



Středoškolská technika 2018

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Rekonstrukce malé vodní elektrárny v Chlístově

Jan Havelka

Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová školy stavební
Dušní 17, Praha 1

Anotace

Projekt se zabývá návrhem malé vodní elektrárny (dále jen “MVE”) na řece Mohelka, včetně stavebních úprav pro opětovně zprovoznění MVE. Návrhem vhodné vodní turbíny pro danou lokalitu, výpočtem přibližného ročního zisku. Zároveň ukazuje můj osobní názor na energetiku a její problémy.

Klíčová slova

Vodní elektrárna; řeka Mohelka; návrh turbíny; energie

Annotation

The project focuses on a design of a small hydroelectric power plant on the Mohelka river including structural alterations to make it fully operational, on the design of a water turbine suitable for the location and the calculation of an average profit. The project also presents my opinion on power industry and its problems.

Keywords

Hydro water plant; river Mohelka; proposition turbine; energy

Obsah

1	Úvodem:	4
2	Potřeba energie ve světě	4
2.1	Elektřina a její význam	4
2.2	Druhy výroby energie	4
2.2.1	Aktuální rozdělení výroby energie	5
3	Studie rekonstrukce malé vodní elektrárny - úvod	6
3.1	Proč jsem si vybral MVE	6
4	Mlín v Chlístově	7
4.1	Historie:	7
4.2	Umístění:	7
4.3	Současný stav	11
4.4	Průtoky:	14
5	Rekonstrukce	16
5.1	Rekonstrukce jezu	16
5.2	Vytvoření vtokového objektu	17
5.3	Vytvoření výtokového objektu	17
6	Výběr turbíny	19
6.1	Archimédova turbína	19
7	Výpočet	20
7.1	Výpočet ročního zisku	21
7.2	Přibližné nutné náklady na zřízení MVE	21
7.3	Návratnost	21
8	Závěr	23
9	Seznam obrázků	24
10	Seznam grafů	24
11	Seznam tabulek	24
12	Zdroje	25

1 Úvodem:

Uvědomuji potřebu elektrické energie ve světě a zároveň snižování emisí. Uvažoval jsem jak tyto dvě myšlenky zapracovat do jediného projektu. Výsledkem mého přemýšlení je práce na téma studie proveditelnosti rekonstrukce malé vodní elektrárny.

2 Potřeba energie ve světě

Poptávka po elektrické energii stoupá a stoupat bude i nadále. Kulminace (maximum) nastane podle předpokladů za cca 40 let. Potřeba energie bude oproti dnešku o cca 30 % větší. Důvodem tohoto nárůstu je zvyšující se počet obyvatel ve světě. Po těchto cca 40 letech začne poptávka klesat, jelikož vyspělost světa bude již tak vysoká, že se energie bude využívat mnohem efektivněji. Zároveň počet obyvatel nemůže stoupat do nekonečna.

2.1 Elektřina a její význam

Elektřina je pro moderní společnost velice důležitá, jelikož bez ní bychom se dostali do dob dávno minulých. Nebo spíše bychom nedokázali přežít. Vše dnes funguje na elektrickou energii, i když si to člověk ani nemusí uvědomovat. Ani taková banálnost, jako je toaleta, jak ji dnes všichni známe, by nefungovala.

Každý z nás už určitě někdy viděl nějaký katastrofický film, či dokument, kde došlo k výpadku či přetížení elektrické sítě. A pokud neviděl, tak alespoň přemýšlel, jaké by to mohlo být. Chaos, rabování, zabíjení, konec demokracie, naprostý rozpad ekonomiky. Už jen představa je strašidelná.

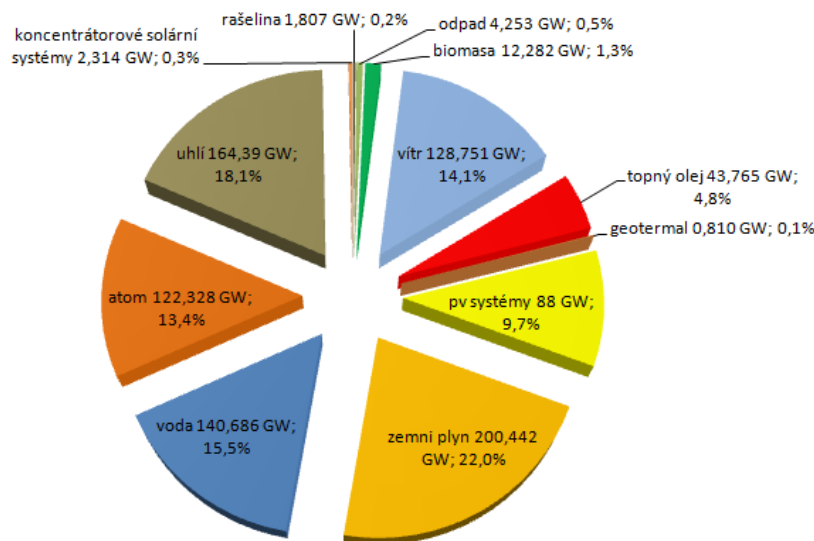
Občas se stane, že vypadne elektrický proud. Již pár minut, nebo hodina je velký problém, nemůžete telefonovat, neuvaříte...

2.2 Druhy výroby energie

Elektrická energie se dá vyrábět mnoha různými způsoby. Ale masivně jsou zastoupeny jen 2 druhy. A to elektrárny, které přeměňují mechanickou energii na energii elektrickou a elektrárny, které získávají energii přímo z energie slunce.

