

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra hydrotechniky



DIPLOMOVÁ PRÁCE

VD Oskava “Kauerův mlýn“ – MVE, rybí přechod

Water structure Oskava “Kauer’s watermill“ – SHPP, fish pass

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jitka Kučerová, CSc.

Leden 2019

Bc. Pavlína BRDKOVÁ



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Brdková Jméno: Pavlina Osobní číslo: 424408

Zadávací katedra: K 142 - Katedra hydrotechniky

Studijní program: (N3607) Stavební inženýrství

Studijní obor: (3607T027) Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: VD Oskava "Kauerův mlýn" - MVE, rybí přechod

Název diplomové práce anglicky: Water structure Oskava "Kauer's watermill" - SHPP, fish pass

Pokyny pro vypracování:

- získání aktuálních podkladů
- návrh rybího přechodu (RP)
- hydraulický výpočet RP
- dispoziční a konstrukční řešení RP, základní výkresová dokumentace
- úprava a zpracování dokumentace MVE v rozsahu ÚR
- zapracování do řešení připomínek orgánů státní správy
- zhodnocení navrhované úpravy

Seznam doporučené literatury:

ŠLEZINGR, Miloslav. Říční typy: úvod do problematiky úprav toků. Brno 2006

KOLÁŘ V., PATOČKA C. BÉM J. Hydraulika, Praha 1983

HOLATA M. Malé vodní elektrárny, Academia Praha 2002

TNV 752321 Zprůchodňování migračních překážek rybími přechody

TNV 752322 Zajištění poproudových migrací ryb ve vodních tocích

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Jitka Kučerová, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 6. 10. 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 6. 1. 2019

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

6/10/2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

.....

Místo zpracování, celé datum

.....

Jméno a příjmení

Poděkování

Chtěla bych tímto poděkovat paní Ing. Jitce Kučerové, CSc., vedoucí mé práce, za podporu a připomínky, společnosti MAVEL a.s. za všechny poskytnuté podklady a konzultace. Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za podporu.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce volně navazuje na bakalářskou práci „Obnova vodního díla na řece Oskava v lokalitě Oskava“ z května 2017. Původní návrh je na základě vydaného územního rozhodnutí upraven dle námitek a požadavků účastníků řízení. Zájmové území na řece Oskava v obci Oskava je podrobněji posouzeno z hlediska umístění strojovny MVE a jejího zařízení. Práce se především zabývá návrhem nového rybího přechodu. V závěru jsou navrhované úpravy zhodnoceny.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rybí přechod, migrace ryb, malá vodní elektrárna, vodní turbína, Bánki turbína

ABSTRACT

This master thesis is follow-up to bachelor thesis „Renovation of waterwork on the river Oskava in the location Oskava“, May 2017. The previous design is modified on the basis of the issued Planning permission and according to the objections and requests of the participated parties. The location of interest – the Oskava River in Oskava village is assessed in more details, particularly in placement of the SHPP powerhouse and its equipment. The thesis is focused on new design of a fish pass. At the end, the proposed modifications are reviewed.

KEY WORDS

Fish pass, fish migration, small hydropower plant, water turbine, cross-flow turbine

OBSAH

1	Úvod.....	3
1.1	Lokalita	3
2	Rybí přechod.....	5
2.1	Funkce rybího přechodu	5
2.2	Části rybího přechodu	5
2.2.1	Vstup do RP	5
2.2.2	Těleso RP	6
2.2.3	Výstup z RP.....	6
2.3	Typy rybích přechodů	6
2.3.1	Přírodě blízké RP	6
2.3.2	Technické RP	10
2.3.3	Kombinované RP	13
2.3.4	Speciální RP	14
3	Návrh rybího přechodu.....	15
3.1	Podklady	15
3.1.1	Hydrologické údaje	15
3.1.2	Rybí osídlení	16
3.2	Hydraulický výpočet - teorie.....	16
3.3	Návrhové parametry RP a jejich ověření	17
3.3.1	Návrhové parametry	17
3.3.2	Ověření	18
3.4	Konstrukční návrh.....	20
4	Původní návrh MVE	21
5	Nový návrh MVE.....	23
5.1	Rekonstrukce jezu	23
5.2	Přívodní otevřený kanál	24
5.3	Vtokový objekt.....	24
5.4	Trubní přivaděč	24
5.5	Strojovna	25
5.5.1	Turbína	25
5.6	Odpadní kanál	27
5.7	Výpočty.....	27
5.7.1	Ztráty na přivaděči	27
5.7.2	Určení spádu.....	28

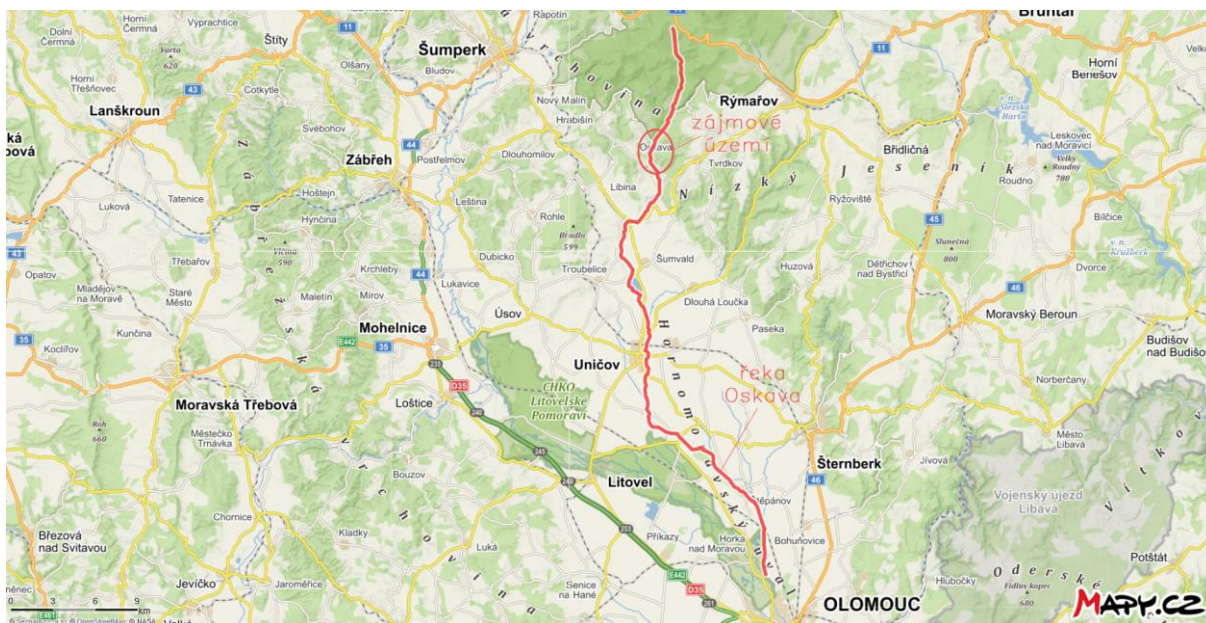
5.7.3	Parametry turbín.....	28
5.7.4	Výroba elektrické energie	29
5.8	Náklady a roční výnos	32
6	Závěr.....	33
	Literatura	34
	Přílohy	35
	Výkresová část	38
	Fotodokumentace	

1 ÚVOD

Na návrh na využití celého hydroenergetického potenciálu lokality malou vodní elektrárnou, popsany v bakalářské práci „Obnova vodního díla na řece Oskava v lokalitě Oskava“ z roku 2017, bylo Odborem výstavby Městského úřadu Šumperk vydáno v květnu roku 2018 územní rozhodnutí. Diplomová práce následně zpracovává námítky a podmínky požadované v tomto územním rozhodnutí pro umístění stavby.

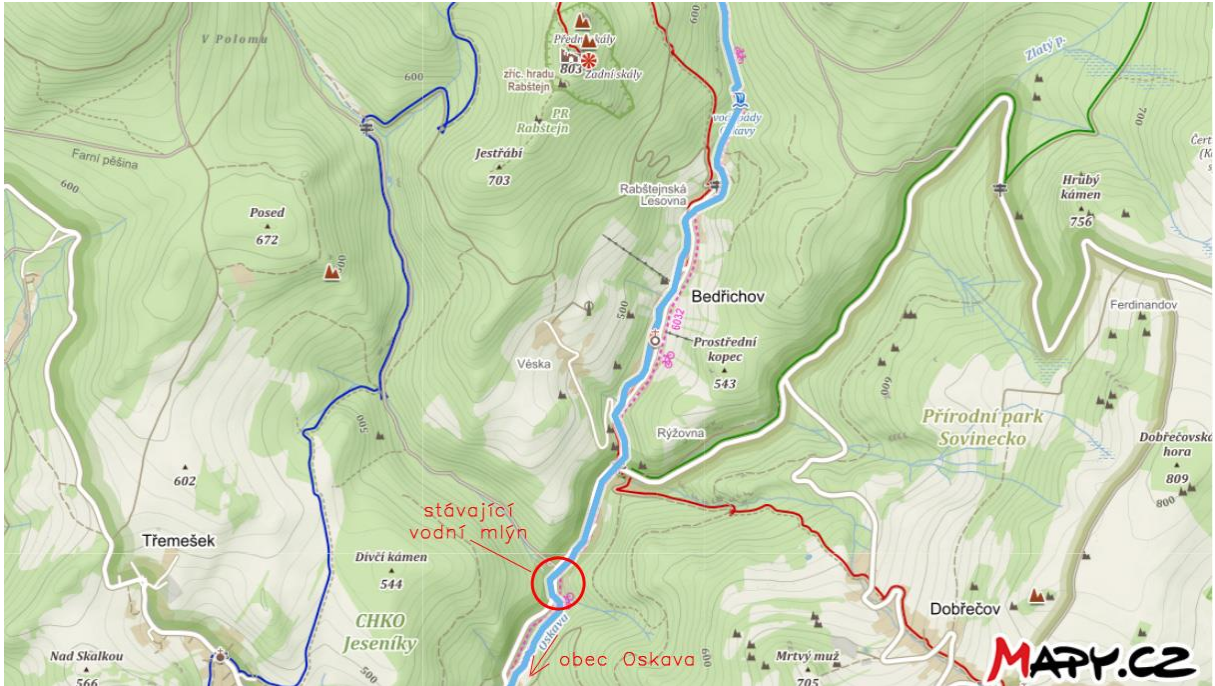
1.1 Lokalita

Kauerův mlýn se nachází v obci Oskava, v Olomouckém kraji v České republice. Obcí protéká řeka Oskava, hydrologické pořadí 4-10-03-022, pramenící v Hanušovické vrchovině (831,1 m n. m.) a vlévá se do řeky Moravy (přibližně 239,45 ř. km) severně od Olomouce. Celková délka toku je 50,3 km a plocha povodí 569,2 km². Poloha řeky Oskavy a vyznačení zájmového území je možné vidět na Obr. 1.1, popřípadě detailnější situaci na Obr. 1.2. [6] [7]



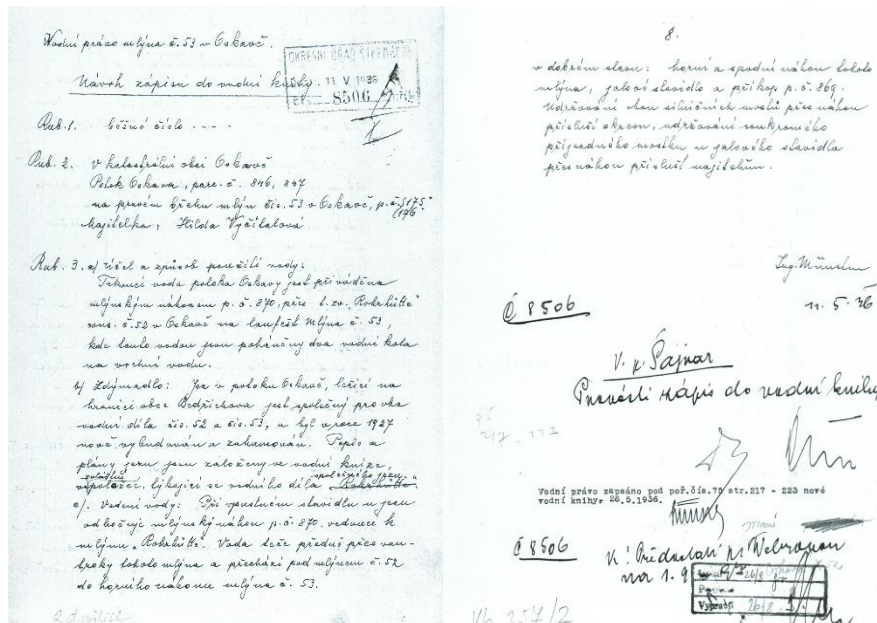
Obr. 1.1: Mapa zobrazující řeku Oskavu a vyznačené zájmové území. [8]

Záměr MVE se nachází asi 2 km od přírodní rezervace Rabštejn, nezasahuje však do žádné lokality ÚSES (Územní systém ekologické stability) ani NATURA 2000, proto lze konstatovat, že záměr nebude mít přímý, nepřímý ani sekundární vliv na jmenované lokality. Vodní tok, řeka Oskava, je v úseku mezi obcemi Oskava a Bedřichov vyhlášena jako pstruhový rybářský revír, proto se realizace MVE dotýká zájmů Českého rybářského svazu. [1] [9]



Obr. 1.2: Mapa zobrazující detailnější situaci, umístění stávajícího mlýna, PR Rabštejn [8]

Původně se v katastrálním území obce Oskava nacházela dvě vodní díla – hamr a vodní mlýn, která mohla pracovat jak společně, tak nezávisle na sobě. Vodní hamr je od 20. – 30. let minulého století nefunkční. Vodní mlýn byl dle návrhu zápisu do vodní knihy (Obr. 1.3) zapsán jako vodní dílo v roce 1936. V současnosti je mlýn stále zachovalý i s většinou jeho vnitřního vybavení. Turbína firmy Ossberger, instalovaná ve mlýně, byla pravděpodobně využívána pouze pro ostrovní provoz. [1] [6]



Obr. 1.3: Návrh zápisu do vodní knihy (první a poslední strana)

Hlavním nedostatkem původního návrhu byla absence rybního přechodu. V rámci rekonstrukce jezu bude rybní přechod doplněn a tím se obnoví protiproudá migrace ryb. Další připomínky v rámci územního jednání se převážně týkaly vlastnických práv majitelů dotčených pozemků. [1]

2 RYBÍ PŘECHOD

Definice z TNV 75 2321:

„Migrační bariéra je profil nebo úsek vodního toku, v němž spádové, hydraulické, hydrologické, fyzikální nebo chemické parametry neumožňují bezpečnou obousměrnou migraci ryb; z technického hlediska se jedná o překážku napříč tokem v podobě vodního díla (stupeň, jez, přehrada, hráz, malá vodní elektrárna (dále jen MVE), která zabraňuje rybám v migraci proti proudu v podélném profilu vodního toku; obnovit nebo zachovat možnost protiproudové migrace je možno buď odstraněním této stavby, použitím typu stavby, který je migračně průchodný, nebo vybudováním funkčního rybiho přechodu.

Rybí přechod (RP) je stavba nebo konstrukce umožňující rybám bezpečně překonat migrační bariéru a proplout z části vodního toku (dolní vody) pod překážkou do části vodního toku (horní vody) nad překážkou (v případě poproudové migrace opačně).“ (TNV 75 2321, 2011, s. 3, 4)

2.1 Funkce rybiho přechodu

Základní funkcí je umožnit rybám a dalším vodním živočichům (např. mihulím) překonat migrační bariéru a umožnit tak jejich pohyb v podélném profilu toku. V případě nemožnosti zajištění migračních podmínek všech druhů, mají prioritu cílové druhy ryb. Zajištění prostupnosti migrační bariéry udržuje (popřípadě obnovuje) druhovou diverzitu původních druhů ichtyocenózy vodního toku. RP musí splňovat požadavky na stabilitu a spolehlivost, včetně mechanické odolnosti a zároveň v daném profilu vodního toku nesmí ohrozit bezpečnost a spolehlivost ostatních konstrukcí a zařízení a nesmí zhoršit průtokové poměry (s ohledem na průchod velkých vod) v dané lokalitě. [2] [3]

2.2 Části rybiho přechodu

Rybí přechod jde rozdělit na tři stavební části – vstup (dolní voda), těleso a výstup (horní voda) z rybiho přechodu. V případě poproudové migrace ryb je účel vstupu do RP a výstupu z RP opačný.

Mezi další součásti rybiho přechodů patří přídatný průtok (lákací proud), který je přiváděn (nejčastěji trubkou) do dolní části RP, aby byla pro ryby zvýšena atraktivnost vstupu do RP, uzávěry vstupu a výstupu, zábrany v prostoru výstupu z RP proti vniknutí splavenin (nesmí znemožňovat výstup ryb) konstrukce pro kontrolu funkčnosti RP, žebříky apod.

Rybí přechod nesmí být izolován od vodního toku a musí jím protékat voda i při minimálních průtocích. [2] [3]

2.2.1 Vstup do RP

Jedná se o dolní profil, kterým proti proudu ryby vplouvají z dolní vody do tělesa RP. Vstup nesmí být pod vlivem zpětného či vysoce turbulentního proudění. U jezových těles je vstupní profil RP obvykle umístěn při konci spádového objektu u jednoho z břehů, v případě příjezové MVE je vstup umístěn na téže břehu jako MVE co nejbližší výtoku ze savek.

Atraktivnost rybiho přechodu pro ryby je zajištěna:

- vhodným umístěním vstupu,
- rychlostí vytékajícího proudu vody, která by měla být vyšší než $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (pro lososa obecného více než $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) a zároveň vyšší než rychlost proudění ve vodním toku,
- dosahem vytékajícího proudu vody z RP do příčného profilu koryta řeky,

- plynulým přechodem nivelety dna RP a dna toku, případná výšková překážka je nutná odstranit přechodovým náběhem (sklon 1 : 1,5 až 1 : 2). [2]

2.2.2 Těleso RP

Těleso RP je část stavby ohraničena vstupem a výstupem, kde jsou umístěné prvky (přepážky, balvany, kartáče, peřeje, válce, apod.) umožňující rybám překonat výškový rozdíl mezi dolní a horní vodou. Základním požadavkem je pozvolný sklon, 1 : 15 resp. 1 : 20 a mírnější (pro kaprovité resp. lososové ryby). Výškový rozdíl mezi jednotlivými úseky (tůň, bazének) RP by neměl přesahovat 15 až 20 cm. Diferenciace proudění se zajišťuje vhodně osazenými stabilizovanými kameny a šterkem. [2]

2.2.3 Výstup z RP

Výstup z RP je při protiproudé migraci ryb označován jako horní profil, kterým ryby vyplouvají z tělesa RP do horní vody. Výstup musí být dostatečně vzdálen od koruny tělesa jezu, vtokových objektů MVE a případných rybích zábran. Optimální rychlost vody pro ryby pro opuštění RP je $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a nižší. Vhodné umístění výstupního profilu a dodržení požadované rychlosti proudění zajišťuje, že ryby jsou schopny opustit RP a nejsou proudem vodního toku strhávány pod příčnou překážku. [2]

2.3 Typy rybích přechodů

Konstrukce a zařízení pro překonání migrační bariéry lze členit do skupin se společnou charakteristikou vlastností, nebo podle stejného účelu.

