

ZAPÁDOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Návrh hybridního výrobního systému dle vlastního výběru se začleněním
OZE jako primárního zdroje energie**

2012

Vojtěch Hříbal

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vojtěch HŘÍBAL**
Osobní číslo: **E09B0050P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**
Název tématu: **Návrh hybridního výrobního systému dle vlastního výběru se začleněním OZE jako primárního zdroje energie**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište problematiku OZE (při začlenění neobnovitelného zdroje též problematiku vybraného klasického) a budoucnost OZE z hlediska jejich širšího využití.
2. Specifikujte vybraný systém společně s možným územním začleněním daného systému (vhodné podmínky, možnost začlenění na území ČR).
3. Vytvořte jednoduchý ekonomický model s cílem určení doby návratnosti projektu a jeho investičních nákladů ve vztahu k podmínkám v ČR (kritéria NPV, IRR, doba návratnosti).
4. Stanovte závěrečné možnosti vývoje hybridních systémů v budoucnosti.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR, kol. autorů
2. Internetové zdroje (Ekowatt.cz, Biomasa.cz, Sciencedirect.com, IEEE.com atd.)
3. Školní materiály

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Mezera

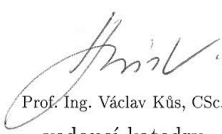
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: 17. října 2011

Termín odevzdání bakalářské práce: 3. června 2012


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Návrh hybridního výrobního systému dle vlastního výběru se začleněním OZE jako primárního zdroje energie

Anotace

Bakalářská práce se zabývá návrhem hybridního výrobního systému z obnovitelných zdrojů energie (OZE) na objektu rodinného domu a přilehlé dílny v obci Chodouň. Součástí práce je seznámení s problematikou OZE v ČR.

Práce popisuje kombinaci výroby elektrické energie z fotovoltaických panelů a z malé vodní elektrárny s respektováním potřeb investora ekonomické rozvahy.

Klíčová slova

OZE, Obnovitelné zdroje energie, MVE, malá vodní elektrárna, Chodouň, FVE, fotovoltaická elektrárna, vodní turbína, doba návratnosti, hybridní výrobní systém

Annotation

The thesis deals with the proposal of hybrid production system from renewable energy (RE) in the building of family house and neighboring workshop in the village Chodouň. Part of thesis is introduction of topic RE in Czech Republic.

The thesis describes the combination of production electric energy from photovoltaic panels and from small waterpower plant with respect of investor's needs about economical balance.

Keywords

RE, renewable energy, SWPP, small waterpower plant, Chodouň, PVPP, photovoltaic power plant, water turbine, payback time, hybrid production system

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma :

Návrh hybridního výrobního systému dle vlastního výběru se začleněním OZE jako primárního zdroje energie

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

V Plzni dne 10. května 2012

.....

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Janu Mezerovi, vedoucímu mé bakalářské práce, za průběžné, metodické vedení při řešení zadané problematiky a pomoc při řešení problémů. Dále bych rád poděkoval ostatním zaměstnancům Západočeské univerzity v Plzni za získání všech odborných znalostí, které mi předali během studia. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu ve studiu.

Obsah

1	Úvod	11
1.1	Co jsou to obnovitelné zdroje energie.....	11
1.2	Obnovitelné zdroje energie.....	11
1.2.1	Energie slunce.....	11
1.2.2	Vodní energie.....	14
1.2.3	Větrná energie.....	15
1.3	Zhodnocení OZE v ČR.....	16
1.4	Právní předpisy OZE.....	18
2	Návrh uceleného systému OZE:	18
2.1	Návrh MVE.....	19
2.1.2	Hladinová regulace na jezu.....	20
2.1.3	Jakou turbínu použít.....	21
2.1.4	Cenová nabídka na stavbu MVE.....	26
2.1.5	Návrh a výpočet vlastní turbíny.....	27
2.1.6	Výpočet roční výroby elektrické energie.....	29
2.2	Návrh FVE.....	31
2.2.1	Výpočet roční vyrobené elektrické energie.....	32
3	Spotřeba daného objektu	32
4	Ekonomická rozvaha	33
4.1	Cash Flow – CF.....	33
4.2	Net Present Value - NPV.....	36
4.3	Internal Rate of Return - IRR.....	38
5	Vývoj hybridních systémů v budoucnosti	38
6	Závěr	39

Seznam použitých symbolů, značek a zkratek

OZE	obnovitelné zdroje energie
MVE	malá vodní elektrárna
FVE	fotovoltaická elektrárna.
DDZ	denní diagram zatížení
ERU	energetický regulační úřad
P_{turb} [W]	Výkon samotné turbíny
K [-]	koeficient závislosti na součinu turbíny
H [m]	činný spád
Q_{turb} [l/s]	průtok vody (hltnost)
Q_{min} [l/s]	minimální (asanační) průtok v korytě řeky
Q_1 [l/s]	dosažitelná hltnost obtoku do náhonu
Q_2 [l/s]	hltnost stávající MVE
H [m]	činný spád
D [mm]	vnější průměr kola
d_2 [mm]	vnitřní průměr, kde končí hrana lopatek
H_2 [m]	spád v kole
H [m]	výška nad spodní vodou
s [mm]	jmenovité otevření štěrbiny
C_1 [m/sec.]	vstupní rychlost vody do lopatek
a [m ²]	plocha štěrbiny
k_{id} [-]	poměr délky L k průměru D (vycházíme z graf č.1)
$k_{\text{ostř.}}$ [-]	poměr otevření štěrbiny s k průměru D (0,1 – 0,3)
D [mm]	vnější průměr kola
d_2 [mm]	vnitřní průměr, kde končí hrana lopatek

L [mm]	délka štěrby
n [ot./min]	otáčky turbíny
d_h [mm]	průměr hřídele
t_{svitu} [hod.]	průměrná doba v svitu v ČR
Z [Kč]	Zisk (vztahuje se k časovému úseku – obvykle jeden rok)
V [Kč]	Výnosy (vztahují se k časovému úseku – obvykle jeden rok)
N [Kč]	Náklady (vztahují se k časovému úseku – obvykle jeden rok)
N_i [Kč]	předpokládané investiční náklady na MVE a FVE
$N_0^{1.ROK}$ [Kč]	velikost odpisu v 1. roce odpisování
$N_0^{2.-20.ROK}$ [Kč]	velikost odpisu v 2.-20. roce odpisování
V_{MVE} [Kč]	Výnosy za vyrobenou energii MVE
$CENA_{MVE}$ [Kč]	Cena za jednu MWh vyrobené energie z MVE pro rok 2012
V_{FVE} [Kč]	Výnosy za vyrobenou energii FVE
$CENA_{FVE}$ [Kč]	Cena za jednu MW.h vyrobené energie z FVE pro rok 2012
$CF_{0.ROK}$	Cash Flow na začátku stavby
NPV [Kč]	aktualizovaný zisk
DCF [Kč]	diskontované Cash Flow
CF [Kč]	Cash Flow
p [%]	úroková míra
r [-]	úročitel

1 Úvod

1.1 Co jsou to obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie jsou takové zdroje, které se částečně nebo úplně dokážou obnovit. Hlavním zdrojem energie je především slunce. Ve slunci probíhá termonukleární reakce, kde se vodík přeměňuje na helium. Slunce dodává na přímo osvětlení 1m² naší zeměkoule cca 1300 W. Záleží, pod jakým úhlem paprsky dopadají. Hodnota 1300 W/m² se označuje jako solární konstanta.

Na zemi se sluneční energie přeměňuje hlavně v teplo, které způsobuje koloběh vody v přírodě. Odpařování vody způsobuje rozdíly teplot na zemi a tyto způsobují pohyb vzduchu – větrnou energii. Slunce je podmínkou pro růst všeho živého. Nás zajímá hlavně fotosyntéza a růst biomasy. Chovem dobytka a následným zpracováním kejdy získáváme biomasu, kterou lze využít na výrobu bioplynu. Sluneční světlo lze použít též přímo na výrobu tepla ve slunečních kolektorech nebo elektřiny ve fotovoltaických elektrárnách.

Za obnovitelný zdroj se považuje teplo zemského jádra – geotermální energie, nebo působení přitažlivosti země a měsíce vznikají pravidelné přílivové vlny. Sem patří: energie větru a vody.

1.2 Obnovitelné zdroje energie

1.2.1 Energie slunce

Stejně jako jsou negativní dopady jaderné elektrárny na životní prostředí minimální, získávání elektrické energie přímo ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí také čistým a šetrným způsobem její výroby. Jaderná energetika i sluneční elektrárny využívají zdroje energie, kterého je a ještě dlouho bude v přírodě dostatek. Účinnost přeměny slunečního záření na elektřinu umožňuje získat se současnými solárními systémy z jednoho metru aktivní plochy až 110 kWh elektrické energie za rok. V našich podmínkách je ve srovnání se současnými klasickými zdroji elektrická energie ze solárních systémů však stále ještě podstatně dražší a musí být dotovaná státem.

Technologie slunečních elektráren však má teoreticky neomezený růstový potenciál a vyspělé státy s ní do budoucna počítají. Celosvětový meziroční nárůst výroby solárních panelů se po roce 2000 pohybuje okolo 35 %. Celkový instalovaný výkon slunečních elektráren na světě byl v roce 2010 přes 30 000 MW. Z téměř 90 % se na tomto čísle podílely Německo, Japonsko a Spojené státy. Podíl fotovoltaiky na celkové produkci elektrické energie ve světě představuje pouze asi 0,01 %. Optimistické předpovědi kalkuluující s postupným odezníváním současné ekonomické recese počítají pro rok 2015 se 72 GW instalovaného výkonu.

Elektrickou energii lze získat ze sluneční energie různými způsoby. Sluneční tepelná elektrárna, přímá a nepřímá přeměna.

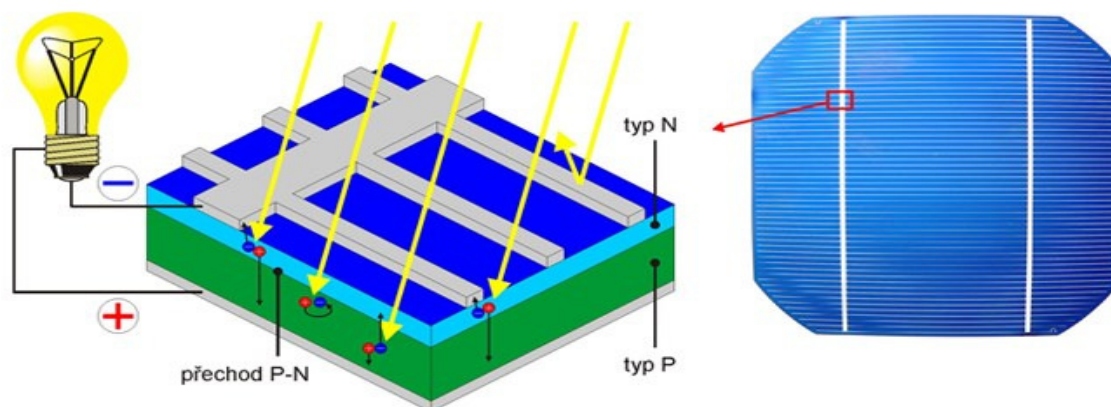
Sluneční tepelná elektrárna - ve sluneční tepelné elektrárně se sluneční záření mění na elektrickou energii ve velkém měřítku. V principu jde o tepelnou elektrárnu, která potřebné teplo získává přímo ze slunečního záření. Kotel (absorbér) sluneční elektrárny je umístěn na věži v ohnisku velkého fokusačního (ohniskového) sběrače. Sluneční záření se na něj soustřeďuje pomocí mnoha otáčivých rovinných zrcadel - tzv. heliostatů. V kotli se ohřívá např. olej, ve výměníku se získává horká pára, která pak pohání turbínu, turbína pohání generátor a ten vyrábí elektrický proud.