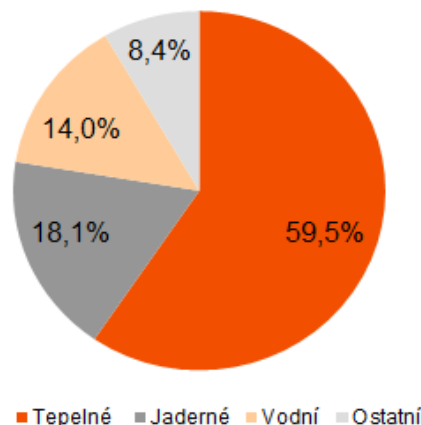
2.2.1 Aktuální rozdělení výroby energie

Graf 1: Rozdělení výroby elektrické energie v České republice



Údaje převzaty z webu: Elektrická bilance. *Elektrina.cz* [online]. c 2014 – 2018, 2016 [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/energeticka-bilance-roku-2015>

Graf 2: Rozdělení výroby elektrické energie ve světě



Údaje převzaty z webu: Energetika ve světě. *Skupina ČEZ* [online]. c2018 [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/cisla-a-statistiky/energetika-ve-svete.html>

Jak můžeme vidět na grafech, způsob výroby elektřiny se ve světě a v České republice liší. Podle mého jsme na tom o něco lépe než ve světě, jelikož využíváme o něco málo méně tepelných elektráren, které znečišťují životní prostředí a větší podíl mají jaderné elektrárny, což je podle mého názoru skoro čistý zdroj energie. Ale zároveň menší podíl mají vodní elektrárny, což se dá pochopit, protože nemáme tolik možností - na našem území jsou toky menší a proto zde není takový potenciál jako jinde ve světě.

3 Studie rekonstrukce malé vodní elektrárny - úvod

Veškeré informace, co jsem napsal výše, jsem napsal proto, abych i sám sobě ujasnil, jaká je současná situace ve výrobě elektrické energie, jaké jsou současné problémy v energetice a jaká je pravděpodobná úspěšnost malých vodních elektráren jako ostrovních zdrojů elektrické energie. Jestli se vůbec vyplatí věnovat úsilí a prostředky do rekonstrukcí a obnovování zaniklých malých vodních elektráren, nebo původních mlýnů či hamrů.

3.1 Proč jsem si vybral MVE

Výroba elektrické energie prostřednictvím vodních elektráren je ekologická. Malé vodní elektrárny (v ČR do 10 MW, v EU do 5 MW) jsou relativně snadno dostupné i pro nás, obyčejné smrtelníky. K jejich realizaci může být využita podpora z fondů Evropské unie, v některých letech i z Norských, nebo jiných fondů.

I když možnosti jsou v současné době již ne úplně dobré, stále je možné rekonstrukci těchto děl uskutečnit.

Vodní energie je nejdéle využívaná energie, ať už to byly vodní mlýny, hamry nebo pily. Jde o poměrně dostupnou formu energie, čistou a hlavně obnovitelnou (nelze ji vyčerpat).

Mezi vstupní hodnoty – pokud se již rozhodneme pro uvedený projekt, je nutné kromě vhodné lokality znát hydrologické informace, geografické podmínky, vlastnické vztahy na dotčeném území a mnohé další.

Každý stavebník musí projít povinným kolečkem schvalování u mnoha institucí – můžeme začít na spádových správních úřadech, na podnicích povodí, u správců energetické sítě a mnohé další.

Tím se ale zabývat nechci – rozhodl jsem se jen pro zpracování studie proveditelnosti rekonstrukce malé vodní elektrárny. Dále budu tedy řešit hlavně průtok v daném profilu a velikost převýšení kvůli možnosti umístění zvolené turbíny. Ta je podstatou každé vodní elektrárny, protože mění energii vodního toku na energii mechanickou, která se pak přivádí do generátoru a tam mění na energii elektrickou.

Dále bych chtěl mluvit o tom jaké má MVE výhody oproti ostatním zdrojům energie. Jak o výhodách osobních, tak o výhodách ekologických. Tedy:

- MVE nezatěžují životní prostředí, jelikož neprodukují žádné zplodiny a také neprodukují odpad.
- MVE nejsou prostorově náročné a hlučné.
- Nevýhodou může být zhoršení možnosti tahu ryb, legislativa ale předepisuje vytvoření rybích přechodů, které ho v těchto případech umožňují.
- Vytvoření zdroje elektrické energie prostřednictvím MVE pro domácnost, skupinu domů nebo celou obec, což teoreticky umožní „nezávislost“ na okolí (staneme se ostrovním zdrojem elektrické energie)
- Přebytky z výroby elektřiny můžeme prodávat do sítě
- Zároveň MVE mají nízké provozní náklady, nízkou poruchovost a jejich provoz je v podstatě bezobslužný.