Podle ekofyziologických nároků:

- RP s prostupností pro celé spektrum ichtyofauny
- RP druhově selektivní
- RP velikostně (věkově) selektivní

Podle typu tlumení energie:

- Tlumení energie v dílčích segmentech RP – bazénky a tůně
- Tlumení energie zdrsněním dna, popřípadě boků tělesa RP

Podle druhu konstrukce:

- Přírodě blízké RP
- Technické RP
- Kombinace přírodních a technických prvků
- Speciální RP [2] [3]

2.3.1 Přírodě blízké RP

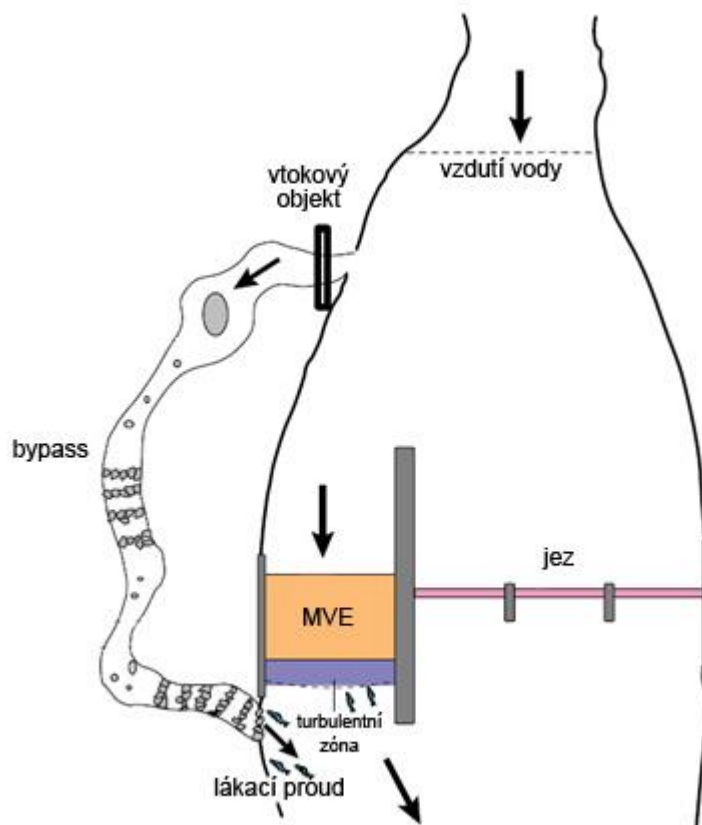
Tyto typy rybích přechodů se svým charakterem, strukturou, uspořádáním a prouděním podobají přírodním tokům. Rychlost proudu je diverzifikovaná a střídají se peřejnaté s proudivými úseky rybiho přechodu, což zajišťuje oboustrannou migraci ryb. Přírodě blízké RP svým vzhledem zapadají do okolní krajiny a jsou prioritní volbou rybiho přechodu. [2]

2.3.1.1 Obtokové koryto - bypass

Tento typ se využívá především u vysokých migračních překážek, obtokové koryto je vedeno v břehu, obchází příčnou překážku a spojuje tak podjezí s nadjezím.

Obtokové koryto má obvykle lichoběžníkový profil a k jeho stavbě se používá zejména přírodní kamenivo. Dno tělesa rybiho přechodu tvoří různorodý kamenný pohoz a jsou zde umístěné prvky, které napodobují přírodní útvary – peřejnaté úseky, tůně, balvanité prahy,

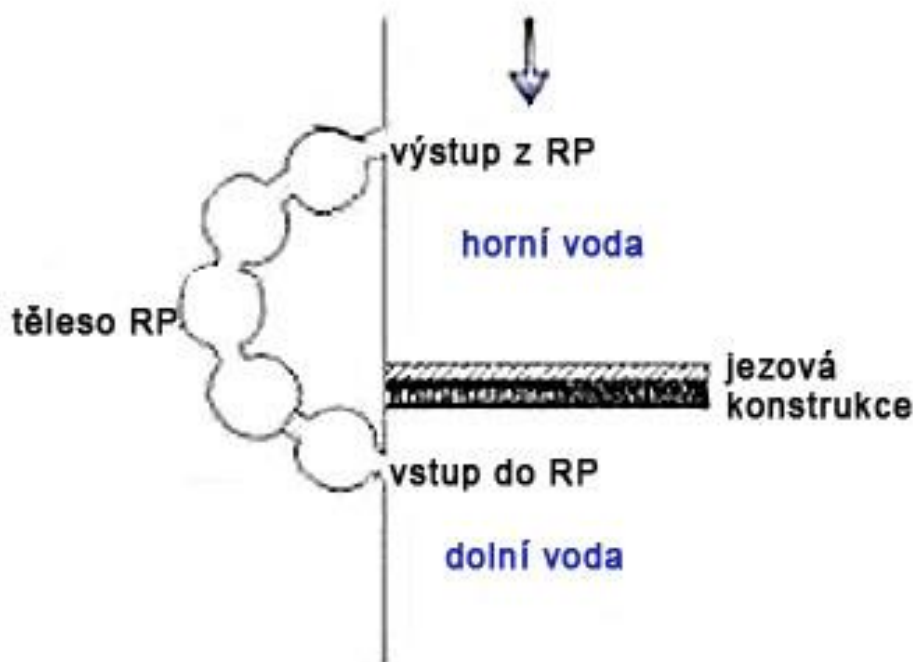
balvany, či skupiny balvanů. V případě nutnosti stabilizace dna se preferuje použití přírodních materiálů (např. kamenivo uložené na separační geotextilii) před masivním betonem. Koryto je z převážné většiny tvořeno systémem nádržek, které jsou odděleny balvanitými přepážkami s rozdílem hladin 15 – 20 cm. Ryby mezi balvany překonávají krátký proudivý úsek do výše položených nádržek, které jim poskytují úkryt a stanoviště pro odpočinek. Některé druhy ryb se v obtokovém korytě zdržují i trvale, jako potrava jim slouží bentické organismy a ryby zde také mohou nalézt vhodné podmínky pro tření. Důležitou podmínkou pro migraci větších ryb je dostatečná hloubka vody (0,5 – 0,8 m). [2] [5]



Obr. 2.1: Obtokové koryto – bypass [5]

2.3.1.2 Tůňový (bazénový) RP

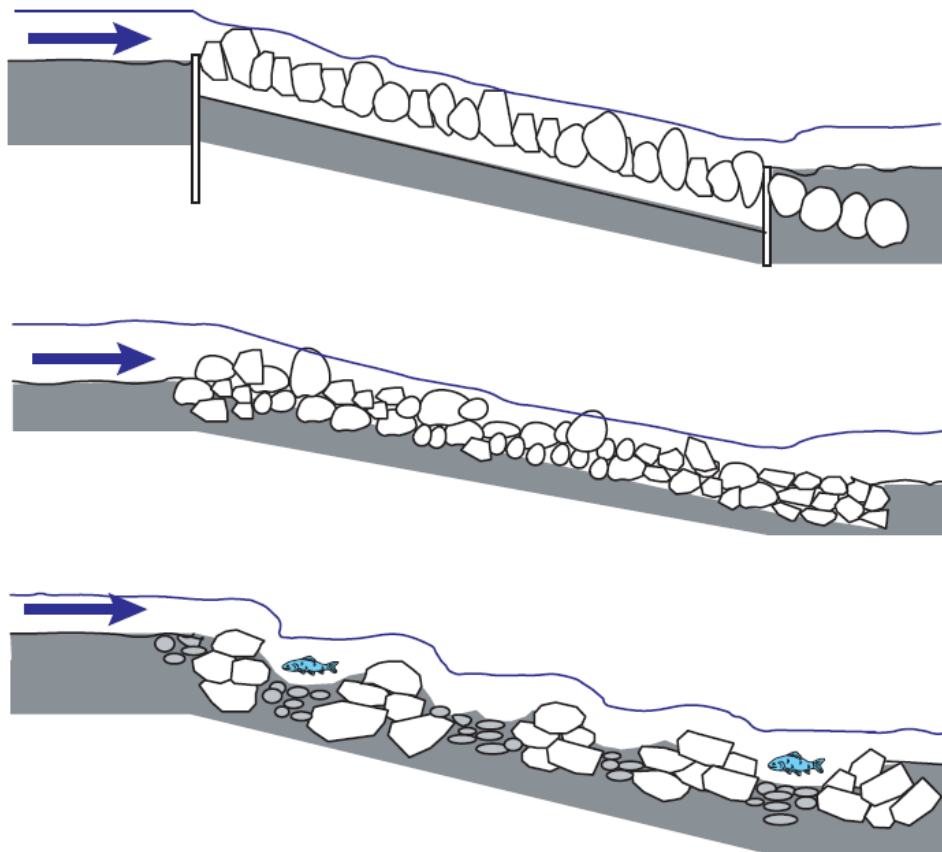
Stejně jako obtokové koryto, i tento typ rybího přechodu obchází příčnou překážku a je umístěn v břehu mimo původní vodní tok. Je tvořen řadou tůní, propojených zúženým profilem v podobě spojovacích kanálů, ve kterých jsou umístěny peřejnaté prahy nebo řady příčných přepážek z kamenů. Při návrhu a provozu tůňového rybího přechodu je nutné dodržet minimální hloubku vody 0,7 m v tůních a 0,3 m ve spojovacích kanálech. [2] [5]



Obr. 2.2: Tůňový rybí přechod [5]

2.3.1.3 Dnová peřej

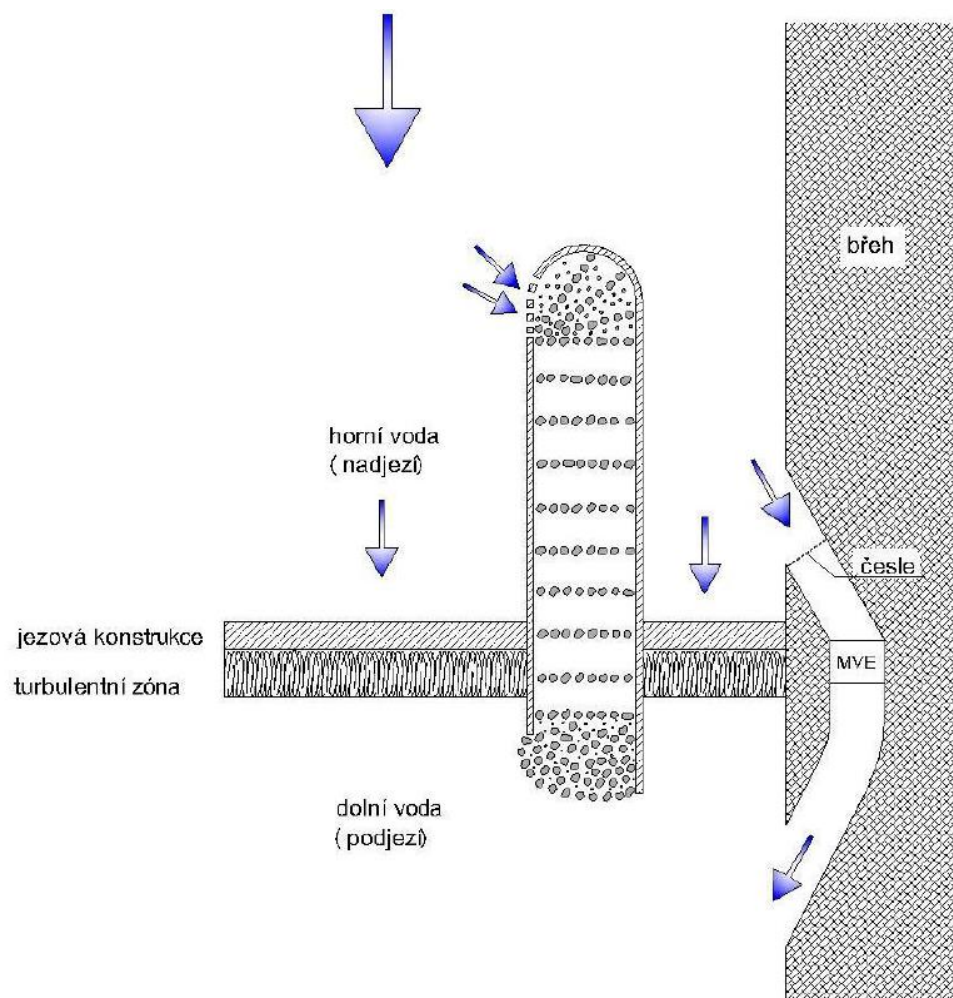
Tento rybí přechod je obvykle tvořen velkými kameny nebo balvany ukotvenými do přirozeného dna, které vytvářejí peřejnaté úseky a napomáhají tak rybám překonávat výškový rozdíl v niveletě dna. Dnové peřeje jsou charakteristické větším sklonem a menší hloubkou vody. Tento typ se využívá při nižších spádech a na menších tocích, obvykle zaujímá celou šířku vodního toku. [2] [5]



Obr. 2.3: Dnová peřej, možnosti uložení a kotvení kamenů [5]

2.3.1.4 Migrační rampa

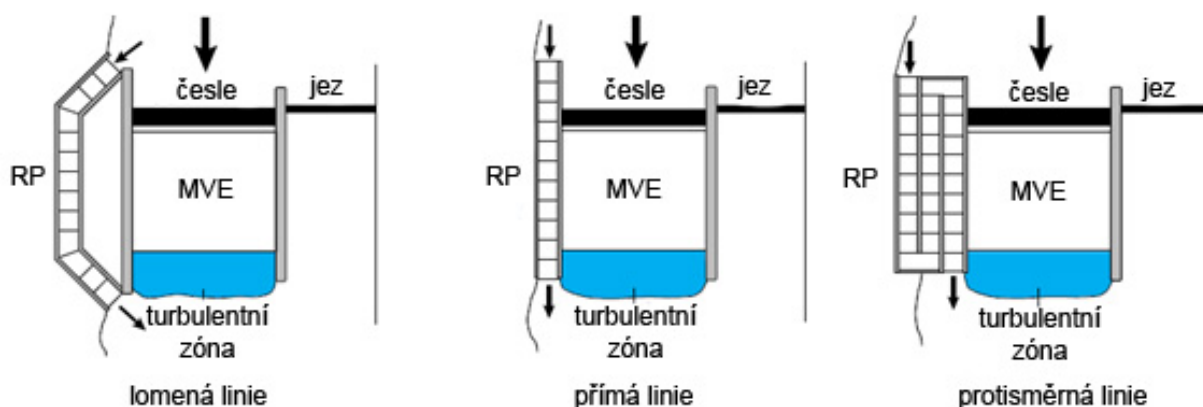
Migrační rampa je umístěna v tělese jezu, proto je obvykle tvořena betonovou konstrukcí s přepážkami z upevněných balvanů nebo větších kamenů. Dno rybího přechodu je osazeno menšími kameny. Migrační rampa může být součástí jezového tělesa, nebo její konstrukce začíná ve vývaru jezu, kolmo protíná těleso jezu betonovým žlabem a výstup se nachází v horní vodě nad jezem. Možné umístění migrační rampy je patrné z Obr. 2.4. [2] [5]



Obr. 2.4: Půdorysné schéma zobrazující umístění migrační rampy v tělese jezu [2]

2.3.2 Technické RP

Technické rybí přechody se budují převážně u vyšších migračních překážek, typické materiály jsou beton, kov, plast, či dřevo. Funkčnost RP je zajištěna dodržением hydraulických poměrů odpovídající migrační výkonnosti druhů a věkových skupin ryb, vyskytujících se na dané lokalitě. Trať může mít, dle prostorových podmínek, linii lomenou, rovnou, popřípadě opakovaně protisměrnou. [2] [5]

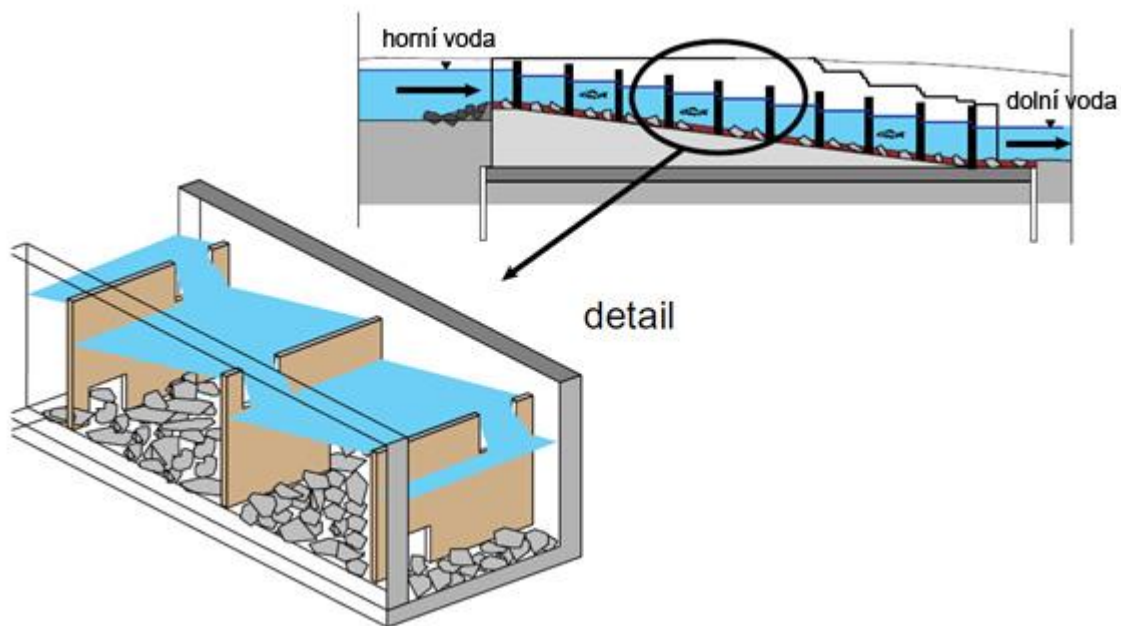


Obr. 2.5: Možné tratě technických rybích přechodů [5]

Regulace vtokového objemu vody v RP se zajišťuje úpravou šířky svislé vtokové štěrbiny nebo zvýšením dnového profilu (a kamenným záhozem), regulace průtoku pomocí částečného otevření stavidla není přípustná.