Nepřímá přeměna – je založena na získání tepla pomocí slunečních sběračů. V ohnisku sběračů umístíme termočlánky, které mění teplo v elektřinu. Termoelektrická přeměna spočívá na tzv. Seebeckově jevu (v obvodu ze dvou různých drátů vzniká elektrický proud, pokud jejich spoje mají různou teplotu). Jednoduché zařízení ze dvou různých drátů spojených na koncích se nazývá termoelektrický článek. Jeho účinnost závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou dráty vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojem. Větší množství termoelektrických článků vhodně spojených se nazývá termoelektrický generátor.

Přímá přeměna - využívá fotovoltaického jevu, při kterém se v určité látce působením světla (fotonů) uvolňují elektrony. Tuto metodu bych rád vysvětlil v další kapitole.

1.2.1.1 Co to je fotovoltaický článek?

Je to vlastně polovodičová dioda o velké ploše. Jeho základem je křemíková destička s vodivostí typu P. Na horní stranu destičky se dopuje fosfor, čímž se vytvoří polovodivý P-N přechod. Na celou plochu se nanese antireflexní vrstva nitridu, která vytvoří modrou barvu. Sítotiskem se nanese sběrné spojení na přední i zadní straně. Poté se článek vypálí (sintruje) a přitom se nanesené spoje vodivě propojí s křemíkovým podkladem. Při osvětlení článku dopadající částice světla, tzv. fotony, předají svou energii elektronům v horní N vrstvě. Záporné elektrony se uvolňují z krystalové mřížky a na přechodu P-N vzniká elektrické napětí o velikosti cca 0,5V. Po připojení elektrického spotřebiče začne protékat stejnosměrný elektrický proud. Energie dopadajícího světla se ve fotovoltaickém článku změnila na energii elektrickou. Hotové články se spojují pájenými plochými měděnými pásky a skládají se do fotovoltaických panelů.



Obr. 1 Fotovoltaický článek

1.2.1.2 Historie fotovoltaického jevu.

Jako první, kdo objevil fotovoltaický jev, je považován francouzský experimentální fyzik Edmund Becquerel. Při pokusech dvou elektrod v roztoku zjistil, že při větším osvětlení vzroste napětí na elektrodách. První solární článek byl sestaven někdy v osmdesátých letech 19. století změnou vodivosti selenu. V roce 1905 popsal fotovoltaický jev Albert Einstein, za což si zasloužil v roce 1921 Nobelovu cenu. Důležitým krokem v historii byl objev růstu monokrystalu křemíku, který objevil polský vědec Czochralský v roce 1918. Přestože byl fotovoltaický efekt postupně objeven i u jiných prvků (sirič kadmia, oxid mědi), křemík se ukázal jako nejvýhodnější. Za vynálezce křemíkového solárního článku bývá označován Američan Russel Ohl (1941). Patent na "převaděč solární energie" dostali však 5. března 1954 D. M. Chapin, C. S. Fuller a G. L. Pearson, kteří o měsíc později předvedli křemíkové solární

články s účinností 4,5 % a později 6 %. Největším pohonem ve vývoji bylo v kosmonautice, kde byly použity články na prvních oběžných družicích jako zdroje energie. Jejich účinnost dosahovala 9%. Dnešní solární články dosahují účinnosti v laboratorních podmínkách až 25%. U běžně prodávaných se účinnost pohybuje kolem 14-15%.

1.2.2 Vodní energie

Vodní energie se využívá už od středověku, ať už se jednalo v oblasti dopravy (splavování lodí, vorů a dřeva) nebo k pohonu mechanismu (mlýny, hamry, čerpadel). Dnešní moderní stroje jsou koncipovány s velkou účinností a primárně k výrobě elektrické energie. Jejich hlavní předností je, že neznečišťují životní prostředí, nedevastují krajinu a nejsou problémy s dopravou paliv a odpadu. Další velkou výhodou je, že mají rychlý náběh na maximální výkon. Proto se používají jako zdroje pro vyrovnání maximálního denního zatížení (přečerpávací vodní elektrárny). Vysokým stupněm automatizace přispívají k vyrovnání změn na tocích.

1.2.2.1 Princip vodní elektrárny

K vodnímu motoru (turbíně) se přivádí voda, která způsobí jeho otáčení. Mechanickým spojením hřídele vodního motoru s elektrickým generátorem vznikne soustrojí, které je schopno vyrábět elektrickou energii. Proudící voda se tak mění na otáčivou - mechanickou energii a potom na elektrickou energii díky generátoru. Vodní elektrárny dělíme na tři typy podle nakládání s vodou:

- 1) **Derivační (průtočná)** – Voda se přivádí pomocí přivaděče (náhonu) k vodní turbíně od vzdouvacího tělesa – jezu, který je postaven na řece. Využití derivačních vodních elektráren je hlavně v základní části DDZ.
- 2) **Akumulační** – Přímo na řece je postavena přehrada, ve které jsou umístěny turbíny. Přehrada vytvoří vodní nádrž a zároveň zvýší spád. Akumulační elektrárna se využívá v základní části DDZ. Má krátkou dobu naběhnutí na plný výkon a lze ji využít i jako pološpičkovou.
- 3) **Přečerpávací** – Na vodním toku leží jedna nádrž a v blízkosti ve vyšší poloze nádrž druhá. Obě nádrže tedy mají od sebe navzájem určitý spád. Nejčastěji bývá dolní nádrž na toku řeky a druhá je postavena na kopci (např. Dlouhé Stráně). Největší význam má akumulování energie ve formě vody. Při nedostatku elektrické energie

v elektrické soustavě dokáže vyrábět a při nadbytku spotřebovávat tzn. čerpat vodu do horní nádrže. Její využití je jako špičková elektrárna v DDZ.

Dále můžeme dělit podle spádu:

- 1) Nízkotlaké: do 20 m
- 2) Středotlaké: 20-100 m
- 3) Vysokotlaké: od 100 m

1.2.3 Větrná energie

Větrná energie se používala už ve středověku. Podle některých informací byl na území ČR postaven první větrný mlýn roku 1277 v zahradě Strahovského kláštera v Praze. První větrné elektrárny se začaly rozvíjet někdy v 80. letech minulého století. V současné době větrné elektrárny pracují ve stovkách lokalit na území ČR od výkonu 300 W pro domácí použití až po několik MW u velkých jednotek. Větrnou elektrárnu nelze však postavit všude. Je nutné použít výsledků dlouhodobých měření k určení, zda elektrárna v dané lokalitě bude ekonomicky návratná.

1.2.3.1 Princip větrné elektrárny

Působením aerodynamických sil na listy větrného motoru umístěného na stožáru se energie větru mění na rotační energii mechanickou. Mechanická energie je poté přes spojku spojena s generátorem, kde dochází k finální přeměně na energii elektrickou (na podobném principu turbogenerátoru pracuje také klasická tepelná, vodní či jaderná elektrárna, kde je ovšem jako médium pro pohon lopatek použita přehřátá vodní pára resp. kinetická/potencionální energie vody). Podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly; listy proto musí mít speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídla letadla. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztlakové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukovaná generátorem s třetí mocninou. Je proto třeba zajistit efektivní a rychle pracující regulaci výkonu rotoru tak, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny. Větrné motory jsou plně natáčecí okolo své osy tak, aby listy motoru byly vždy otočeny proti směru proudění větru (využití regulací typu pitch, stall atd.). Obsluha větrné elektrárny je v dnešní době automatická.

Biomasa je definována jako hmota organického původu. V souvislosti s energetikou jde nejčastěji o dřevo a dřevní odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky včetně exkrementů užitkových zvířat. Rozlišujeme biomasu "suchou" (např. dřevo) a "mokrou" (např. tzv. kejda - tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou). Základní technologie zpracování se dělí na suché procesy (termochemická přeměna) jako je spalování, zplyňování a pyrolýza a procesy mokré (biochemická přeměna), které zahrnují anaerobní vyhnívání (metanové kvašení), lihové kvašení a výrobu biovodíku. Zvláštní podskupinu potom tvoří lisování olejů a jejich následná úprava, což je v podstatě mechanicko-chemická přeměna (např. výroba bionafty a přírodních maziv).

Využití biomasy na výrobu paliv a spalování může však být i nežádoucí. V honbě za ziskem se osévají některé plodiny (např. pšenice) na úrodná pole. Takto vypěstované obilniny však slouží jako palivo pro výrobu elektrické energie. Tím jsou dány vhodné podmínky pro zemědělce, kteří úrodu prodávají jako palivo s daleko vyšším ziskem než plodinu pro zpracování pro potravinářské účely. Zde považuji za nutné velmi pečlivě zvážit výstavbu každé nové stanice na výrobu elektrické energie z biomasy. Nelze opomenout ani historický význam půdy jako obživy pro lidstvo. Přejde mi velmi absurdní situace, kdy se ve vyspělých zemích používá tento zdroj jako palivo do kotle, když o několik tisíc km dále umírají lidé na hladomor vlivem neúrody. Velmi často se zasévá na stejná pole a tím dojde poměrně rychle k jejich vyčerpání. Dalším negativním jevem je, že spalováním slámy apod. nevracíme biomasu ve formě hnojiva (hnoje) do přírody.

1.3 Zhodnocení OZE v ČR

Situace v České republice o využití OZE není tolik příznivá jako v okolních státech. Je to dáno rázem krajiny v ČR, kde máme pouze velmi málo lokalit pro stavbu OZE, které by byly schopny být samostatně ekonomicky rentabilní. Tyto lokality již jsou dnes energeticky využívány, ale to tvoří jen velmi malé procento na instalovaném výkonu v ČR. Některé další lokality by dnes jistě nebyly využívány, kdyby nebyly štědře podporovány z dotačních fondů ČR, EU nebo byly ovlivněny chybnou úvahou při zpracování právních předpisů v ČR. Tímto mám na mysli pevně stanovené výkupní ceny z OZE, které investorovi zajišťují jistý příjem z investice, zejména z FVE.

Co se týče slunečních elektráren (FVE) v ČR, tak byl největší nárůst v posledních pěti letech. Díky ekonomické recesi se v roce 2008 velice výrazně snížila cena fotovoltaických

panelů, vysoké výkupní ceny za sluneční energii byly natolik atraktivní pro investory, že se začaly ve velké míře stavět velké sluneční parky. Díky vysokým výkupním cenám a nižší cenou panelů se doba návratnosti snížila až na polovinu. Sluneční elektrárny byly stavěny na budovách, ale i na orné půdě. Výstavbu slunečních elektráren na orné půdě považují za velice nevhodné, jelikož se tím zmenší plocha na pěstování potravin. To následně vyvolává nárůst cen všech potravin. Velké výkony slunečních elektráren jsou hrozba pro přenosovou soustavu a je zde riziko. Proto vláda v roce 2010 na doporučení ČEPSU zavedla novelu zákon (330/2010 sb.) na omezení instalací FVE na zemi o libovolném výkonu a povoluje pouze na zastavěných plochách, jako jsou například střechy nebo stěny budov do instalovaného výkonu 30 kWp. Tento zákon platí od 1. ledna 2011.

Vodní potenciál v ČR není pro stavbu vodních elektráren ideální. Naše toky nemají potřebný spád ani dostatečný tok. Máme jen velmi málo vhodných lokalit, kde si již vodní energie využívá, ale to je zejména na uměle vytvořených lokalitách (přehradách). Jinak je tomu v Rakousku, kde mají velký podíl vodní energie díky horám a velkým spádům. V České republice byly dříve skoro na každém jezu postaveny vodní motory, například na pohon vodních mlýnů nebo později na začátku 20. století na výrobu elektrické energie. Tyto elektrárny byly v 50. a 60. letech minulého století považovány za neekonomické a z těchto důvodů jich bylo hodně zrušeno. Některé zrušené elektrárny jsou postupně opravovány a znovu spouštěny. Je to ale jen spíše díky nadšencům pro vodní energii, než ekonomicky výhodná investice. Další potenciál ve výrobě z vodní energie vidím v rekonstrukcích a modernizacích stávajících elektráren. Zde jsou instalovány stroje z počátku minulého století a nedosahují ani poloviny účinnosti jako dnešní stroje.