4 Mlýn v Chlístově

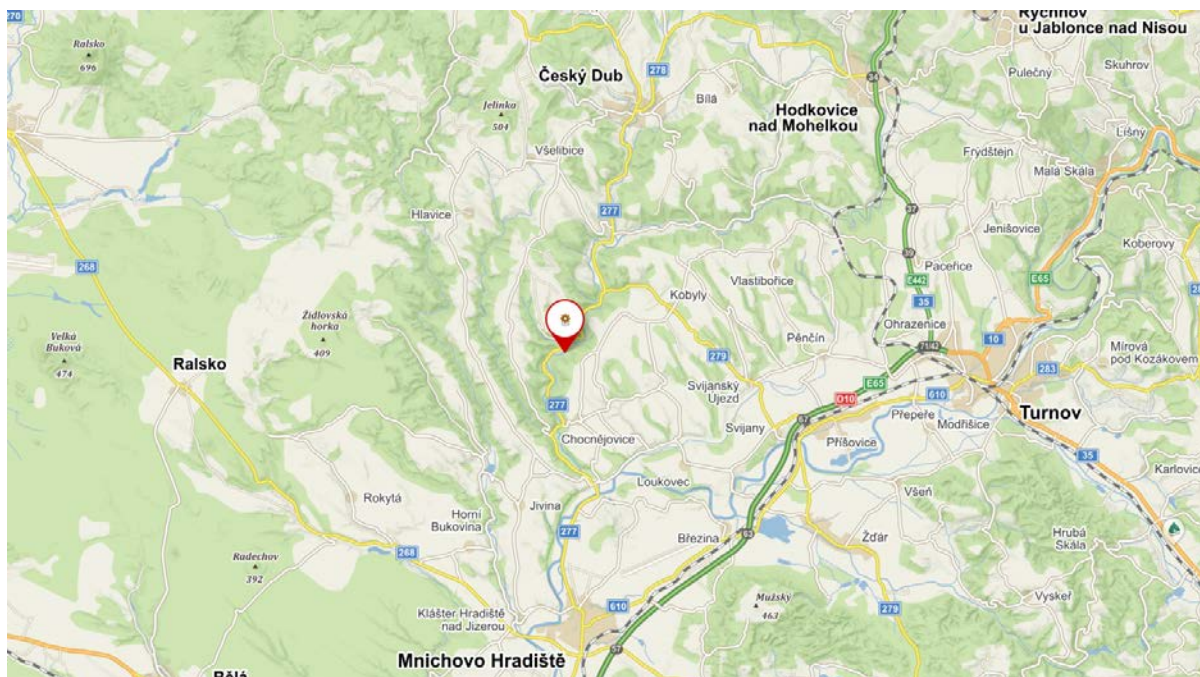
Pro svou práci jsem si vybral bývalou MVE s názvem „mlýn v Chlístově“ v Libereckém kraji. Tento příklad jsem si vybral, protože rodiče zvažují, že tento objekt koupí a promění na MVE.

4.1 Historie:

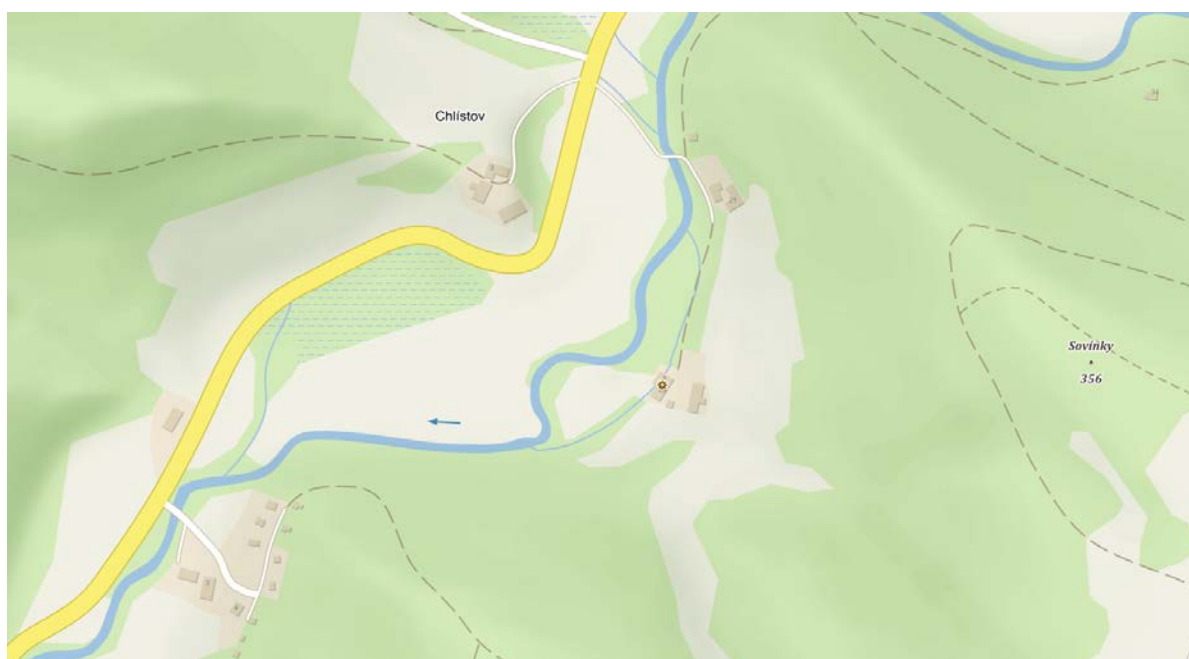
Mlýn postavil v roce 1856 František Resl z Chlístova. V roce 1896 proběhla modernizace zařízení určeného k mletí obilí a byla zde chvíli provozována i pekárna. Roku 1942 bylo požádáno o výměnu mlýnského kola za Francisovu turbínu o výkonu 9 koní s vertikální hřídelí konstruovanou pro spád 2,4 m a průtok 724 l/s. Výměna mlýnského kola se konala až v roce 1945. Od roku 1989 je objekt využíván pouze k bydlení a chátřá.

