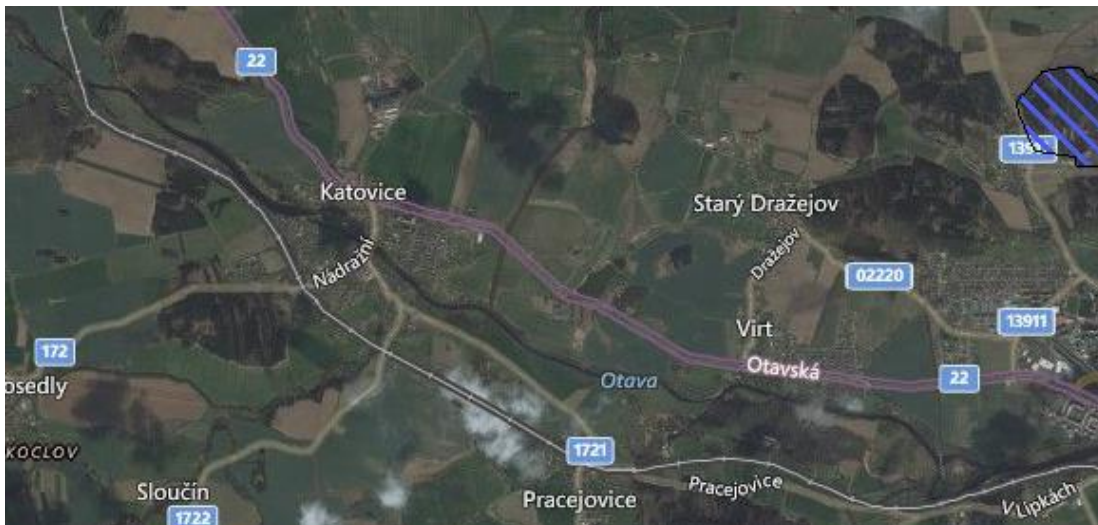
V dané lokalitě se nepodařil dohledat. Získaná data výskytu ryb jsou od místních rybářů.

Vyskytující se zde ryby: pstruh potoční, candát, parma, hrouzek, ouklej, lín, lipan, tloušť, jesen, bolen, plotice, perlín, štika, cejn velký, karas, kapr, okoun a v úseku nad jezem se v současné době nalézají i sumci.

Jelikož není ichtyologický průzkum a v toku se nalézají jak ryby kaprovité, tak i pstruhové, všechny varianty jsou řešeny jako neselektivní. V případě realizace rybního přechodu by bylo nutné ichtyologický průzkum provést.

3.1.6 Chráněná území

Území zasažené návrhem rybního přechodu nespadá pod žádná vyhlášená chráněná území ČR, ani není součástí evropsky významných lokalit nebo ptačích oblastí dle Natura 2000 (viz obrázek 24).



Obrázek 24 Mapa Katovic a okolí (modrá šrafa – evropsky významné lokality) (12)

3.1.7 Pozemky

Výpis přílehlých pozemků vypsán ze serveru ČÚZK Nahlížení do katastru nemovitostí.

Katastrální území – Katovice (číslo katastrálního území: 664529)

Tabulka 4 Výpis parcel sousedících s jezem z katastru nemovitostí (13)

číslo parcely	majitel	výměra	druh	poznámky	trvalý zábor		
					varianta A	varianta B	varianta C
Pravý břeh							
770	Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 106/8, Smíchov, 15000 Praha 5	6258	zastavěná plocha a nádvoří		0	0	0
771	Městys Katovice, Husovo náměstí 5, 38711 Katovice	1699	zastavěná plocha a nádvoří	cesta, protipovodňová ochrana	0	0	0
Tok							
2190/1	Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 106/8, Smíchov, 15000 Praha 5	159492	vodní plocha		569	164	450
Levý přeh							
2250	VeMo Blansko s.r.o., Dvorská 2277/116, 67801 Blansko	769	ostatní plocha		0	0	0
2149/12	Městys Katovice, Husovo náměstí 5, 38711 Katovice	1138	ostatní plocha		0	0	0

3.1.8 Výsledky sdělení o existenci sítí společností ČEZ

Na území, na kterém se nacházejí navrhované varianty RP, není žádná síť společnosti ČEZ. Tato data byly poskytnuty společností ČEZ ICT Services, a. s.

3.2 Další migrační překážky po proudu řeky

V této kapitole jsou popsány dva následující jezy níže po toku. První je migračně neprůstupný a druhý byl migračně zprůchodněn nedávno. Odstraněním migrační překážky na prvním jezu by se docílilo zprůchodnění delšího úseku Otavy. Druhý jez s rybím přechodem je zde zmíněn, jelikož RP se stal podkladem pro návrh varianty C.