Od roku 2011 je v platnosti zákon, který má zmírnit zvyšování cen elektrické energie pro koncového zákazníka z důvodu výstavby nových FVE elektráren. Tento zákon zatížil zisk z výroby elektrické energie z FVE daní z příjmu, která je 15%. Avšak i tento zákon má ekonomický vliv na ostatní obnovitelné zdroje a to tím, že i například výroba z MVE je touto daní také zatížena. Před platností toho zákona byly nové výrobní MVE osvobozeny od daní z příjmu po dobu pěti let od uvedení do provozu.

Větrná energie v České republice nemá příliš velkou podporu, jako například přímořský stát Německo. To má postavené velké větrné parky u moře a v moři. Z větrné mapy je vidět, že v našich podmínkách není moc míst, kde by se mohly stavět. Největší využití by měly v oblasti hor. Avšak i ve vhodných lokalitách mají investoři velký problém

získat stavební povolení. Důvodem je nesouhlas místních obyvatel z hlučnosti větrné elektrárny a narušení rázu krajiny. Největším výrobcem elektrické energie v Evropě z větrných elektráren je bezpochyby Německo, kdy na konci roku 2010 byl instalovaný výkon 27 214 MWe. Instalovaný výkon větrných elektráren v celé Evropě pro rok 2010 byl 86279 MW. [4]

1.4 Právní předpisy OZE

V ČR je každá výstavba a provoz OZE vedena podle několika právních předpisů, které kromě technických požadavků mají zásadní vliv na dobu návratnosti investice. Například Energetický zákon, Vodní zákon, daň z příjmu apod.

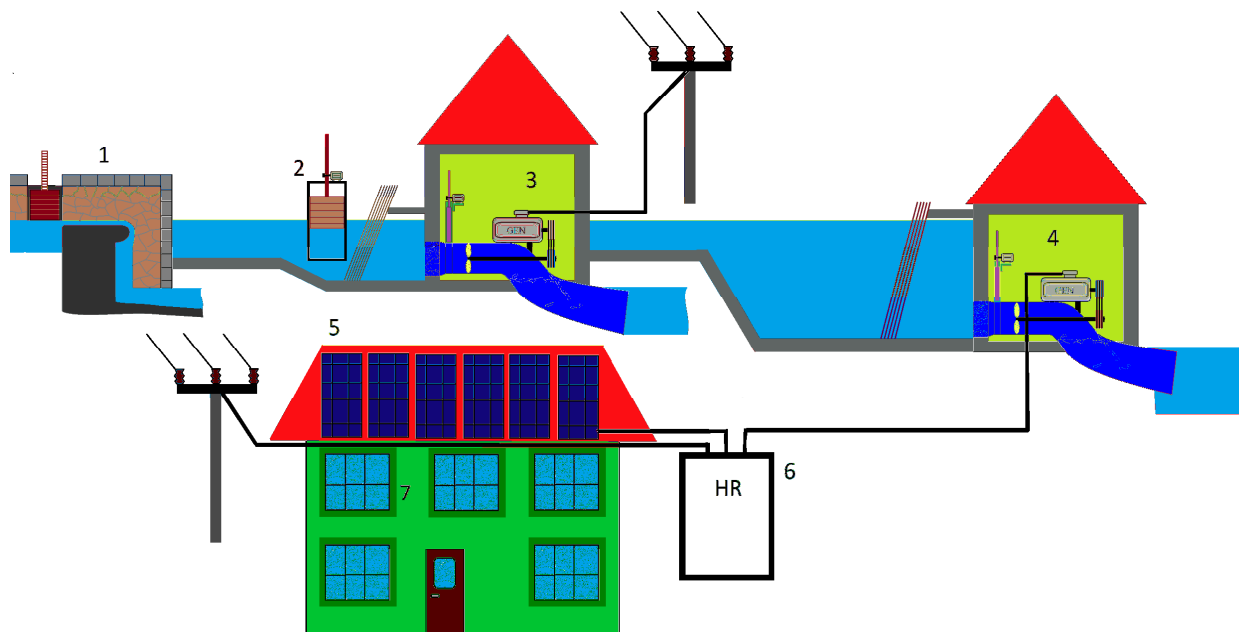
Pro ekonomickou návratnost, které ovlivnily ekonomický provoz OZE je zákon o dani z příjmu.

Od 1.ledna 2011 je v platnosti zákon (586/1992 Sb. o dani z příjmů ve znění pozdějších předpisů), který má zmírnit zvyšování cen elektrické energie pro koncového zákazníka z důvodu výstavby nových FVE elektráren. Tento zákon zatížil zisk z výroby elektrické energie z FVE daní z příjmu, která je 15%. Avšak i tento zákon má ekonomický vliv na ostatní obnovitelné zdroje a to tím, že i například výroba z MVE je touto daní také zatížena. Před platností toho zákona byly nové výrobní MVE osvobozeny od daní z příjmu po dobu pěti let od uvedení do provozu.

2 Návrh systému OZE:

Svoji bakalářskou prací bych se rád zaměřil na návrh uceleného napájecího systému na výrobu elektrické energie pomocí obnovitelných zdrojů energie pro rodinný dům a přilehlou dílnu. Investor požaduje systém, aby byl schopný dodávat elektrickou energii i ve špičce DDZ a případný nadbytek dodával do sítě. Dále investor požaduje jednoduchost použitých technologií pro obsluhu, údržbu a případné opravy této technologie svépomocí.

Z výše uvedených možností využití OZE a zvolené lokality investor upřednostňuje využití bývalého mlýnského náhonu pro realizaci vodní turbíny. Dále je možnost využít zastavěné plochy pro fotovoltaickou elektrárnu na střeše budovy, která je dobře situovaná na jižní stranu. Využití větrné turbíny je v této lokalitě nevýhodné, vzhledem na umístění domu v údolí a s ohledem na nevhodnou lokalitu dle větrné mapy.



Obr. 2 Navrhovaný celek OZE

- | | | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Jez | 2. Stavidlo obtoku | 3. Stávající MVE |
| 4. Navrhovaná MVE | 5. Navrhovaná FVE | 6. Hlavní rozvaděč |
| 7. Rodinný dům s přílehlou dílnou | | |

2.1 Návrh MVE

Lokalita pro návrh MVE je na řece Litavce říčního toku 10,2 km u bývalého mlýnského náhonu. Pro představu: mlýn poháněly dvě Francisovy turbíny o výkonu 29kW a 39kW, kde bylo dosaženo spádu 4,2 m. V roce 1962 byly odstaveny z důvodů malého ekonomického významu a před vtokem do turbín byly postaveny betonové základy obilných sil. Náhon včetně jalového kanálu a přílehlého pozemku je ve vlastnictví investora a byl pro tento účel zakoupen včetně jezu. Na bývalém mlýnském náhonu je již jedna MVE postavena. Tato elektrárna se stavěla v roce 1999 - 2001 s turbínou SemiKaplan o instalovaném výkonu

26.5 kW. Elektrárna je postavena 50 m od jezu a je v provozu od roku 2001. Pro zachování průtoku celého náhonu byl vedle této elektrárny postaven obtok, který přivádí vodu do náhonu. Dosažitelná hltnost tohoto náhonu je podle historických pramenů cca 1000 l/s. Postavením elektrárny těsně před bývalým mlýnem se podstatně zvýší využití spádu – spád se zvýší z 2,6 m na 3,9 m a tím bude umožněno od této elektrárny přivést energii do našeho objektu.

2.1.1 Určení výkonu MVE

Jestliže známe spád a průtok, můžeme spočítat výkon turbíny podle jednoduchého vzorce:

$$P = K \cdot H \cdot Q = 7,5 \cdot 3,9 \cdot 1000 = 29250 W$$

P [W]	výkon samotné turbíny
K [-]	koeficient závislosti na součinu turbíny (zvolená hodnota 7,5)
H [m]	činný spád
Q [l/s]	průtok vody (hltnost)

2.1.2 Hladinová regulace na jezu

Z důvodu dodržení minimálního průtoku vody přes jez je nutné upravit hladinovou regulaci u jezu, která je umístěna na stávající MVE tak, aby byl zachován minimální průtok přes jez a v době zvýšených průtoků omezil průtok vody v mlýnském náhonu tak, aby nedošlo k zatopení přilehlých pozemků podél mlýnského náhonu. V době vysoké hladiny vody, kdy řeka unáší příliš mnoho pevných nečistot je třeba, aby byl náhon uzavřen tak, aby se v něm udržovala přiměřená hladina a náhon se nezanášel bahnem a pevnými splaveninami. Z těchto důvodů je nutné do obtokového kanálu vedle stávající MVE vybudovat stavidlo, které bude zajišťovat automatickou regulaci. V praxi by primární turbína pracovala s větším využitím (tzn. větším spádem) než turbína postavená na současném jalovém kanálu. Primární turbína by měla automatickou regulaci odvozenou od výšky hladiny v náhonu. Stávající turbína by pracovala pouze při průtoku vody v řece nad 1 m³/s + zákonem stanovený průtok - z této elektrárny lze dodávat elektrickou energii pouze do veřejné sítě.

Jak již bylo zmíněno, je nutné dodržet zákonem minimální průtok (asanační) v řece, ten je pro danou lokalitu $0,255\text{m}^3/\text{s}$ [2]. Současná hladinová regulace je ovládána regulátorem Sipart. Tuto regulaci musíme doplnit o další regulovanou smyčku pro stavidlo v obtokové části vedle stávající MVE. Stavidlo je nutné vyrobit se servo-pohonem a snímání polohy otevření. Při větším průtoku by se mělo nejdříve otevřít stavidlo obtoku, které bude regulované jednou smyčkou, při průtoku větším než je 1455l/s se otevře stavidlo do MVE1

$Q_{\min}[\text{l/s}]$ minimální (asanační) průtok v korytě řeky 255 l/s .

$Q_1[\text{l/s}]$ dosažitelný průtok obtoku do náhonu 1000 l/s

$Q_2[\text{l/s}]$ průtok stávající MVE (1490 l/s - rozsah regulace turbíny je $200 - 1490\text{ l/s}$)

2.1.3 Jakou turbínu použít

Zde je nutno zvážit a určit poměr mezi cenou zařízení a ekonomickou návratností. Dále zhodnocení účinností celého soustrojí pro danou lokalitu, tzn. vhodnost turbíny pro daný spád a hltnost.

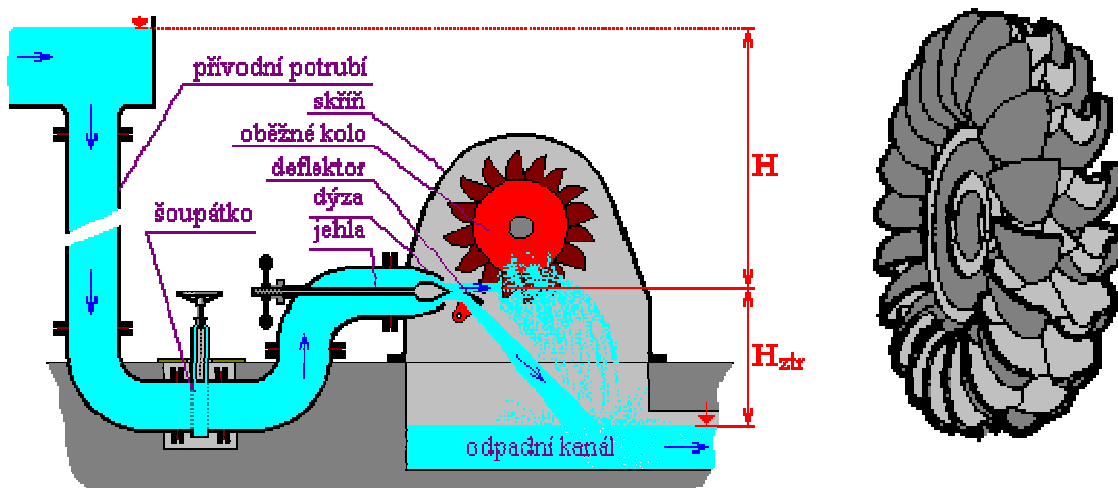
2.1.3.1 Kaplanova turbína

Kaplanovy turbíny jsou standardně dodávány pro spády $1,5 - 15\text{ m}$. S průměry oběžných kol od 500 do $2\,500\text{ mm}$, pro průtoky do $25\text{ m}^3/\text{s}$ a výkony do 1 MW na jedno soustrojí. Největší hltnost na světě mají Kaplanovy turbíny na vodní elektrárně Gabčíkovo na Dunaji a to až $636\text{ m}^3/\text{s}$, při spádu $12,88-24,20\text{ m}$. Obecně se dá říci, že se používá především při velkých průtocích a malých spádech, které nejsou konstantní. Výraznou předností Kaplanovy turbíny je dvojitá regulace, tj. aplikace regulovatelného rozvaděče i oběžného kola, což vede ke zvýšení střední hodnoty účinnosti v regulačním rozsahu provozních režimů. Přitom maximální účinnost dosahuje hodnot $\eta = 0,88$ až $0,90$. Od svého předchůdce, Francisovy turbíny, se liší především menším počtem lopatek, tvarem oběžného kola a především možností regulace náklonu lopatek u oběžného i rozváděcího kola. Má vyšší účinnost než Francisova turbína. Nevýhodou Kaplanovy turbíny je relativně vysoká hodnota kavitačního součinitele, vyžadující v mnoha případech zvýšení investičních nákladů se zřetelem k dodržení potřebné hodnoty měrné energie a poměrná složitost zařízení.

