

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 7. Zemědělství, potravinářství, lesní a vodní hospodářství

Malá vodní elektrárna Kamenný Přívoz

Jan Jícha

Kraj: Středočeský

Neveklov 2015

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

**Obor SOČ: 7. Zemědělství, potravinářství, lesní a vodní
hospodářství**

Malá vodní elektrárna Kamenný Přívoz

Autor: Jan Jícha

Škola: Obchodní akademie Neveklov, Školní 303, 257 56 Neveklov

Kraj: Středočeský

Konzultant: Ing. Václava Netolická

Neveklov 2015

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu vloženém v práci SOČ.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

Neveklov, 20.březen 2015

.....

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych na tomto místě poděkoval ing. Tomáši Javorkovi a panu Kochovi za podporu a cenné rady, které mi pomohly při zpracování této práce.

Anotace

Téma: Malá vodní elektrárna Kamenný Přívoz

Autor: Jan Jícha, student 3. A, Obchodní akademie Neveklov, Obor:
obchodní akademie - informatika

Práce vznikla pro SOČ. Jejím cílem je zviditelnit malé vodní elektrárny, nalézt jejich silné i slabé stránky.

V úvodní části práce obsahuje informace o vodních elektrárnách, seznamuje s vodními elektrárnami a turbínami, se kterými je dále pracováno v části praktické. Jsou uvedeny také bližší informace o firmě Mavel, která se zabývá výrobou turbín. V přílohách práce je možno nalézt ukázky typů turbín a fotografie z malé vodní elektrárny Kamenný Přívoz.

Praktická část byla realizována především ve spolupráci s touto elektrárnou. Jsou zde uvedeny její silné i slabé stránky. Informace byly získány od odborníků na MVE. Text je vypracován tak, aby byl pochopitelný i pro ty, kteří ještě s MVE neměli žádné zkušenosti.

Závěr podává shrnutí informací o užitých postupech, splnění cílů, názorech a výsledku práce.

Klíčová slova: MVE, Mavel, turbína, generátor, vodní elektrárna

OBSAH

ÚVOD	8
1. HISTORIE VODNÍCH ELEKTRÁREN	10
2. VODNÍ ELEKTRÁRNY A JEJICH VÝZNAM.....	11
2.1. ROZDĚLENÍ VODNÍCH ELEKTRÁREN	11
2.1.1. PODLE ZPŮSOBU ZADRŽENÍ VODY.....	11
2.1.2. PODLE VELIKOSTI VODNÍ ELEKTRÁRNY	11
2.2. VÝZNAM VODNÍCH ELEKTRÁREN	11
2.3. PODÍL VÝROBY VE VODNÍCH ELEKTRÁRNÁCH V ČR	12
3. VODNÍ TURBÍNY	13
3.1. VÝPOČET VÝKONU TURBÍNY.....	13
3.2. ROZDĚLENÍ TURBÍN	13
3.2.1. ROVNOTLAKOVÁ TURBÍNA	13
3.2.2. PŘETLAKOVÁ TURBÍNA.....	14
4. PRŮTOČNÉ ELEKTRÁRNY	15
4.1. PROBLEMATIKA	15
5. REGULAČNÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY	15
6. MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY	15
6.1. TURBÍNY MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN.....	16
6.2. ROZDĚLENÍ MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN	16
6.2.1. ROZDĚLENÍ PODLE SOUSTŘEDĚNÍ VODNÍ ENERGIE	16
6.2.2. ROZDĚLENÍ PODLE ZAPOJENÍ DO ROZVODU ELEKTRICKÉ ENERGIE	16
6.3. HLAVNÍ ELEKTRICKÉ ČÁSTI MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN	17
6.3.1. SYNCHRONNÍ GENERÁTOR.....	17
6.3.2. ASYNCHRONNÍ GENERÁTOR	17
6.4. STAVEBNÍ ŘEŠENÍ MVE.....	18
6.5. VÝROBNÍ A PROVOZNÍ OBJEKTY MVE	18

6.6.	DOTACE STÁTU A FONDU EU.....	18
7.	MAVEL A.S.....	19
	ROZHOVOR S ING. JAVORKEM.....	21
	VLASTNÍ ZHODNOCENÍ ROZHOVORU	23
8.	MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA KAMENNÝ PŘÍVOZ.....	24
	MAPA MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN.....	25
	ZÁVĚR.....	28
	POUŽITÉ ZDROJE.....	30
	PŘÍLOHY.....	31

ÚVOD

Práce se věnuje malým vodním elektrárnám (MVE), jelikož má rodina vlastní chatu poblíž řeky Sázavy, konkrétně v Chrástu nad Sázavou. V okolí se nachází několik takovýchto elektráren. Otvírá se tedy možnost zjistit, jak vlastně fungují a jak jsou finančně náročné.

Životní prostředí je jedním z hlavních důvodů existence vodních elektráren, už jen kvůli tomu, že nepotřebují žádné suroviny a neprodukují žádný odpad. V porovnání s jinými elektrárnami, jako je například tepelná, vodní elektrárny neznečišťuje ovzduší. Tento projekt je realizován nejen pro soutěž SOČ, ale i pro soutěž Enersol a také pro lidi, kteří se zajímají o dané téma. Projekt seznamuje s výhodami a nevýhodami vodních elektráren.

Teoretická část obsahuje základní informace o vodních elektrárnách.

V rámci praktické části projektu byl realizován rozhovor s Ing. Tomášem Javorkem, který poskytl podrobnější informace o firmě Mavel a malých vodních elektrárnách obecně. Dále v rámci projektu byla navštívena malá vodní elektrárna v Kamenném Přívozu, zde bližší informace poskytl velice ochotný pan Miroslav Koch, majitel MVE v Kamenném Přívoze.

Cílem této práce je tedy seznámit okolí s malými vodními elektrárnami, s jejich slabými a silnými stránkami, ale i s tím jaké problémy pořízení MVE obnáší. Vše je vysvětleno na zmíněné vodní elektrárně v Kamenném Přívozu. Dalším cílem je představení firmy Mavel, která se zabývá vodními elektrárnami již několik let.

Záměrem práce je podat nejdůležitější potřebné informace o MVE a objasnit, proč při výběru vodních elektráren zvolit právě tyto elektrárny či turbíny. Uvedené informace by měly pomoci při rozhodování potencionálním zájemcům, ba dokonce by práce měla pomoci zvednout počet malých vodních elektráren u nás.

V závěru jsou shrnuty všechny výhody a nevýhody vodních elektráren, jsou porovnány některé turbíny a druhy vodních elektráren. Je odůvodněno, proč byl vybrán právě tento typ obnovitelného zdroje energie.

Ze seznamu literatury, který je uveden v závěru samotné práce, jsou nejvíce využívány knihy zabývající se ekologií a životním prostředím nebo právě problematikou vodních elektráren.

V těchto knihách je celkově výborně popsán význam MVE. Dalšími významnými pomocníky při zpracování práce jsou rozhovory s majiteli vodních elektráren a pracovníkem firmy Mavel.

1. HISTORIE VODNÍCH ELEKTRÁREN

Vodní energie je využívána již od středověku. Nejdříve sloužila k splavování lodí, později k pohonu mlýnů a čerpadel. Její využívání se rozšířilo především díky mnišským řádům, jejichž kláštery vodní energii využívaly.

Jednu z prvních vodních elektráren postavil T. A. Edison roku 1882 v Appletonu a krátce nato pod Niagarskými vodopády.¹

Také v Praze existovaly na počátku 20. století dvě vodní elektrárny - na Těšnově a na Štvanici. Těšnovská byla roku 1929 zrušena, štvanická existuje dodnes.

„První vodní elektrárna byla postavena v Appletonu ve státě Wisconsin v USA v roce 1882. Šlo o poměrně jednoduchá zařízení, jejichž hlavní součástí byl generátor poháněný parním strojem nebo vodním kolem. Později došlo k nahrazení vodního kola účinnější turbínou.“²

¹ „<http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm>“ (10.1.2015)

² „<https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektřina#Historie>“ (10.1.2015)

2. VODNÍ ELEKTRÁRNY A JEJICH VÝZNAM

Výroba elektřiny je dnes nejčastějším způsobem využití vodní energie.