4.2 Umístění:

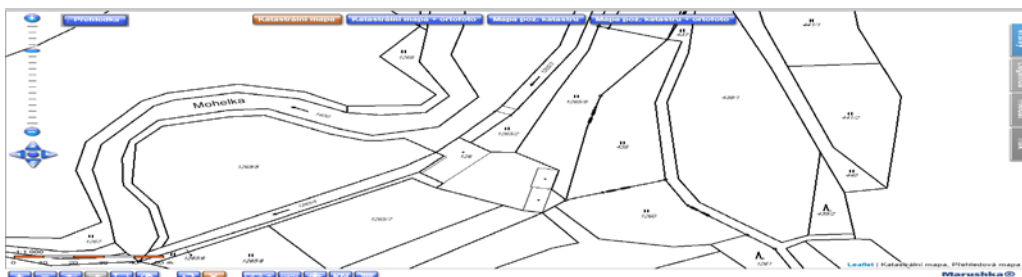
Objekt se nachází na polosamotě. Obcí Chlístov prochází komunikace III.třídy, k mlýnu je zajištěn přístup prostřednictvím místní komunikace. U paty hlavního objektu jsme v nadmořské výšce 248 m.n.m.. Původní mlýn byl poháněn vodou z náhonu, který odvádí vodu z pravého břehu řeky Mohelky na říčním kilometru 7. Mlýn leží na hranici záplavového území.



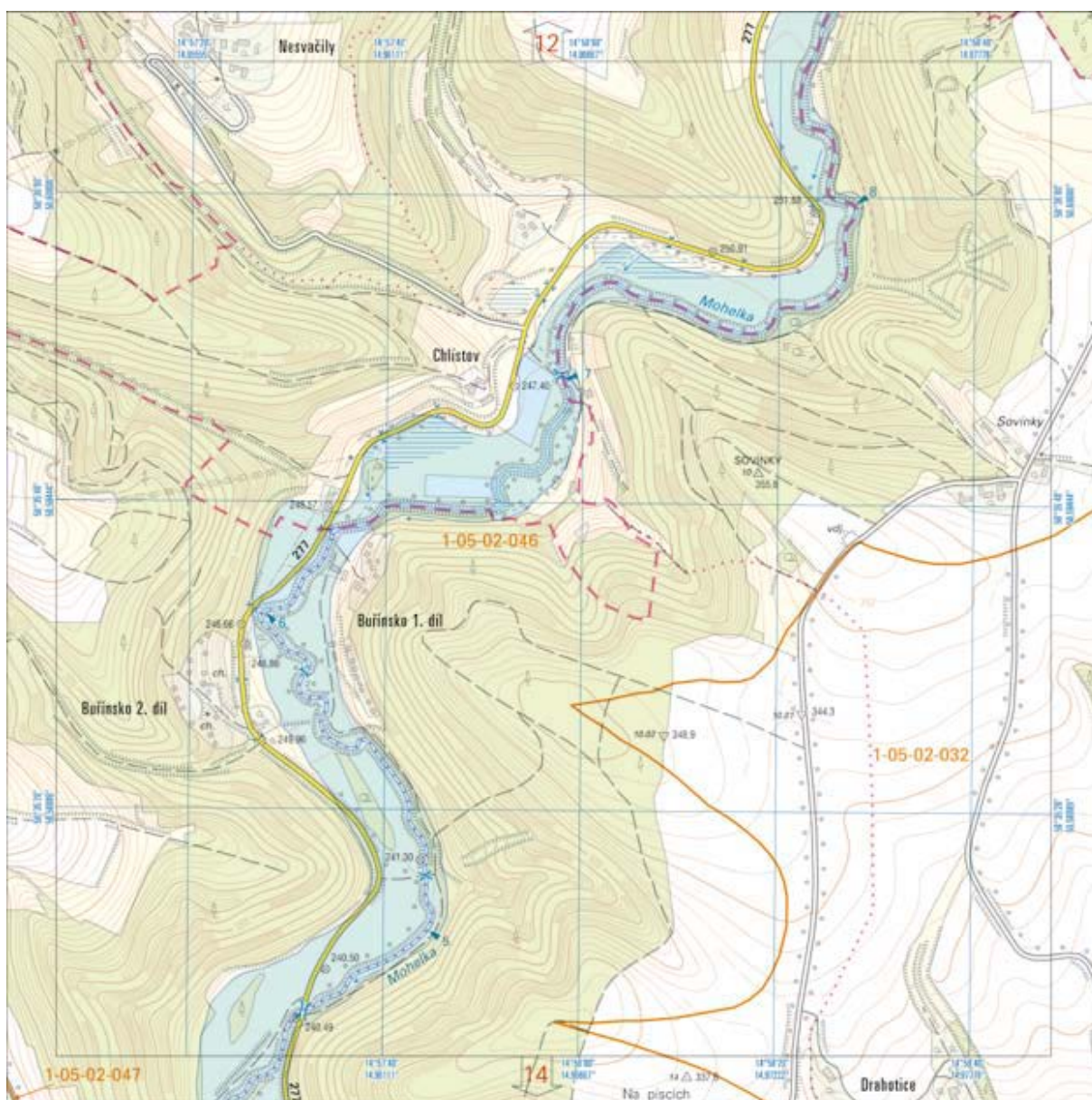
Obrázek 1: Mapa umístění objektu vůči Turnovu a Mnichovu Hradišti, *Mapy.cz*. *Mapy.cz* [online]. Česká Republika: *Seznam.cz*, c1996-2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>



Obrázek 2 Detailní pohled na lokalitu, *Mapy.cz*. *Mapy.cz* [online]. Česká Republika: *Seznam.cz*, c1996-2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z:



Obrázek 3: Detailní pohled na lokalitu v katastrální mapě, Katastrální mapa. Marushka [online]. 2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://sgi.nahizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka&MarQParam0=>



Obrázek 4 Hranice záplavového území. Dibavod.cz [online]. Česká Republika [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: http://www.dibavod.cz/data/download/azu_2007_Mohelka.pdf

4.3 Současný stav



*Obrázek 5 Čarou je vyznačeno, umístění nového jezu. Šipkou vtok do přiváděcího kanálu,
Foto autor*