2.3.2.1 Komůrkový RP

Principem je rozdělení profilu příčkami a vytvořením tak stupňovité řady komůrek. V příčkách jsou zpravidla střídavě umístěny výřezy u hladiny nebo otvory u dna, kterými protéká voda, a propouští ryby. [2] [5]



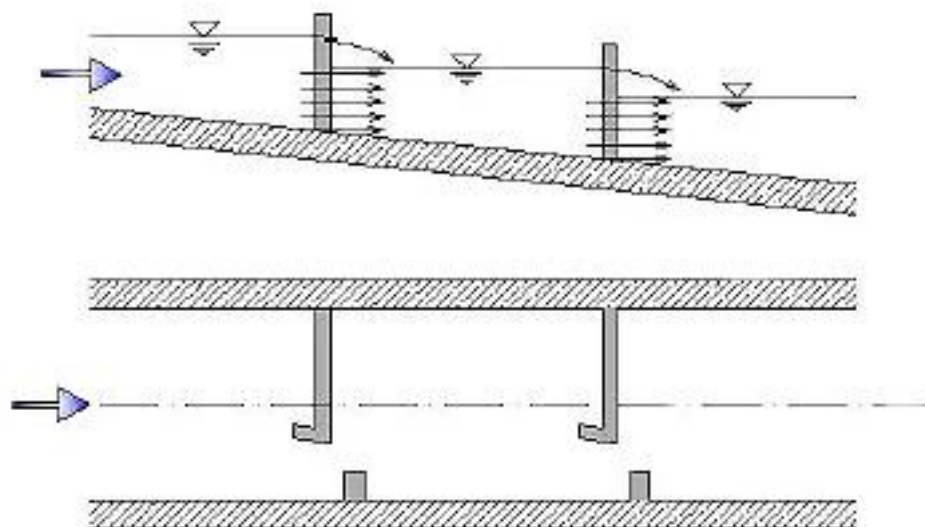
Obr. 2.6: Schéma komůrkového RP [5]

2.3.2.2 Žlabový RP

Žlabový RP je tvořen nakloněným betonovým žlabem, ve kterém jsou vytvořeny průtokové poměry umožňující migraci ryb pomocí betonových příček, balvanitých přehrádek, vláknitých struktur, nebo peřejnatých a zdrsněných úseků. Šířka koryta ve dně by neměla přesahovat 1,2 m a jeho stěny mohou být kolmé, nebo šikmé. Trasa se volí obvykle přímá, při nedostatku prostoru může být i lomená. [2]

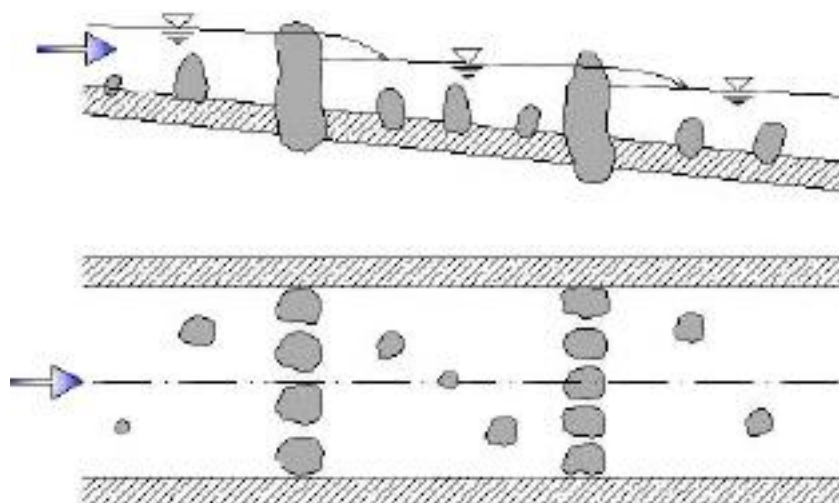
Žlabový RP může být:

- **Štěrbínový**, kde voda protéká jednou štěrbinou v příčce a dno s řídce osazenými kameny a hrubým říčním štěrčkem. Výhodou je snadná čistitelnost a ojediněle se zanáší a ucpává.



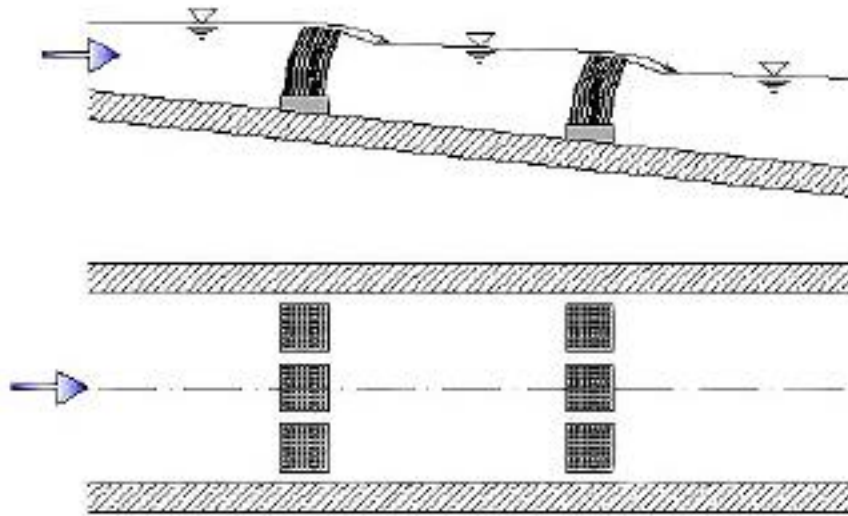
Obr. 2.7: Řez a půdorys štěrbinového RP [2]

- **S překážkami z kamenů**, které jsou uspořádány v řadě s mezery mezi kameny minimálně 10 cm a velikostí kamenů, popřípadě válců dle šířky žlabu.



Obr. 2.8: Řez a půdorys RP s překážkami z kamenů [2]

- **S kartáči**, zakotvenými ve dně, jež slouží k modifikaci proudění vody v podélném a příčném profilu tělesa RP. Kartáče jsou tvořeny elastickými pruty a je nutné jejich pravidelná kontrola a výměna (kvůli ztrátě pružnosti). [2]



Obr. 2.9: Řez a půdorys kartáčového RP [2]

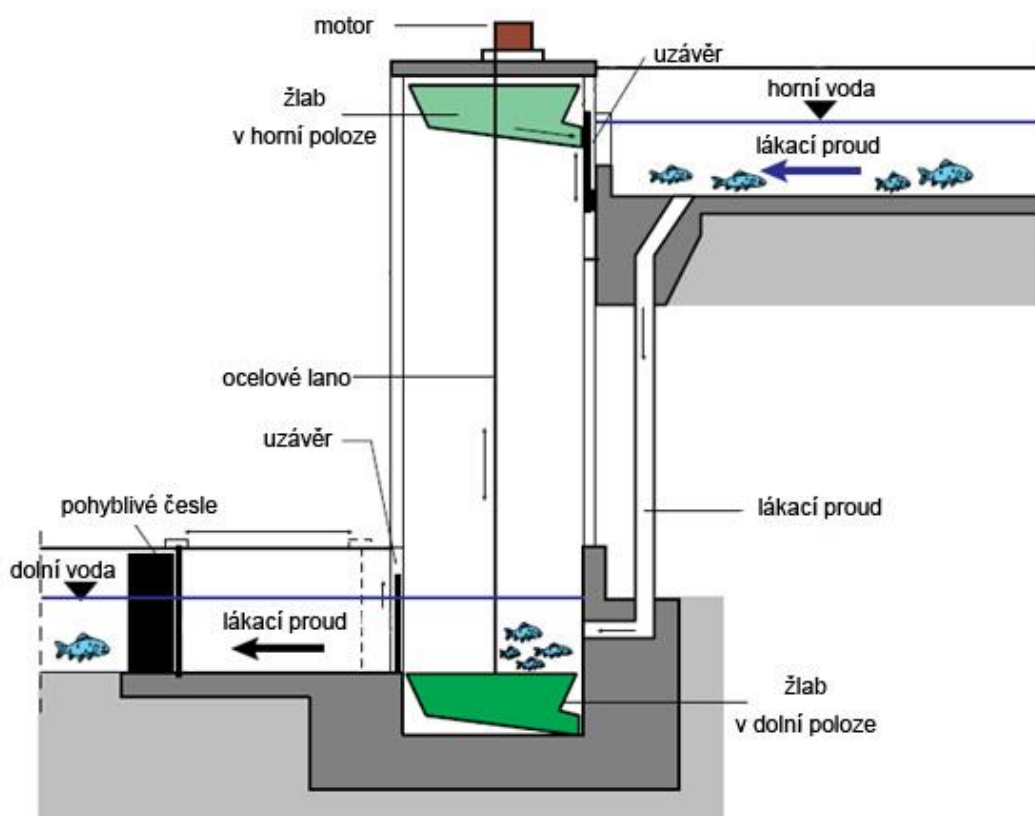
2.3.3 Kombinované RP

S ohledem na místní podmínky jsou některé rybí přechody tvořeny kombinací přírodního a technického RP.

2.3.4 Speciální RP

Při zprůchodňování vysokých migračních bariér jsou využívány speciální komory a výtahy pro ryby. Rybí výtah pracuje na stejném principu jako klasický výtah. Žlab je používán jako dopravník a je vybaven uzavíratelnou vstupní bránou. Když je žlab v dolní poloze a uzavěr otevřen, ryby v dolní vodě jsou lákacím proudem lákány nad žlab, který je po určitém časovém intervalu uzavřen. Ryby, shromážděné nad žlabem, jsou následně dopraveny do horní vody, žlab se otevře a ryby jsou jednoduše vyklopeny do vody, nebo samy vyplavou. Tento proces se následně opakuje. Provoz rybího výtahu je většinou automatický. Schématické zobrazení rybího výtahu je možné vidět na Obr. 2.10.

Výhodou rybíh výtahů je prostorová nenáročnost a překonání velkých výškových rozdílů. Kolísající hladina spodní vody zapříčiňuje problémy s výstavbou a s návrhem přiměřeného lákacího proudu. Náklady a údržba jsou mnohem vyšší než u klasických RP. [5]



Obr. 2.10: Schéma rybího výtahu [5]

Ke zlepšení migrační prostupnosti mohou být využity i některé vodní stavby se zcela odlišným účelem, jako jsou například plavební komory, či slalomové dráhy a sportovní propusti. Tyto stavby ovšem nenahrazují rybí přechody. Ke zlepšení migrační prostupnosti také přispívá balvanitý skluz, který může umožňovat migraci ryb a dalších na vodu vázaných živočichů. Skluzy se budují zejména v lososových vodách. [2] [5]

3 NÁVRH RYBÍHO PŘECHODU

Základním podkladem pro návrh, přípravu a zprůchodnění migrační bariéry je znalost druhové skladby ichtyofauny daného vodního toku, popřípadě vymezení cílových druhů ryb a hydrologické údaje lokality.

3.1 Podklady

3.1.1 Hydrologické údaje

Základní hydrologické údaje, pro profil: silnice Oskava-Bedřichov, most ev.č. 37010-8, k.ú. Bedřichov, poskytnuté ostravskou pobočkou Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), a které byly následně zpracované v bakalářské práci Obnova vodního díla na řece Oskava v lokalitě Oskava z roku 2017, jsou uvedeny níže (Tab. 3.1, Tab. 3.2). [6]

- Celková plocha povodí k danému profilu 37,5 km²
- Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P_a 896 mm
- Dlouhodobý průměrný průtok Q_a 0,457 m³·s⁻¹

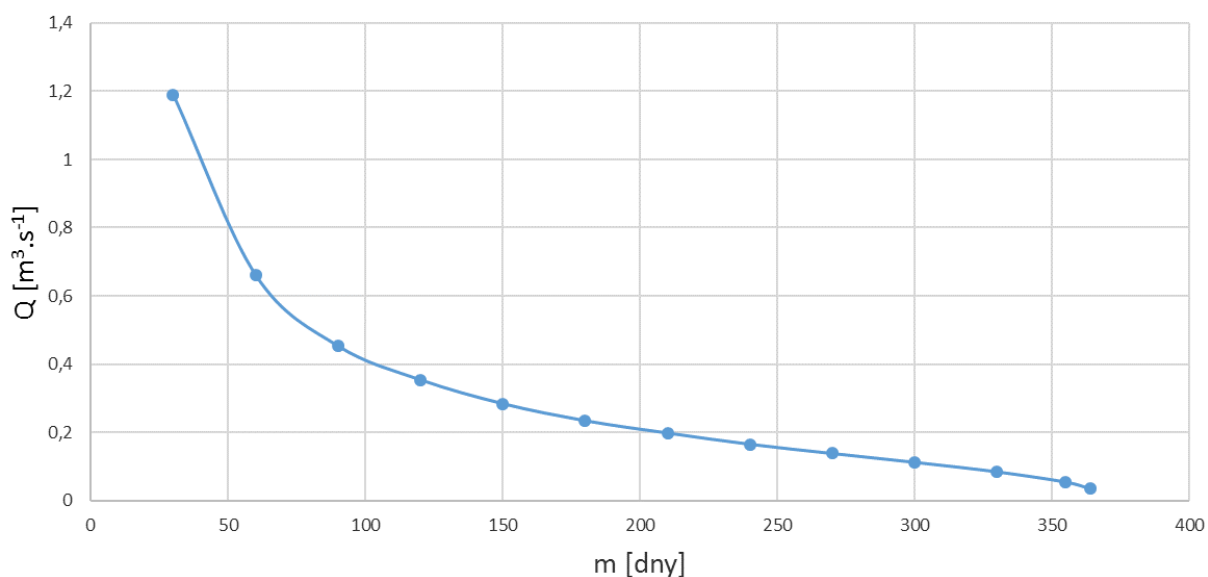
Tab. 3.1: N-leté průtoky Q_n [6]

N [roky]	1	2	5	10	20	50	100	Třída
Q [m ³ ·s ⁻¹]	7,44	11,80	18,50	24,10	30,10	38,80	45,90	III

Tab. 3.2: m-denní průtoky Q_m [6]

m [dny]	30	60	90	120	150	180	210
Q [m ³ ·s ⁻¹]	1,190	0,661	0,453	0,354	0,284	0,234	0,198
m [dny]	240	270	300	330	355	364	Třída
Q [m ³ ·s ⁻¹]	0,165	0,138	0,112	0,084	0,054	0,034	III

Čára překročení m-denních průtoků



Graf 3.1: Čára překročení m-denních průtoků [6]

Minimální zůstatkový průtok Q_{MZP} byl stanoven dle Metodického pokynu ke stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků ve vodních tocích, vydaného odborem ochrany vod Ministerstva životního prostředí České republiky. [10]

$$Q_{MZP} = 0,069 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

3.1.2 Rybí osídlení

Daný úsek toku řeky Oskavy je Českým rybářským svazem (ČRS) vyhlášen jako pstruhový rybářský revír (473 072 OSKAVA 4). Na lokalitě je také zaznamenán výskyt vranky pruhoploutvé (*Cottus poecilopus*), jejíž výskyt je na území České republiky zaznamenán pouze v povodí řeky Moravy a Odry a to převážně v menších potocích v lesnatých oblastech. V analýze výskytu vranky pruhoploutvé z roku 2008 byl druh zjištěn přibližně v sedmdesáti lokalitách. Posuzováno striktně podle počtu zjištěných lokalit by tento druh ani neměl být řazen mezi vzácné ryby. [9] [11]

3.2 Hydraulický výpočet - teorie

Pro hydraulický výpočet průtoků v rybím přechodu, stejně jako v horských bystřinách je doporučován postup uvedený v DVWK – Merkblatt 220/1991.

Základním vztahem je rovnice kontinuity:

$$Q = v \cdot S \quad (3.1)$$

Střední profilová rychlost proudění v otevřeném korytě je počítána podle vztahu:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\lambda_{ges}}} \cdot \sqrt{8gRi} \quad (3.2)$$

Ztrátový součinitel λ lze vyjádřit ze vztahu pro koryta s drsným dnem:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{k_s}{14,84R} \quad (3.3)$$

Kde Q průtok

v střední profilová rychlost

S průtočná plocha

R hydraulický poloměr, $R = \frac{S}{O}$

O omočený obvod

i podélný sklon

g tíhové zrychlení

λ ztrátový součinitel

k_s ekvivalentní drsnost (rozsah platnosti $k_s < 0,45 R$; $k_s > 0$)

V oblasti, kde jsou osazeny kameny, dochází ke zvýšení hloubky a snížení rychlosti, proto se používá jiný hydraulický výpočet. Odpor od příčných kamenů proti proudění převažuje vliv drsnosti dna, proto je součinitel odporu počítán podle:

$$\lambda_{ges} = \frac{\lambda_s + \lambda \cdot (1 - \varepsilon_0)}{(1 - \varepsilon_v)} \quad (3.4)$$

Kde ε_v poměr objemů, $\varepsilon_v = \frac{\sum V_k}{V_{ges}}$
 V objem ponořené části příčných kamenů
 V_{ges} celkový objem
 ε_0 poměr ploch, $\varepsilon_0 = \frac{\sum S_k}{S_{0,ges}}$
 S_k půdorysná plocha příčných kamenů
 $S_{0,ges}$ celková půdorysná plocha
 λ_s ztrátový součinitel příčného kamene, $\lambda_s = 4c_w \frac{\sum S_k}{S_{0,ges}}$
 c_w součinitel tvarového odporu, $c_w \approx 1,5$
 S_s obtékaná plocha příčného kamene, $S_s = d_s \cdot h$

Pro hloubku h je doporučeno vycházet ze střední hloubky vody, v případě, že je kámen přeléván vodním proudem, uvažuje se výška kamene. Součinitel odporu dna λ je ve srovnání se součinitelem odporu příčných kamenů λ_s nepatrný.