Ve vodních elektrárnách voda roztáčí turbínu. Energie proudící vody se mění na elektrickou energii, která se transformuje a odvádí do míst potřeby.

„U nás jsou vodními elektrárnami vyráběny asi 3 % elektřiny. V zemích s větším vodním potenciálem jako je Norsko, Rakousko nebo Kanada však může být podíl energie z vodních zdrojů podstatně vyšší. Vodní elektrárny řadíme sice ke klasickým zdrojům, ale vodní energie patří mezi zdroje obnovitelné.“³

2.1. ROZDĚLENÍ VODNÍCH ELEKTRÁREN

2.1.1. PODLE ZPŮSOBU ZADRŽENÍ VODY

- Průtočné elektrárny – pracují v nepřetržitém režimu
- Akumulační elektrárny – pracují v pološpičkovém a špičkovém režimu
- Přečerpávací elektrárny – pracují ve špičkovém režimu

2.1.2. PODLE VELIKOSTI VODNÍ ELEKTRÁRNY

- Vodní elektrárna na 10 MW
- Vodní elektrárna do 10 MW (malé vodní elektrárny)

2.2. VÝZNAM VODNÍCH ELEKTRÁREN

- Regulace vodních toků
- Částečná ochrana proti povodním
- Zavlažování
- Zajištění pitné a užitkové vody
- Rekreace

³ „ŠLÉGL, Jiří, KISLINGER František a LANÍKOVÁ Jana. Ekologie a ochrana životního prostředí: pro gymnázia. Vyd. 1. Praha: Fortuna, 2002, 157 s. ISBN 80-716-8828-2“

2.3. PODÍL VÝROBY VE VODNÍCH ELEKTRÁRNÁCH V ČR

V ČR nejsou přírodní poměry pro budování vodních energetických děl příliš ideální.

Naše toky nemají potřebný spád a dostatečné množství vody, proto je podíl výroby elektrické energie ve vodních elektrárnách na celkové výrobě v ČR poměrně nízký. V posledních letech k jeho dalšímu snížení došlo i díky poškození vodních elektráren vltavské kaskády povodněmi v roce 2002.

3. VODNÍ TURBÍNY

Polohová a pohybová energie vody je využívána vodními turbínami. Vodní turbína je mechanický stroj, který přeměňuje tlakovou energii vody na mechanickou energii. Je hlavní součástí vodních elektráren. Generátor převádí mechanickou energii turbíny na energii elektrickou.

3.1. VÝPOČET VÝKONU TURBÍNY⁴

$$P = \rho * Q * \eta * Y \quad (W; \text{kg} * \text{m}^{-3}, \text{m}^3 * \text{s}^{-1}, \text{J} * \text{kg}^{-1})^5$$

ρ hustota vody

Q objemový průtok turbínou

ηvýsledná účinnost turbíny

Y měrná energie vody

$$Y = g * H \quad (\text{J} * \text{kg}^{-1}; \text{m} * \text{s}^{-2}, \text{m})$$

gtíhové zrychlení

Hspád

3.2. ROZDĚLENÍ TURBÍN

Výběr turbíny závisí na účelu a podmínkách vodního díla.

3.2.1. ROVNOTLAKOVÁ TURBÍNA

Tlak vody kolem kola je stejný, oběžné kolo musí být umístěno nad spodní hladinou.

U velkých spádů je ztráta spádu zanedbatelná.

Rovnotlaková turbína má pomalé otáčky a nedochází ke ztrátě tlaku vody. Například Peltonova (vhodná do horských podmínek) a Bánkiho turbína.

⁴ „https://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/.../4.../elny_4.pps (10. 12. 2014)“

3.2.2. PŘETLAKOVÁ TURBÍNA

Na výstupu je připevněna sací roura, která je ponořena pod spodní hladinou. Tlak vody za kolem je nižší než před oběžným kolem.

Přetlaková turbína má střední otáčky a část tlaku přeměňuje v rychlost vody. Například Francisova (střední spády, střední průtoky) a Kaplanova turbína.

4. PRŮTOČNÉ ELEKTRÁRNY

Pracovní režim slouží k určování hydrologického režimu vodního toku. Spád se získává vzdutím vody na jezu. Strojovna stojí na břehu hlavního toku. Průtočné elektrárny jsou vhodné pro malé spády a velké průtoky. Tyto elektrárny pracují bez akumulace a využívají množství vody protékající řečištěm. Průtočné vodní elektrárny pracují v základní části denního elektrického zatížení.

4.1. PROBLEMATIKA

Základním problémem je proměnlivý průtok v průběhu roku. S těmito změnami se mění účinnost turbíny. Nejvýhodnější turbíny jsou Kaplanova a Diagonální turbína, které při 30% průtoku vykazují účinnost 80 %. Podle tohoto průtoku se volí typ turbíny, výkon turbíny, počet turbín.

„Velké plochy přehradních nádrží mohou způsobovat změny klimatu, například větší srážky a mlhy. Dále se mění teplotní poměry vodního toku pod přehradou v létě je tam voda chladnější, v zimě naopak teplejší než před vybudováním nádrže.“⁶

5. REGULAČNÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY

Tyto elektrárny pracují zpravidla ve špičkové nebo pološpičkové části denního zatížení. Regulační elektrárnou mohou být elektrárny s přirozenou akumulací (jezera s jezem), s umělou akumulací (přehrady).

6. MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY

Malé vodní elektrárny jsou do 10 MW. Mají větší měrné náklady než velké elektrárny, ale zato mají malé provozní náklady. Výhodami malých vodních elektráren jsou jednoduchost, spolehlivost a dlouhá životnost. Nenarušují životní prostředí. V porovnání s ostatními druhy elektráren jsou stabilní zdroje energie.

⁶ „ŠLÉGL, Jiří, KISLINGER František a LANÍKOVÁ Jana. Ekologie a ochrana životního prostředí: pro gymnázia. Vyd. 1. Praha: Fortuna, 2002, 157 s. ISBN 80-716-8828-2“

Malé vodní elektrárny využívají energie menších vodních toků a jejich výkon tomu odpovídá desítky až stovky kW. Některé slouží k pohonu mlýnů a pil a přebytek energie dodávají do sítě.

Většina malých vodních elektráren slouží jako sezónní zdroje. Průtoky toků, na kterých jsou zřizovány, jsou kolísavé a silně závislé na počasí a ročním období.

Malé vodní elektrárny se stavějí převážně na tocích v místech bývalých mlýnů a jezů. Zbytky těchto děl snižují celkové náklady na výstavbu. Další možností je instalace moderních a účinnějších turbín a soustrojí ve stávajících elektrárnách.

6.1. TURBÍNY MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN

U malých vodních elektráren je o mnoho větší výběr turbín než u normálních. U malých vodních elektráren je důležitý výběr vhodné turbíny k efektivnímu provozu. Existují také speciální turbíny určené jen pro malé vodní elektrárny.

6.2. ROZDĚLENÍ MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN ⁷

6.2.1. ROZDĚLENÍ PODLE SOUSTŘEDĚNÍ VODNÍ ENERGIE

- Přehradní
- Jezové
- Jezově derivační
- Přehradně derivační

6.2.2. ROZDĚLENÍ PODLE ZAPOJENÍ DO ROZVODU ELEKTRICKÉ ENERGIE

- Do energetické soustavy – asynchronní generátory
- Do uzavřené nebo otevřené energetické soustavy (záložní zdroje energie) – synchronní generátory
- Mikro zdroje – do uzavřené soustavy, malé výkony pro lokální využití – dynamo, alternátory s trvalými magnety

⁷ „Malé vodní elektrárny. Praha: ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01812-1“ (13.1.2015)

6.3. HLAVNÍ ELEKTRICKÉ ČÁSTI MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN

- Generátor (synchronní, asynchronní)
- Vyvedení energie z generátoru
- Rozváděč vyvedení výkonu
- Blokový transformátor a jeho vývody
- Venkovní rozvodna
- Vlastní spotřeba
- Ostatní výkonová zařízení, jištění, ochrana
- Automatizace provozu
- Zabezpečení

6.3.1. SYNCHRONNÍ GENERÁTOR

Jednou z výhod je možnost práce do uzavřené a otevřené sítě nebo také záložní zdroj energie. Tento generátor umožňuje kompenzaci jalového výkonu a úbytku napětí v síti. Umožňuje také provoz s konstantním výkonem nebo konstantním buzením.