Obrázek 6 Přivaděcí kanál před rekonstrukcí, Foto autor



Obrázek 7 Nátok na turbínu, Foto autor



Obrázek 8 Odpad z turbíny, Foto autor

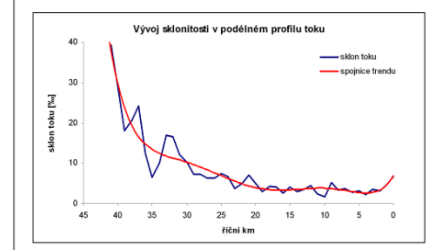
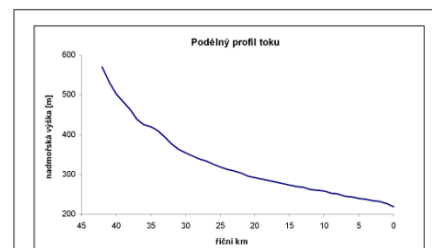
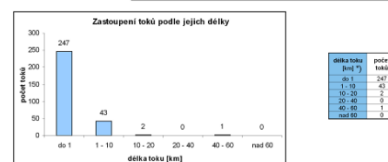
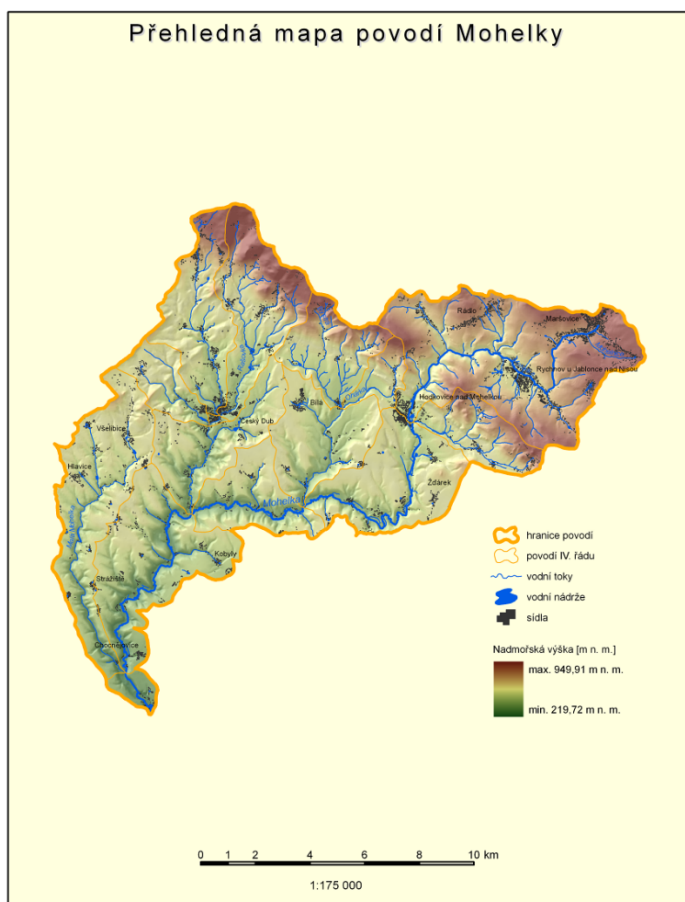
Základní charakteristiky toku MOHELKA a jeho povodí

Identifikátor toku: TOK_ID = 111860000100
 Členění toku podle Gravelia: III. řád
 Správce povodí: Povodí Labe, státní podnik
 Číslo povodí: HLGP_ID = 1-05-02-034/0 až 1-05-02-048/0

Délka toku: 41,55 km
 Plocha povodí: 176,46 km²



Mohelka je pravostranný přítok Jizery (povodí Labe), do které se vlévá 4 km severně od Mnichova Hradiště na jejím 61,58 ř. km v nadmořské výšce 219,72 m. Pramení v Jizerských horách asi 1 km od Jablonce nad Nisou v nadmořské výšce 570,02 m. Největším přítokem je Ještědka (13,30 km). V povodí se nachází 102 vodních ploch s celkovou rozlohou pouze 7,27 ha.



Obrázek 9 Charakteristiky toku Mohelka. Dibavod.cz [online]. Česká Republika [cit. 2018-03-11]. Dostupné z:

4.4 Průtoky:

V tabulce nalezneme M-denní průtoky v m^3/s . Tyto průtoky jsou pouze přibližnými hodnotami, jsou úmyslně zkresleny, protože jejich pořízení z databáze podniku Povodí Labe je zpoplatněno. Použitý průtok ale významně nezkrusí výsledek této práce.

Tab. 1: M-denní průtok korytem řeky

Vodní tok	M-denní průtoky m^3/s							
	30	90	150	210	270	300	330	355
Mohelka, Chocnějovice	1,22	0,67	0,48	0,36	0,28	0,24	0,20	0,15

Údaje převzaty z dokumentu: M-denní průtoky. *Plapdp* [online]. [cit. 2018-03-19]. Dostupné z:

http://plapdp.cz/PDP_HSL/V/2_TABULKOVA_CAST/HSL_V_4_1a_M_DENNI_Q_1961_2010.pdf

Minimální zůstatkový průtok

Minimální zůstatkový průtok (QS) je minimální průtok, který je nutno ponechat ve vodním toku v daném profilu nebo úseku pro udržení jeho základních vodohospodářských a ekologických funkcí. Zůstatkový průtok je průtok, který zůstane ve vodním toku v daném profilu nebo úseku po jednom nebo více odběrech vod. Průtok Q_{364d} , Q_{355d} , Q_{330d} je průtok v daném profilu vodního toku, který byl dosažen nebo překročen průměrně 364, 355 nebo 330 dní v roce. Směrné hodnoty minimálního zůstatkového průtoku se stanoví podle následující tabulky

Průtok Q_{stat} [m^3/s]	Minimální zůstatkový průtok Q_s [m^3/s]
$< 0,05$	Q_{stat}
$0,05 - 0,5$	$(Q_{\text{stat}} + Q_{\text{stat}}) \cdot 0,5$
$0,51 - 5,0$	Q_{stat}
$> 5,0$	$(Q_{\text{stat}} + Q_{\text{stat}}) \cdot 0,5$

Údaje převzaty z dokumentu: Studie malé vodní elektrárny [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/66538/F2-DP-2016-Razak-David-.pdf?sequence=-1>. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE.