2.1.3.2 Peltonova turbína

Nejčastějším používaným typem rovnotlaké turbíny, uplatňující se i při realizaci MVE, je turbína Peltonova. Její předností je relativní jednoduchost hydraulického a konstrukčního řešení a použitelnost pro okrajové hodnoty průtoku i měrné energie.

Peltonova turbína je tangenciální rovnotlakou turbínou. Voda proudí tečně na obvod rotoru pomocí trysek. Rozvaděčem je dýza na přívodním potrubí, z níž voda vystupuje kruhovým paprskem a dopadá na lopatky lžičkovitého tvaru. Každá z lopatek se postaví proti směru toku vody a tak otočí její směr. Výsledkem vzniklých sil je pohyb rotoru turbíny. Peltonova turbína je nejeftektivnější v případě vysokého tlaku přívodní vody. Jelikož voda je jen obtížně stlačitelná, téměř všechna její energie je předána turbíně. Proto stačí pouze jediné oběžné kolo k převedení energie vody na energii rotoru.



Obr.3 – Princip funkce Peltonovy turbíny a tvar Peltonovy turbíny

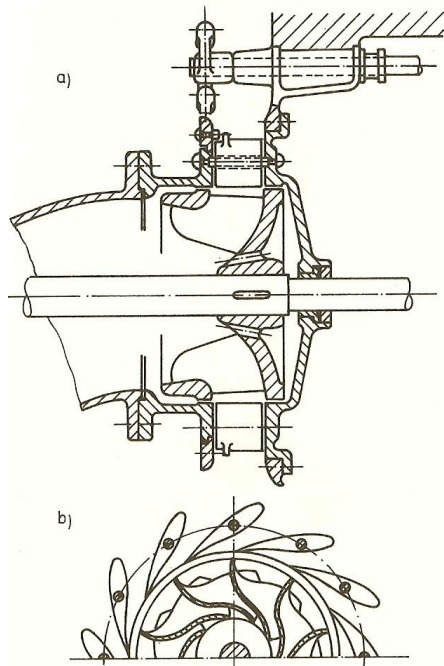
Na obr.3 je demonstrativně vysvětlen *princip* Peltonovy turbíny. Typově se jedná o rovnotlakou turbínu. Účinnost malé turbíny je 80 až 85%, u velké 85 až 95%.

Voda je přiváděna k turbíně potrubím kruhového průřezu, které vede k jedné nebo více dýzám. V dýze kruhového průřezu se celý spád vody přetransformuje na pohybovou energii. Voda vstoupí tangenciálně do oběžného kola osazeného lžičovitými lopatkami. Břit uprostřed lopatek rozdělí paprsek na dvě poloviny a lžičovitý tvar lopatky se snaží otočit směr tekoucí vody zpět. Změna směru způsobí předání energie oběžnému kolu. Vzájemným souběhem rychlosti vody tekoucí po lopatce při současném otáčení oběžného kola dojde k tomu, že voda opouští lopatky na vnější straně s minimální zbytkovou rychlostí a volně odchází do obou stran z oběžného kola ven a padá do odpadu pod turbínou. Plně je využitý spád "H". Výškový rozdíl "H_{ztr}" je ztracený a energeticky nevyužitý.

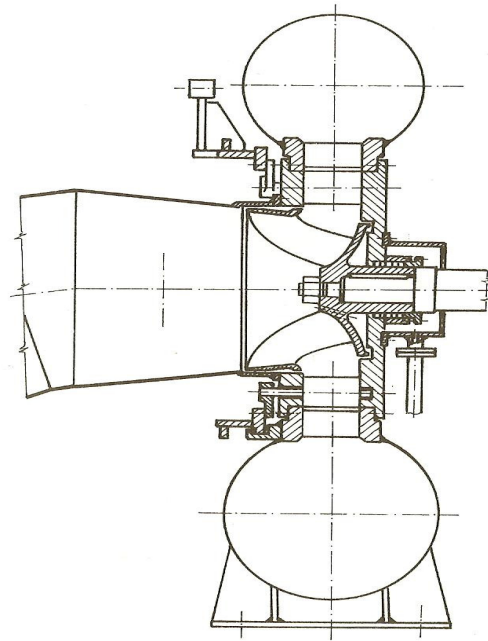
Tato turbína se používá pro malá množství vody při velkých spádech. Vyhoví na malých tocích v horách a všude tam, kde je nutno zpracovat relativně malé množství vody při velkém tlaku (používá se i ve vodárenském průmyslu na energetické využití rozdílu hladin ve vodojemech, dříve také k pohonu vysokootáčkových cukrovarnických odstředivek). Charakteristika turbíny je plochá a vykazuje dobrou účinnost v širokém rozsahu plnění. Je jednoduchá na výpočet. Výrazně okysličuje vodu. Je snadno a rychle regulovatelná. Ve srovnání s Francisovou turbínou pro velké spády je daleko více odolná proti otěru pískem. Změna jejího zatížení nemá žádný vliv na průtok. Není náchylná ke kavitaci. Ložiska jsou mimo vodu, takže je možno pracovat i s pitnou vodou bez nebezpečí jejího znečištění. Hřídel není nutné těsnit. Turbína se může točit bez vody a neklade odpor - to je výhodné na přečerpávacích elektrárnách a při kombinování více turbín k jednomu generátoru, kdy se nemusí spojkou odpojovat. Její hltnost lze zvýšit přidáním dalších dýz (u horizontálního řešení 2, u vertikálního až 6 ks). Bohužel její použitelnost v hydrologických poměrech České republiky je omezená. Na menších spádech ji zastoupí úzká Bánkiho turbína. Nevýhodou je složitý tvar lopatek, který brání levné výrobě. Další nevýhodou je část ztraceného spádu. Oběžné kolo musí být nízko a vadí jí vzestup spodní vody. Na menších spádech dává příliš malý počet otáček a vyžaduje převod. Peltonova turbína je nejefektivnější v případě vysokého tlaku přírodní vody.

2.1.3.3 Francisova turbína

Francisova turbína byla v minulosti nejrozšířenějším typ přetlakové turbíny využívané u MVE. Na příkladu typického, dříve používaného řešení horizontální kašnové turbíny (obr.5) je možno sledovat základní charakteristické znaky konstrukčního řešení. Oběžné kolo skládající se z vnějšího věnce, náboje a mezi nimi vytvořených oběžných lopatek, je uloženo na pero na průchozím hřídeli. Na věnci i náboji je vytvořena válcová těsnicí plocha, která spolu s odpovídajícími plochami na víku a dolním lopatkovém kruhu tvoří těsnící spáru, snižuje objemové ztráty na ekonomicky únosné minimum. Natáčení rozváděcích lopatek je umožněno tahélky regulačního kruhu, který je ovládán táhly spojenými s regulačním srdcem. Popsané historické řešení se uplatňuje i nyní v moderní formě, zejména lze použít vertikální řešení kašnové Francisovy turbíny s regulovatelným rozvaděčem, planetovou převodovkou se zabudovaným axiálním ložiskem a generátorem.



Obr.4 a) řez turbínou, b)řez oběžným kolem a rozváděčem



Obr.5 řez Francisovou horizontální turbínou

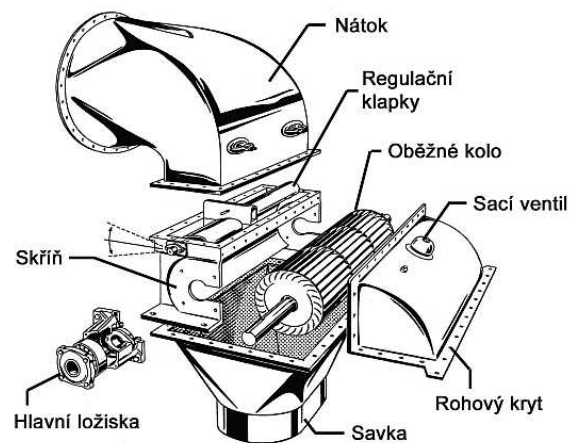
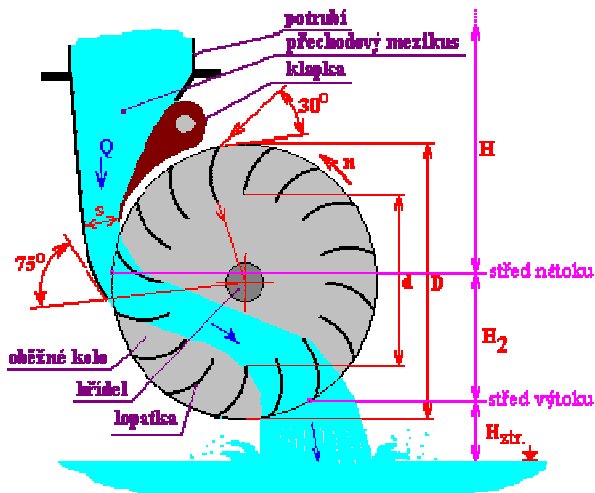
Výrazně lépe se uplatňují spirální Francisovy turbíny. Používají se zpravidla v horizontálním provedení. Příklad moderního řešení je znázorněn v řezu na obrázku č. 4. V tomto provedení je možné turbínu uplatnit pro střední a vyšší spády. Turbína má tlakovou spirálu a regulovatelné rozváděcí lopatky, s čepy uloženými v samomazných pouzdech. Před turbínu se umísťuje provozní uzávěr. Ke spojení turbíny s asynchronním nebo synchronním generátorem se používá řemenový převod nebo převodovka.

Dnes je všeobecně známo, že Francisova turbína není pro malé spády ten nejvhodnější stroj. Dříve se na ně instalovala proto, že Kaplanova turbína nebyla ještě vynalezena, popřípadě byla příliš horkou novinkou na to, aby se jí mlynáři odvážili použít. V mnoha případech proto bude snahou provozovatelů MVE se těchto strojů co nejdříve zbavit a nahradit je novými stroji - vrtulovými. [2]

2.1.3.4 Bánkiho turbína

Specifickým typem rovnotlakých turbín je radiální turbína s dvojnásobným průtokem, označována jako turbína Bánkiho (obr.). Výkonové rozmezí $P = (1 \text{ až } 1000) \text{ kW}$ z ní vytváří typickou turbínu, vhodnou pro celou oblast řešení MVE.