3.2.1 Pětikolský jez ve Strakonících

V případě vybudování rybího přechodu v Katovicích by byl tento jez poslední migrační překážkou mezi Dolním Poříčím a Slaníkem. Zprůchodněním tohoto jezu by se dosáhlo přibližně 14 kilometrů migračně prostupné Otavy. Jedná se o klapkový jez umístěný v intravilánu se spádem třech metrů. Provedení rybího přechodu zde by ovšem bylo nákladné a obtížné, jelikož se jedná o oblast přiléhající ke strakonickému hradu a mohlo by dojít na střet s odborem památkové péče. V případě budování lze brát v úvahu pouze technické rybí přechody, ideálně komůrkové. Sportovní propust by zde kvůli velkému spádu nebyla vhodná z důvodu délky, kterou by v ní vodáci museli překonávat.



Obrázek 25 Pětikolský jez ve Strakonících (14)

3.2.2 Sportovní propuště kombinovaná s přechodem na jezu u Křemelky ve Strakonících

V roce 2013 byla vybudována na 53,9 ř. km Otavy jezová propuště sloužící ke sportovním účelům a k migraci ryb proti proudu řeky. Jedná se o dodatečně vybudovaný technický kartáčový přechod k již stojícímu klapkovému jezu. Tímto přechodem se umožnilo obousměrné migraci ryb z dolního toku Otavy k soutoku Otavy a Volyňky. Parametry této propusti byly použity při vytváření návrhu číslo 3.



Obrázek 26 Jez u Křemelky ve Strakonících (15)

3.3 Návrhové parametry pro varianty RP na jezu v Katovicích

MVE jsou povinny při odběru vody zanechávat minimální průtok na jezu v letním období (od 1. května do 30. září) $1,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a v zimním období (od 1. října do 30. dubna) $2,43 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Dle TNV_75_2321 přílohy D o hodnotách minimálních průtoků zajišťujících migrační prostupnost RP (viz tabulka 5) je minimální průtok v RP stanoven na $1,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. ($40\% \text{ z } Q_{355d} = 3,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Podle normy by měl být návrh proveden na minimální průtok $1,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, ale jelikož manipulační řád jezu stanovuje vodním elektrárnám nechávat v řece v letních dnech minimální zůstatkový průtok $1,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tak ve variantách je předpokládán tento průtok jako návrhový. Možností, jak by se dalo dosáhnout minimálního průtoků dle doporučení TNV_75_2321, je jedině zásah do manipulačního řádu jezu.

Pokud by průtok v řece Otavě klesl pod $1,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, mohlo by dojít ke zhoršení funkčnosti rybiho přechodu. Ovšem tato situace je velice nepravděpodobná a spíše může dojít k opačné situaci, například při odstavení elektrárny. To ovšem ničemu nevádí a nadbytečná voda bude přepadat přes jez.

Tabulka 5 Hodnoty minimálních průtoků zajišťující migrační prostupnost v RP odvozené z hodnoty $Q_{355d}(1)$

Q_{355d} $m^3 \cdot s^{-1}$	Minimální podíl pro RP %	Minimální průtok RP
< 0,2		do $0,1 m^3 \cdot s^{-1}$ celý průtok
0,2 až 0,5	50	$0,1 m^3 \cdot s^{-1}$
0,5 až 1,0	50	minimálně $0,25 m^3 \cdot s^{-1}$
1,0 až 5,0	40	minimálně $0,4 m^3 \cdot s^{-1}$
5,0 až 25,0	20	minimálně $1,0 m^3 \cdot s^{-1}$
$\geq 25,0$	20	minimálně $5 m^3 \cdot s^{-1}$

3.4 Varianty návrhu

Byly navrženy 3 varianty provedení zprůchodnění jezu v Katovicích na 61 340. ř. km. Otavy. Ve variantě A je navržena migrační rampa, ve variantě B je navržen šterbinový rybí přechod a ve variantě C je navrhnutá kombinace šterbinového a kartáčového rybího přechodu. Jednotlivé varianty jsou podrobně rozpracovány v následujícím textu.

3.4.1 Migrační rampa – varianta A

Rampa je navržena jako neselektivní přechod umožňující obousměrnou migraci rybám. Sklon rampy bude odpovídat doporučenému minimálnímu sklonu pro kaprovité vody 1:20 dle TNV_75_2321. Rampa je navržena místo současné vorové propusti u pravého břehu Otavy, která se již nepoužívá. Délka rampy je 72 m včetně půlkruhového výstupu z RP. Šíře rampy bude 6 m a z toho vyplývá dle doporučených kritérií TNV_75_2321, že minimální průtok na rapě může být $0,6 m^3 \cdot s^{-1}$. Tato šíře splňuje i předpoklad pro minimální šíři rampy 3,5m ve dně. Rampa je navržena na stálý minimální průtok $1,3 m^3 \cdot s^{-1}$, ten zajišťuje manipulační řád jezu a elektrárny ho nesmějí podkročit. Mezery mezi balvany tvořícími přepážky jsou takové, aby v součtu jedné řady balvanů byla průměrná mezera 2,19 m, minimální mezera mezi dvěma sousedícími balvany nesmí být menší než 0,1 m. Výstup z RP bude předsazen za jez a situován směrem ke břehu, tím se omezí rychlost na výstupu pod $0,4 m \cdot s^{-1}$ a ryby nebudou strhávány zpátky na jezové těleso.