Protože naše hodnota průtoku Q_{355d} je rovna $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, hodnota minimálního zůstatkového průtoku v profilu pod odběrem musí být rovna $0,175 \text{ m}^3/\text{s}$

Při výběru turbíny musíme tedy s denními využitelnými průtoky takto:

Vodní tok	m^3/s							
	30	90	150	210	270	300	330	355
Mohelka, Chocnějovice	1,045	0,495	0,305	0,185	0,105	0,065	0,025	0

Údaje vypočteny z tab. 1

5 Rekonstrukce

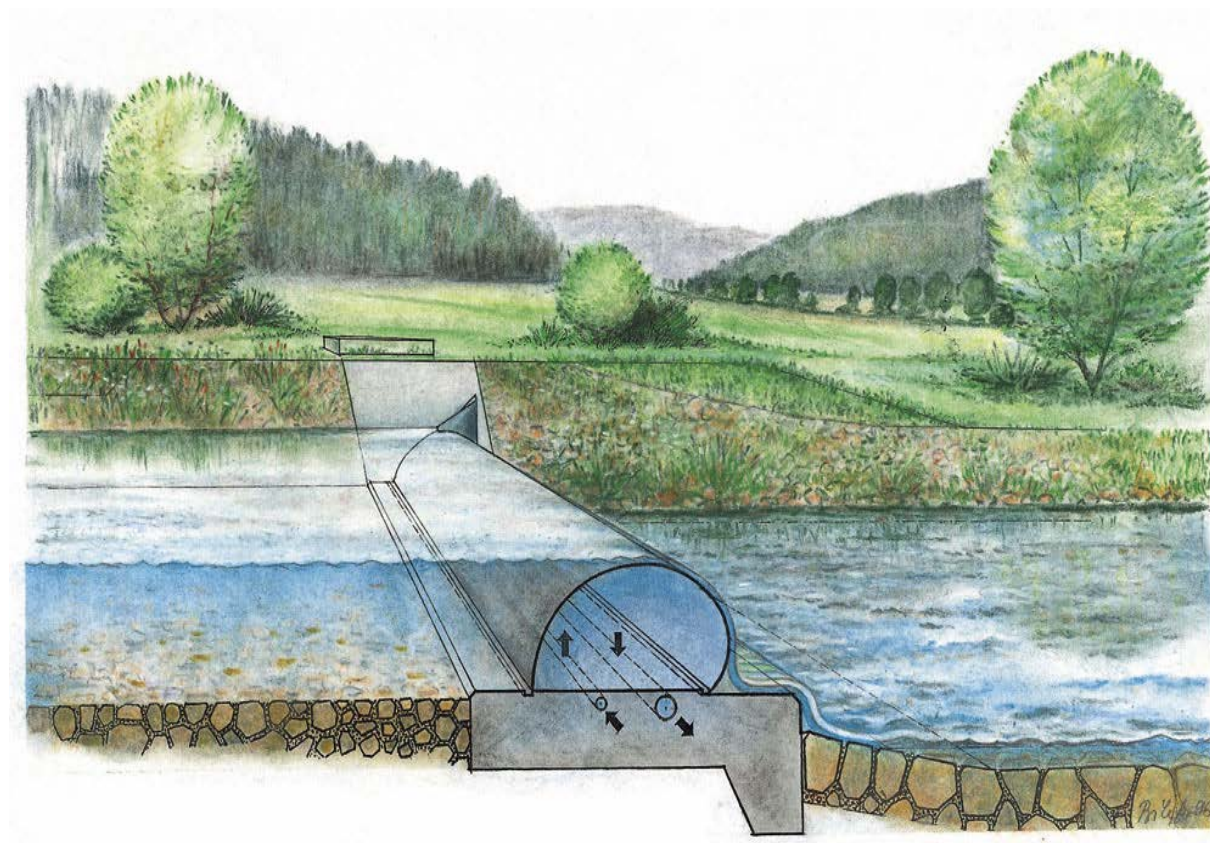
5.1 Rekonstrukce jezu

Rozhodl jsem se pro konstrukci původního jezu s pomocí moderní konstrukce tzv. „vakového jezu“. Jedná se o řešení pohyblivé konstrukce užívané pro změny výšky hladiny vodního toku.

Vak je vyroben z pryžmotextilní membrány, která je zakotvena do betonové desky pod vakem pomocí ocelových kotvicích šroubů. Vakový jez je propojen s ovládací šachtou, která může snižovat a zvyšovat výšku hladiny, a to plně automaticky.

Tento typ jezu jsem si vybral, pro jeho nízké pořizovací náklady, možnost regulace výšky hladiny a také bezproblémový zimní provoz.

Vakový jez nemá negativní vliv na životní prostředí. Umístěním tohoto jezu dosáhneme rozdílu výšek před a za turbínou 4 m.