H [m]	činný spád
D[mm]	vnější průměr kola
d_2 [mm]	vnitřní průměr, kde končí hrana lopatek
H_2 [m]	spád v kole
H [m]	výška nad spodní vodou
s [mm]	jmenovité otevření štěrbin



Obr.6 - Principiální schéma Bánkiho turbíny – řez turbínou Obr.7 Jednotlivé dílny Bánkiho turbíny

Voda je přiváděna k turbíně potrubím, kruhového průřezu. Před turbínou je umístěn mezikus, který mění kruhový průřez na obdélný. Na konci tohoto vstupního dílu je umístěn regulační orgán, nejčastěji klapka. Ve štěrbině mezi zakřivenou stěnou a klapkou se celý spád vody přetransformuje na pohybovou energii. Voda vstoupí tangenciálně do oběžného kola hustě osazeného dlouhými lopatkami. Lopatky se snaží odklonit směr tekoucí vody do středu kola k hřídeli. Změna směru způsobí předání energie oběžnému kolu. Při prvním průtoku lopatkami se turbíně předává asi 79% z celkového výkonu. Vlivem souběhu mezi rychlostí vody a otáčením kola nemíří vytékající paprsek na hřídel turbíny, ale mine jej volným zavzdušněným prostorem. Potom vstoupí do lopatek na protější straně lopatkového věnce. Voda je opět přinucena změnit směr a předává lopatkám další díl své energie, odpovídající 21% z celkového výkonu turbíny. Po opuštění lopatkového věnce volně vytéká pod oběžné kolo. Plně je využitý spád "H", částečně i spád " H_2 ". Výškový rozdíl mezi oběžným kolem a spodní hladinou " H_{ztr} " je spád ztracený.

Tato turbína má velmi široké využití. Vyhoví zejména na malých tocích, všude tam, kdy by jiný stroj (s plným ostřikem) vycházel malý a choulostivý. Turbína je však vhodná pouze tehdy, kdy je její průměr nejméně 5x...10x menší, než spád "H". Nevýhodou je část ztraceného spádu (to lze řešit savkou). Nehodí se tam, kde hrozí vzestup spodní vody. Je ideálním motorem na lokalitách, kde bylo v minulosti instalováno kolo na horní vodu a někdy i tam, kde byla (v důsledku módního trendu ve dvacátých letech minulého století) instalována Francisova turbína. Charakteristika Bánkiho turbíny je plochá a vykazuje dobrou účinnost v rozsahu od 30 do 100% plnění. U turbíny dvojsekcí (při poměru sekcí 1/4 ku 3/4) dokonce jen do 8 % plnění. Je velmi jednoduchá na výpočet a výrobně snadno realizovatelná i v amatérských podmínkách. I při drobných nepřesnostech dává zaručený výsledek. Nevyžaduje použití žádných speciálních materiálů, běžně vyhoví i obyčejný plech. Výrazně okysličuje vodu. Je snadno a rychle regulovatelná. Mimo uzavírací orgán je tato turbína podstatně méně citlivá na nečistoty, než turbíny s dostředivým průtokem. Je odolná proti abrazi pískem. Změna jejího zatížení má pouze nepatrný vliv na průtok. Běh bez zatížení ji nevadí. Není náchylná ke kavitaci. Ložiska jsou mimo vodu, takže je možno pracovat i s pitnou vodou bez nebezpečí jejího znečištění. Vhodnou volbou šířky kola nebo dělení do více sekcí ji lze téměř libovolně přizpůsobit hydrologickým podmínkám lokality.[1]

2.1.4 Cenová nabídka na stavbu MVE

Při návrhu MVE jsem poptával firmy, které vyrábějí vodní turbíny. Zadáním bylo jmenovitý spád v dané lokalitě (3,9m) a maximální hltnost náhonu (1000l/s), a dále ještě účinnost soustrojí (více jak 83%). Jednou z nich je společnost P&S s nabídkou turbíny Semi Kaplan. Na stavební část jsem poptával firmu Meškan, spol. s r.o. Celkové náklady na vybudování díla jsou v tabulce 1.

nabídka technologie pro MVE P&S 14.5.2012		Kč	
Technologická část	Generátor 30 kW - 750 ot/min	85 000,00 Kč	
	Turbína 3Th 500 -	759 000,00 Kč	
	Nátokový kus 1200 x 1200/Ø 800	50 000,00 Kč	
	Savka turbíny	80 000,00 Kč	
	Základ generátoru	55 000,00 Kč	
	Klapkový rychlouzávěr Ø 800	150 000,00 Kč	
	Hydraulický systém pro klapkový rychlouzávěr	95 000,00 Kč	
	Elektrotechnologie	640 000,00 Kč	
	Doprava	35 000,00 Kč	
	Montáž	253 370,00 Kč	
	Čistící česle + obtokové stavidlo u stávající MVE	90 000,00 Kč	
	Stavební část	Zemní práce - nový vodní přívodeč	180 000,00 Kč
		Zemní práce - vyčištění bývalého náhonu	80 000,00 Kč
Stavební materiál		300 000,00 Kč	
Stavební práce		300 000,00 Kč	
Σ		3 152 370,00 Kč	

Tab.1 – Cenový odhad na stavbu MVE

Z finanční rozvahy je patrné, že největší část investice bude výroba vodní turbíny. Pro snížení investice jsem se rozhodl vyrobit vodní turbínu svépomocí. Zkušenosti se strojním výrobou, svařováním a obráběním dílů jsem získal u firmy mého otce. Otcova firma disponuje vlastní technikou, která je vhodná pro vývoj a konstrukci vodní turbíny. I když ne zcela bude vodní turbína vyrobená svépomocí dosahovat přesnosti a účinnosti jako od zkušeného dodavatele, budu moci porovnat předpoklady turbíny dané vývojem s realitou a tyto zkušenosti se mi mohou později hodit. Nejsnažší na výrobu je Bánkiho turbína, pro kterou mám k dispozici výpočet.

2.1.5 Návrh a výpočet vlastní turbíny

Postup výpočtu vlastní turbíny [1]:

$$P_{turb} = K \cdot H \cdot Q = 7,8 \cdot 3,9 \cdot 1000 = 30420W$$

P_{turb} [W] výkon samotné turbíny

K [-] koeficient závislosti na součinu turbíny (zvolená hodnota 0,78)

H [m] činný spád

Q [l/s] průtok vody (hltnost)

$$C_1 = 0,98 \cdot \sqrt{19,81 \cdot H} = 0,98 \cdot \sqrt{19,81 \cdot 3,9} = 8,6 \text{ m/s}$$

C_1 [m/sec.] vstupní rychlost vody do lopatek

$$a = \frac{Q}{1000 \cdot c_1} = \frac{1000}{1000 \cdot 8,6} = 0,1161 \text{ m}^2$$

a [m²] plocha štěrbin

$$s = 1000 \cdot \sqrt{\frac{a \cdot k_{ostř.}}{k_{ld}}} = 1000 \cdot \sqrt{\frac{0,1161 \cdot 0,2}{1,5}} = 124 \text{ mm}$$

s [mm] jmenovité otevření štěrbin

k_{ld} [-] poměr délky L k průměru D (vycházíme z graf č.1)

$k_{ostř.}$ [-] poměr otevření štěrbin s k průměru D (0,1 – 0,3)

$$D = \frac{s}{k_{ostř.}} = \frac{124}{0,2} = 620 \text{ mm}$$

D [mm] vnější průměr kola

$$d_2 = D \cdot 0,66 = 620 \cdot 0,66 = 409 \text{ mm}$$

d_2 [mm] vnitřní průměr, kde končí hrana lopatek

$$L = D \cdot k_{ld} = 620 \cdot 1,5 = 930 \text{ mm}$$

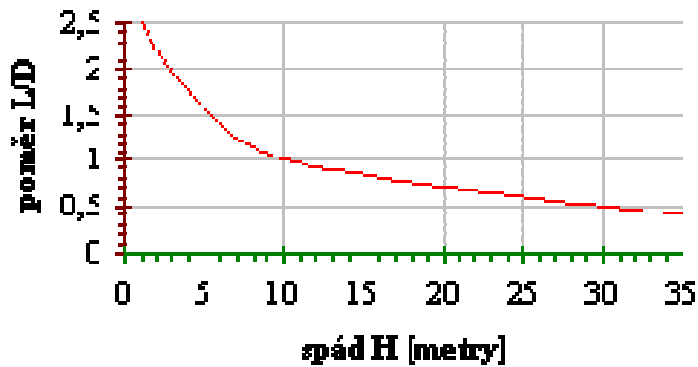
L [mm] délka štěrbin

$$n = 9898 \cdot \frac{c_1}{D} = 9898 \cdot \frac{8,6}{620} = 138 \text{ ot./min.}$$

n [ot./min] otáčky turbíny

$$d_h = 160 \cdot \sqrt[3]{\frac{H \cdot Q}{75 \cdot n}} = 160 \cdot \sqrt[3]{\frac{3,9 \cdot 1000}{75 \cdot 138}} = 116 \text{ mm}$$

d_h [mm] průměr hřídele



Obr.8 – Grafické znázornění poměr mezi délkou a průměrem Bánkiho

Cenový odhad MVE svépomoci

MVE	Vlastní výroba turbíny a stavba MVE	hodin	Náklady (Kč)
Technologická část	Generátor Siemens 1LG6, 30kW, 750 ot/min		79 250,00 Kč
	Turbína Banki 30,46 kW, 126 ot/min, $\eta=78\%$	500	42 000,00 Kč
	Čistící česle	80	20 000,00 Kč
	Regulační zařízení + vtok do turbíny	300	26 000,00 Kč
	Automatická kompenzace jalové energie	50	16 000,00 Kč
	Elektroinstalace vč. el. ochran	200	40 000,00 Kč
	Řídící systém		40 000,00 Kč
	Vlastní práce na elektroinstalaci	150	62 000,00 Kč
	Regulované stavidlo u MVE1	120	18 000,00 Kč
Stavební část	Zemní práce - vyčištění bývalého náhonu	100	35 000,00 Kč
	Stavební materiál		150 000,00 Kč
	Vlastní práce	1250	
	Celkem práce	300 Kč/hod	2750
Σ			1 215 750,00 Kč

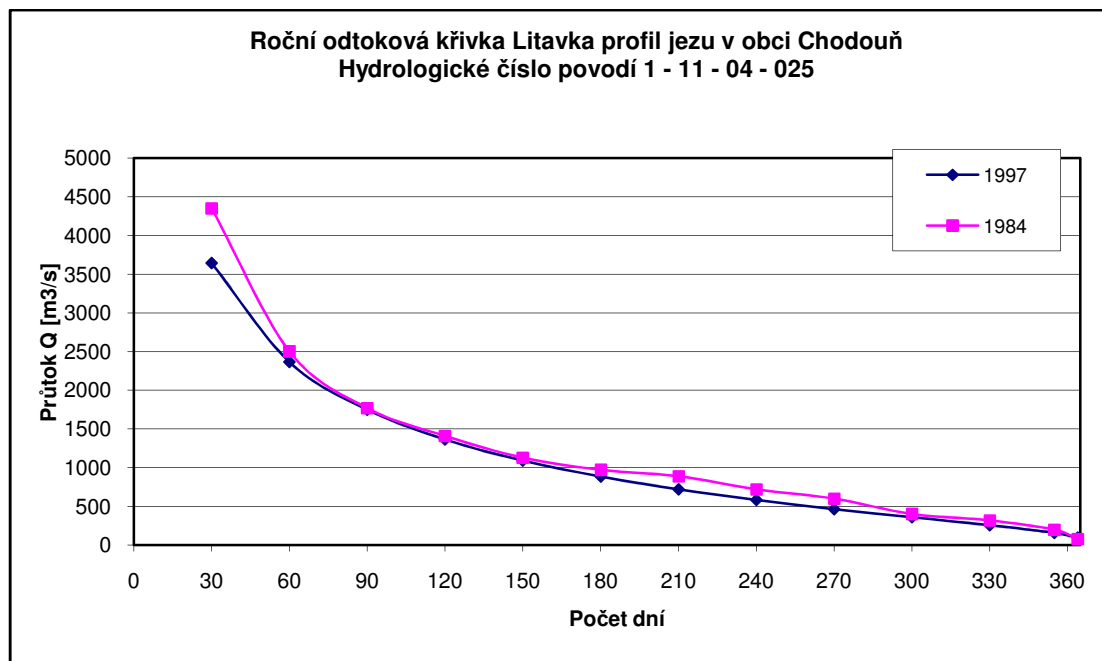
Tab.2 – Cenový odhad na stavbu MVE svépomoci

2.1.6 Výpočet roční výroby elektrické energie

Pro výpočet vyrobené elektrické energie MVE2 je nutno znát odtokovou křivku, tu získáme žádostí na Český hydrometeorologický ústav (Tab.3). Tyto údaje již máme k dispozici.[2]

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
$Q_m 1997$	3642	2364	1749	1364	1093	886	720	583	464	358	255	156	95
$Q_m 1984$	4350	2500	1770	1410	1130	970	890	720	600	400	320	200	80

Tab.3 – Údaje pro roční odtokovou křivku



Obr.9 – Grafické znázornění roční odtokové křivky v dané

Známe-li odtokovou křivku a minimální průtok Q_{\min} spočítáme, jaké množství můžeme pustit do náhonu, aby byl zachován zákonem minimální průtok v korytě řeky.

$$Q_{\text{využ}} = Q - Q_{\min} = 3642 - 255 = 3387 \text{ l/s}$$

M [dní]	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
$Q_{\text{využ}}$ [l/s]	3387	2109	1494	1109	838	631	465	328	209	103	0	0	0

Tab.4 – Využitelný průtok pro výrobu elektrické energie

Známe-li dovolený průtok do náhonu, můžeme vypočítat vykonanou práci v MVE. Použijeme vzorec pro práci:

$$A = P \cdot t = Q_{\text{turb}} \cdot H \cdot k \cdot t = 1000 \cdot 3,9 \cdot 7,5 \cdot 24 \cdot 30 / 1000 = 21,06 \text{ MW.h}$$

M [dní]	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
A[MW.h]	21,06	21,06	21,06	21,06	17,45	13,29	9,79	6,91	4,4	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab.5 – Celková vyrobená elektrická energie

Po sečtení (z tabulky č.5) dojdeme k výsledné maximální roční vyrobené energii:

$$A_{MVE} = 136,08 \text{ MW.h/rok}$$

Nutno podotknout, že tato hodnota je idealizovaná a ve skutečnosti bude menší z důvodu kolísání hladiny. Tím se zmenší spád a výkon turbíny. Další ztráty mohou být na samotné turbíně, která nebude vyrobena s požadovanou účinností nebo bude ztrácet účinnost při menších průtocích.