Maximální rychlost proudu vody v nejužších místech mezi kameny pro průchodnost ryb lze stanovit rovnicí:

$$v_{max} = \frac{v}{1 - \frac{\sum S_s}{S_{ges}}} \quad (3.5)$$

Kde S_{ges} nezastavěný průtočný profil
 $\sum S_s$ součet ploch příčných kamenů v extrémně úzkém příčném profilu

Spády, odstupy a rozměry (především průměry) kamenů by měly být navrženy tak, aby se proudnice držela uprostřed toku, výraznější odchýlení je přípustné pouze v místech největšího zúžení mezi jednotlivými kameny. [4]

3.3 Návrhové parametry RP a jejich ověření

Průtok vody v RP přechodu se stanovuje v poměru k průtoku vody ve vlastním říčním profilu. Optimální průtoky v RP:

- 1 % až 5 % z aktuálního celkového průtoku v řece během reprodukčních migrací (větší vodní toky s $Q_{330} > 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$);
- 5 % až 10 % z průměrného průtoku v řece (menší vodní toky);
- průtok Q_{355} [2]

3.3.1 Návrhové parametry

Rybí přechod:

- Tvar koryta obdélník
- Návrhový průtok $Q = 0,065 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- Podélný sklon $i = 3,33 \%$
- Šířka dna žlabu $b = 0,75 \text{ m}$
- Návrhová hloubka vody $h = 0,15 \text{ m}$

Kameny:

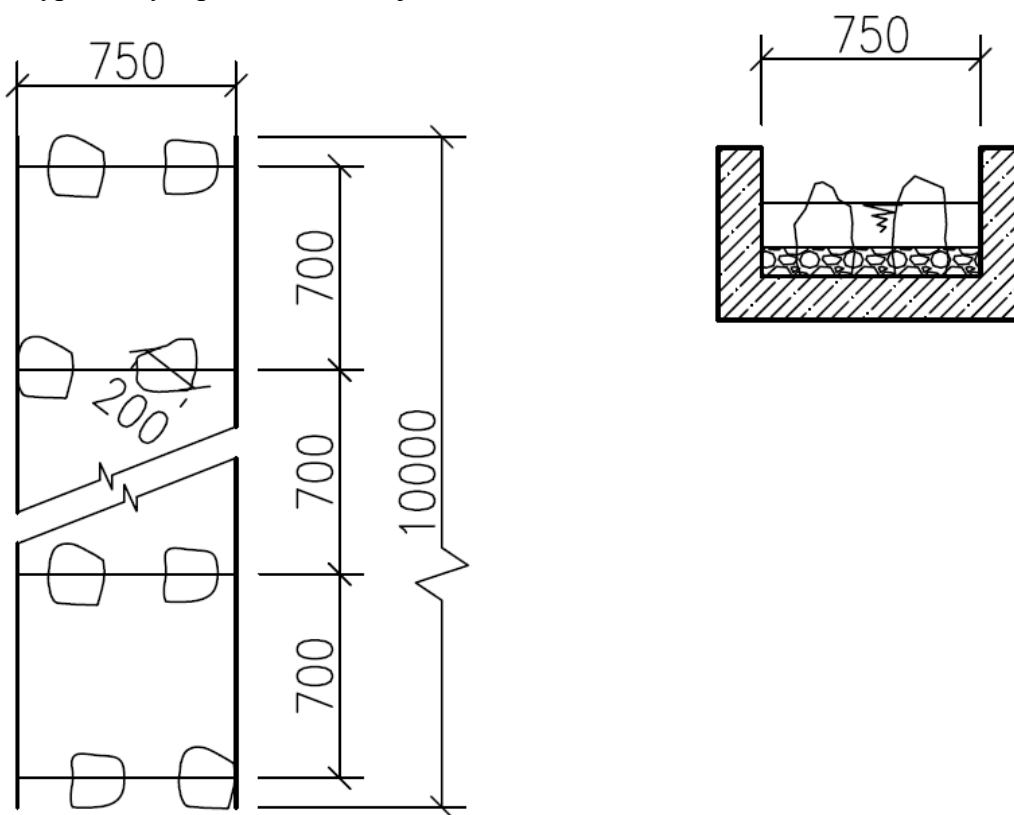
- Střední zrno kamenů $d_e = 0,2 \text{ m}$
- Koef. tvarového odporu $c_w = 1,5$
- Drsnost kamenů $k_s = 0,12$
- Obtékaná plocha kamenů $S_s = d_e \cdot h = 0,2 \cdot 0,15 = 0,03 \text{ m}^2$

Hydraulické parametry žlabu RP:

- Průtočná plocha $S = h \cdot b = 0,15 \cdot 0,75 = 0,113 \text{ m}^2$
- Omočený obvod $O = b + 2h = 0,75 + 2 \cdot 0,15 = 1,05 \text{ m}$
- Hydraulický poloměr $R = S/O = 0,113/1,05 = 0,107 \text{ m}$

3.3.2 Ověření

Pro výpočet bylo použito následující schéma (Obr. 3.1):



Obr. 3.1: Schéma pro výpočet RP

- Poměr objemů:

$$\varepsilon_v = \frac{\sum V_k}{V_{ges}} = \frac{28 \cdot \pi \cdot \frac{d_e^2}{4} \cdot h}{l \cdot S} = \frac{28 \cdot \pi \cdot \frac{0,2^2}{4} \cdot 0,15}{10 \cdot 0,113} = 0,117$$

- **Poměr ploch:**

$$\varepsilon_0 = \frac{\sum S_k}{S_{0,ges}} = \frac{28 \cdot \pi \cdot \frac{d_e^2}{4}}{l \cdot b} = \frac{28 \cdot \pi \cdot \frac{0,2^2}{4}}{10 \cdot 0,75} = 0,838$$

- **Koeficient odporu dna:**

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{k_s}{R} = -2 \log \frac{0,12}{14,84} = 2,24 \rightarrow \lambda = 0,20$$

- **Koeficient odporu příčných kamenů:**

$$\lambda_s = 4c_w \frac{\sum S_s}{S_{0,ges}} = 4 \cdot 1,5 \cdot 0,838 = 0,50$$

- **Celkový součinitel odporu:**

$$\lambda_{ges} = \frac{\lambda_s + \lambda \cdot (1 - \varepsilon_0)}{(1 - \varepsilon_v)} = \frac{0,50 + 0,20 \cdot (1 - 0,838)}{(1 - 0,117)} = 0,78$$

- **Střední profilová rychlost:**

$$v = \frac{1}{\sqrt{\lambda_{ges}}} \cdot \sqrt{8gRi} = \frac{1}{\sqrt{0,78}} \cdot \sqrt{8 \cdot 9,81 \cdot 0,18 \cdot 0,033} = 0,60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

- **Průtok:**

$$Q = v \cdot S = 0,60 \cdot 0,113 = 0,068 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

- **Maximální rychlost proudění:**

$$v_{max} = \frac{v}{1 - \frac{\sum S_s}{S}} = \frac{0,60}{1 - \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 0,15}{0,113}} = 1,29 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{max} < v_{zul} = 2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

- **Froudovo číslo v nezastavěném profilu:**

$$Fr^2 = \frac{v^2 \cdot b}{g \cdot S} = \frac{0,60^2 \cdot 0,75}{9,81 \cdot 0,113} = 0,25 \rightarrow Fr = 0,50$$

$0,52 < 1$ jedná se o říční proudění

- **Froudovo číslo pro nejužší profil:**

$$Fr_e^2 = \frac{v_{max}^2 \cdot b_e}{g \cdot S_e} = \frac{1,29^2 \cdot (0,75 - 2 \cdot 0,2)}{9,81 \cdot (0,113 - 2 \cdot 0,03)} = 1,13 \rightarrow Fr_e = 1,06$$

1,03 > 1 nejedná se o říční proudění, ale protože $Fr_e < 1,7$, nevytvoří se v místě zúžení pulsující průtok

3.4 Konstrukční návrh

Navrhovaný rybí přechod je situován u levé boční opěrné zdi (viz výkres č. 3). Sklon RP bude mírný, 1 : 30, což odpovídá 3,33 %. Při uvažovaném rozdílu hladin horní a dolní vody 1,6 metru, délka migrační rampy je minimálně 48 metrů. Konstrukčně je rybí rampa navržena jako betonový žlab, jež bude spřažen s betonovou deskou stávajícího vývaru pomocí ocelových trnů, vložených do vrtů v této desce. Levá stěna RP bude tvořena stávající opěrnou zdí, zatímco pravá stěna bude nově postavena a mírně převyšovat hladinu při návrhovém průtoku v rybím přechodu.

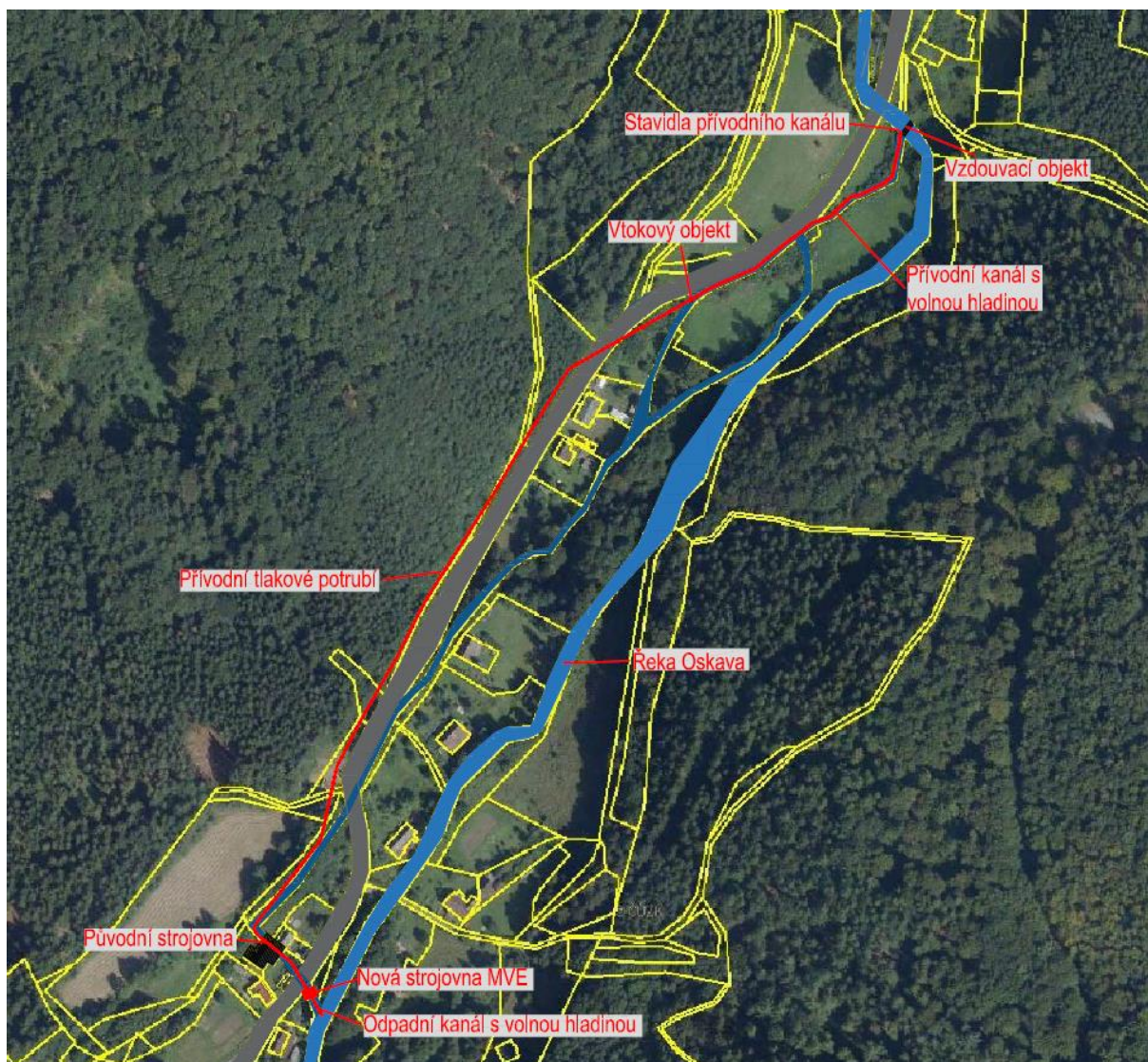
Rampa je navržena obdélníkového profilu o šířce dna 75 cm a hloubce vody 15 cm, bude osazena kameny o průměru 20 cm ukotvených po dvojicích do dna žlabu. Tyto balvany, tvořící přepážky, budou umístěny ve vzdálenosti 70 cm od sebe. Dno bude tvořeno 10 cm kamenito-štěrkovitým pokryvem, který bude cementovou maltou spojen s betonovou spodní stavbou, aby nedocházelo k odpalování materiálu. Balvany a štěrkovitý substrát tvoří hydraulický odpor a zajišťují, aby se proudění v rybím přechodu co nejvíce blížilo proudění v přírodním korytě. Dnový substrát navíc zvyšuje drsnost dna a zpomaluje proudění u dna - s ohledem na vranku, která většinu svého života tráví pod kameny (bentický druh ryby). Předpokládaný průtok RP je $68 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. V případě, že by průtoky v řece poklesly na úroveň Q_{355} , průtok rybím přechodem začne prázdnit jezovou zdrž.

Vtok rybí rampy bude vybaven ocelovými stavidlovými drážkami a tak bude možné rybí přechod shora ručně zahradit deskou nebo hradidly. Toto hrazení je možné využít při potřebě vyčistit rybí rampu.

Umístění rybího přechodu v jezovém tělese a jeho předpokládaná trasa je vidět na výkresu č. 2.

4 PŮVODNÍ NÁVRH MVE

Odebíraná voda z jezové zdrže bude nejprve vedena stávajícím přívodním kanálem s volnou hladinou, hrazeným stavidlem, do nově postaveného vtokového objektu. Dále pak bude vedena novým tlakovým potrubím, umístěným podél silnice, procházejícím mlýnem a ukončeným v nové samostatně stojící strojovně. V původním návrhu byla strojovna navržena na opačné straně komunikace, než je mlýn a umístěna z části pod úrovní terénu z důvodu odhlučnění. Původní návrh na umístění je vidět na Obr. 4.1



Obr. 4.1: Celková situace původního návrhu [6]

Dále byla provedena studie o vhodnosti technologického vybavení MVE. Porovnáním třech variant (viz Tab. 4.1) – 1 Bánki turbína, 2 Bánki turbíny a 1 Kaplanova turbína, bylo vybráno řešení s dvěma různými Bánki turbínami. Výpočet návratnosti pro jednotlivé varianty je uveden v kapitole Přílohy. Doba návratnosti je počítána pouze z nákladů na technologii bez započítání ostatních nákladů - na stavbu, stavebních prací, výkopových prací, přívodního potrubí atd., které byly uvažovány pro dané varianty podobné. [6]

Tab. 4.1: Porovnání 3 variant možného technologického vybavení MVE [6]

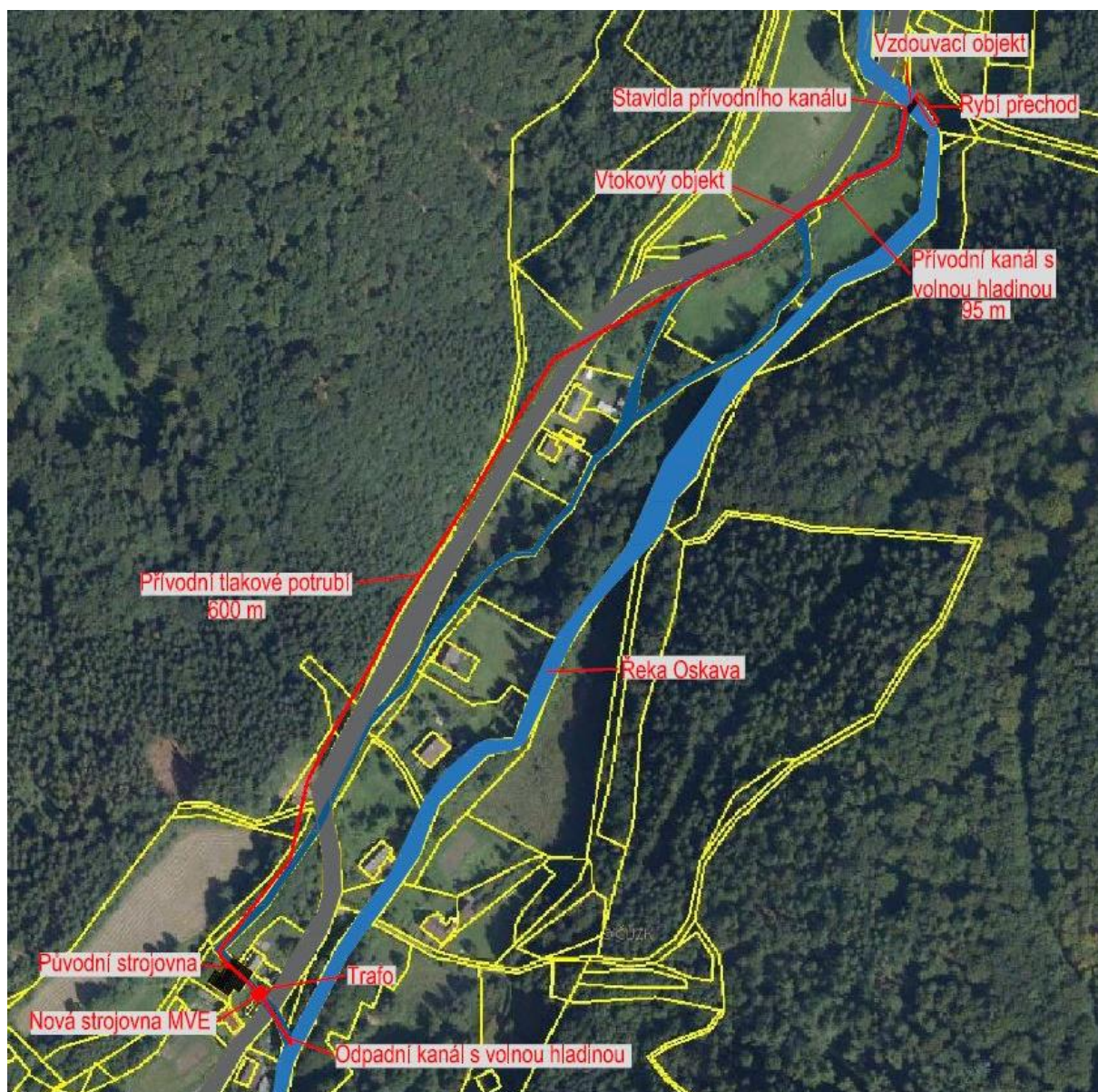
Varianta	1 Bánki turbína	2 Bánki turbíny		1 Kaplanova turbína
Typ turbíny	Bánki B600/300	Bánki B600/300	Bánki B340/340	K333
Max. hlnost	0,55 m ³ ·s ⁻¹	0,92 m ³ ·s ⁻¹		0,72 m ³ ·s ⁻¹
Min. hlnost	0,110 m ³ ·s ⁻¹	0,074 m ³ ·s ⁻¹		0,170 m ³ ·s ⁻¹
Max. výkon	56,49 kW	94,33 kW		91,90 kW
Roční výroba (teoretická)	131,4 (164,2) MWh	184,3 (230,3) MWh		182,1 (227,6) MWh
Náklady (pouze technologie)	2,4 mil Kč	4,2 mil Kč		4,5 mil Kč
Návratnost	8 let	9 let		10 let

Varianta s 1 Bánki turbínou B600/300 vykazuje nejkratší dobu návratnosti, přesto i přes vyšší náklady na 2 turbíny, byla vybrána varianta na osazení 2 různých turbín – B600/300 a B340/340. To zajistí pokrytí většího rozsahu průtoků a tím i optimální využití hydroenergetického potenciálu lokality. Doba návratnosti vybrané varianty je pouze o 1 rok delší, z dlouhodobého hlediska je proto tato varianta výnosnější.