Tento generátor má však také své nevýhody. Jednou z nich je například vyšší cena alternátoru. Další nevýhodou je vyšší cena pro zabezpečení plynulého provozu, má větší nároky na připojení k síti a je zde nutnost fázování.

6.3.2. ASYNCHRONNÍ GENERÁTOR

Velkými výhodami jsou jednoduchá konstrukce, vysoká provozní spolehlivost. Tento generátor nepotřebuje budič, regulátor napětí a regulátor otáček, proto je také jednodušší než ostatní. Další výhodou je přímé připojení k soustavě bez potřeby fázování. Výborná je také možnost bezobslužného provozu. Také je v současné době nejpoužívanější.

Nevýhodou je, že nemůže pracovat samostatně do uzavřené sítě, například při havárii. Při klesání výkonu, klesá i jeho účinek. Při připojení k síti tohoto generátoru vznikají proudové nárazy.

6.4. STAVEBNÍ ŘEŠENÍ MVE

a) **vtokové objekty** – bezprostředně navazuje na vodní tok, případně na nádrž nebo zdrž, která je vytvořena na vodním toku přehradou nebo jezem; slouží k odběru vody na elektrárnu

b) **přiváděcí a odpadní zařízení** - může být beztlakové (kanál, náhon, štola s volnou hladinou) nebo tlakové (potrubí, štola, šachta)

c) **výrobní objekty** - budova se strojovnou, rozvodna

6.5. VÝROBNÍ A PROVOZNÍ OBJEKTY MVE

Hlavní částí malé vodní elektrárny je vlastní stavba, ve které dochází k výrobě elektrické energie. Tvoří jí budova vodní elektrárny se strojovnou a dalšími provozními objekty.⁸

Základním vybavením strojovny je turbína, generátor a transformátor. V obvyklém provedení má budova vodní elektrárny dvě hlavní části: spodní a horní stavbu.

Na spodní stavbu působí především tlak vody, vztlak a průsak. Bývá obvykle nejsložitější. Spodní stavba je poměrně často řešena jako monolitická betonová konstrukce, někdy jako odlehčená železobetonová konstrukce. Také jsou zde umístěna zařízení potřebná pro zabezpečení provozu soustrojí (například uzávěry, synchronní ventily, čerpací agregáty mazací a tlakový oleje, čerpadla, chladicí kompresory, strojní a pomocné rozvaděče, hydraulické pohony uzávěrů).

Horní část stavby obsahuje hydro alternátory, regulátory kontrolní panely jednotlivých soustrojí, transformátory, a podobně. Horní stavba může být zakrytá, polozakrytá nebo odkrytá.

6.6. DOTACE STÁTU A FONDU EU

Pro stavbu MVE lze požádat o dotaci státu a Evropskou unií. Podmínky pro získání dotace se však liší a je nutno sledovat aktuální stav na webových stránkách Ministerstva průmyslu a obchodu (www.mpo.cz) a na stránkách Fondy Evropské unie (www.strukturalni-fondy.cz).⁹

⁸ „https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=6043“ (13.1.2015)

⁹ „https://is.muni.cz/th/173822/pedf_b/Hodnoceni_vodni_elektrarny.pdf“ (13.1.2015)

7. MAVEL a.s.

Akciová společnost Mavel, jež byla založena v roce 1990, se zabývá výrobou vodních turbín s výkony od 3 kW do 30+ MW a zajišťuje svým zákazníkům také dodávky kompletních technologických zařízení pro malé vodní elektrárny. Jedním z hlavních cílů společnosti je individuální přístup ke každému projektu tak, aby zákazník dostal optimální technické i komerční řešení.

„Firma Mavel je privátní akciová společnost, která vznikla 23. srpna 1990. Ředitelem této firmy je Ing. Jiří Veis, který je také členem představenstva. Dalšími členy představenstva jsou například Ing. Martin Šinták a Ing. Jan Šíp.“¹⁰

V posledních letech Mavel rozšířil svou přítomnost i mimo Českou republiku a dnes vlastní své dceřiné společnosti na Slovensku, v Polsku a v USA.

Ústředí této společnosti se nachází v městě Benešově u Prahy. Každá turbína, která se zde vyrobí, je také důkladně testována ještě před jejím transportem.

Mavel poskytuje produkty a služby, které jsou nezbytné pro vývoj malých vodních elektráren. Poskytovány jsou také návrhy nebo veškeré vybavení (elektrické a mechanické) pro instalaci, testování a uvádění MVE do provozu.

„Firma Mavel instalovala již více než 400 turbín, ve více než 270 místech po celém světě. Vyrábějí se zde především Kaplanova (57 %), Francisova (15 %) a Peltonova turbína (3 %).“

Cílem této společnosti je přispívat k rozvoji využívání čistých obnovitelných zdrojů energie po celém světě. Firma Mavel instalovala za 25 let svého působení na trhu již více než 440 turbín ve více než 290 místech po celém světě.

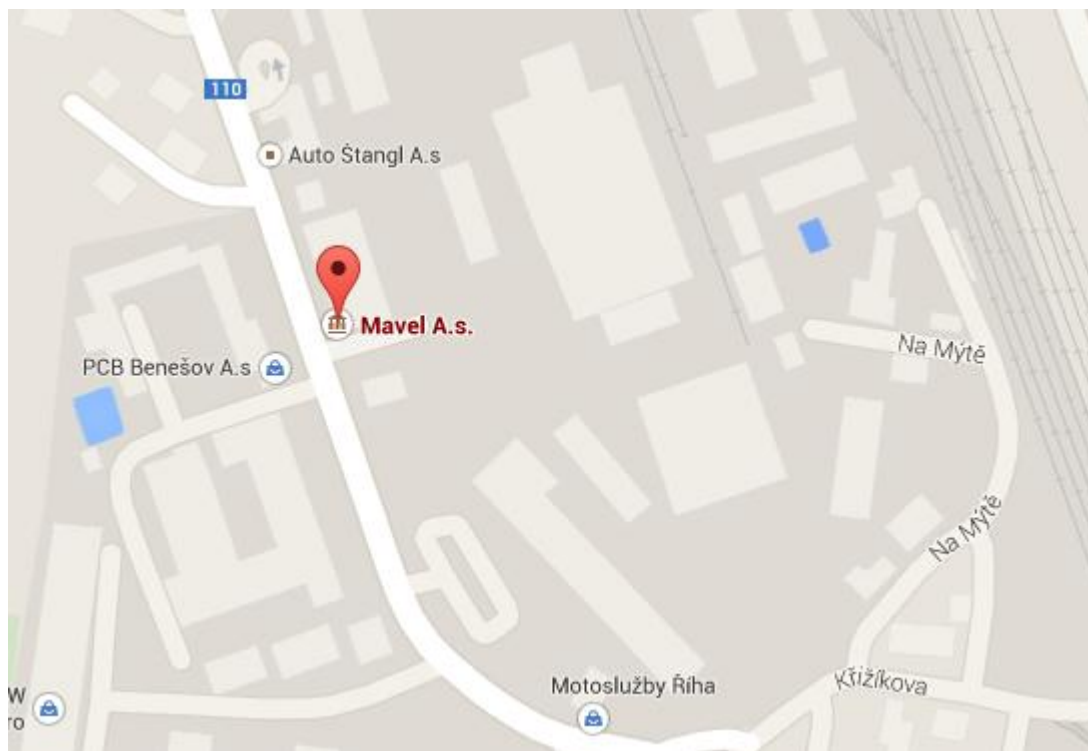
Každá zakázka firmy začíná tím, že obchodní manažer je vyslán do určité země, kde prezentuje služby této firmy. Po získání objednávky se začne ve spolupráci s technickým úsekem zpracovávat projekt a připravovat nabídku.