K vybudování migrační rampy bude potřeba zbourání části pravé zdi vorové propusti, levá zeď bude zachována a bude použita jako součást konstrukce. Součástí zemních prací bude vyhloubení naplaveného materiálu pod jezem (viz šrafa ve výkresech). Dále bude potřeba přesunout boční přeliv, a to bude mít za následek rozšíření kamenné plochy nad jezem v pravém břehu. Výhodou je využití propusti, která se v současné době nepoužívá.

Údržba toto přechodu není nijak náročná, stačí pravidelná vizuální kontrola. Při kontrole se uvolní případné plávi v profilu šterbin. Kontrola je vhodná i v případě velkých větrných situacích, při kterých se do řeky dostane větší množství polámaných větví. Větve mohou ucpat výstup RP a znemožnit jeho funkčnost.

Výpočty jsou provedeny v následující kapitole 3.5.

Tabulka 6 Varianta A – zábor (13)

číslo parcely	majitel	výměra	druh	trvalý zábor
2190/1	Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 106/8, Smíchov, 15000 Praha 5	159492	vodní plocha	569

Výkresy varianty A:

-5.5.1 – Situace M 1:500

-5.5.2 – Situace – ortofotomapa M 1:500

-5.5.3 – Řezy M 1:200

3.4.2 Štěrbínový RP – varianta B

V této variantě je navržen neselektivní technický štěrbinový rybí přechod. Přechod je navrhnout s parametry splňujícími migrační průchodnost kaprovitých vod. Šíře trati je 2 m. Trať RP je členěna betonovými svislými stěnami o tloušťce 15 cm. 27 stěn tvoří mezi sebou 2,45m dlouhé tůňky. V každé stěně je jeden prostup široký 51 cm. V levé části stěny je výstupek proti proudu, který usměrňuje rychlost proudu. Délka celého přechodu je 67,6m a trať je dvakrát zalomena. Vybudování tohoto přelivu minimálně negativně ovlivní funkčnost bočního přelivu a naopak pozitivně zvýší kapacitu jezu v případném povodňovém stavu. Nátok na výstup z RP je pod úhlem 45°, jak doporučuje TNV_75_2321.

Kapacitně je přechod navržen tak, aby z minimálního zůstatkového průtoku využíval $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a zbylý $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ půjde přes jez. Část tekoucí přes jez se bude koncentrovat v pravé části jezu a bude vytvářet lákavý proud pro ryby. Tato koncentrace vody je způsobena nižší úrovní přelivné hrany jezu u pravého břehu.

Součástí této varianty je i vybudování třech pěších lávek. Ty slouží k pohodlnému přenesení lodí z horní vody do dolní, anebo k zpřístupnění jezu a manipulaci s propustí. Lávky jsou široké 2 m.

Údržba toto přechodu není nijak náročná, stačí pravidelná vizuální kontrola. Při kontrole se uvolní případné plávi v profilu štěrbin. Kontrola je vhodná i v případě velkých větrných situacích, při kterých se do řeky dostane větší množství polámaných větví. Větve mohou ucpat výstup RP a znemožnit jeho funkčnost.

Varianta není moc ekonomicky náročná. Nebudou prováděny žádné zásahy do tělesa jezu. Pouze dojde k rozebrání části kamenné plochy na pravém břehu a k vybudování tří ocelových lávek. Součástí zemních prací bude vyhloubení naplaveného materiálu pod jezem (viz šrafa ve výkresech) Tato varianta je ze všech ostatních variant nejlevnější na vybudování.

Výpočty jsou provedeny v následující kapitole 3.5.

Tabulka 7 Varianta B – zábor (13)

číslo parcely	majitel	výměra	druh	trvalý zábor
2190/1	Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 106/8, Smíchov, 15000 Praha 5	159492	vodní plocha	164

Výkresy varianty B:

-5.5.4 – Situace M 1:500

-5.5.5 – Situace – ortofotomapa M 1:500

-5.5.6 – Řezy M 1:200

3.4.3 Kombinovaný RP (kombinace kartáčového a štěrbínového RP) – varianta C

Varianta se skládá z kombinace kartáčového přechodu, který slouží ke splavnění jezu malými sportovními plavidly, ale i k migračnímu pohybu vodních živočichů, a ze štěrbínového přechodu, který je zde pro zlepšení podmínek pro migrování živočichů. Oba rybí přechody jsou navrženy jako neselektivní. Konstrukce přechodu je betonová, ale plášť je opatřen kamennou dlažbou. RP je situován do pravého břehu. Délka obou přechodů je stejná, a to 70m. Štěrbínový přechod je opatřen 22 kusy betonových stěn o tloušťce 15 cm se štěrbínami. Levá část stěny vystupuje proti vodě o 10 cm. Každá štěrbina má 51cm šíře. Délka vzniklých tůní je 3,2 metru. Přechod je ve sklonu 1:25 tak, aby splňoval parametry pro migraci kaprovitých ryb. Sklon propusti s kartáči je ve stejném sklonu, jako štěrbínový přechod. Propust' je široká 2 metry.