5 NOVÝ NÁVRH MVE

Malá vodní elektrárna – Kauerův mlýn využívá umělého vedení vody mimo vodní tok a nevyužívá nadjezí k akumulaci vody, proto se dá klasifikovat jako derivační průtočná MVE. Vyrobená elektrická energie bude dodávána do sítě, neuvažuje se ostrovní provoz.

Vzhledem k návrhům a námítkám účastníků územního řízení bylo oproti původnímu návrhu změněno umístění strojovny a vtokového objektu. Nově byl do projektu zpracován rybí přechod. Situace nového návrhu je patrná z Obr. 5.1 a výkresu č. 1.

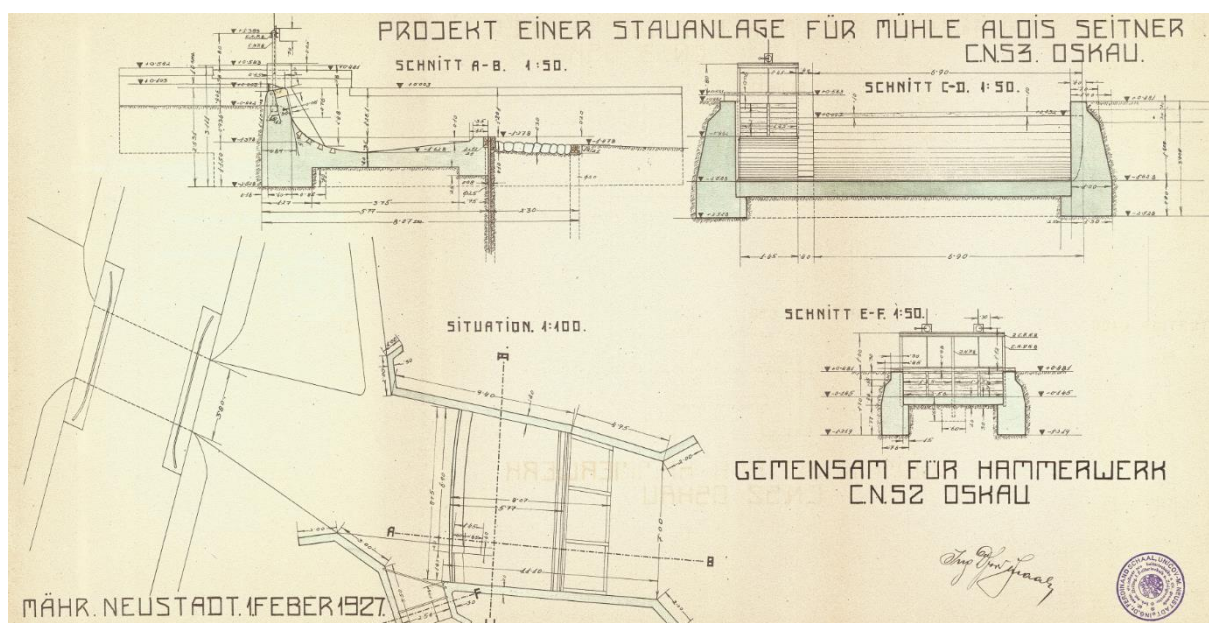


Obr. 5.1: Situace nového návrhu (přidán RP, nové umístění strojovny MVE a vtokového objektu)

5.1 Rekonstrukce jezu

Vzdutí vody a stabilizaci koryta řeky zajišťoval jez, jehož horní stavba byla při rekonstrukci silničního mostu ubourána. Stávající železobetonové těleso je velmi dobře zachovalé, je potřeba spodní stavbu vyčistit od sedimentů a splavenin. V rámci realizace MVE je uvažováno s výstavbou ocelové klapky o délce 4,8 m a hradící výšce 0,6 m (viz výkres č. 3).

Původní šterková propust bude vybavena jednoduchým stavidlem s dřevěnou hradicí deskou, se světlou hrazenou šířkou 1,2 m a čistou hrazenou výškou 1,2 m. Deska bude ručně pohybována pomocí dvojice cévových tyčí poháněných šnekovými převody.



Obr. 5.2: Výkres původního jezu

5.2 Přívodní otevřený kanál

Stejně jako v původním návrhu bude voda z jezové zdrže vedena přívodním kanálem s volnou hladinou, který vede podél komunikace. Koryto bude vyčištěno a vtok do přívodního kanálu bude opatřen novými stavidly. Délka kanálu je 95 m.

5.3 Vtokový objekt

Železobetonový vtokový objekt je nově navržen v místě vtoku původního jalového kanálu, oproti dřívějšímu návrhu v místě již nefungujícího vodního hamru.

Hlavním účelem objektu je převedení vody z otevřeného přívodního kanálu do potrubí, které dopraví vodu do strojovny MVE. Vtokový objekt bude vybaven stavidlem s dřevěnou hradicí deskou s elektromechanickým pohonem a jemnými česlemi v šikmém uspořádání pod úhlem 70° a světlostí česlic 40 mm. K odstranění nečistot zachycených česlemi slouží čistící stroj. Dalším účelem vtokového objektu je právě ochrana tohoto čistícího stroje.

Vtokový objekt je jednopodlažní stavba se sedlovou střechou, jehož půdorys je obdélníkového tvaru o rozměrech 7,19 x 3,5 m pro nadzemní část a 10,75 x 3,5 m pro podzemní část stavby. Výška stavby je 5,0 m nad stávajícím terénem (+392,95 m n. m.) a hloubka stavby 5,2 m. (Viz výkres č. 5).

5.4 Trubní přivaděč

Přívodní potrubí nahradí zbývající část otevřeného mlýnského přívodního kanálu. Přivaděč je z vtokového objektu veden podél komunikace, v původní trase náhonu, avšak v místě bývalého vodního hamru, kde se přívodní kanál vzdaloval od silnice, bude trubní přivaděč veden stále podél komunikace a následně protlakem pod silnicí na pozemky spadající pod Lesy ČR. Orgán státní správy lesů již vydal souhlas s umístěním stavby na pozemcích určených k plnění funkcí lesa. Dále bude potrubí vedeno původními vodními kanály v suterénu mlýna až do nově

postavené strojovny MVE, kde bude rozděleno kalhotovým kusem na dvě potrubí přivádějící vodu k turbínám. Tyto větve budou opatřeny uzávěry – klapkami a nátokovými kusy, minimální délky 1 m, měnicí kruhový na obdélníkový profil.

Trubní přivaděč je navržen ocelový, kruhového profilu o jmenné světlosti 800 mm. Potrubí bude v celé své délce, zhruba 600 m, tlakové a uložené v hloubkách 0,8 – 1,67 m pod terénem. (Viz výkres č. 6).

5.5 Strojovna

Jedná se o novou stavbu, jelikož kvůli nedostatku prostoru není osazení dvou turbín ve mlýně možné. Nová strojovna je umístěna na stejném pozemku jako stávající mlýn (nové umístění oproti původnímu návrhu) ve vzdálenosti 7,02 – 9,31 m od budovy mlýna a 3,59 – 1,18 m od komunikace.

Strojovna je navržena jako podzemní stavba železobetonové konstrukce, obdélníkového půdorysu o rozměrech 5,40 x 7,36 m. Nad stávající terén (+380,40 m n. m.) vystupuje pouze vstupní část a to do výšky 2,4 m. Osazením turbín pod terénem zajišťuje odhlučnění stavby. (Viz výkresy č. 7a, 7b)

5.5.1 Turbína

Pro maximální využití hydroenergetického potenciálu lokality a přijatelnému ekonomickému zhodnocení (výsledek studie v BP) bude ve strojovně instalována dvojice Bánkiho turbín z výrobního programu firmy P&S. [6]

Větší turbína s označením B600/300, která je konstrukčně uzpůsobena pro spády do 20 m má průměr oběžného kola 600 mm a délku rotoru 300 mm. Menší turbína B340/340 má průměr oběžného kola i délku rotoru 340 mm a je vhodná pro spády až 40 m.



Obr. 5.3: Příklad instalovaných Bánki turbín firmy P&S

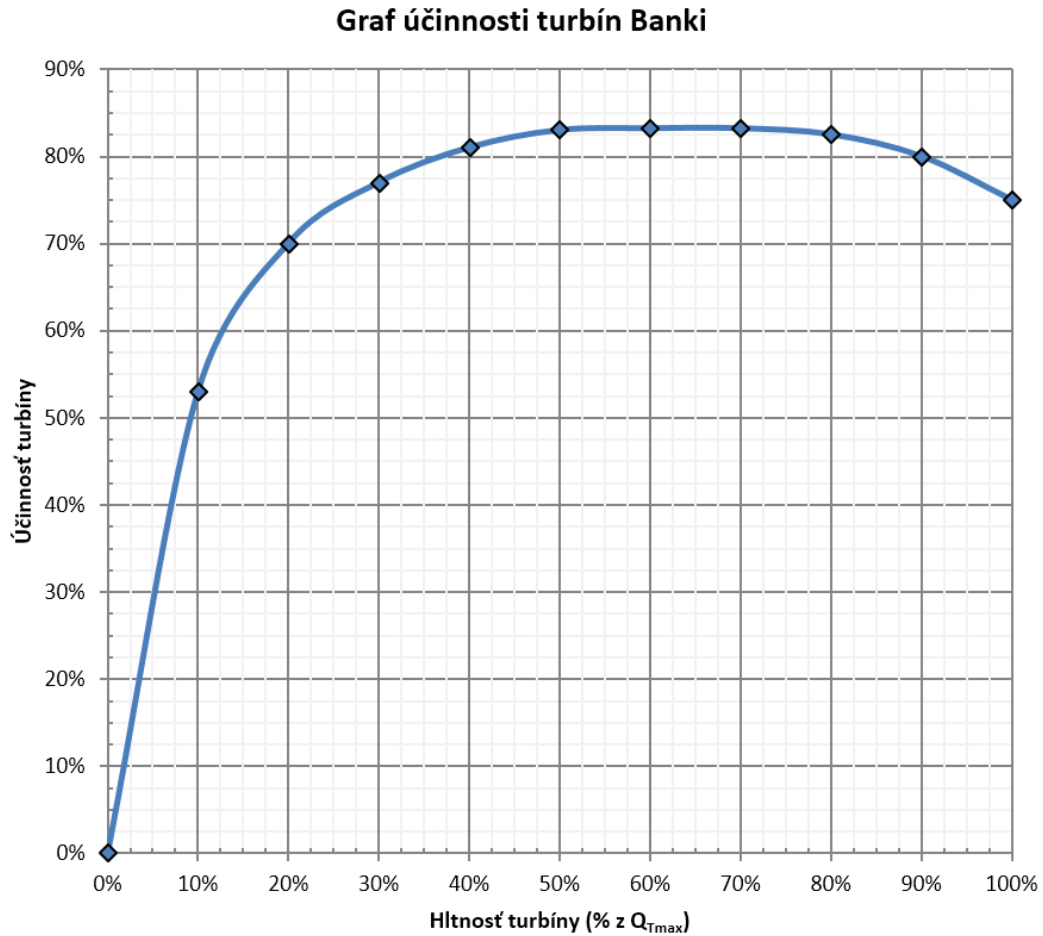
Hydraulický systém obou turbín (hydraulický agregát, hydraulické rozvody a hydraulický válec segmentu) umožňuje plynulou regulaci hlnosti turbín v rozsahu 20 – 100 % maximálního průtoku dané turbíny. Údaje o stupni otevření turbíny jsou zobrazované na dotykovém displeji s přesností $\pm 0,5$ %. Segmentový uzávěr zároveň slouží i jako rychlouzávěr při výpadku elektrické energie. Pro výrobní řadu B600 se automatické uzavření segmentu řeší pomocí akumulátoru tlaku na hydraulickém agregátu, zatímco u řady B340 lze zavření řešit pomocí závaží. Základní parametry turbín jsou uvedeny v Tab. 5.1.

Tab. 5.1: Navrhované parametry technologického zařízení

		TG 1	TG 2	MVE
Návrhový hrubý spád	[m]	16,61	16,61	16,61
Návrhový čistý spád	[m]	15,26	15,26	15,26
Typ turbíny		Bánki	Bánki	
Průměr oběžného kola	[mm]	600	340	
Délka rotoru	[mm]	300	340	
Otáčky turbíny	[min ⁻¹]	281	672	
Maximální hlnost turbíny	[m ³ .s ⁻¹]	0,57	0,39	0,96
Minimální hlnost turbíny	[m ³ .s ⁻¹]	0,115	0,077	0,077
Maximální výkon turbíny	[kW]	64,5	43,2	107,7

Viz kapitola 5.7 - Výpočty.

Výrobce uvedená optimální hlnost turbín je 45 – 85 % z maximálního průtoku turbínou. Účinnost turbíny v tomto rozmezí průtoků dosahuje 82 – 83 %, zatímco při maximální hlnosti 75 % a při minimální hlnosti pouze 70 %.



Graf 5.1: Výrobní charakteristika Bánki turbíny od firmy P&S

Účinnost řemenového převodu a generátoru je dána celkovým zatížením. Obvykle se uvažuje 92 - 93% účinnost řemenového převodu a 93 - 94% účinnost generátoru.

5.6 Odpadní kanál

Bude zachován původní odpadní kanál, který bude vyčištěn a jehož svahy budou zpevněny kamennou rovnatinou. (Viz výkres č. 8).

5.7 Výpočty

5.7.1 Ztráty na přivaděči

délka přivaděče	$L = 600 \text{ m}$
průměr potrubí	$D = 800 \text{ mm}$
návrhový průtok	$Q = 0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
drsnost stěny potrubí	$\Delta = 0,1 \text{ mm}$
viskozita vody při 10 °C	$\nu = 1,3101 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

Ztráty na přívodním potrubí jsou počítány podle vztahu:

$$Z = Z_t + Z_m = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \sum \xi \right) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Součinitel tření λ je určen podle Colebrook-Whiteovi rovnice a jejího grafického vyjádření – Moodyho diagramu. Dle výsledků výpočtu místních ztrát a ztrát třením z původního návrhu, lze potrubí uvažovat za hydraulicky dlouhé a místní ztráty zanedbatelné. [6]

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0,8}{\pi \cdot \left(\frac{0,8}{2}\right)^2} = 1,59 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{\Delta}{D} = \frac{0,1}{800} = 0,000125$$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1,59 \cdot 0,8}{1,3101 \cdot 10^{-6}} = 9,72 \cdot 10^5$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{\Delta}{3,7 \cdot D} \right) \xrightarrow{\text{řešitel excel}} \lambda = 0,014$$

$$Z = Z_t = \lambda \cdot \frac{600}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,014 \cdot \frac{600}{0,8} \cdot \frac{1,59^2}{2 \cdot 9,81} = 1,35 \text{ m}$$

Zanedbáním místních ztrát, ztráty na přivaděči při návrhovém průtoku $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ jsou 1,35 m.

5.7.2 Určení spádu

Hrubý spád H_{brutto} je rozdíl kóty horní a dolní vody. Dle geodetického zaměření se stávající dno jezové zdrže nachází na kótě 391,79 m n. m., při hradící výšce klapky 0,6 m, hydrostatická hladina horní vody je 392,39 m n. m. Hladina dolní vody na kótě 375,78 m n. m. Čistý spád Odečtením ztrát na tlakovém přivaděči od hrubého spádu je určen čistý spád H_{netto} .

$$H_{\text{brutto}} = 392,39 - 375,78 = 16,61 \text{ m}$$

$$H_{\text{netto}} = 16,61 - 1,35 = 15,42 \text{ m při návrhovém průtoku } 0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}.$$

5.7.3 Parametry turbín

Základní parametry turbín byly určeny podle výpočtových vztahů poskytnutých výrobcem.