Každý projekt Mavelu začíná návrhem. Tým Mavelu se skládá z mechaniků a techniků, kteří nejprve vypracují návrh. Při své práci využívají nejmodernější 3D software. Po podpisu smlouvy se zákazníkem následuje výroba zařízení a poté jeho instalace na lokalitě vč.

¹⁰ „ <http://www.mavel.cz/company-mainframe.html> „ (12.1.2015)

provedení veškerých provozních zkoušek. Firma Mavel zajišťuje také záruční i pozáruční servis.

¹¹ „Mapa-Mavel a.s.“



Firma Mavel a.s. se nachází ve Městě Benešov u Prahy, v ulici Jana Nohy 1237, v blízkosti vlakového nádraží.

¹¹<https://www.google.cz/maps/place/Mavel+A.s./@49.776647,14.680543,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x470c7fa32141c949:0x63cad196b6efe3b7> (12.1.2015)

ROZHOVOR S ING. JAVORKEM

Pro získání podkladů a informací ohledně firmy Mavel, a.s. a MVE pro tento projekt byla dne 18. 12. 2014 uskutečněna schůzka s Ing. Tomášem Javorkem, který poskytl krátký rozhovor. Dále podal obecné informace ohledně MVE a její výrobě a nakonec o firmě Mavel, a.s., ve které je zaměstnancem.

Jaká je vaše pozice ve firmě Mavel? (zaměření)

Technologický projektant malých vodních elektráren.

Jaké turbíny firma Mavel vyrábí?

Francis, Kaplan, Pelton, Mikro turbíny (to je základní rozdělení)

Jinak dle uspořádání – přímo proudé, vertikální, násoskové, ...

Jaké nejčastěji?

Přímo proudé Kaplanovy turbíny.

Jaký byl váš poslední projekt?

Roscino - Polsko

Kam do zahraničí například poskytujete vaše turbíny?

25 % západní Evropa, 44 % střední Evropa, 17 % východní Evropa, 6 % Asie, 4 % Amerika, 3 % Afrika a Oceánie.

Jaké jsou dále vaše služby a produkty kromě poskytování turbín pro malé vodní elektrárny?

Další produkty:

Jezové konstrukce (klapky, stavidla, segmenty, ...)

Čistící stroje česlí

Provizorní hrazení hydraulického profilu, jemné česle, ...

Elektrické zařízení pro řízení turbín a vyvedení výkonu.

Dalo by se říct, že jsme schopni dodat zákazníkovi veškerou technologii pro malou vodní elektrárnu (tzn., vše kromě stavby)

Služby:

- *Podpora a poradenství zákazníkovi při „startu“ zakázky (u českých projektů např. příprava dokumentace pro uzemní řízení, stavební povolení, ...)*
- *Umístění a návrh elektrárny – návrh technologie, návrh stavby, ...*
- *Návrh a realizace řízení elektrárny, vyvedení výkonu, ...*
- *Podpora a konzultace při realizaci stavby*
- *Montáž technologií*
- *Servis (záruční, pozáruční)*

Dokážete zhruba říct, kolik turbín již firma Mavel instalovala? (odhadem)

Více než 440 turbín na více než 290 místech po celém světě.

Jaké jsou výhody /nevýhody malých vodních elektráren oproti těm velkým?

Zde pozor na rozdělení. Rozdělení malé /velké je dle výkonu a ne podle velikosti stavby a turbíny. Paradoxně malé vodní elektrárny mohou mít větší stavby než velké.

Obecně lze asi říct toto:

Výhody

- *menší pořizovací náklady, rychlejší návratnost investice*

Nevýhody

- *menší výroba elektrické energie – menší výtěžek*

Jaké jsou hlavní části malých vodních elektráren?

No jde to napsat jednoduše Turbína, převod (nemusí být), generátor.

Turbína se skládá z: vtoku, skříně turbíny, rozváděcího kola, oběžného kola, savky

Má do firmy Mavel přístup i veřejnost?

Případní zákazníci určitě, případně se uskutečňují exkurze pro studenty a spolupracující subjekty.

Má firma Mavel i nějaké pobočky?

Ano, na Moravě v Rájci-Jestřebí a v USA.

Kolik stojí taková turbína? (přibližně)

No dejme tomu, že firma je schopná vyrobit turbínu od 0,5mil do 100 mil Kč.

Kde nebo jak se tyto turbíny testují?

Turbína jako výrobek je většinou otestovaná až při spuštění na díle, protože tam je poprvé složena. Většina turbín je na tolik integrovaných do stavby, že není možné je dříve složit.

Tvar lopatek je výsledkem matematického modelování proudění a zkoušek na fyzikálním modelu ve zkušebně. Konstrukce a koncepce řešení je výsledkem výpočtů, matematických modelů a zkušeností.

Proč se firma nachází právě v Benešově, kde není žádná řeka?

Žádná řeka, žádná konkurence ☺ Doopravdy nevím.

Kdo využívá nejvíce obnovitelných zdrojů z Evropy?

Přesně nevím, tipoval bych severské země.

Kde můžeme v České republice nalézt vaše turbíny?

Hodně lokalit. Namátkou: Hluboká, Lovosice, Liběchov, Bělov, Lenešice, Pátek, Podlžany,...

Od kdy je firma Mavel v provozu?

Od roku 1990.

Kolik lidí je zhruba potřeba na výrobu těchto zařízení?

Ve firmě pracuje asi 200 lidí.

VLASTNÍ ZHODNOCENÍ ROZHOVORU

Z rozhovoru bylo zjištěno, že firma Mavel a.s. nabízí mnoho služeb, o kterých veřejnost ani neví. Firma Mavel vyrábí turbíny všech druhů, účastní se mnoha projektů nejen u nás, ale i v zahraničí. Celkově tedy nabízí služby spojené s MVE (např. stavební povolení, návrh elektrárny, montáž technologií). Překvapením bylo, že firma Mavel instalovala více než 400 turbín. Také zaujalo zjištění, že MVE mají více kladů než záporů. Tento druh obnovitelné energie by mohl být doporučen každému, kdo by v budoucnu chtěl investovat právě do MVE a měl na výstavbu této elektrárny dostatečné finanční prostředky.

Tabulka č. 1 – Hodnocení MVE

Hodnocení MVE	
Výhody	Nevýhody
Malé pořizovací náklady	Menší výroba el. energie
Rychlá návratnost investice	Menší výdělek
Nízké provozní náklady	Sucha nebo povodně
Dlouhá životnost	Návratnost ovlivněna stavem vodní hladiny
Trvalý zdroj energie	Změny druhového složení vodních a suchozemských organismů
Neznečišťuje ovzduší	
Neznečišťuje krajinu	
Neznečišťuje povrchové ani podzemní vody	
Netvoří odpad	
Nezávislá na dovozu surovin ze zahraničí	
Krátkodobá návratnost	

8. MALÁ VODNÍ ELEKTRÁRNA KAMENNÝ PŘÍVOZ

V rámci praktické části je popsána návštěva malé vodní elektrárny, která byla uskutečněna dne 22. 12. 2014 v Kamenném Přívoze, kterou vlastní pan Miroslav Koch. Pan Koch byl velice ochotný a umožnil exkurzi malou elektrárnou.

Tato elektrárna se nachází na řece Sázavě u jezu Kamenný Přívoz. Do strojovny je umožněn vstup jednoduchými dveřmi z dělicího ostrova. Tyto dveře je plánováno po umožnění přístupu do strojovny zevnitř budovy zazdít pro zvýšení protipovodňové ochrany. Současná strojovna je prázdná, původní turbíny z ní byly demontovány.