2.2 Návrh FVE

Místo pro „stavbu“ fotovoltaické elektrárny je na střeše dílny. Využitelná plocha pro účel stavby FVE je přibližně 55m². Rozvaděč společně se střídačem je možno umístit přímo pod střechu, na které budou umístěny fotovoltaické panely. To nám usnadní montáž a zkrátí stejnosměrnou trasu kabelů od panelů. Optimální kabelová trasa nám sníží úbytek a ztráty v kabeláži.

Výkon FVE je dán velikostí střechy. Střecha má plochu více jak 80 m² avšak užitečná plocha pro instalaci panelů je pouze 55 m². Musíme vzít v úvahu, že se panely dají dělit jen omezeně a to s ohledem na parametry a počet stejnosměrných vstupů střídače. Taktéž je třeba brát v úvahu případné stínící objekty, jako jsou komíny, antény, stromy apod. V našem případě bude 34 panelů rozděleno na dva samostatné stringy (série) po 17 panelech na každý string. Navržený střídač KOSTAL Piko 8.3 má dva nezávislé stejnosměrné vstupy, proto mohou mít případně oba stringy rozdílnou orientaci nebo sklon.

Poptával jsem firmy na instalaci FVE. Jedna z prvních nabídek byla od firmy Sollaris s.r.o. (Tab. 6). Firma nabízí FV panely Aleo Avim o maximálním výkonu 230 Wp celkem 34 ks. Instalovaný výkon tedy bude 7,82 kWp. Dva měniče Solarmax každý o výkonu 4200 W.

Nabídka FVE 7,82 kWp Sollaris s.r.o.	
Fotovoltaický panely Aleo Avim 230 W - 34 ks	243 800,00 Kč
Měnič Solarmax 4200S 2 ks	42 186,00 Kč
Hliníková konstrukce - Schletter	25 821,00 Kč
Elektroinstalační materiál vč. elektrických ochran	54 264,00 Kč
Instalace systému	32 806,00 Kč
Doprava + administrativa	4 560,00 Kč
	403 437,00 Kč

Tab.6 – Cenová nabídka na výstavbu FVE od společnosti Sollaris s.r.o.

V roce 2010 jsem se zúčastnil výstavby FVE o výkonu 210 kWp v Lanškrouně ve firmě ORPA PAPIŘ a.s. Z těchto zkušeností z praxe bych si chtěl provést instalaci FVE

svépomocí. Instalace a zapojení FVE je velmi jednoduché a připomíná systém Lego. Tabulka č.7 udává finanční rozvahu při práci svépomocí.

FVE	Vlastní montáž FVE 7,92 kWp	Náklady	hod	
Technologická část	Fotovoltaické panely TPS107S-240P - 33 ks	179 586,00 Kč		
	Měnič napětí Omnixsol-4.0k-TL - 2 ks	47 380,00 Kč		
	Hliníková konstrukce Hilty + Spojovací materiál	22 253,00 Kč		
	Elektroinstalační materiál vč. elektrických ochran	46 000,00 Kč	50	
	Doprava	5 000,00 Kč	20	
	Instalace	300 Kč/hod	48 000,00 Kč	90
		Σ	348 219,00 Kč	

Tab.7 – Cenová odhad na výstavbu FVE svépomocí

2.2.1 Výpočet roční vyrobené elektrické energie

Stejně jako u návrhů vodních elektráren je třeba znát průtoky v řece, tak i u fotovoltaických elektráren musíme znát roční dobu slunečního svitu v dané lokalitě. V České republice je průměrná doba svícení $t_{svitu} = 1040 \text{ hod/rok}$. Tuto hodnotu vynásobíme instalovaným výkon FVE

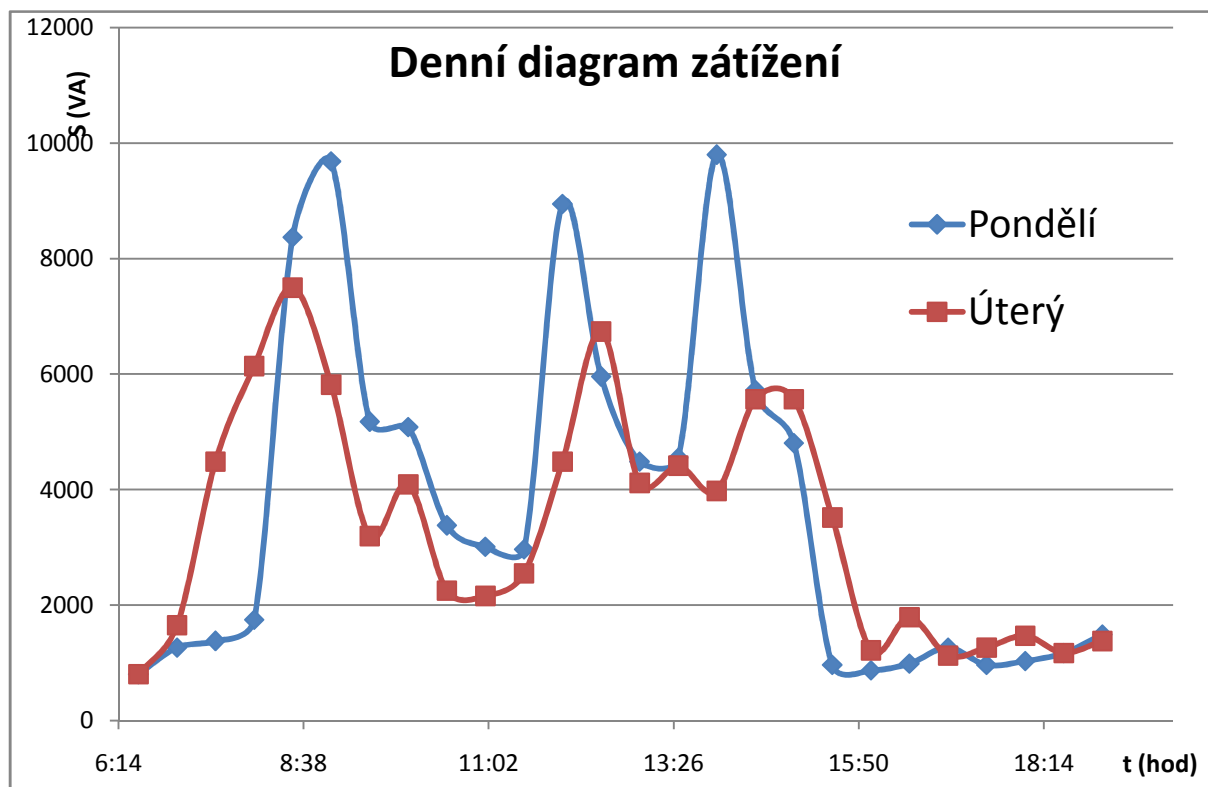
$$A_{FVE} = P_{FVE} \cdot t_{svitu} = 7,92 \cdot 1040 = 8236,8 \text{ kW.h} = 8,2368 \text{ MW.h}$$

3 Spotřeba daného objektu

Pro výpočet návratnosti je nutné znát celkovou vyrobenou energii za celý rok a spotřebu energie daného objektu. Celý objekt je rozdělen na rodinný dům a přilehlou zámečnickou dílnu. Celý objekt za jeden rok spotřebuje v průměru 19,56 MWh, což odpovídá částce 78500 Kč. Dále jsem vytvořil DDZ v pracovní den od 6:30 do 19:00 hod (graf č.2), který popisuje odběr elektrické energie v čase.

Z denního diagramu zatížení je vidět, že odebíraný výkon bude s porovnáním hybridního výrobního systému dostačující.

Je nutno upozornit, že denní diagram zatížení, který je v grafu č. 2 nerespektuje proudové špičky zařízení, které jsou způsobeny technologií svařování.



Obr.10 – Grafické znázornění denního diagramu

4 Ekonomická rozvaha

4.1 Cash Flow – CF

Cash Flow si můžeme jednoduše představit jako přírůstek nebo úbytek peněz za určité období. Je nutné znát náklady a investice za dané období, potom můžeme použít jednoduchý vzorec:

$$Z = V - N$$

Z [Kč] Zisk (vztahuje se k časovému úseku – obvykle jeden rok)

V [Kč] Výnosy (vztahují se k časovému úseku – obvykle jeden rok)

N [Kč] Náklady (vztahují se k časovému úseku – obvykle jeden rok)

Náklady členíme na více složek, a proto pro náš výpočet použijeme celkové náklady. Jelikož investiční náklady přesahují částku 40 000 Kč je nutné náklady odepisovat po částech (tzv. odpisy). Pojem odpisy jsou ekonomické vyjádření fyzického a morálního opotřebení a

prakticky slouží k rovnoměrnému rozložení nákladů, které značíme N_0 [Kč]. Každé zařízení má být odepsáno během tzv. doby životnosti, jenž stanovuje zákon o dani z příjmu a říká nám, do jaké odpisové skupiny dané zařízení patří.

MVE a FVE spadají podle zákona do 4. odpisové skupiny s dobou odpisování 20 let. Roční odpisová sazba při rovnoměrném způsobu odpisování pro daný systém v prvním roce $d_{1.ROK} = 2,15 \%$ a dalších letech $d_{2.-20.ROK} = 5,15 \%$.

Pro výpočet odpisované částky je nutno znát celkové náklady. Celkové náklady hybridní systém jsou v tabulce č.2

$$N_i = 1693969 \text{ Kč}$$

N_i [Kč] předpokládané investiční náklady na MVE a FVE

$$N_0^{1.ROK} = 2,15\%N_i = 0,0215 \cdot 1693969 = 36420 \text{ Kč}$$

$N_0^{1.ROK}$ [Kč] velikost odpisu v 1. roce odpisování

$$N_0^{2.-20.ROK} = 5,15\%N_i = 0,0515 \cdot 1693969 = 87239 \text{ Kč}$$

$N_0^{2.-20.ROK}$ [Kč] velikost odpisu v 2.-20. roce odpisování

Další položkou v nákladech je údržba MVE. Náklady na čištění a odvoz náplavy, opravy na česlích náhonu po zimě apod. Náklady za jeden rok jsem odhadl na $N_{\dot{u}} = 10000$ Kč. Nesmíme zapomenout na náklady, které již existují a to za odebranou elektrickou energii daného objektu. Tu při předpokládaném provozu a výrobě na MVE a FVE ušetříme. Tyto náklady činív průměru $N_p = -75250$ Kč/rok.