Minimální zůstatkový průtok $1,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ je rozdělen na 3 části. Na kartáčovou propust' půjde na $0,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, na štěrbínovou propust' $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ zbyde na oplach tělesa jezu.

Součástí této varianty je vybudování dvou vodících betonových sloupků pro lepší směřování plavidel do propusti. Sloupek je o průměru 1 m a vysoký 2,5m. Návrh zasahuje do funkčnosti bočního přelivu a z tohoto důvodu bude muset být přeliv přemístěn proti proudu, to bude mít za následek rozšíření kamenné plochy. V oblasti dolní vody dojde k rozšíření kamenného opevnění pravého břehu, to zabrání rozebírání břehového svahu, které by mohlo být způsobeno proudem vytýkajícím z RP. Pod RP bude v opevnění vybudována dvojice schodů vzdálených 5m, mezi nimiž bude rampa pro ulehčení spouštění plavidel do vody. Součástí zemních prací bude vyhloubení naplaveného materiálu pod jezem (viz šrafa ve výkresech).

Tato varianta je ze všech ostatních nejnákladnější a má největší nároky na úpravu okolí. V rámci údržby je třeba počítat s investicí nových kartáčových prahů přibližně každých deset let. Hlavní výhodou této varianty je splavnění jezu pro malá sportovní plavidla.

Výpočty jsou provedeny v následující kapitole 3.5.

Tabulka 8 Varianta C – zábor (13)

číslo parcely	majitel	výměra	druh	trvalý zábor
2190/1	Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 106/8, Smíchov, 15000 Praha 5	159492	vodní plocha	450

Výkresy varianty C:

-5.5.7 – Situace M 1:500

-5.5.8 – Situace – ortofotomapa M 1:500

-5.5.9 – Řezy M 1:200

3.5 Výpočty

V této kapitole je vysvětlen početní postup při navrhování rybích přechodů. Jsou zde vysvětleny jednotlivé veličiny použité ve vzorcích a jejich jednotky. Poslední část je určena použití těchto postupů k ověření vhodnosti parametrů rybích přechodů z variant A,B a C.

3.5.1 Použité veličiny

Δh – rozdíl hladin nad a pod štěrbinou	(m)
v - rychlost proudění	(m.s ⁻¹)
g – tíhové zrychlení	(m.s ⁻²)
φ – výtokový součinitel	(-)
n – počet přepážek	(-)
ΔH – celkový spád	(m)
$B_{štěrbin}$ – šířka štěrbin	(m)
Q – průtok	(m ³ .s ⁻¹)
h_{min} – minimální hloubka hladiny	(m)
σ_z – součinitel zatopení	(-)
B_{RP} – šířka rybího přechodu	(m)
h_{max} – maximální hloubka hladiny	(m)
Fr – Froudovo číslo	(-)
h_e – energetická výška	(m)
$L_{Bazénku}$ – délka bazénku (tůňky)	(m)
L_{RP} – délka bazénku	(m)

i – podélný sklon dna	(%)
tl – tloušťka překážky	(m)
ρ – měrná hmotnost vody	($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
P – disipovaný výkon v jedné tůňce	(W)
$P_{\text{měr}}$ – měrný disipovaný výkon	($\text{W}\cdot\text{m}^{-3}$)

3.5.2 Postup

Výpočetní postup je proveden dle manuálu AOPK. Principem výpočtu je vypočítat parametry rybiho přechodu a porovnat je s doporučenými parametry. Zjišťuje se a porovná rychlost vody ve štěrbině, průtok ve štěrbině, průtok na vstupu do RP, typ proudění v RP, délka jedné tůňky, sklon RP a disipovaný výkon.

1. Výpočet maximálního dovoleného rozdílu hladin mezi jednotlivými přepážkami na základě maximální dovolené rychlosti vody.

$$\Delta h_{\text{dovolené}} = \frac{v_{\text{dovolené}}^2}{2 g \varphi^2}$$

2. Získání minimálního počtu přepážek

$$n_{\text{min}} = \frac{\Delta H}{\Delta h_{\text{dovolené}}}$$

Výsledné číslo je nutné zaokrouhlit nahoru.