Původně se zde nacházela vertikální Francisova turbína. Tento způsob sice minimalizoval stavební zásahy, kvůli němu však docházelo ke ztrátám spádu. Břehy jsou opevněny kamennými opěrnými zdmi, které jsou lokálně narušeny zejména na rozhraní voda – vzduch. V koncové části je mezi řečištěm Sázavy a odpadním kanálem zřízena sypaná hrázka z materiálu ze dna koryta. Tato hráz je při vyšších vodních stavech přelévána a nijak výrazně neomezuje kapacitu koryta za povodní.

Tato elektrárna má náhon 1 km, je nově zrekonstruovaná. Později zde byla tedy zavedena Kaplanova turbína. Její současné parametry jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 – Parametry MVE Kamenný Přívoz

Základní parametry	
Průměr OK	1 050 m
Lopatky OK	3 ks
Lopatky RK	16 ks
Jmenovitý čistý spád Q_{max}	2,35 m
Jmenovitý průtok turbíny	$4,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Minimální průtok turbíny	$1,13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Jmenovitý výkon turbíny	94 kW
Typ generátoru	Asynchronní
Instalovaný výkon generátoru	90 kW
Otáčky generátoru	750 min^{-1}
Napětí generátoru	400 V
Vyvedení výkonu do sítě	22 kV
Instalovaný výkon elektrárny	90 kW
Sklon osy turbíny	8°

MAPA MALÝCH VODNÍCH ELEKTRÁREN

Mapa č.1 – Malé vodní elektrárny na řece Sázavě



Zde je zpracována mapa malých vodních elektráren na řece Sázavě. V mapě je zakresleno 26 malých vodních elektráren. Délka řeky Sázavy je 225 km, což je pátá nejdelší řeka v České republice. Na této řece je celkem vystavěno 39 malých vodních elektráren. Největší z nich je malá vodní elektrárna Krhanice, která má výkon pouhých 400 kW, což v porovnání s ostatními v České republice je velice malý výkon. Ale i přesto každý rok je díky energii řeky ušetřeno přibližně 15 300 tun uhlí, které by se jinak spálilo v teplárnách.

Pro porovnání jsou vyobrazeny čtyři největší malé vodní elektrárny na řece Sázavě. Můžete porovnat jejich výkon a druhy turbín.

Největší malá vodní elektrárna je MVE Krhanice. Její výkon je 400 kW a jsou zde použity dvě Francisovy turbíny. Roční výroba činí 2,806 GWh.

Druhou největší je MVE Sázava - Černé Budy. Její výkon je 330 kW a jsou zde použity tři Kaplanovy turbíny.

Třetí největší je MVE Týnec n.S.(Brodec). Její výkon je 291 kW a jsou zde použity dvě Francisovy turbíny a její roční výroba činí 1,719 GWh.

Čtvrtou největší je MVE Kamenný Újezdec. Její výkon je 250 kW a je zde využita jedna Kaplanova turbína. Roční výroba činí 1,646 GWh.

Obrázek č. 1: Kaplanova turbína – foto – vlastní zdroj



Mapa-MVE Kamenný Přívoz



ZÁVĚR

Cílem této práce bylo představit malé vodní elektrárny a seznámit veřejnost s jejich významem. Dále pak práce seznamuje s jednotlivými typy turbín, které jsou samozřejmě pro provoz malých vodních elektráren nezbytné. V této práci jsou zhodnoceny slabé a silné stránky MVE.

Byl zvolen postup zjišťovací, tedy zjišťování informací přímo od odborníků nebo majitelů malých vodních elektráren. Poté byly všechny informace zanalyzovány a následně byly informačně zhodnoceny.

Pořizovací náklady na MVE jsou oproti jiným druhům elektráren velmi nízké. Návratnost této investice je velmi krátká (přibližně 8 let). Ze studia odborné literatury vyplývá, že malé vodní elektrárny jsou nejlepší variantou ze všech elektráren vůbec, jelikož nemají žádný dopad na životní prostředí. Podle statistických ukazatelů se malé vodní elektrárny stávají oblíbenějšími nejen v České republice, ale i zahraničí.

Je zde také možnost vybrat si z mnoha druhů turbín, které pracují i při zvýšené hladině spodních vod (například Kaplanova turbína). Dále je možnost vybrat si turbíny podle ceny a účinnosti. Podle průzkumu je nejvíce doporučována Kaplanova turbína, protože má příznivou cenu a přijatelnou účinnost.

K získání cenných informací byl velice nápomocen rozhovor s panem inženýrem Tomášem Javorkem, který je pracovníkem firmy Mavel v oblasti malých vodních elektráren. Díky tomuto rozhovoru byly získány obecné informace o MVE a o firmě Mavel. Tato firma se zabývá výrobou a instalací malých vodních elektráren. Mezi její služby také patří rekonstrukce MVE. Pro ně i pro výstavbu nových MVE firma vyřizuje na žádost zákazníka i všechna potřebná povolení a vyjádření (životní prostředí, stavební úřad, vodohospodáři...).

Poté byly teoretické informace o druzích turbín, náhonech, výkonu MVE ověřeny a využity při návštěvě MVE v Kamenném Přívoze dne 18. 12. 2014, kde byla umožněna prohlídka celé elektrárny, a bylo umožněno pořídit fotodokumentaci. Také zde byla možnost ověřit v praxi výhody a nevýhody MVE, což bylo podrobně zkonzultováno s majitelem této elektrárny.

Výhodami jsou malé pořizovací náklady, rychlá návratnost investice, nízké provozní náklady, dlouhá životnost elektrárny, MVE je trvalý zdroj energie, neznečišťuje ovzduší, krajinu a

povrchové podzemní vody, netvoří odpad, není závislá na dovoz surovin ze zahraničí a má krátkodobou návratnost. Na druhé straně má také své nevýhody.

Nevýhodami jsou například: menší výroba elektrické energie, menší výdělek, MVE neprodukuje v období sucha nebo povodní, návratnost je ovlivněna stavem vodní hladiny.

Všechny informace, které byly použity, byly čerpány z odborných publikací, z ověřených internetových stránek či z rozhovorů.

Dnešní využitelný potenciál malých vodních elektráren není zcela vyčerpán. Proto jsou předpokládány velké rezervy do budoucnosti právě v budování malých vodních elektráren, jak v České republice, tak i v celém světě.

POUŽITÉ ZDROJE

ŠLÉGL, Jiří, KISLINGER František a LANÍKOVÁ Jana. Ekologie a ochrana životního prostředí: pro gymnázia. Vyd. 1. Praha: Fortuna, 2002, 157 s. ISBN 80-716-8828-2

Malé vodní elektrárny. Praha: ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01812-1