Dále jsou ve výpočtu Cash Flow výnosy. Výnosy spočítáme z celkové vyrobené elektrické energie jednotlivých výrobních systémů.

Objekt připojen do distribuční soustavy pomocí zelených bonusů.

$$V_{MVE} = A_{MVE} \cdot CENA_{MVE} = 136,08 \cdot 2140 = 291211,20 \text{ Kč}$$

V_{MVE} [Kč] Výnosy za vyrobenou energii MVE

$CENA_{MVE}$ [Kč] Cena za jednu MW.h vyrobené energie z MVE pro rok 2012

$$V_{FVE} = A_{FVE} \cdot CENA_{FVE} = 8,237 \cdot 5080 = 41842,94 \text{ Kč}$$

V_{FVE} [Kč] Výnosy za vyrobenou energii FVE

$CENA_{FVE}$ [Kč] Cena za jednu MW.h vyrobené energie z FVE pro rok 2012

	Celk. vyrob. energie [MW.h]	Zelený bonus [Kč]	Výnosy jednotlivých systémů (zelené bonusy)
MVE	136,08	2140	291 211,20 Kč
FVE	8,237	5080	41 842,06 Kč
		Σ	333053,14 Kč

Tab.8 – Celková vyrobená elektrická energie hybridního systému

Při využívání zelených bonusů můžeme odečíst provozní náklady N_p za ušetřenou odebranou elektrickou energií. Tyto náklady přičteme k ročnímu příjmu za oba výrobní systémy.

Posledním členem vzorce je zisk, který je rozdílem mezi výnosy a náklady a počítá se vždy za jedno zdaňovací období (1 rok). Tento zisk se podle zákona o dani z příjmů musí zdanit. Daň z příjmu fyzických osob je $d = 15 \%$ a odvádí se ve prospěch státu.

Jestliže je zdaňovací období rovno jednomu roku, můžeme pomocí jednoduchých výpočtů stanovit tok peněz neboli Cash Flow:

$$CF_{0,ROK} = V - N_i = 0 - 1693969 = - 1693969 \text{ Kč}$$

$CF_{0,ROK}$ Cash Flow na začátku stavby

$$\begin{aligned} CF_{1,ROK} &= \left[\left(1 - \frac{d}{100} \right) \cdot (V - N_p - N_u - N_o^{1,ROK}) \right] + N_o^{1,ROK} = \\ &= \left[\left(1 - \frac{15}{100} \right) \cdot (333053 + 78500 - 10000 - 36420) \right] + 36420 = 355284 \text{ Kč} \end{aligned}$$

$CF_{1,ROK}$ Cash Flow na konci 1. roku

$$CF_{2.-20.ROK} = \left[\left(1 - \frac{d}{100} \right) \cdot (V - N_p - N_u - N_o^{2.-20.ROK}) \right] + N_o^{2.-20.ROK} =$$

$$= \left[\left(1 - \frac{15}{100} \right) \cdot (333053 + 78500 - 10000 - 87239) \right] + 87239 = 362906 \text{ Kč}$$

$CF_{2.-20.ROK}$ *Cash Flow na konci 2.- 20.roku*

Závislost Cash Flow v jednotlivých letech je znázorněna v tabulce 9

Roky	Hodnota Cas Flow
0.	-1 693 969,00 Kč
1.	35284,00 Kč
2.-20.	362906,00 Kč

Tab.9 – Cash Flow v jednotlivých letech

4.2 Net Present Value - NPV

Jedno z kritérií v energetice, které se zavádí ekonomickou efektivností je kritérium maximálního zisku neboli NPV. Vztahuje se k tzv. době porovnání, jenž je zvolená tak, aby se rovnala době odpisování (20 let).

V případě navrhovaného celku OZE stanovíme zdaněnou hodnotu NPV

$$NPV = \sum_{t=0}^{20} DCF = \sum_{t=0}^{20} \frac{CF}{(1-p)^t} = \sum_{t=0}^{20} \frac{CF}{r^t}$$

NPV [Kč]	aktualizovaný zisk
DCF [Kč]	diskontované Cash Flow
CF [Kč]	Cash Flow
p [%]	úroková míra
r [-]	úročitel $r = 1 + p$

Aby bylo možno posuzovat vhodnost investice, je potřeba znát takzvaný diskontovaný Cash Flow (DCF). Diskontování je operace, která je využívána pro akumulaci na současnou

hodnotu v praxi, vyjadřuje dynamiku vývoje a promítá činitele času. V tomto případě budeme přepočítávat k počátku 1. roku doby porovnání.

$$NPV_{t=0.ROK} = \sum_{t=1} CF_{1.ROK} \cdot r^{-t} = 1693969 \cdot 1,07^0 = -1693969Kč$$

NPV_{t=1.ROK} [Kč] Aktualizovaný zisk na počátku (stavba MVE a FVE)

$$NPV_{t=1.ROK} = \sum_{t=1} CF_{1.ROK} \cdot r^{-t} = 355284 \cdot 1,07^{-1} = 346784Kč$$

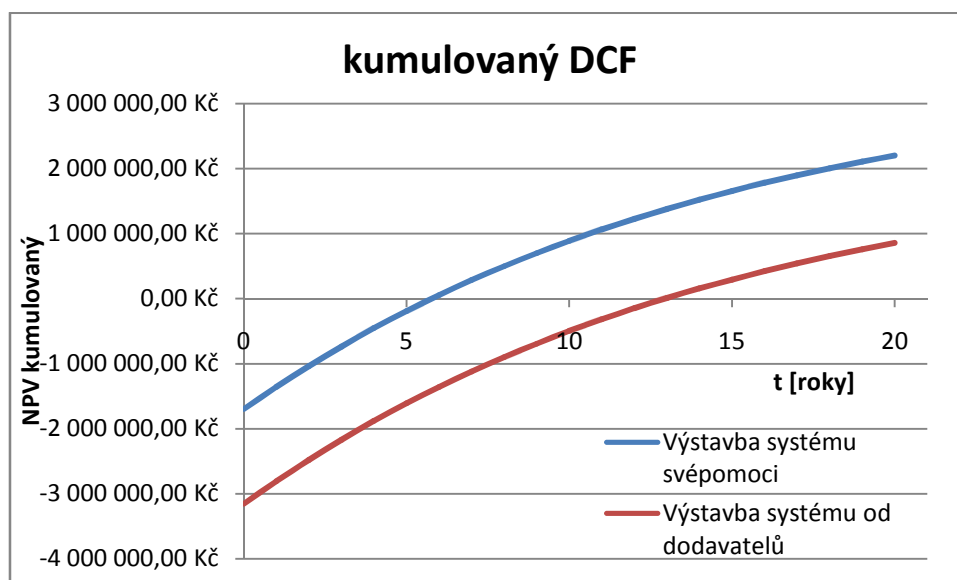
NPV_{t=1.ROK} [Kč] Aktualizovaný zisk na konci 1. roku

$$NPV_{t=1.ROK} = \sum_{t=2}^{20} CF_{2.-20.ROK} \cdot r^{-t} = 362906 \cdot 1,07^{-1} = 3423370Kč$$

NPV_{t=2.-20.ROK} [Kč] Aktualizovaný zisk na konci 2.-20. roku

$$\begin{aligned} NPV &= NPV_{t=0.ROK} + NPV_{t=1.ROK} + NPV_{t=2.-20.ROK} = \\ &= -1693969 + 346784 + 3423370 = 2053498 Kč \end{aligned}$$

Na obrázku je ukázán grafický výsledek kumulovaného DCF, ze kterého se dá vyčíst doba návratnosti při variantě vlastní práce. Dále je v grafu kumulovaný DCF pro investice v případě výstavby systému od dodavatelů.



Obr.10 – kritérium aktualizovaného zisku

Doba návratnosti je v případě svépomoci šest let. Tato doba je ideální, nesmíme zapomenout, že výroba vlastního soustrojí nemusí dosahovat takové účinnosti, kterou předpokládáme. Další prvek, který může prodloužit dobu návratnosti je počasí, dešťové srážky, sluneční svit a podobně. V případě výstavby systémů od dodavatelů je doba návratnosti 13 let. I tato doba je ideální, ale v praxi může být i delší.

4.3 Internal Rate of Return - IRR

Druhým ze dvou nejzákladnějších kritérií souvisejících s ekonomickou efektivností v energetice je kritérium vnitřní úrokové míry (IRR).

Vnitřní úroková míra je taková úroková míra, při které není posuzována investiční varianta ani zisková ani ztrátová. Při této úrokové míře je $NPV = 0$ a $p_i = IRR$.

$$NPV = \sum_{t=0}^{20} \frac{CF}{(1-p)^t} = \frac{CF}{r^t} = 0$$

p [%] úroková míra

r [-] úročitel $r = 1 + p$

V našem případě je kritérium **IRR = 21,22 %**.

5 Vývoj hybridních systémů v budoucnosti

V současné době se nejčastěji můžeme s hybridními výrobními systémy setkat hlavně v odlehlých oblastech, kde je problém s připojením na distribuční soustavu. Tyto systémy pracují pouze v režimu grid-off a jsou jedinými zdroji elektrické energie v dané lokalitě.

Domnívám se, že současnými technologiemi nebude masivní využívání hybridních výrobního systému možné.

Hybridní výrobní systémy lze provozovat na vhodných lokalitách, kterých není dostatek. Jako příklad možné lokality bych uvedl lokalitu Zemědělského družstva v Chodouni, který má možnost využít fotovoltaický systém na střeších budov pro chov

skotu a dále může využít nově zhotovenou vodní nádrž za účelem instalace MVE. Tato malá vodní elektrárna by však pracovala pouze cca 40 – 50 hodin týdně, protože vodní nádrž by sloužila jako nádrž akumulací, ale výhodou je velký spád. Není zde dostatečně trvalý přítok z potoka, ale je zde spád cca 20m. Při průtoku 50l/s se dá odhadnout výkon turbíny na 7.6kW. Pro zjištění ekonomické výhodnosti investice je nutno vypracovat podrobnou technicko-ekonomickou rozvahu

Jako další příklad pro stavbu hybridního systému bych uvedl skládku komunálního odpadu Zdíbe s.r.o. u obce Stašov. Od roku 2010 zde provozují kogenerační jednotku na výrobu elektrické energie ze skládkových plynů, instalovaný výkon je 153 kW. Tato výroba elektrické energie je podle mého názoru velmi výborná, protože se využívá plyn, který vzniká skládkováním komunálního odpadu. Část skládky je už přikryta zemí a je na ní udržovaná zeleň. Na této ploše se v budoucnu nebude pěstovat žádná potravina ani chov dobytka, proto si myslím, že by to byla výborná lokalita pro vybudování FVE.

6 Závěr

Cílem této práce bylo seznámení s obnovitelnými zdroji energie a navrhnutí hybridního systému pro výrobu elektrické energie s využitím vodní a solární energie. Při návrhu bylo dbáno zásady snadné realizovatelnosti a nízkých pořizovacích nákladů.

Pro zvolenou lokalitu byla navržena FVE o výkonu 7,92 kWp s investičními náklady 348 212 Kč. Na danou lokalitu byla zvolena vodní elektrárna, kde bylo navrženo jedno soustrojí Bankiho turbíny o výkonu 29,4 kW. Předpokládaná roční hodnota elektrické energie je 333054 Kč. Z ekonomické rozvahy, která předpokládala roční výrobu elektrické energie, je spočítána doba návratnosti 6 let. Tento výpočet však vychází z ideálních přírodních podmínek a odhaduji, že ve skutečnosti bude doba návratnosti okolo devíti let - způsobeno nestálým svitem slunce a dešťovými srážkami. I přesto bych doporučoval investorovi vybudovat tento hybridní systém. Jednak je doba návratnosti 9 let v případě OZE velmi dobrá, jednak ceny energií podle mého názoru dále porostou. Další výhodou navržených systémů je snadná realizovatelnost a udržovatelnost.