3. Získání reálného spádu na přepážce

$$\Delta h = \frac{dH}{n}$$

4. Výpočet maximální rychlosti na štěrbině

$$v_{\text{max}} = \varphi \sqrt{2 g \Delta h} < v_{\text{dovolené}}$$

5. Navrnutí minimální hloubky vody v části mezi překážkami RP - h_{min}

6. Výpočet šíře štěrby (pro případ, kdy je štěrbin více v jedné přepážce počítá se s jejich sumou)

$$B_{\text{štěrby}} = \frac{Q_{\text{požadované}}}{\varphi h_{\text{min}} \sqrt{2 g \Delta h}}$$

7. Výpočet průtoků v RP

a) Výpočet průtoků pro případ, kdy dna sousedních tůňek na sebe navazují. (tato varianta je uplatněna ve výpočtech)

$$Q = \varphi h_{min} B_{štěrbinny} \sqrt{2 g \Delta h}$$

b) Výpočet průtoků pro případ, že štěrbina má zvýšený práh. Vychází z rovnice nedokonalého přepadu (tento způsob není použit ve výpočtech).

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sigma_z B_{štěrbinny} \sqrt{2 g}$$

Součinitel zatopení

$$\sigma_z = \left[1 - \left(1 - \frac{\Delta h}{h_{max}} \right)^{1,5} \right]^{0,385}$$

8. Výpočet hodnot na vtoku do RP pomocí rovnice přepadu. Zohledňuje se ztráta na vtoku a snížení hladiny při nárůstu rychlostní výšky.

$$v_0 = \frac{Q}{B_{RP} h_{max}}$$

$$h_e = 0,85 \left(h_{max} + \frac{v_0^2}{2 g} \right)$$

$$Q_{kap} = 0,54 B_{štěrbinny} \sqrt{2 g} h_e^{\frac{3}{2}}$$

9. Pomocí Froudova čísla se zjistí, zda se v RP vyskytuje říční nebo bystřinné proudění. Pokud $Fr < 1$, jedná se o říční proudění a návrh je v pořádku.

$$Fr_{štěrbinny}^2 = \frac{v_{max}^2}{g h_{min}}$$

10. Výpočet minimální délky bazénku a její návrh

$$L_{doporučené} = \frac{100 \Delta h - i_{doporučené} tl}{i_{doporučené}}$$

$$L_{bazénku} \geq L_{doporučené}$$

Výpočet délky RP

$$L_{RP} = (n - 1)(L_{bazénku} + tl)$$

11. Kontrola disipované energie v jednom bazénku

$$P = Q \Delta h \rho g$$

$$V_{bazénku} = h_{min} B_{RP} L_{bazénku}$$

$$P_{měr} = \frac{P}{V_{bazénku}}$$

$$P_{měr} < P_{měr_dovol}$$

V následujícím textu jsou provedeny výpočty pro každou z variant. Výsledky jsou zapsány v tabulkách.

3.5.3 Početní řešení jednotlivých variant

Výsledků v tabulkách bylo dosaženo pomocí postupů z předchozí kapitoly 3.5.2. Je zde tabulka s řešením pro každou variantu a závěr vycházející z výpočtů.

3.5.3.1 Varianta A: Migrační rampa

Tabulka 9 Varianta A - výpočet

krok	Migrační rampa - kaprovité vody					
	veličina	označení	hodnota	jednotka	požadavek	posouzení
vstupní data	celkový spád	dh	2.130	m	dáno rozdílem hladin	
	návrhový průtok	Q	1.300	m ³ /s		
	maximální dovolená rychlost	v_dovol	1.000	m/s	dle doporučení	
1	výtokový součinitel	φ	0.720	-	0.7-0.8	
	výpočtový spád na štěrbině	dh_dovol	0.098	m		
2	minimální počet přepážek	n_min	21.7	ks		
	počet přepážek	n	22.0	ks		
3	spád na štěrbině	dh	0.097	m		
4	maximální rychlost ve štěrbině	v_max	0.992	m/s	< 1	Vyhovuje
5	minimální hloubka vody v tůňce	h_min	0.600	m	dle doporučení	
	maximální hloubka vody v tůňce	h_max	0.700	m		
6	výpočtová šířka štěrbin	B_štěrbin	2.183	m		
	návrhová šířka štěrbin	B_štěrbin	2.190	m	dle doporučení	
7a)	průtok - výtok spodem	Qa	1.304	m ³ /s	> 1.3	Vyhovuje
8	šíře RP	B_rp	7.700	m		
	rychlost vody na vtoku	v_o	0.241	m/s		
	redukovaná energetická výška	h_e	0.598	m		
	kapacita vtoku	Q_kap vtok	2.419	m ³ /s	> 1.3	Vyhovuje
9	Froudovo číslo	Fr_štěrbin ²	0.167	-	< 1	Vyhovuje
10	doporučený podélný sklon	i_dopor.	4	%	1 : 20 - 1 : 25 (5 - 4%)	
	tloušťka přepážky	tl	0.600	m		
	doporučená délka tůňky	L_dop	1.820	m		
	délka tůňky	L_tůň	2.400	m	> 1.82	Vyhovuje
	podélný sklon	i_rp	3.968	%	< 4	Vyhovuje
	délka žlabu RP	L_rp	63.000	m		
11	disipovaný výkon na přepážce	P	1234.7	W		
	objem tůňky	V_tůň	11.088	m ³ /s		
	maximální disipovaný výkon	P_spec_max	125	W/m ³	dle doporučení	
	specifický disipovaný výkon	P_spec	111.4	W/m ³	< 125	Vyhovuje