Obnovitelné zdroje energie. Praha: FCC Public, 2001. ISBN 80-901985-8-9

<http://mavel.cz/install-mainframe.html>

<http://mavel.cz/company-mainframe.html>

<http://mavel.cz/products-mainframe.html>

PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Rozdělení turbín

Příloha č. 2 – Rozsah použití vodních turbín

Příloha č. 3 – Peltonova turbína

Příloha č. 4 – Kaplanova turbína

Příloha č. 5 – Francisova turbína

Příloha č. 6 – Průtočné elektrárny

Příloha č. 7 – Akumulační vodní elektrárny

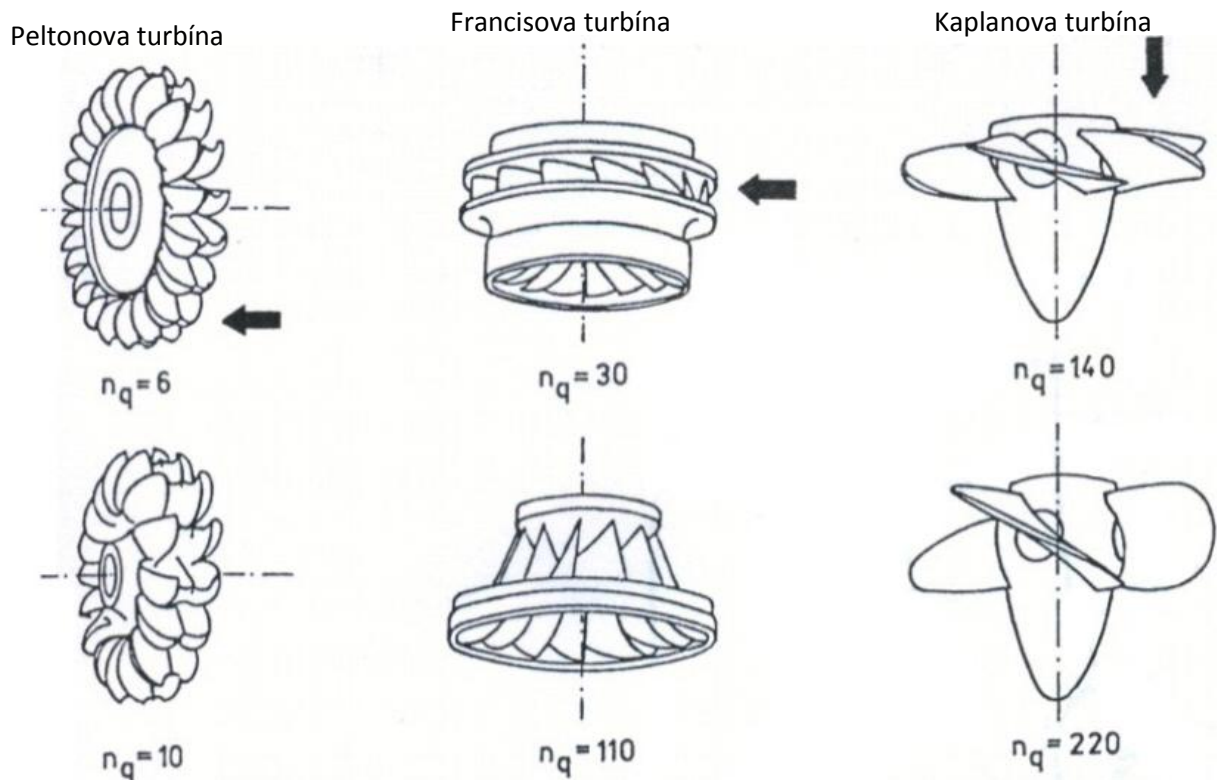
Příloha č. 8 – Přečerpávací vodní elektrárny

Příloha č. 9 – Fotodokumentace Kamenný Přívoz

Příloha č. 10 – Mapa Instalovaných turbín firmy Mavel

Příloha č. 11 - Tabulka přepočtu znečišťujících látek

Příloha č. 1 – Rozdělení turbín



(https://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/.../4.../elny_4.pps (10. 12. 2014))

Příloha č. 2 – Rozsah použití vodních turbín

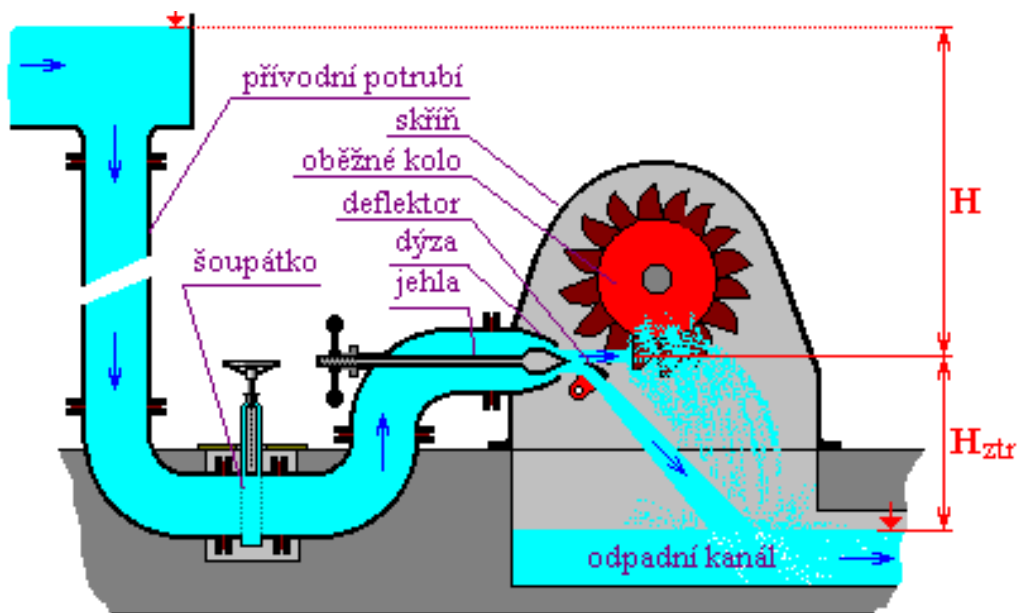
typ	Spád (m)	Výkon (MW)	Průměr (m)
Kaplan	5 - 85	0,5 - 200	2,5 - 10
Francis	40 - 700	1 - 500	1 - 7,5
Francis Reversible	40 - 550	5 - 400	1 - 7,5
Pelton	150 - 1200	1 - 350	1 - 4
Deriaz	25 - 40	2 - 150	1 - 5

(https://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/.../4.../elny_4.pps (10. 12. 2014))

Příloha č. 3 – Peltonova turbína



(<http://www.mala-vodni-elektrarna.cz/mve-s50/cast-2-vyroba-peltonovy-turbiny.html>)

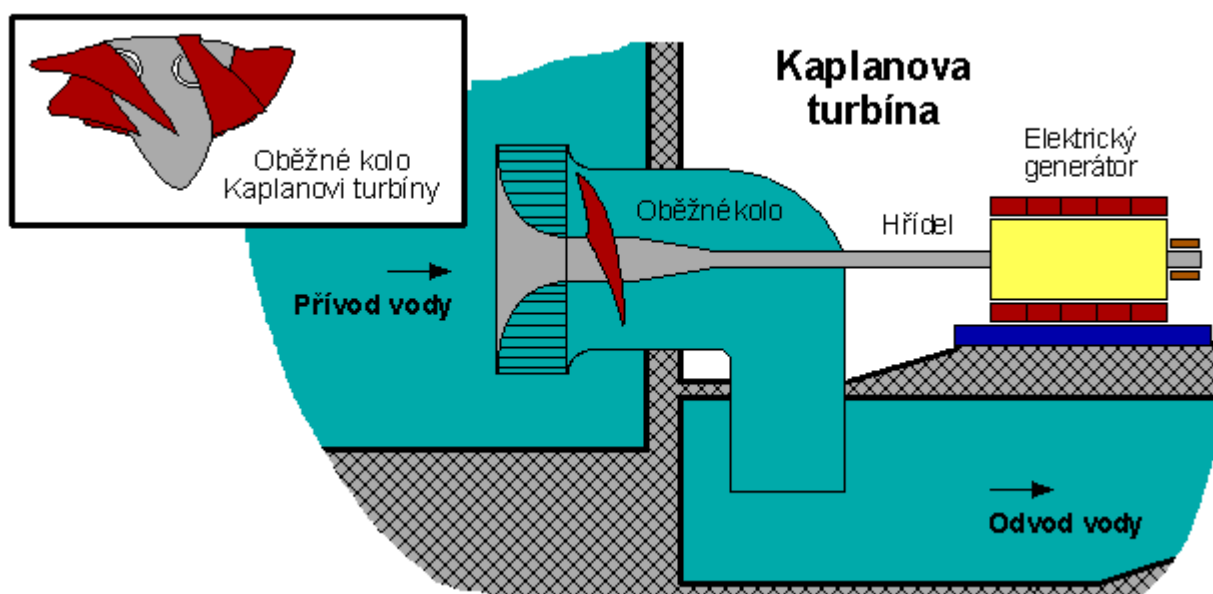


(<http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/pelton.htm>)