Obrázek 10 Konstrukce vakového jezu, Hradicí vakové jezy. Rubena [online]. c2016 [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: <http://www.rubena.cz/cz/produkty/pryzotextilni-vyrobky/hradici-vakove-jezy/>

5.2 Vytvoření vtokového objektu

Vtokový objekt je prostor, kudy je odváděna voda toku do derivačního kanálu.

Vtokový objekt bude osazen stupněm ve dně pro zabránění vniku nečistot sunutých po dně do derivačního kanálu, normou stěnou proti nečistotám plovoucím, česlemi pro odstranění nečistot vznášených. Usazovacím prostorem, kde dochází k usazení jemnějších nečistot, které by při vniknutí do turbíny urychlily její opotřebení (písek, jemný štěrk). Součástí usazovacího prostoru je i odkalovací kanál, který je otvíratelný a při naplnění usazovacího prostoru se otevře a kal se vyplaví zpět do koryta řeky

Na vtoku do derivačního kanálu bude dále umístěn uzávěr, který se bude používat při odstavení vodní elektrárny při povodňových průtocích.

Součástí úpravy derivačního kanálu bude odstranění náletových dřevin a oprava dna a břehů derivačního kanálu tak, aby umožnil průtok alespoň 1,1 m³/s

5.3 Vytvoření výtokového objektu

Výtokový objekt, je prostor, kudy se dostává voda z derivačního kanálu zpět do vodního toku. Součástí úpravy výtokového objektu budou i přilehlé břehy objektu, aby se zabránilo případnému poškození při zvýšení vodního stavu.

Je prostor, kde dochází k usazení jemnějších nečistot, které by při vniknutí do turbíny urychlily její opotřebení (písek, jemný štěrk). Součástí usazovacího prostoru je i odkalovací kanál, který je otvíratelný a při naplnění usazovacího prostoru se otevře a kal se vyplaví zpět do koryta řeky.



Obrázek 11 Situace plánované rekonstrukce, Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Česká Republika: Seznam.cz, c1996-2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

Popis situace:

- 1) černá - jez
- 2) tmavě červená - vtokový objekt + česle
- 3) šedá - uzávěry
- 4) modrá - odkalovací kanál, usazovací prostor
- 5) červená - výtokový objekt + úprava břehu koryta

6 Výběr turbíny

Vodní turbína je základem celé elektrárny, jelikož mění energii vodního toku na energii mechanickou. Je nenahraditelná, a proto je také důležité vybrat tu správnou. Jelikož na trhu je velký počet různých druhů pro snad veškeré kombinace spádů a průtoků. Pro nalezení vhodné turbíny pro náš průtok a spád. Tak nanese do grafu níže náš rozdíl hladin, což jsou 4 m a pak si vypočítáme průměrný průtok turbínou, který také poté nanese.

Návrhový průtok vypočteme jako průměrný průtok z průtoků využitelných. Pro náš konkrétní případ je to 0,45 m³/s.

Graf 3: Graf, podle kterého jsem určoval vhodnost turbíny



Údaje převzaty z dokumentu: *Studie malé vodní elektrárny [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/66538/F2-DP-2016-Razzak-David-.pdf?sequence=-1>. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE*

Jako turbína vhodná pro můj průtok a spád mi vyšla Archimédova turbína.

6.1 Archimédova turbína

Archimédova turbína, nazývaná také jako šneková nebo šroubová turbína, je vodní turbína, která využívá potenciální energii vody, stejně jako v dřívějších dobách vodní kolo. Ovšem ve srovnání s vodním kolem, má mnohem vyšší účinnost. Turbína se skládá z rotoru tvaru šnekovnice rotující v půlkruhového žlabu. Voda natéká do turbíny a svou hmotností působí na listy šnekovnice a tím roztáčí rotor. Na dolním konci turbíny voda volně vytéká. Na horním konci je připojen přes převodovku k rotoru generátor. Pro tuto turbínu jsem se rozhodl hned z několika důvodů. Nejdůležitějším bylo, že je vhodná pro mou kombinaci průtoku 0,45 m³/s a výšky 4m rozdílu hladin. Dalšími důvody jsou nízké pořizovací náklady, jednoduchá konstrukce, dlouhá životnost a také dobrá účinnost již od malého průtoku.

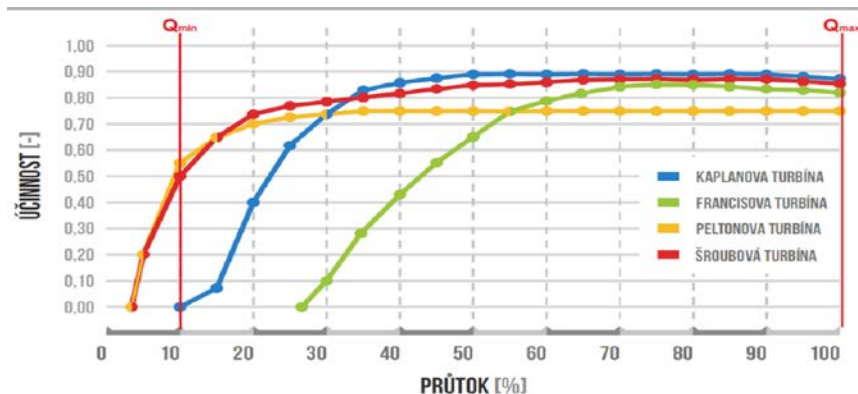
7 Výpočet

Vzorec pro výpočet vyrobené elektrické energie, se skládá z průtoku, gravitačního zrychlení, rozdílu výšky hladin a účinnosti turbíny. A tyto 4 veličiny mezi sebou vynásobíme. Čímž vznikne vzorec

$$P = Q * g * H * \quad [W]$$

Pro přesnější výsledek, bude muset použít více průtoků. Jelikož turbína má maximální hltnost (množství proteklé vody). A tato hltnost má vliv na účinnost turbíny. Z toho plyne, že pro čím více průtoků určíme účinnost a následně i výkon turbíny, tím bude celkový výsledek výkonu přesnější. Diagram účinností naleznete níže.