Rychlost vody ve štěrbině nepřesahuje 1 m.s⁻¹. Průtok na vtoku a na výtoku z RP není nižší než návrhový průtok. Jelikož Froudovo číslo vychází menší než 1, je v rybím přechodu stále říční proudění. Podélný sklon je navržen 1:25 tak, aby rybí přechod fungoval jako neselektivní přechod. Měrný disipovaný výkon nepřesahuje 125 W.m⁻³, a tak je vhodný pro kaprovité vody.

Detailní popis varianty v kapitole 3.9.1

3.5.3.2 Varianta B: Štěrbínový RP

Tabulka 10 Varianta B - výpočet

krok	Štěrbínový RP - kaprovité vody					
	veličina	označení	hodnota	jednotka	požadavek	posouzení
vstupní data	celkový spád	dH	2.670	m	dáno rozdílem hladin	
	návrhový průtok	Q	0.300	m ³ /s		
	maximální dovolená rychlost	v_dovol	1.000	m/s	dle doporučení	
1	výtokový součinitel	φ	0.710	-	0.7-0.8	
	výpočtový spád na štěrbině	dh_dovol	0.101	m		
2	minimální počet přepážek	n_min	26.4	ks		
	počet přepážek	n	27.0	ks		
3	spád na štěrbině	dh	0.099	m		
4	maximální rychlost ve štěrbině	v_max	0.989	m/s	< 1	Vyhovuje
5	minimální hloubka vody v tůňce	h_min	0.600	m	dle doporučení	
	maximální hloubka vody v tůňce	h_max	0.700	m		
6	výpočtová šířka štěrbin	B_štěrbiny	0.506	m		
	návrhová šířka štěrbin	B_štěrbiny	0.510	m	dle doporučení	
7 a)	průtok - výtok spodem	Qa	0.303	m ³ /s	> 0.3	Vyhovuje
8	šíře RP	B_rp	2.000	m		
	rychlost vody na vtoku	v_o	0.214	m/s		
	redukovaná energetická výška	h_e	0.597	m		
	kapacita vtoku	Q_kap vtok	0.563	m ³ /s	> 0.3	Vyhovuje
9	Froudovo číslo	Fr_štěrbiny ²	0.166	-	< 1	Vyhovuje
10	doporučený podélný sklon	i_dopor.	4	%	1 : 20 - 1 : 25 (5 - 4%)	
	tloušťka přepážky	tl	0.150	m		
	doporučená délka tůňky	L_dop	2.322	m		
	délka tůňky	L_tůň	2.450	m	> 2.322	Vyhovuje
	podélný sklon	i_rp	3.968	%	< 4	Vyhovuje
11	délka žlabu RP	L_rp	67.600	m		
	disipovaný výkon na přepážce	P	291.0	W		
	objem tůňky	V_tůň	2.94	m ³ /s		
	maximální disipovaný výkon	P_spec_max	125	W/m ³	dle doporučení	
	specifický disipovaný výkon	P_spec	99.0	W/m ³	< 125	Vyhovuje

Rychlost vody ve štěrbině nepřesahuje 1 m.s⁻¹. Průtok na vtoku a na výtoku z RP není nižší než návrhový průtok. Jelikož Froudovo číslo vychází menší než 1, je v rybím přechodu stále říční proudění. Podélný sklon je navržen 1:25 tak, aby rybí přechod fungoval jako neselektivní přechod. Měrný disipovaný výkon nepřesahuje 125 W.m⁻³, a tak je vhodný pro kaprovité vody.

Detailní popis varianty v kapitole 3.9.2

3.5.3.3 Varianta C: Kombinace štěrbínového RP a kartáčového RP

Část RP s kartáčovou propustí není řešena početně a v případě realizace by bylo třeba provést model v určitém měřítku a vyzkoušet reálné rychlosti v přechodu za různých situací. Nebo alespoň provést 2D výpočetní model dle doporučení Metodiky využívání kartáčové technologie pro zajištění a zlepšení migrační prostupnosti vodních toků vydané Operačním programem životního prostředí. Tento návrh byl proveden empiricky dle parametrů na již existující propusti u Křemelky ve Strakonících.