Příloha č. 4 – Kaplanova turbína

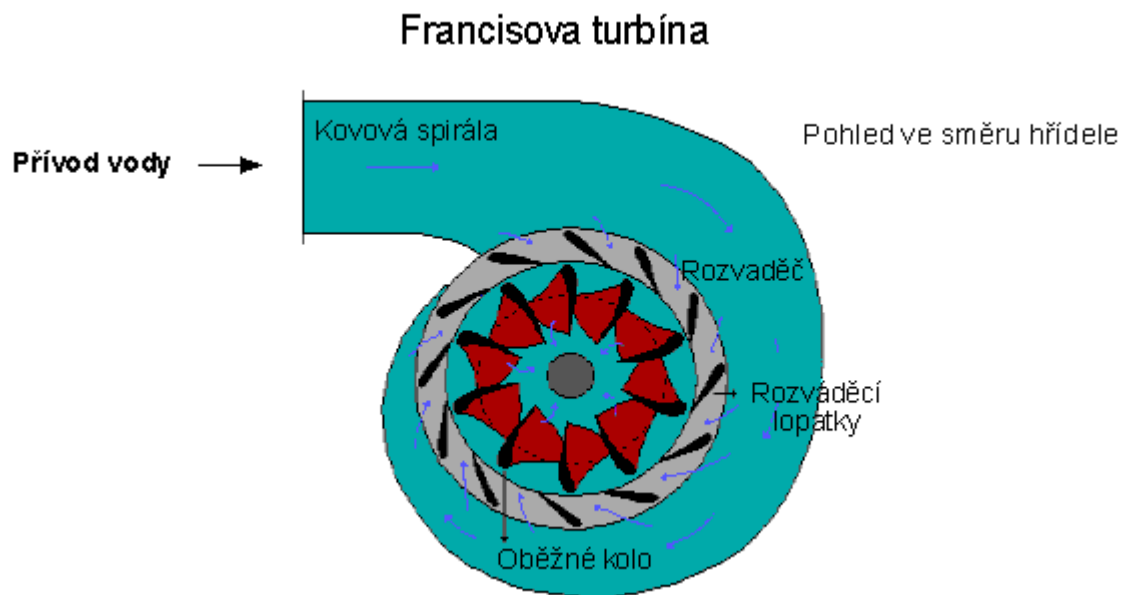


(<http://vyuka.jihlavsko.cz/elektrina-vyroba/>)

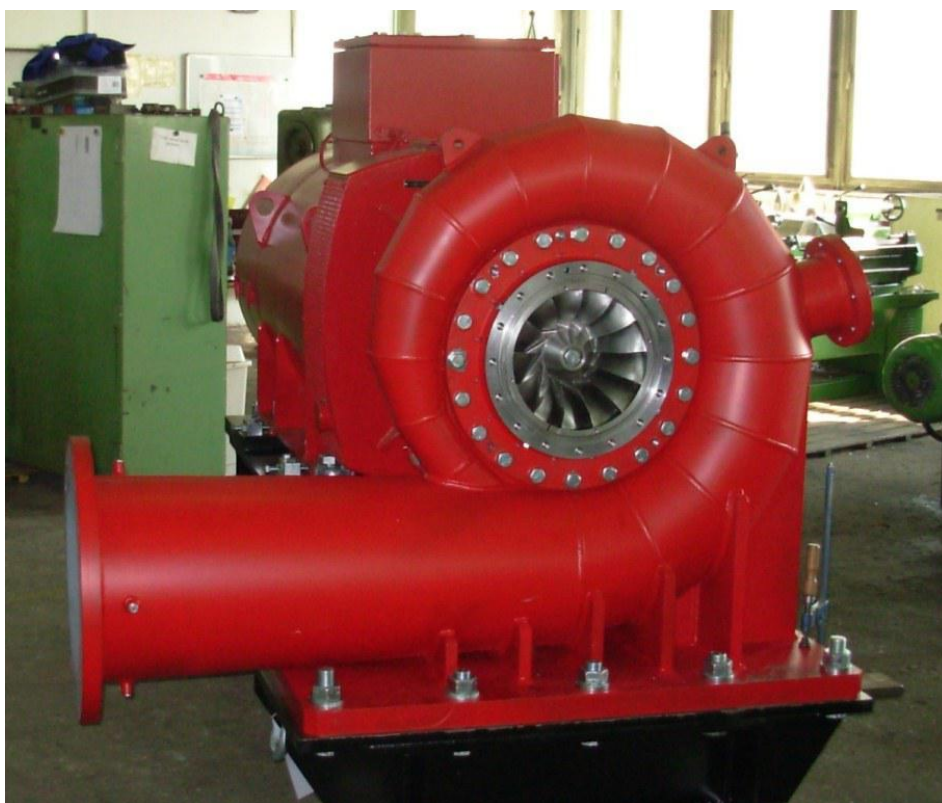


(http://www.energyweb.cz/web/schemata/vodni/img/kaplan_schema.htm)

Příloha č. 3 – Francisova turbína

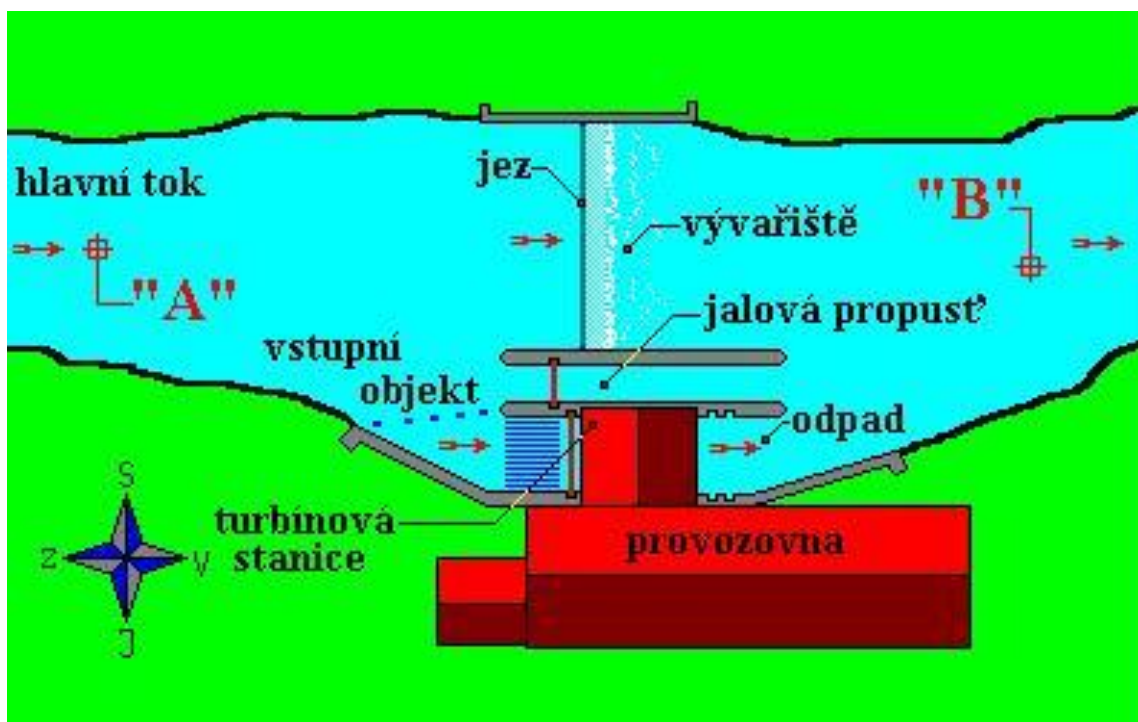


(http://www.energyweb.cz/web/schemata/vodni/img/francis_schema.htm)