Graf 4: Závislost účinnosti na hltnosti



Údaje převzaty z dokumentu: Studie malé vodní elektrárny [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/66538/F2-DP-2016-Razak-David-.pdf?sequence=-1>. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Pro výpočet jsem si zvolil Archimédovu turbínu s maximální hltností $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Z diagramu zobrazujícího průtoky, také zle vyčíst minimální průtok a ten je roven 10% hltnosti. Tím pádem bude turbína průměrně fungovat 270 dní v roce. Po vypočítání výkonu, pro základní průtoky, jsem došel k závěru, že MVE vyrobí přibližně 36 019 kWh elektrické energie.

7.1 Výpočet ročního zisku

Mnou navržená elektrárna, vyrobí ročně 36019 kWh elektrické energie ročně. Při výkupní ceně 1 kWh za 3,26Kč pro vodní elektrárny, to vychází cca 200 000 Kč za rok. Myslím si, že je to dobrý pasivní příjem.

7.2 Přibližné nutné náklady na zřízení MVE

Na vodní elektrárně by byla spousta práce a s tím i spojené finanční náklady. Ceny, které zde uvedu jsou pouze odhady, jelikož toto cenové ohodnocení jsem dělal já a ne profesionál, který se tímto živí. Proto také ceny nejsou přesné, ale pouze orientační.

Výhodou je, že do areálu mlýnu je zavedena síť elektrické energie. Takže není potřeba uvažovat náklady za připojení do elektrické sítě.

Tab. 2: Rozpočet

Co ?	[v Kč]
Turbína, plechový žlab	600 000,-
Stavidlo	250 000,-

Česle	50 000,-
Převodovka, spojka, generátor	200 000,-
Řídící jednotka	200 000,-
Uvedení do provozu	100 000,-
Betonový základ	100 000,-
Převaděcí kanál, vtokový oběkt, uzávěr	400 000,-
Výtkový kanál, výtokvý oběkt, uzávěr	100 000,-
Obnova jezu	1 000 000,-
Celkem:	3 000 000,-

7.3 Návratnost

Navrhovaná cena je 3 000 000 Kč, při roční návratnosti 200 000 Kč se nám bude tato investice vracet 15 let.

8 Závěr

Dle mého názoru je tento projekt realizovatelný, jen je potřeba zařídit veškeré náležitosti a pustit se do přestavby. Místo, kde bývalý mlýn stojí, je na vesnici a s dobrou přístupností, jelikož je kousek od silnice a je zde vybudována cesta přímo až k mlýnu. Podle mého vynikající místo pro odpočinek, pro lidi důchodového věku. A kvůli krásné přírodě a vesnickému klidu, tak i proto, že vám elektrárna přidá pár korun k důchodu.

Zároveň je to možné brát i jako dlouhodobou investici. Návratnost 15 let není doba sice moc krátká, ale je to zase investice stálá, nemusíme se bát, že bychom o ní přišli. Zároveň se

domnívám, že ceny elektrické energie budou stoupat, což by znamenalo zkrácení doby návratnosti.

Zároveň to má velký význam pro mě, jelikož jsem se dozvěděl mnoho nového. Hlavně o tom jaké jsou typy turbín, jak fungují a pro co jsou vhodné. Dále se mi to líbilo v tom, že jsem si vytvořil komplexní názor o energetice, jaký má přínos, výhody, nevýhody, problematika, atd. Dokázal sám sobě, že jsem schopný zpracovat nějaký návrh. A také jsem se dozvěděl nové informace ohledně MVE.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa umístění objektu vůči Turnovu a Mnichovu Hradišti

Obrázek 2: Detailní pohled na lokalitu

Obrázek 3: Detailní pohled na lokalitu v katastrální mapě

Obrázek 4: Hranice záplavového území

Obrázek 5: Čarou je vyznačeno, umístění nového jezu. Šipkou vtok do přiváděcího kanálu

Obrázek 6: Přiváděcí kanál před rekonstrukcí

Obrázek 7: Nátok na turbínu

Obrázek 8: Odpad z turbíny

Obrázek 9: Charakteristiky toku Mohelka

Obrázek 10: Konstrukce vakového jezu

Obrázek 11: Situace plánované rekonstrukce

10 Seznam grafů

Graf 1: Rozdělení výroby elektrické energie v České republice

Graf 2: Rozdělení výroby elektrické energie ve světě

Graf 3: Graf, podle kterého jsem určoval vhodnost turbíny

Graf 4: Diagram zobrazující účinnost turbíny při různé hltnosti

11 Seznam tabulek

Tab. 1: M-denní průtok korytem řeky

Tab. 2: Rozpočet

12 Zdroje

- *Studie malé vodní elektrárny* [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/66538/F2-DP-2016-Razzak-David-..pdf?sequence=-1>. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE.
- Šneková turbína. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z:
- ŠNEKOVÉ TURBÍNY. *GESS-CZ* [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z:
- Energetika v Česku. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Energetika_v_%C4%8Cesku
- MAS HYDRO DIVIZE SPOLEČNOSTI. *DocPlayer* [online]. DocPlayer.cz, c2018 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z:
- *Mapy.cz*. *Mapy.cz* [online]. Česká Republika: Seznam.cz, c1996-2016 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z:
- Charakteristiky toků a povodí ČR. *VÚT TGM* [online]. Podbabská 30/2582, Praha 6, 160 00: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, c2017 [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-a-povodi-cr.html>