Největší slabinu podnikání v energetice při využívání OZE vidím ve velmi nestabilním politickém prostředí a v zákonech, týkajících se obnovitelných zdrojů. Jako příklad bych uvedl změnu zákona č 586/1992Sb., který provozovatelům a investorům nařizuje zisk z FVE elektrárny zatížit 15 % daní. Není možné, aby se pravidla hry měnila uprostřed

hry, kdy před účinností novely tohoto zákona jsou investorovi garantovaná určitá pravidla, podle kterých se investor rozhoduje, zda investuje do tohoto oboru či nikoliv. Toto nestabilní prostředí může ohrozit budoucí investory, kteří po této zkušenosti nebudou chtít vložit svůj kapitál do obnovitelných zdrojů, protože nebudou mít zajištěna stejná pravidla hry. Dále mi přijde nelogické touto daní zatížit i malé vodní elektrárny, které dříve byly od této daně osvobozeny a tento stav motivoval k výstavbě malých vodních zdrojů.

Varováním by nám také měla sloužit situace, která vznikla liknavým přístupem k aktualizaci cenových rozhodnutí o výkupy elektrické energie z OZE zejména z FVE. Zde vzniklo mnoho výroben z fotovoltaiky, které vznikly na úrodných polích. Toto mělo být podporováno pouze na střechách průmyslových budov či už ne jinak využitého pozemku jako je např. zahrnutá skládka komunálního odpadu. Tam s umístěným fotovoltaických panelů souhlasím, protože daná lokalita se nedá jinak technicky využít. Při dnešních platných právních předpisech vidím podobné riziko s podporou výroben elektřiny z metanu. To může být důvodem pro výstavbu těchto výroben v pohraničí např. s Německem a dovozu odpadů z této země, kde skládkováním tohoto odpadu získáme plyn pro výrobu elektrické energie.

Seznam použité literatury:

- [1] stránky <http://www.mve.energetika.cz> [online]2012
- [2] Hříbal, J.: Diplomovaná práce – Návrh a realizace MVE, ZČU Plzeň 2007
- [3] stránky <http://www.alternativni-zdroje.cz> [online]2012
- [4] stránky <http://www.ewea.org/> [online] 2012
- [5] Mezera, J.: diplomovaná práce – Posouzení instalace FM pro řízení primárního ventilátoru vzduchu EPO2,ZČU Plzeň 2010
- [6] stránky společnosti Solární systémy: <http://www.solarni-system.cz>[online] 2012
- [7] stránky společnosti Solární výroba <http://eshop.solarnivyroba.cz/>
- [8] stránky společnosti Hydroelektric: <http://www.hydroelectric.cz> [online] 2012
- [9] Quaschnig, Volker, Obnovitelné zdroje energie, Grada 2010

Přílohy

Věc: **Cenová nabídka**

Od: **Meškan, s.r.o.**
Svatá 206, Zdice 267 51
IČO: 27253392
DIČ: CZ27253392

Pro: Václav Hříbal
Chodouň

Kontakt: Petr Meškan, tel. 602 341 140
Datum vytvoření: 07/05/2012

Kontakt: 603572089

Dovolujeme si Vám zaslat cenovou nabídku stavbu MVE Chodouň a vyčištění náhonu v délce 500 m.

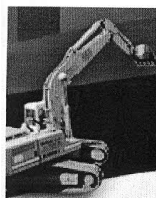
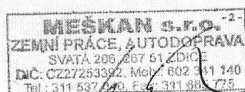
Čištění bývalého náhonu 500m, doprava	80 000 Kč
Zemní práce – nový vodní přivaděč	180 000 Kč
Stavební práce na MVE	300 000 Kč
Stavební materiál	300 000 Kč
Celkem:	860 000 Kč

CENY JSOU UVEDENY VČ. DPH

V případě jakýchkoliv dotazů nás neváhejte kontaktovat na výše uvedených číslech či dalších kontaktech.

S pozdravem,

Petr Meškan, jednatel společnosti



Meškan, s.r.o.
Svatá 206
267 51 Zdice

tel: 602 341 140
fax: 311 537 040
mail: meskanpetr@seznam.cz

www.meskan.cz

IČO: 27253392
DIČ: CZ27253392

P&S

akciová společnost

Na Pankráci 53 a 57

140 00 Praha 4

tel.: 241 410 302

fax: 241 409 467

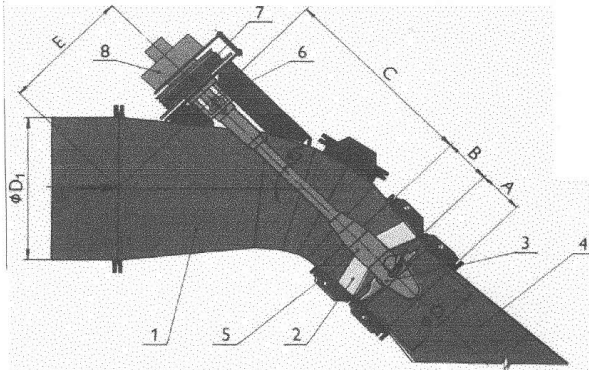
tel.: 261 223 502

e-mail: p-s@volny.cz

Technická specifikace turbín řady 3 Th

Turbíny řady 3 Th jsou kolenové vrtulové turbíny pro spády 1,5 - 6 m. Turbína má pevné rozváděcí lopatky a nastavitelné lopatky oběžného kola za chodu turbíny. Regulace lopatek oběžného kola je prováděna hydraulickým systémem, rozsah regulace je $\pm 10^\circ$, úhlová rychlost otáčení 1° za 2 vteřiny. Jako provozní rychlouzávěr se používá klapka. Přenos výkonu z hřídele turbíny na generátor je přímý, nebo v nutných případech může být řešen pomocí řemenového převodu. Turbína může být dodána s přímou nebo zalomenou odsávací rourou. Pro větší účinnost a co nejmenší nároky na prostor se nejčastěji volí přímá dvojitá savka. Turbínu je možné kolem podélné osi oběžného kola libovolně otáčet, čímž je turbína adaptovatelná pro různé spády při minimalizaci stavební části MVE.

Naše turbíny pracují v Německé republice, Norsku, Litvě a České republice



- 1 Vtok
- 2 Rozváděcí lopatky
- 3 Oběžné kolo
- 4 Savka
- 5 Vodící ložisko
- 6 Radiálně axiální ložisko
- 7 Řemenice
- 8 Regulace lopatek oběžného kola

3Th 500		
ØD	500	mm
ØD ₁	820	mm
A	225	mm
B	283	mm
C	1090	mm
E	725	mm

Pro spád $H = 3,50$ m, jsou parametry turbíny **3Th 500** následující:

H_{netto} (m)	Q	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	P_T	kW	P_{EF}	kW
3,5	Q_{max}	0,99	$P_{T\text{max}}$	25,3	$P_{EF\text{max}}$	23,5
	Q_{opt}	0,69	$P_{T\text{opt}}$	20,5	$P_{EF\text{opt}}$	19,1
	Q_{min}	0,27	$P_{T\text{min}}$	6,2	$P_{EF\text{min}}$	5,8

Pro spád $H = 3,7$ m, jsou parametry turbíny **3Th 500** následující:

H_{netto} (m)	Q	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	P_T	kW	P_{EF}	kW
3,7	Q_{max}	1,02	$P_{T\text{max}}$	27,5	$P_{EF\text{max}}$	25,5
	Q_{opt}	0,71	$P_{T\text{opt}}$	22,3	$P_{EF\text{opt}}$	20,7
	Q_{min}	0,27	$P_{T\text{min}}$	6,8	$P_{EF\text{min}}$	6,3

Q - hltnost turbíny (maximální, optimální a minimální)

P_T - výkon na hřídeli turbíny (maximální, optimální a minimální)

P_{EF} - výkon na svorkách generátoru (maximální, optimální a minimální)

Pozn.: Minimální hltnost turbíny je stanovena s ohledem na ještě dobrou účinnost turbíny ($\eta_T = 70\%$)

Cenová nabídka
Technologie pro MVE - 3Th500

V Praze dne 14.5.2012

č.	Položka - popis	počet kusů	cena Kč
1.	Turbína 3Th 500 kolenová Kaplanova turbína s plynulou regulací lopatek oběžného kola za provozu	1	759 000 Kč
2.	Nátokový kus 1200x1200 / Ø800	1	50 000 Kč
3.	Savka turbíny	1	80 000 Kč
4.	Základ generátoru rám generátoru s centrováním generátoru, pružná spojka	1	55 000 Kč
5.	Generátor 30 kW / 750 patkový pro šikmé uložení 45°, zesílené ložiska, termistory	1	85 000 Kč
6.	Klapkový rychlouzávěr Ø 800	1	150 000 Kč
7.	Hydraulický systém pro klapkový rychlouzávěr hydraulický agregát, hydraulické válce a hydraulické rozvody	1	95 000 Kč
8.	Elektrotechnologie rozdávěče s volně programovatelným automatem a řízenou kompenzací jalové energie, kabeláž elektrotechnologie, snímače, programové vybavení a odladění programu, projekt elektrotechnologie, dálkové ovládání MVE pomocí internetu a SMS		640 000 Kč
9.	Doprava (do 500 km)		35 000 Kč
		Σ	1 949 000 Kč
10.	Montáž 13 %		253 370 Kč
Cena dodávky celkem bez DPH			2 202 370 Kč

Dodavatel:

SOLLARIS s.r.o.
Mírové náměstí 80
432 01 Kadaň



Společnost SOLLARIS s.r.o. je vedena u rejstříkového soudu v Ústí nad Labem pod spisovou značkou C25291

IČ: 27344207
DIČ: CZ27344207

Telefon: 732 765 579
E-Mail: sollaris@sollaris

Fotovoltaická elektrárna na klíč o výkonu 7,82 kWp

Položkový rozpočet	MJ	Počet MJ	Cena MJ	%DPH	DPH MJ	Celkem
Fotovoltaická elektrárna 7,82 kWp						
Fotovoltaický panel Aleo Avim 230 watt		34,000	6 290,00	14%	880,60	243 800,40
Měníč Solarmax 4200S		2,000	18 503,00	14%	2 590,42	42 186,84
Jističe, přepětové ochrany, relé, AC, DC ochrana		3,000	4 350,00	14%	609,00	14 877,00
Solární, silový kabel, dráty, lišty, husí krk		320,000	30,00	14%	4,20	10 944,00
Konstrukce hliníková - Schletter		34,000	1 400,00	14%	196,00	54 264,00
Instalace systému		1,000	28 777,00	14%	4 028,78	32 805,78
Administrace		1,000	1 000,00	14%	140,00	1 140,00
Doprava systému a techniků		1,000	3 000,00	14%	420,00	3 420,00
Rozpis DPH:			Základ		DPH	Celkem
V sazbě základní:			0,00		0,00	0,00
V sazbě snížené:			353 893,00		49 545,00	403 438,00
Bez DPH:			0,00			403 438,00
Celková cena (Kč)						403 438,00

- distribuční společnost na základě zákonů přijatých od EU musí vykupovat obnovitelné zdroje.
Zákon: zákon č. 458/2000 Sb. a jeho novela č. 158/2009, v § 23 odst. 1 stanovuje právo výrobce připojit své zařízení k elektrizační soustavě za určitých podmínek, stanovených tímto zákonem

- dle novely č. 330/2010 Sb. zákona o podpoře výroby elektřiny z OZE 180/2005 Sb. je od 1. 3. 2011 zcela zrušena podpora FV zdrojů, které by měly být postaveny na zemi (o libovolném výkonu). Týká se však také zdrojů na střechách či na fasádách budov, které přesáhnou svým instalovaným výkonem 30 kWp.

- garantovaný výkup po dobu 20 let
- cena za 1 kWh na rok 2012 je pro přímou dodávku 6,16 Kč, pro zelený bonus je 5,08 Kč

Záruční podmínky:

Záruka 2 roky na systém při instalaci na klíč
10 let garance výkonu panelů na 90% a 25 let garance výkonu na 80%
10 let záruka na mechanickou a výrobní vadu panelů Aleo Avim
5 let záruka na měniče

- ceník platný do 31.12.2012

SOLLARIS s.r.o. odebírá Zelenou energii a podporuje tak prospěšné ekologické projekty.



#UC110842, program firmy © MRP - Informatics, s.r.o., P.O.BOX 35, 763 15 Slušovice