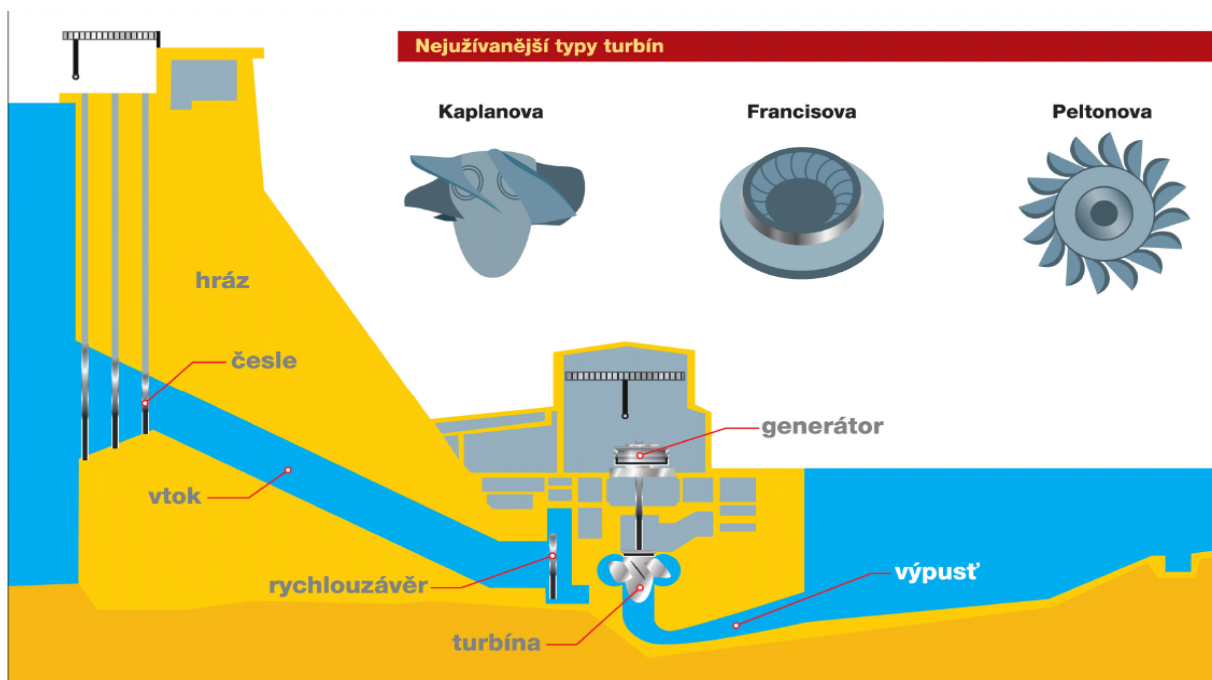
(<http://cink-hydro-energy.com/cs/francisova-turbina>)

Příloha č. 6 – Průtočné elektrárny



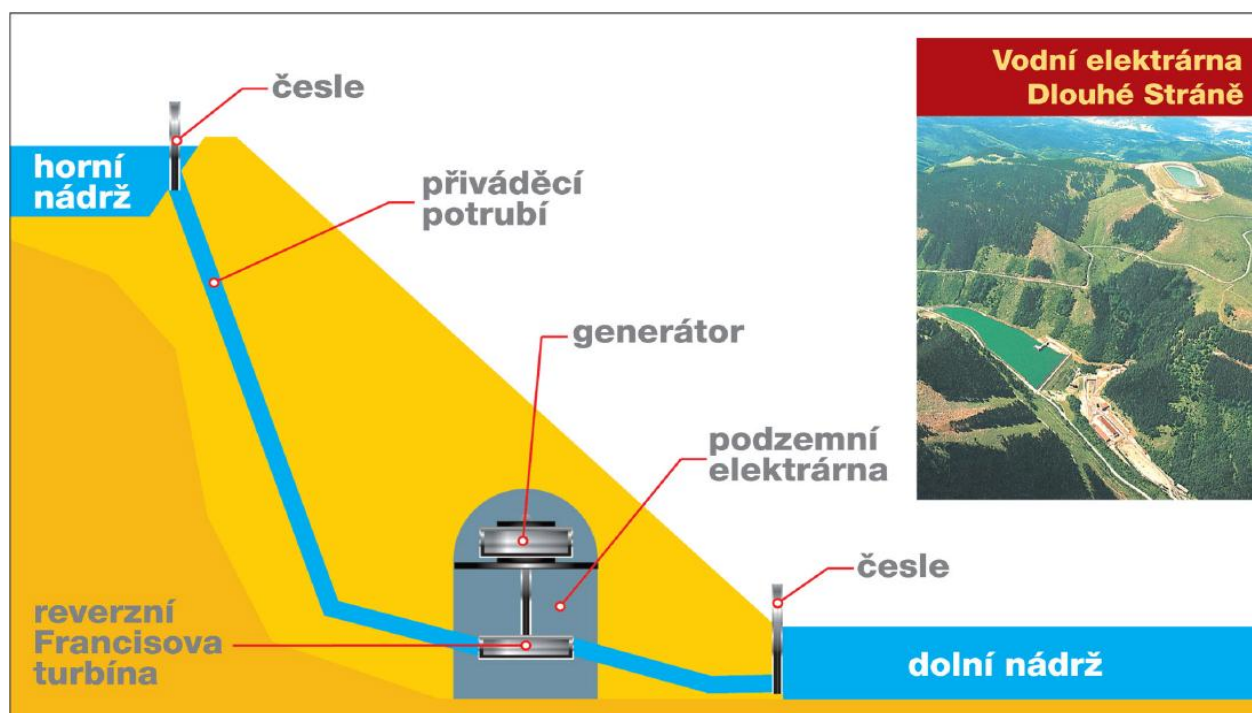
(<http://www.proelektrotechniky.cz/vzdelavani/6.php>)

Příloha č. 7 – Akumulační vodní elektrárny



(https://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/.../4.../elny_4.pps (10. 12. 2014))

Příloha č. 8 – Přečerpávací vodní elektrárny



(https://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/.../4.../elny_4.pps (10. 12. 2014))

Příloha č. 9 – Fotodokumentace Kamenný Přívoz



(vlastní fotodokumentace - turbína)



(vlastní fotodokumentace)



(vlastní fotodokumentace)



(vlastní fotodokumentace)



(vlastní fotodokumentace)

Příloha č. 10 – Mapa Instalovaných turbín firmy Mavel



Příloha č. 11 – Tabulka přepočtu znečišťujících látek

Roční výroba energie v Malé vodní elektrárně Kamenný Přívoz v porovnání s jakýmkoliv jiným zdrojem obnovitelné energie je srovnatelný, energeticky a nemá takové negativní vlivy na životní prostředí.

Výroba energie	MWh
Roční	788,4
Denní	2,16

Normové množství znečišťujících látek v kg/MWh						
Typ znečišťující látky		kotel ZP	kotel dřevo	Elektrina systémová	Kotel HU pevný	Kotel HU Mostecké
Tuhé látky	(kg/MWh)	0,002	3,339032	0,092536	2,539286	2,0107143
SO ₂	(kg/MWh)	0,001	0,267121	1,747771	4,792857	4,3035714
NO _x	(kg/MWh)	0,168	0,801368	1,484636	0,610714	0,6071429
CO	(kg/MWh)	0,034	0,267121	0,140357	9,157143	9,1571429
C _x H _y	(kg/MWh)	198,429	0,237739	0,139286	2,035714	1,8035714
CO ₂	(kg/MWh)	198,4	0	1160,714	357,1429	357,14286

Množství znečišťujících látek přepočtené na množství energie kg						
Typ znečišťující látky		kotel ZP	kotel dřevo	Elektrina systémová	Kotel HU pevný	kotel HU mostecké
Tuhé látky	kg	0,019	30,0512893	0,83282143	22,85357	18,09643
SO ₂	kg	0,009	2,40409286	15,7299429	43,13571	38,73214
NO _x	kg	1,513	7,21231071	13,3617214	5,496429	5,464286
CO	kg	0,303	2,40409286	1,26321429	82,41429	82,41429
C _x H _y	kg	1 785,86	2,13965357	1,25357143	18,32143	16,23214
CO ₂	kg	1 785,90	0	10446,4286	3214,286	3214,286