- **Bánki B600/300**

- **Max. a min. hltnost turbíny $Q_{T\text{max}}, Q_{T\text{min}}$:**

$$Q_{T\text{max}} = 0,49 \cdot B \cdot \sqrt{H_{\text{netto}}} = 0,49 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{15,26} = 0,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{T\text{min}} = Q_{T\text{max}} \cdot 20 \% = 0,57 \cdot 20 \% = 0,115 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

- **Max. výkon na hřídeli $P_{T\text{max}}$:**

$$P_{T\text{max}} = 9,81 \cdot Q_{T\text{max}} \cdot H_{\text{netto}} \cdot 0,75 = 9,81 \cdot 0,57 \cdot 15,26 \cdot 0,75 = 64,5 \text{ kW}$$

- **Otáčky turbíny n_T :**

$$n_T = 72 \cdot \sqrt{H_{\text{netto}}} = 72 \cdot \sqrt{15,26} = 281 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

- **Bánki B340/340**

- **Max. a min. hltnost turbíny Q_{Tmax} , Q_{Tmin} :**

$$Q_{Tmax} = 0,29 \cdot B \cdot \sqrt{H_{netto}} = 0,29 \cdot 0,34 \cdot \sqrt{15,26} = 0,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{Tmin} = Q_{Tmax} \cdot 20 \% = 0,39 \cdot 20 \% = 0,077 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

- **Max. výkon na hřídeli P_{Tmax} :**

$$P_{Tmax} = 9,81 \cdot Q_{Tmax} \cdot H_{netto} \cdot 0,75 = 9,81 \cdot 0,39 \cdot 15,26 \cdot 0,75 = 43,2 \text{ kW}$$

- **Otáčky turbíny n_T :**

$$n_T = 172 \cdot \sqrt{H_{netto}} = 172 \cdot \sqrt{15,26} = 672 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

5.7.4 Výroba elektrické energie

Výkon P a vyrobená elektrická energie E byly určeny podle vztahů:

$$P = H_{netto} \cdot Q_T \cdot \eta_T \cdot \eta_{\check{r}} \cdot \eta_G \cdot \rho \cdot g \text{ [W]}$$

$$E = P \cdot t \text{ [Wh]}$$

Kde H_{netto} čistý spád

Q_T průtok turbínou

η_T účinnost turbíny

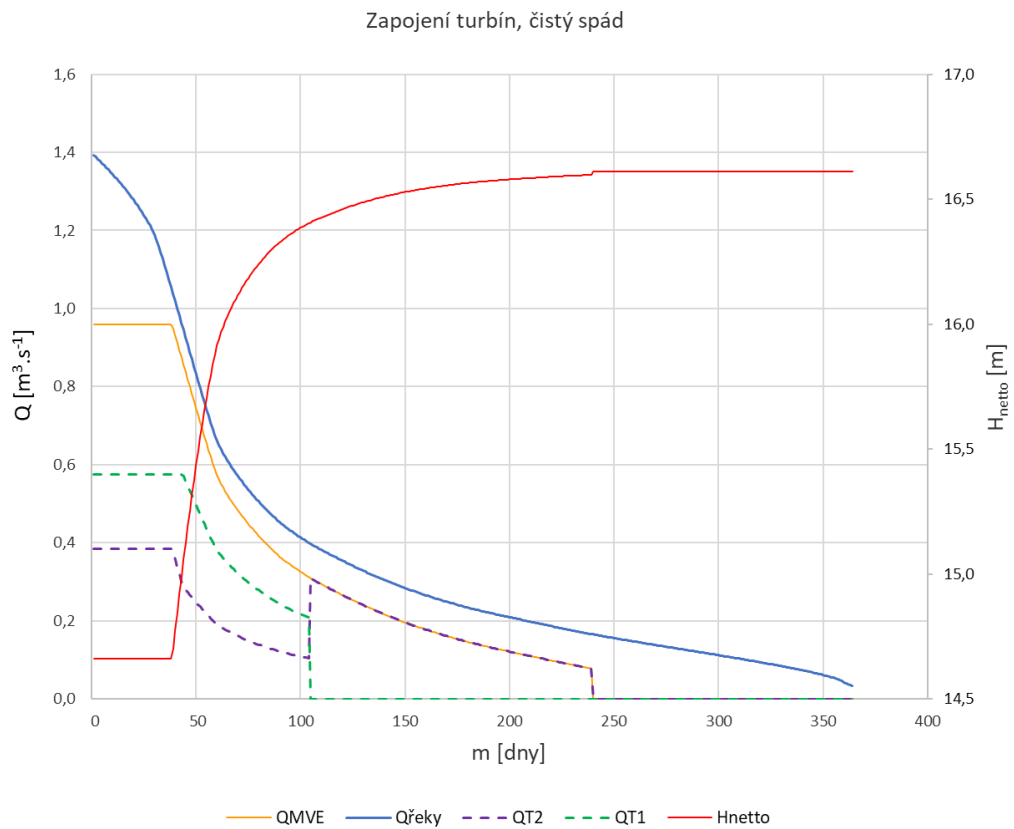
$\eta_{\check{r}}$ účinnost řemenového převodu; $\eta_{\check{r}} = 93 \%$

η_G účinnost generátoru; $\eta_G = 94 \%$

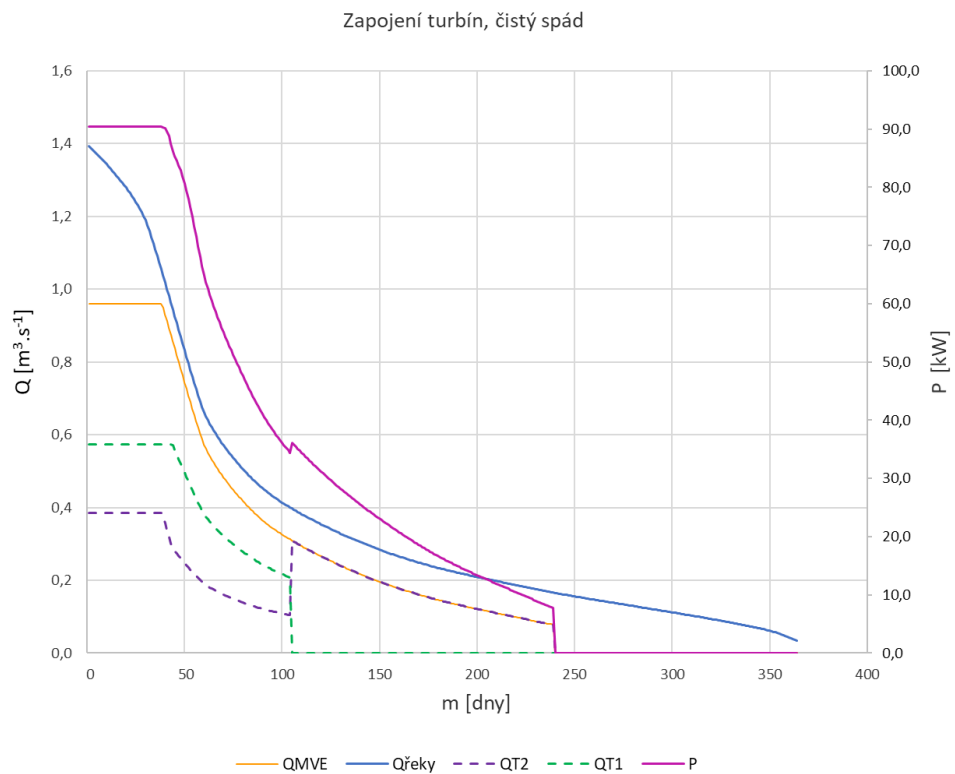
ρ hustota vody; $\rho = 1\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

g gravitační zrychlení; $g = 9,81 \text{ s} \cdot \text{m}^{-2}$

t časový krok



Graf 5.2: Čistý spád, průtoky řekou, MVE, turbínami a jejich zapojení



Graf 5.3: Výkon MVE, průtoky řekou, MVE, turbínami a jejich zapojení

5.8 Náklady a roční výnos

Dle nabídky firmy P&S náklady na obě turbíny, nátokové kusy, generátory a ostatní technologii činí 3 494 280 Kč bez DPH, s dopravou i montáží.

Výkupní cena energie dle Cenového rozhodnutí regulačního úřadu č. 3/2018 ze dne 25. září 2018 (Tab. 5.2), kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie, byla určena na 2 741 Kč/MWh. Jelikož původní turbína sloužila pro ostrovní provoz, MVE Oskava „Kauerův mlýn“ je uvažována jako malá vodní elektrárna v nových lokalitách. Roční výnos při uvažované výrobě 189,9 MWh za rok pak činí 520 516 Kč.

Tab. 5.2: Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu pro malé vodní elektrárny [12]

ř./sl.	Podporovaný druh energie	Datum uvedení výroby do provozu		Jednotarifní pásmo provozování		Dvoutarifní pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]	
						VT	NT
a	b	c	j	k	n	o	
100	Malá vodní elektrárna ve stávajících lokalitách	-	31.12.2004	2 195	1 105	1 380	973
101		1.1.2005	31.12.2013	2 814	1 724	2 150	1 516
102		1.1.2014	31.12.2014	2 759	1 669	-	-
103		1.1.2015	31.12.2015	2 705	1 615	-	-
104		1.1.2016	31.12.2016	2 652	1 562	-	-
105		1.1.2017	31.12.2017	2 303	1 213	-	-
106		1.1.2018	31.12.2018	2 258	1 168	-	-
107		1.1.2019	31.12.2019	2 214	1 124	-	-
110	Rekonstruovaná malá vodní elektrárna	-	31.12.2013	2 814	1 724	2 150	1 516
111		1.1.2014	31.12.2014	2 759	1 669	-	-
112		1.1.2015	31.12.2015	2 705	1 615	-	-
113		1.1.2016	31.12.2016	2 652	1 562	-	-
114		1.1.2017	31.12.2017	2 303	1 213	-	-
115		1.1.2018	31.12.2018	2 258	1 168	-	-
116	1.1.2019	31.12.2019	2 214	1 124	-	-	
120	Malá vodní elektrárna v nových lokalitách	1.1.2006	31.12.2007	3 126	2 036	2 480	1 819
121		1.1.2008	31.12.2009	3 309	2 219	-	-
122		1.1.2010	31.12.2010	3 596	2 506	-	-
123		1.1.2011	31.12.2011	3 516	2 426	2 480	2 404
124		1.1.2012	31.12.2012	3 664	2 574	-	-
125		1.1.2013	31.12.2013	3 638	2 548	-	-
126		1.1.2014	31.12.2014	3 567	2 477	-	-
127		1.1.2015	31.12.2015	3 497	2 407	-	-
128		1.1.2016	31.12.2016	3 257	2 167	-	-
129		1.1.2017	31.12.2017	2 852	1 762	-	-
130		1.1.2018	31.12.2018	2 796	1 706	-	-
131	1.1.2019	31.12.2019	2 741	1 651	-	-	

6 ZÁVĚR

Původní návrh na obnovu vodního díla na řece Oskavě v obci Oskava byl podle připomínek z územního řízení doplněn o rybí přechod na vodním stupni mezi obcemi Oskava a Bedřichov. Malá vodní elektrárna byla nově umístěna, stejně tak i vtokový objekt.

Navržený profil rybího přechodu, obdélníkový betonový žlab o šířce dna 0,75 m, hloubce vody 0,15 m a sklonu 3,33 %, osazený kameny o průměru 0,2 m splní podmínky obvyklé pro ichtyofaunu, pstruh a vranka pruhoploutvá, na lokalitě Oskava. Navrhovaný profil splňuje i hydraulická kritéria pro rychlost a charakter proudění - říční proudění v nezastavěném profilu. V nejužším profilu RP splňuje kritéria pro maximální rychlost vody, avšak charakter proudění není říční, ale protože Froudovo číslo (1,03) je menší než 1,7, tak se v místě zúžení nevytvoří pulsující průtok.

Rybí přechod splňuje podmínky stanovené normou TNV 75 2321 a jeho výstavbou se tak obnoví migrace ryb na lokalitě. Navrhovaný průtok rybím přechodem je $68 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ a zároveň, aby byl zachován dostatečný sanační průtok na lokalitě, bude navíc pod stavidlem šterkové propusti propouštěn průtok $20 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Strojovna malé vodní elektrárny je nově umístěna na stejném pozemku jako stávající mlýn, mezi silnicí a budovou mlýna. V podzemní strojovně, zajišťující lepší odhlučnění provozu, budou instalovány dvě různé Bánki turbíny, B600/300 a B340/340. Rozdílná velikost turbín, respektive jejich hltnost zajistí optimální využití hydroenergetického potenciálu lokality i v období nižších průtoků.

Předpokládaná teoretická výroba za rok je 237,4 MWh, při uvažování pouze 80 % výroby, z důvodu odstávek, revizí a oprav je pak výroba 189,9 MWh a roční výnos 520 516 Kč při uvažované výkupní ceně 2 741 Kč/MWh.

LITERATURA

- [1] Městský úřad Šumperk. *Malá vodní elektrárna Oskava - Kauerův mlýn: Územní rozhodnutí*. Šumperk, 2018.
- [2] TNV 75 2321. *Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody*. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s., 2011.
- [3] TNV 75 2322. *Zařízení pro migraci ryb a dalších vodních živočichů přes překážky v malých vodních tocích*. Praha: HYDROPROJEKT CZ a.s., 2003
- [4] ŠLEZINGR, Miloslav. *Říční typy, úvod do problematiky úprav toků*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-481-8
- [5] MARMULLA, Gerd a R. L. WELCOMME. *Fish passes: design, dimensions and monitoring*. Rome: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK), 2002. ISBN 92-5-104894-0.
- [6] BRDKOVÁ, Pavlína. *Obnova vodního díla na řece Oskava v lokalitě Oskava*. Praha, 2017. Bakalářská práce. ČVUT.
- [7] Oskava (řeka) – Wikipedie. [online]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Oskava_\(řeka\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Oskava_(řeka))
- [8] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://en.mapy.cz>
- [9] ČESKÝ RYBÁŘSKÝ SVAZ [online]. Dostupné z: https://www.rybsvaz.cz/?page=reviry%2Freviry&lang=cz&web_menu_id=19&typ=pr
- [10] Ministerstvo životního prostředí [online]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BB978B5BAEDF46C0C1256FC8003F1EB8/\\$file/metod.html](http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BB978B5BAEDF46C0C1256FC8003F1EB8/$file/metod.html)
- [11] MERTA, Lukáš. *Vzácné druhy mihulí a ryb Olomouckého kraje, rozšíření a ochrana*. Olomouc. 2008. ISBN 978-80-87051-30-6
- [12] *Energetický regulační věstník*. Jihlava: ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD, 2018, ročník 18. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/4697359/ERV_6_2018.pdf/b19eac97-d73e-472d-8105-d4e119a69cb8

PŘÍLOHY

Bánki turbína

položka	počet kusů	cena [Kč]
Bánki turbína B600/300	1	565 000
nátokový kus DN600/310x300	1	30 000
koleno 45° DN600 s protipřirubou	1	33 000
základ generátoru a řemenový převod	1	152 000
generátor 55 kW / 600 ot. min ⁻¹	1	108 000
hydraulický systém regulace turbíny	1	186 000
elektrotechnologie		660 000
doprava (po ČR)		27 000
celkem		1 761 000
montáž 12 %		211 320
celkem bez DPH		1 972 320
DPH (21 %)		414 187
celkem s DPH		2 386 507

celkem turbína 1 734 000 Kč
 DPH 364 140 Kč
 celkem s DPH 2 098 140 Kč
 výnosnost 2 %

celková výroba 164,237 MWh
 80 % výroby 131,390 MWh
 výkupní cena 2 741 Kč
 roční zisk 360 139 Kč
 odpisová skupina 3 10 let

rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
přijmy		360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139
výdaje	2 386 507										
odpisy		209 814	209 814	209 814	209 814	209 814	209 814	209 814	209 814	209 814	209 814
daň z příjmu (15 %)		22 549	22 549	22 549	22 549	22 549	22 549	22 549	22 549	22 549	22 549
cash flow	-2 386 507	337 590	337 590	337 590	337 590	337 590	337 590	337 590	337 590	337 590	337 590
kumulativní cash flow	-2 386 507	-2 048 917	-1 711 327	-1 373 737	-1 036 147	- 698 557	- 360 967	- 23 377	314 213	651 804	989 394
diskontované cash flow	-2 386 507	330 971	324 481	318 119	311 881	305 766	299 770	293 892	288 130	282 480	276 941
kum. disk. cash flow	-2 386 507	-2 055 537	-1 731 055	-1 412 937	-1 101 056	- 795 290	- 495 520	- 201 627	86 503	368 983	645 924
rok	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
přijmy	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	360 139	
výdaje											
odpisy		54 021	54 021	54 021	54 021	54 021	54 021	54 021	54 021	54 021	
daň z příjmu (15 %)		306 118	306 118	306 118	306 118	306 118	306 118	306 118	306 118	306 118	
cash flow	1 295 512	1 601 630	1 907 748	2 213 865	2 519 983	2 826 101	3 132 219	3 438 337	3 744 455	4 050 573	
kumulativní cash flow	246 199	241 372	236 639	231 999	227 450	222 990	218 618	214 331	210 129	206 009	
diskontované cash flow	892 124	1 133 496	1 370 135	1 602 134	1 829 584	2 052 575	2 271 193	2 485 524	2 695 653	2 901 661	
kum. disk. cash flow											

2 Bánki turbíny

položka	počet kusů	cena [Kč]
Bánki turbína B600/300	1	565 000
nátokový kus DN600/310x300	1	30 000
koleno 45° DN600 s protipřibou	1	33 000
základ generátoru a řemenový převod	1	152 000
generátor 55 kW / 600 ot.min ⁻¹	1	108 000
hydraulický systém regulace turbíny	1	186 000
elektrotechnologie	1	660 000
Bánki turbína B340/340	1	345 000
nátokový kus DN450/180x340	1	21 000
koleno 45° DN450 s protipřibou	1	25 000
základ generátoru a řemenový převod	1	149 000
generátor 37 kW / 1000 ot.min ⁻¹	1	90 000
hydraulický systém regulace turbíny	1	186 000
elektrotechnologie	1	540 000
doprava (po ČR)		27 000
celkem		3 117 000
montáž 12 %		374 040
celkem bez DPH		3 491 040
DPH (21 %)		733 118
celkem s DPH		4 224 158

celkem turbína 3 090 000 Kč
 DPH 648 900 Kč
 celk. s DPH 3 738 900 Kč
 výnosnost 2 %

celková výroba 230,313 MWh
 80 % výroby 184,250 MWh
 výkupní cena 2 741 Kč
 roční zisk 505 030 Kč
 odpisová skupina 3 10 let

rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
přijmy		505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030
výdaje	4 224 158										
odpisy		373 890	373 890	373 890	373 890	373 890	373 890	373 890	373 890	373 890	373 890
daň z příjmu		19 671	19 671	19 671	19 671	19 671	19 671	19 671	19 671	19 671	19 671
cash flow	-4 224 158	485 359	485 359	485 359	485 359	485 359	485 359	485 359	485 359	485 359	485 359
kumulativní cash flow	-4 224 158	-3 738 799	-3 253 440	-2 768 081	-2 282 722	-1 797 363	-1 312 003	- 826 644	- 341 285	144 074	629 433
diskontované cash flow	-4 224 158	475 842	466 512	457 365	448 397	439 605	430 985	422 534	414 249	406 127	398 164
kum. disk. cash flow	-4 224 158	-3 748 316	-3 281 804	-2 824 439	-2 376 042	-1 936 438	-1 505 453	-1 082 918	- 668 669	- 262 542	135 622

rok	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
přijmy	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030	505 030
výdaje										
odpisy		75 755	75 755	75 755	75 755	75 755	75 755	75 755	75 755	75 755
daň z příjmu		429 276	429 276	429 276	429 276	429 276	429 276	429 276	429 276	429 276
cash flow	1 058 709	1 487 985	1 917 260	2 346 536	2 775 812	3 205 087	3 634 363	4 063 639	4 492 914	4 922 190
kumulativní cash flow	345 251	338 481	331 844	325 337	318 958	312 704	306 573	300 561	294 668	288 890
diskontované cash flow	480 872	819 353	1 151 197	1 476 534	1 795 493	2 108 197	2 414 769	2 715 331	3 009 999	3 298 889