Tabulka 11 Varianta C - výpočet

krok	Štěrbínový RP- kaprovité vody					
	veličina	označení	hodnota	jednotka	požadavek	posouzení
vstupní data	celkový spád	dH	2.200	m	dáno rozdílem hladin	
	návrhový průtok	Q	0.300	m ³ /s		
	maximální dovolená rychlost	v_dovol	1.000	m/s	dle doporučení	
1	výtokový součinitel	ϕ	0.710	-	0.7-0.8	
	výpočtový spád na štěrbíně	dh_dovol	0.101	m		
2	minimální počet přepážek	n_min	21.8	ks		
	počet přepážek	n	22.0	ks		
3	spád na štěrbíně	dh	0.100	m		
4	maximální rychlost ve štěrbíně	v_max	0.995	m/s	< 1	Vyhovuje
5	minimální hloubka vody v tůňce	h_min	0.600	m	dle doporučení	
	maximální hloubka vody v tůňce	h_max	0.700	m		
6	výpočtová šířka štěrbiny	B_štěrbiny	0.503	m		
	návrhová šířka štěrbiny	B_štěrbiny	0.510	m	dle doporučení	
7 a)	průtok - výtok spodem	Qa	0.304	m ³ /s	> 0.3	Vyhovuje
8	šíře RP	B_rp	2.000	m		
	rychlost vody na vtoku	v_o	0.214	m/s		
	redukovaná energetická výška	h_e	0.597	m		
	kapacita vtoku	Q_kap vtok	0.563	m ³ /s	> 0.3	Vyhovuje
9	Froudovo číslo	Fr_štěrbiny ²	0.168	-	< 1	Vyhovuje
10	doporučený podélný sklon	i_dopor.	4	%	1 : 20 - 1 : 25 (5 - 4%)	
	tloušťka přepážky	tl	0.150	m		
	doporučená délka tůňky	L_dop	2.350	m		
	délka tůňky	L_tůň	3.183	m	> 2.35	Vyhovuje
	podélný sklon	i_rp	3.968	%	< 4	Vyhovuje
11	délka žlabu RP	L_rp	70.000	m		
	disipovaný výkon na přepážce	P	294.3	W		
	objem tůňky	V_tůň	3.82	m ³ /s		
	maximální disipovaný výkon	P_spec_max	125	W/m ³	dle doporučení	
	specifický disipovaný výkon	P_spec	77.0	W/m ³	< 125	Vyhovuje

Rychlost vody ve štěrbíně nepřesahuje 1 m.s⁻¹. Průtok na vtoku a na výtoku z RP není nižší než návrhový průtok. Jelikož Froudovo číslo vychází menší než 1, je v rybím přechodu stále říční proudění. Podélný sklon je navržen 1:25 tak, aby rybí přechod fungoval jako neselektivní přechod. Měrný disipovaný výkon nepřesahuje 125 W.m⁻³, a tak je vhodný pro kaprovité vody.

Detailní popis varianty v kapitole 3.9.3

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření vhodné možnosti zprůchodnění jezu v Katovicích. Na základě poskytnutých dat byla vypracována možná variantní řešení zprůchodnění toho jezu. Navrhnuty byly tři varianty neselektivních rybích přechodů. V první variantě byla navržena migrační rampa, ve druhé variantě byl navržen štěrbinový rybí přechod a ve třetí variantě kombinace štěrbinového a kartáčového rybího přechodu. Vezmou-li se v potaz všechny navržené varianty, tak i přes svoji největší ekonomickou náročnost je pro vybudování nejvhodnější varianta C. Tato varianta je kombinací kartáčového a štěrbinového rybího přechodu. Je zde kromě migračního zprůchodnění myšleno i na splavnění jezu pro malá sportovní plavidla, to může pomoci ke zpříjemnění plavby skrze tento jez. Je zde i myšleno na pohodlnější přenášení plavidla, jelikož v břehu je navržena rampa na spuštění plavidla do vody. Tato varianta plně funguje jako rybí přechod a umožňuje oboustranné migraci vodních živočichů v toku. Návrh je proveden tak, aby nevznikaly příliš velké rychlosti, které by ryba musela překonávat jen s velkými obtížemi.