Kaplanova turbína

položka	počet kusů	cena [Kč]
Kaplanova turbína K333	1	2 500 000
generátor	1	350 000
hydraulický ovládač	1	160 000
rozsudč automaticky	1	320 000
doprava (po ČR)		27 000
celkem		3 357 000
montáž 12 %		402 840
celkem bez DPH		3 759 840
DPH (21 %)		789 566
celkem s DPH		4 549 406

celkem turbína 3 330 000 Kč
 DPH 699 300 Kč
 celkem s DPH 4 029 300 Kč
 výnosnost 2 %

celková výroba 227,578 MWh
 80 % výroby 182,063 MWh
 výkupní cena 2 741 Kč
 roční zisk 499 034 Kč
 odpisová skupina 3 10 let

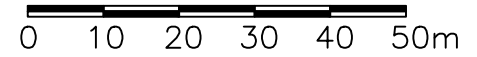
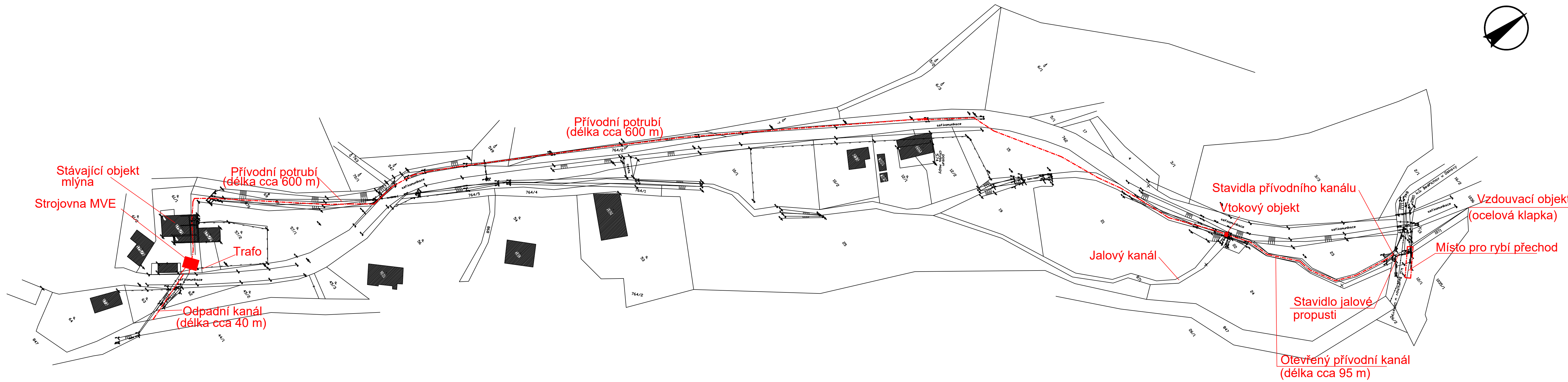
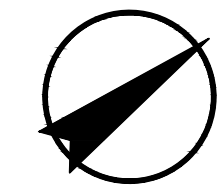
rok	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
přijmy		499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034
výdaje	4 549 406										
odpisy		402 930	402 930	402 930	402 930	402 930	402 930	402 930	402 930	402 930	402 930
daň z příjmu (15 %)		14 416	14 416	14 416	14 416	14 416	14 416	14 416	14 416	14 416	14 416
cash flow	-4 549 406	484 618	484 618	484 618	484 618	484 618	484 618	484 618	484 618	484 618	484 618
kumulativní cash flow	-4 549 406	-4 064 788	-3 580 170	-3 095 552	-2 610 934	-2 126 316	-1 641 697	-1 157 079	-672 461	-187 843	296 775
diskontované cash flow	-4 549 406	475 116	465 800	456 667	447 712	438 934	430 327	421 889	413 617	405 507	397 556
kum. disk. cash flow	-4 549 406	-4 074 291	-3 608 491	-3 151 824	-2 704 112	-2 265 178	-1 834 851	-1 412 962	-999 345	-593 838	-196 283

rok	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
přijmy	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034	499 034
výdaje										
odpisy										
daň z příjmu (15 %)	74 855	74 855	74 855	74 855	74 855	74 855	74 855	74 855	74 855	74 855
cash flow	424 179	424 179	424 179	424 179	424 179	424 179	424 179	424 179	424 179	424 179
kumulativní cash flow	720 954	1 145 133	1 569 311	1 993 490	2 417 669	2 841 847	3 266 026	3 690 205	4 114 383	4 538 562
diskontované cash flow	341 151	334 462	327 904	321 474	315 171	308 991	302 933	296 993	291 169	285 460
kum. disk. cash flow	144 869	479 331	807 235	1 128 709	1 443 880	1 752 871	2 055 804	2 352 796	2 643 966	2 929 426

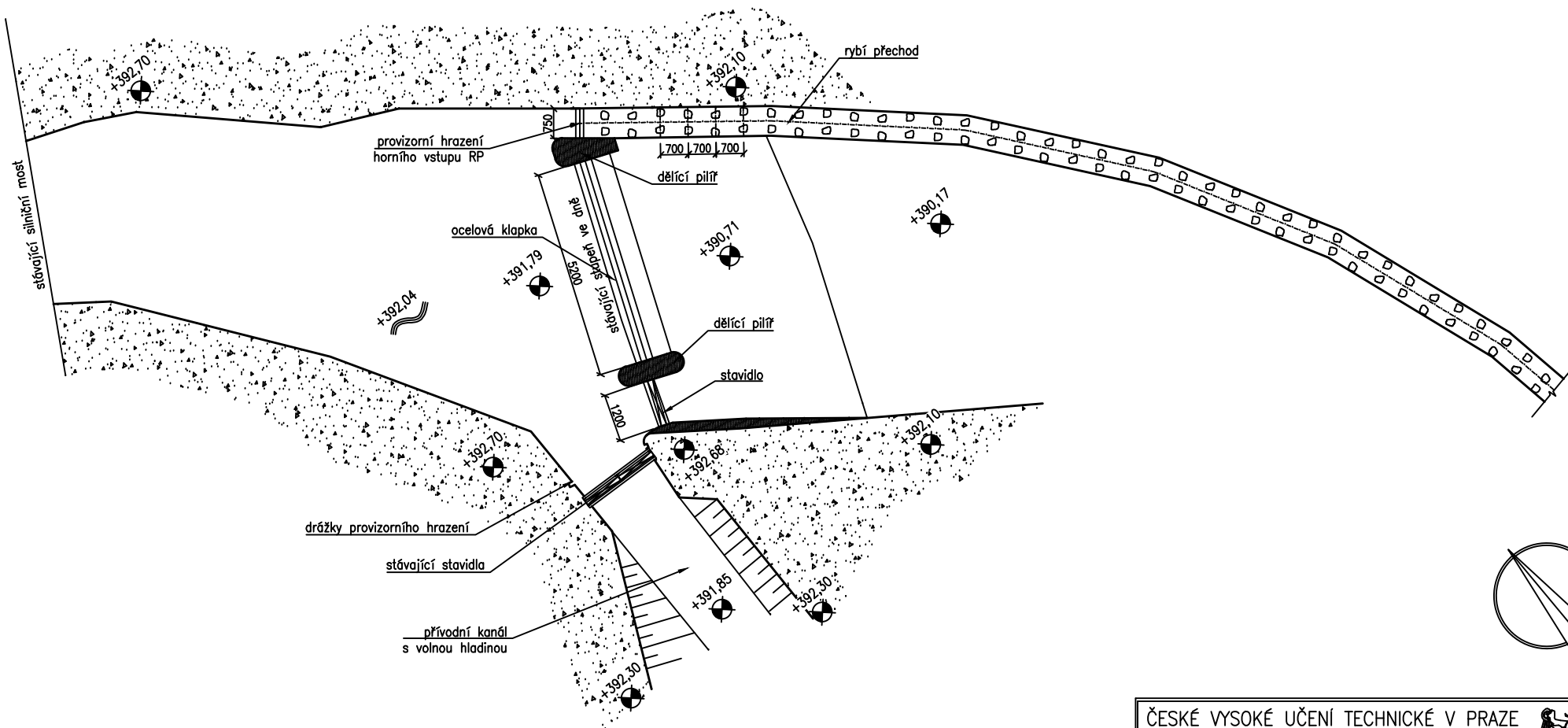
VÝKRESOVÁ ČÁST


Seznam výkresů

- | | |
|--------------|--------------------------------------|
| Výkres č. 1 | Celková situace |
| Výkres č. 2 | Situace - jez a rybí přechod |
| Výkres č. 3 | Objekt jezu a rybí přechod |
| Výkres č. 4 | Rybí přechod – podélný řez |
| Výkres č. 5 | Vtokový objekt |
| Výkres č. 6 | Tlakové potrubí - vzorový příčný řez |
| Výkres č. 7a | Strojovna MVE |
| Výkres č. 7b | Strojovna MVE |
| Výkres č. 8 | Odpadní kanál - vzorový příčný řez |

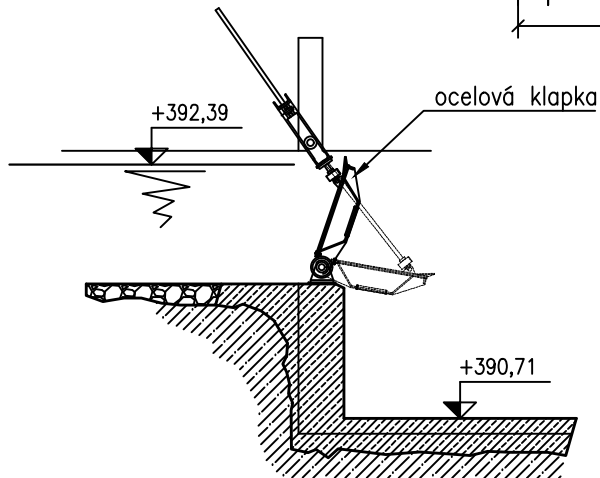
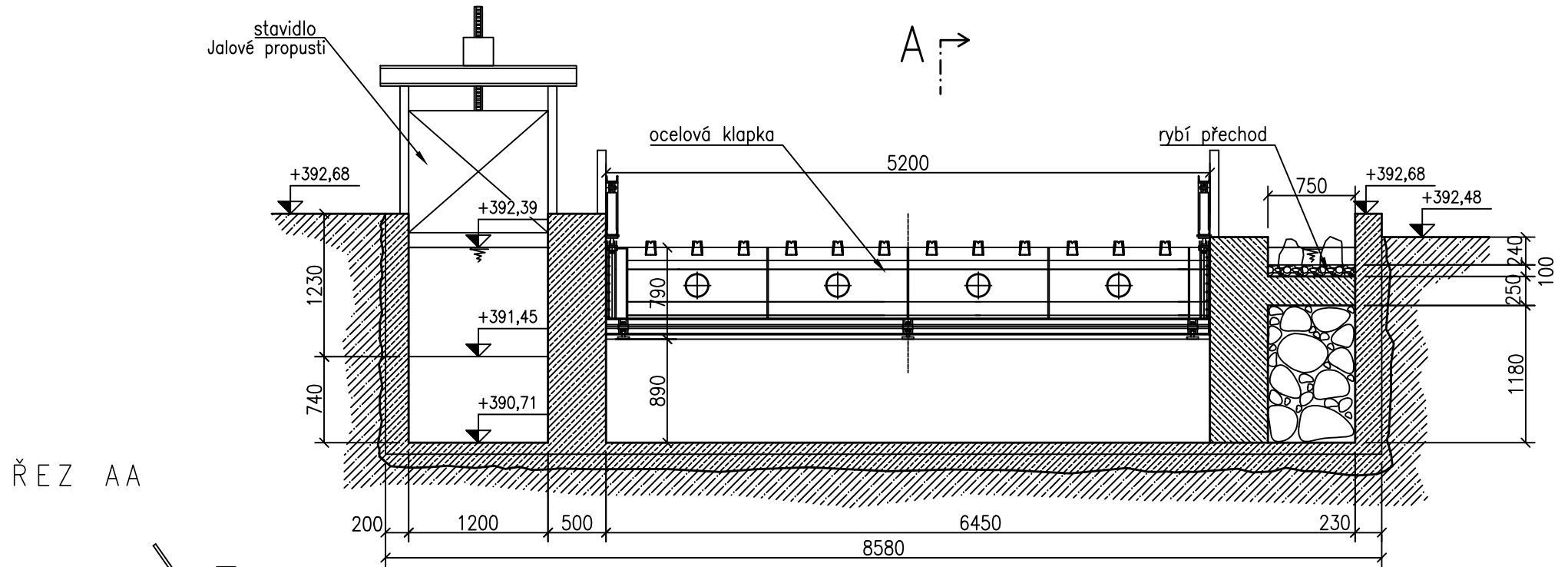


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE				
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY				
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUcí PRÁCE:	Ing. Jitka Kučerová, CSc.	
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN"		MĚŘÍTKO:	1:1200	
– MVE, RYBÍ PŘECHOD		FORMAT:	3x44	
VÝKRES:	CELKOVÁ SITUACE	DATUM:	01/2019	
			ČÍSLO VÝKRESU:	1

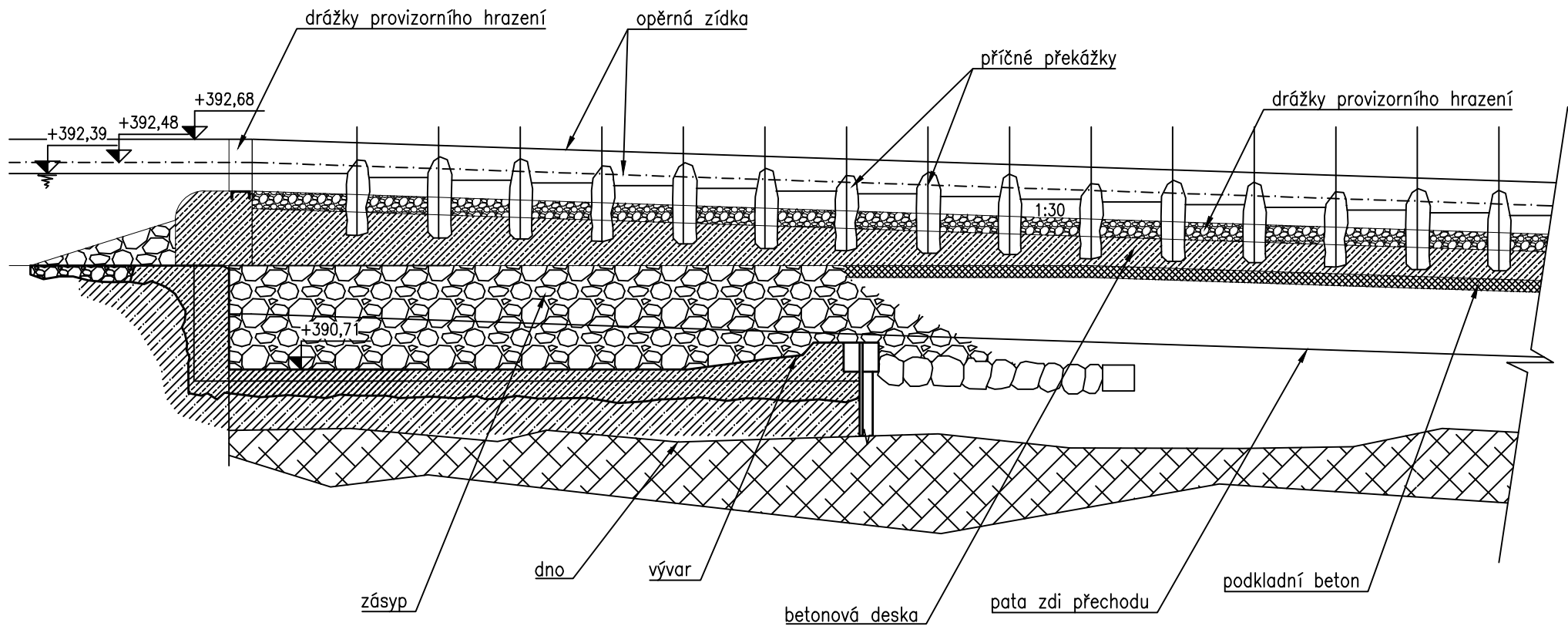


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY			
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUCÍ PRÁCE:	Ing. Jitka Kučerová, CSc.
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN" – MVE, RYBÍ PŘECHOD		MĚŘITKA:	1:150
		FORMÁT:	A4
		DATUM:	01/2019
VÝKRES:	SITUACE – JEZ A RYBÍ PŘECHOD	ČÍSLO VÝKRESU:	2

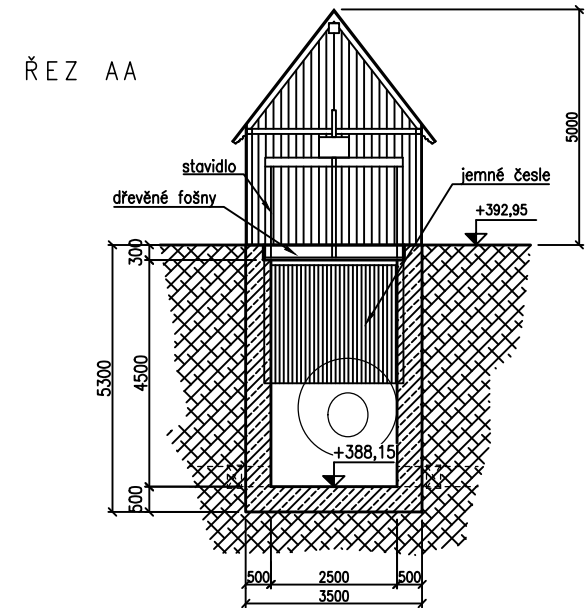
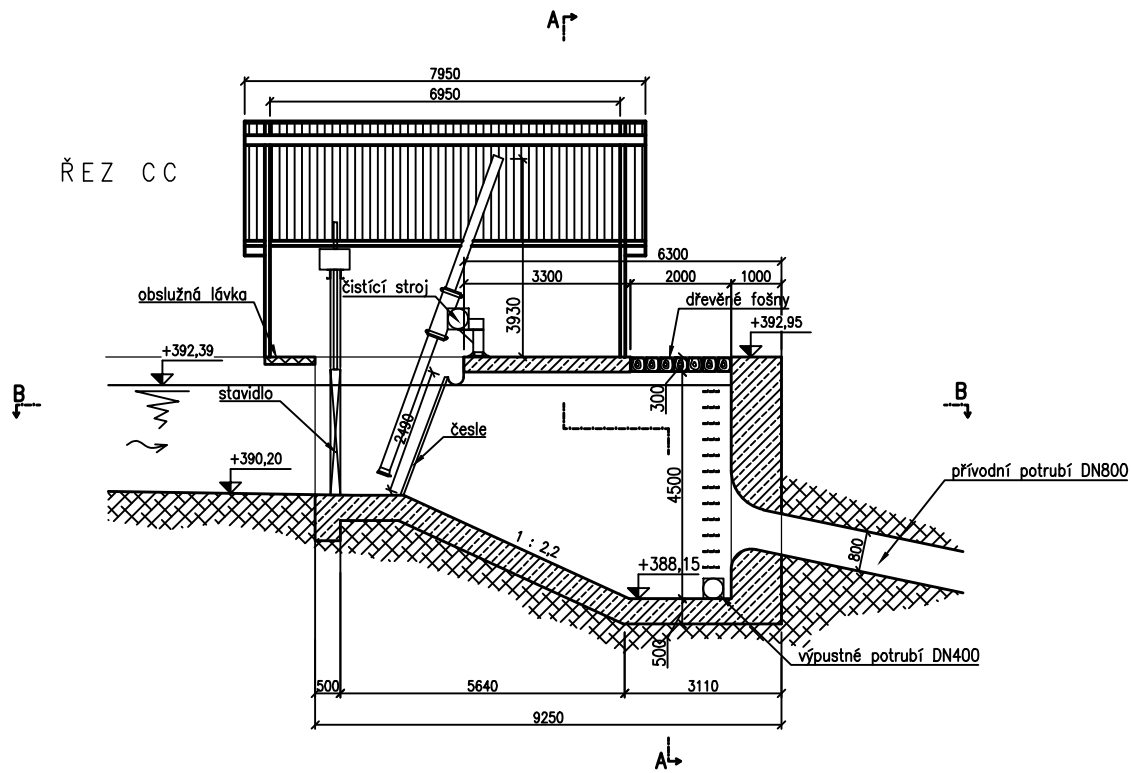
PŘÍČNÝ ŘEZ JEZEM A RP



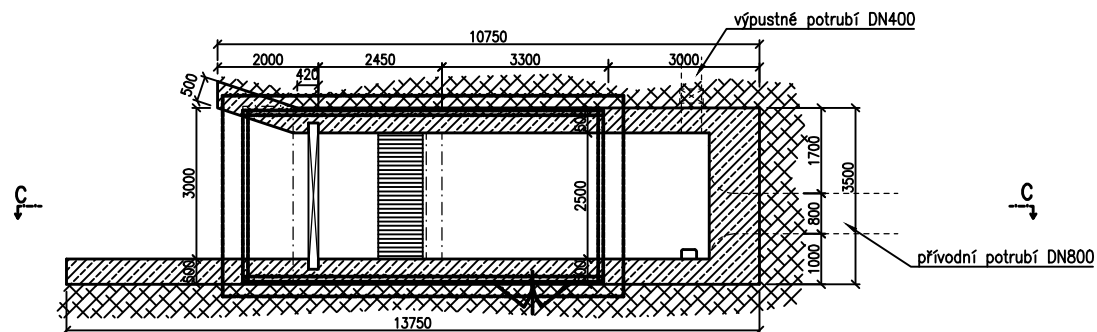
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY			
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUCÍ PRÁCE:	Ing. Jitka Kučerová, CSc.
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN"		MĚŘITKA:	1:50
– MVE, RYBÍ PŘECHOD		FORMÁT:	A4
VÝKRES:		DATUM:	01/2019
OBJEKT JEZU A RYBÍ PŘECHOD		ČÍSLO VÝKRESU:	3



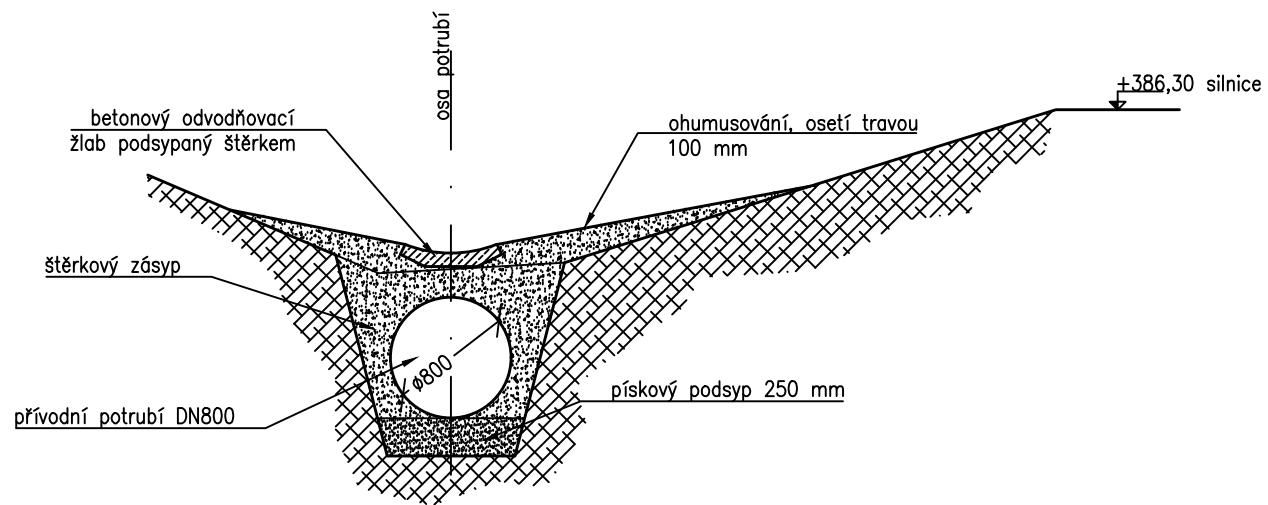
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE				
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY				
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUcí PRÁCE:	Ing. Jitka Kučerová, CSc.	
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN"			MĚŘITKA:	1:50
– MVE, RYBÍ PŘECHOD			FORMÁT:	A4
VÝKRES:			DATUM:	01/2019
RYBÍ PŘECHOD – PODÉLNÝ ŘEZ			ČÍSLO VÝKRESU:	4



PŮDORYS BB

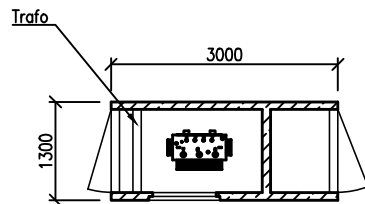
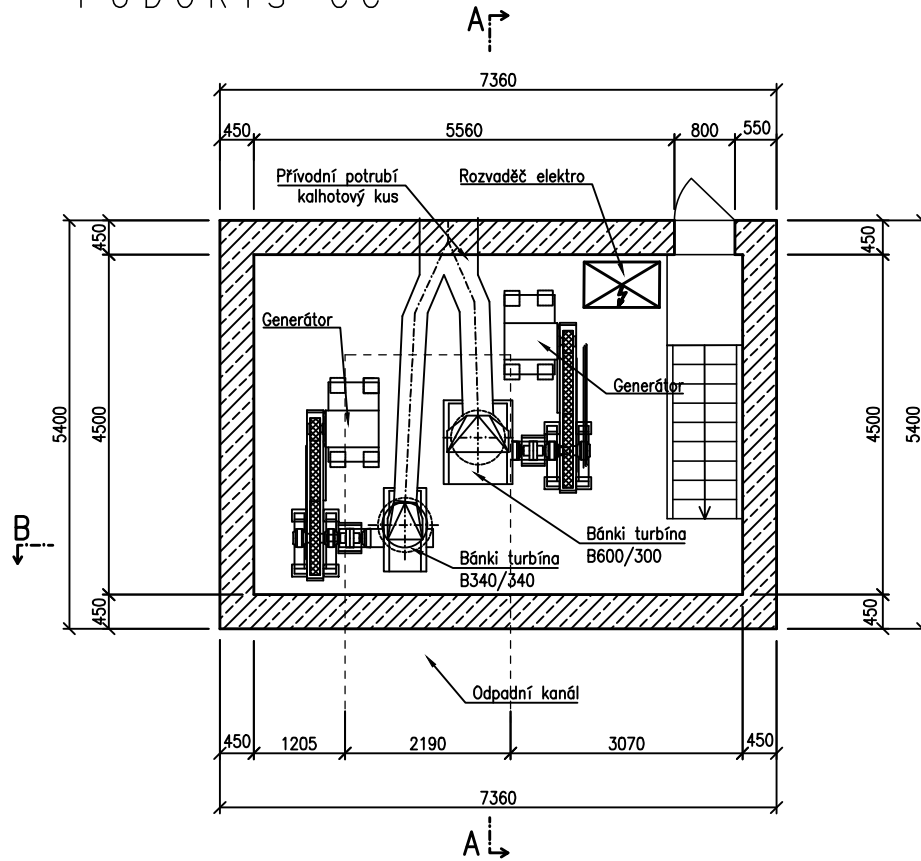


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE					
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY					
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUCÍ PRÁCE:	Ing. Jitka Kučerová, CSc.		
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN" – MVE, RYBÍ PŘECHOD			MĚŘITKA:	1:150	
			FORMÁT:	A4	
			DATUM:	01/2019	
VÝKRES:		VŮKOVÝ OBJEKT		ČÍSLO VÝKRESU:	5

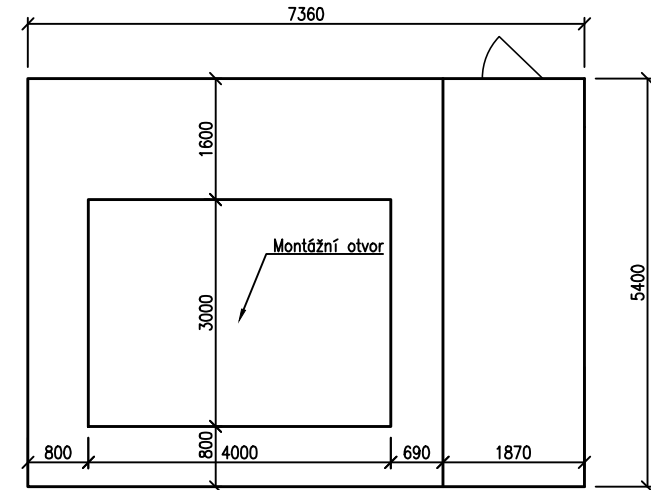


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE				
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY				
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUcí PRÁCE:	Ing. Jitka Kučerová, CSc.	
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN" – MVE, RYBÍ PŘECHOD			MĚŘTKO:	1:50
			FORMÁT:	A4
			DATUM:	01/2019
VÝKRES:	TLAKOVÉ POTRUBÍ – VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ		ČÍSLO VÝKRESU:	6

PŮDORYS CC

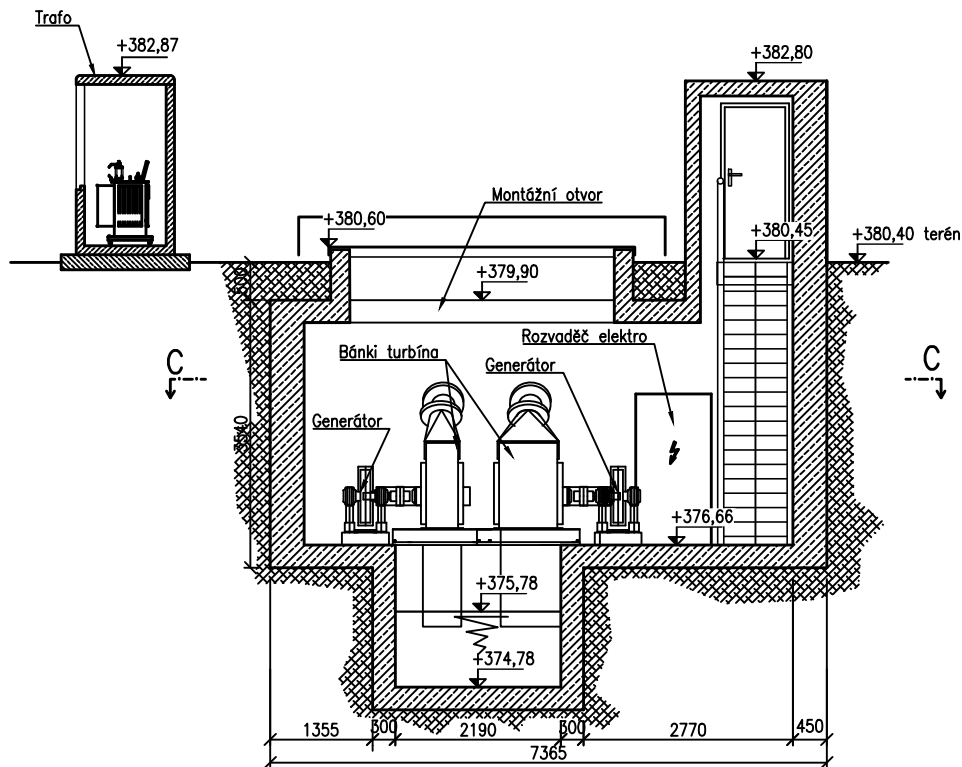


POHLED SHORA

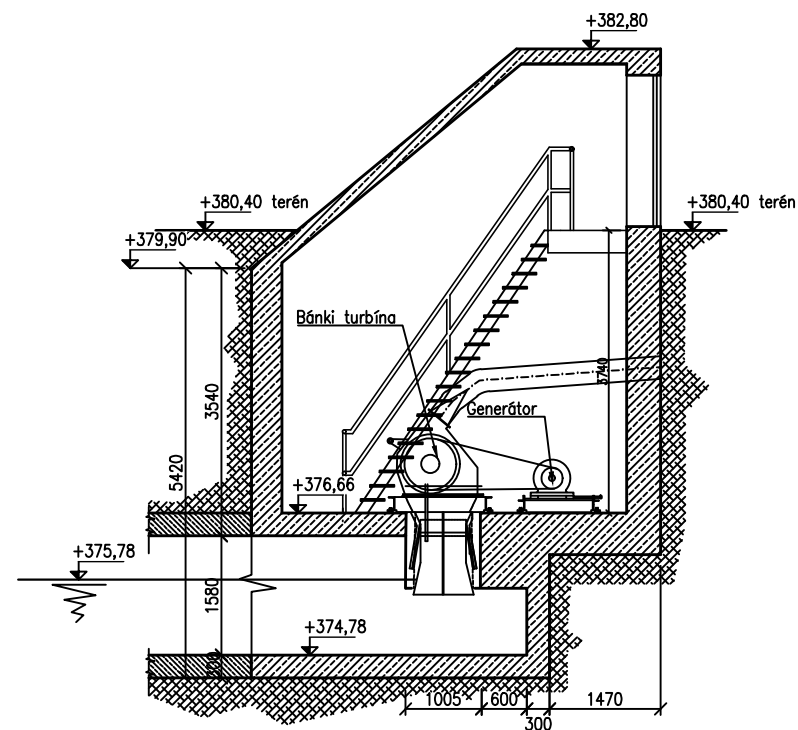



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE		
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY		
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUcí PRÁCE:
		Ing. Jitka Kučerová, CSc.
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN"		MĚŘITKA:
– MVE, RYBÍ PŘECHOD		1:100
		FORMÁT:
		A4
		DATUM:
		01/2019
VÝKRES:		ČÍSLO VÝKRESU:
STROJOVNA MVE		7a

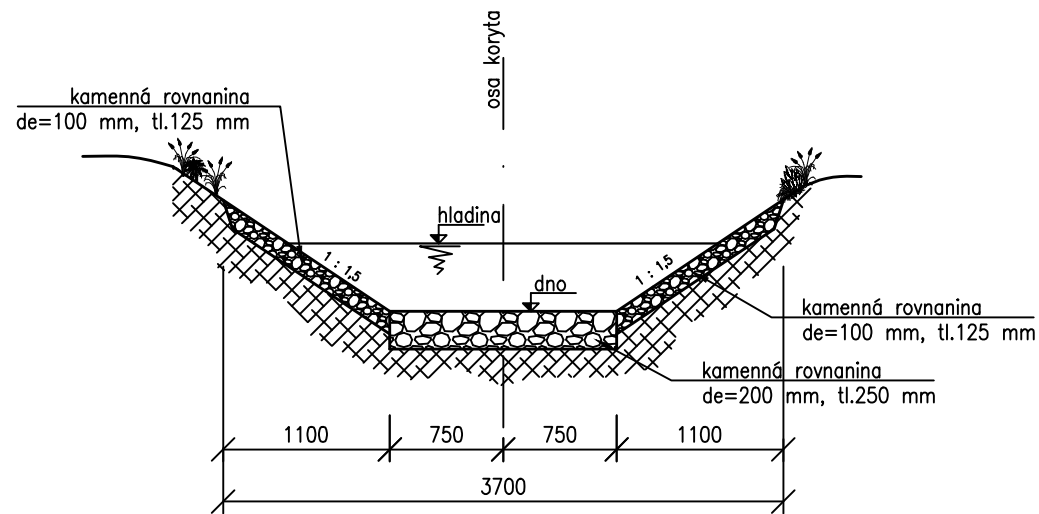
ŘEZ BB



ŘEZ AA



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE				
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY				
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUCÍ PRÁCE:	Ing. Jitka Kučerová, CSc.	
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN" – MVE, RYBÍ PŘECHOD			MĚŘTKA:	1:100
			FORMÁT:	A4
			DATUM:	01/2019
VÝKRES:	STROJOVNA MVE		ČÍSLO VÝKRESU:	7b



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE				
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA HYDROTECHNIKY				
VYPRACOVAL:	Bc. Pavlína Brdková	VEDOUCÍ PRÁCE:	Ing. Jitka Kučerová, CSc.	
VD OSKAVA "KAUERŮV MLÝN" – MVE, RYBÍ PŘECHOD			MĚŘITKA:	1:50
			FORMÁT:	A4
			DATUM:	01/2019
VÝKRES: ODPADNÍ KANÁL – VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ			ČÍSLO VÝKRESU:	8

FOTODOKUMENTACE



Těleso jezu a štěrková propust



Vtok do přívodního kanálu



Přívodní kanál



Stávající jemné česle na vtoku do turbíny a jalový kanál



Budova mlýna



Původní turbína Ossberger



Odpadní kanál



Vranka pruhoploutvá (*Cottus poecilopus*)