5 Přílohy

5.1 Seznam zkratk

AOPK – Agentura ochrany přírody a krajiny České Republika

MVE – malá vodní elektrárna

RP – rybí přechod

ř. km. – říční kilometr

TNV – technická norma vodohospodářská, zde odkazováno na TNV_75_2321

5.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 Špatné a správné rozmístění kamenů v přehrážce	11
Obrázek 2 Tůňový rybí přechod	12
Obrázek 3 Dnová peřej	12
Obrázek 4 Migrační rampa	13
Obrázek 5 Štěrbínový RP	14
Obrázek 6 Danielův RP	14
Obrázek 7 Kartáčový RP	15
Obrázek 8 Řez kartáčovým RP	15
Obrázek 9 Varianty řešení meandrových RP	16
Obrázek 10 Rozložení rychlostí vody v meandrovitém RP	16
Obrázek 11 Kombunace kartáčového RP a migrační rampy	17
Obrázek 12 Rybí zdviž	17
Obrázek 13 Dočasný RP	18
Obrázek 14 Umístění RP do břehu	19
Obrázek 15 Umístění RP za MVE	19
Obrázek 16 RP umístěný do břehu opatřený přídavným proudem	20
Obrázek 17 Umístění žlabu s balvany do břehu	20
Obrázek 18 RP umístěný v tělese jezu	21
Obrázek 19 Umístění migrační rampy do tělesa jezu	21
Obrázek 20 Letecký snímek jezového tělesa v Katovicích	22
Obrázek 21 Mapa ČR s vyznačenými Katovicemi	23
Obrázek 22 Pohled na jezové těleso v Katovicích (Průzkum)	23
Obrázek 23 Graf konzumční křivky jezu v Katovicích	24
Obrázek 24 Mapa Katovic a okolí (modrá šrafa – evropsky významné lokality)	25
Obrázek 25 Pětikolský jez	26
Obrázek 26 Jez u Křemelky	27
(14)	

5.3 Seznam tabulek

Tabulka 1 N - leté průtoky	24
----------------------------	----

Tabulka 2 m - denní průtoky (1. část)	24
Tabulka 3 m - denní průtoky (2. část)	24
Tabulka 4 Výpis parcel sousedících s jezem z katastru nemovitostí	26
Tabulka 5 Hodnoty minimálních průtoků zajišťující migrační prustopnost v RP odvozené z hodnoty Q_{355d}	28
Tabulka 6 Varianta A - zábor	29
Tabulka 7 Varianta B - zábor	30
Tabulka 8 Varianta C - zábor	31
Tabulka 9 Varianta A - výpočet	35
Tabulka 10 Varianta B - výpočet	36
Tabulka 11 Varianta C - výpočet	37

5.4 Výkresy

5.5.1 – Situace	M 1:500
5.5.2 – Situace – ortofotomapa	M 1:500
5.5.3 – Řez	M 1:200
5.5.4 – Situace	M 1:500
5.5.5 – Situace – ortofotomapa	M 1:500
5.5.6 – Řez	M 1:200
5.5.7 – Situace	M 1:500
5.5.8 – Situace – ortofotomapa	M 1:500
5.5.9 – Řez	M 1:200

5.5 Seznam zdrojů

1. **Fremrová L., Kaňkovský P.** *Odvětvová technické norma vodního hospodářství TVN 75 2321 - Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody.* Praha : HYDROPROJEKT CZ a.s., 2011.
2. **K., Vrána.** *Standardy péče o přírodu a krajinu: Rybí přechody.* Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2014.
3. **O. Slavík, Z. Vančura a kol.** *Migrace ryb, rybí přechody a způsob jejich testování.* Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2012.
4. **Koller-Kreimel, Dr. Veronika.** *Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen.* Vídeň : s.n., 2012.

5. **Henning, ing. Daniela.** *Beschreibung und hydraulische Bemessung einer Sohlengleite im Zusammenhang mit dem naturnahen Ausbau eines Flusslaufes.* Wuppertal : Bergische Universität.
6. **Krůger, Dr. Frank.** *Das neue DWA-Merkblatt Gelbdruck Änderungen gegenüber DVWK 232/1996.* Lebus : s.n., 2010.
7. **P. Horký, O. Slavík, Z. Vančura, D. Brůžek.** *Metodika využití kartáčové technologie pro zajištění a zlepšení migrační prostupnosti vodních toků.* Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2013.
8. **Fish ladder.** *Wikipedia.* [Online] https://en.wikipedia.org/wiki/Fish_ladder.
9. **Mapy. cz. Mapy. cz.** [Online] Seznam.cz, 2016. [Cited:] <https://mapy.cz/zakladni?x=13.8254438&y=49.2722368&z=18>.
10. **Katovice.** *Wikipedia.* [Online] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Katovice_\(okres_Strakonice\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Katovice_(okres_Strakonice)).
11. **Heřman, Ing. J.** *Manipulační řád pro MVE Katovice I a II.* České Budějovice : VH-TRES spol. s r. o., 2008.
12. **Natura 2000 network viewer.** [Online] <http://natura2000.eea.europa.eu/>.
13. **Nahlížení do katastru nemovitostí.** [Online] <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarExtent=-990320.44597457629%20-1239836%20-346646.55402542371%20-923033&MarWindowName=Marushka>.
14. **Jez Pětikolský – ř. km 54,8. Otavská plavba.** [Online] <http://www.otavskaplavba.cz/op/fr.asp?tab=op9&id=131&burl=&pt=VO>.
15. **Hydrotechnické stavby. Vodohospodářské služby.** [Online] <http://www.vhtres.cz/index.php?nid=8069&lid=cs&oid=1492605>.