



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta elektrotechnická
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**

Hodnocení rekonstrukce malé vodní elektrárny

Evaluation of small hydroplant reconstruction

Bakalářská práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Vedoucí práce: Ing. Martin Beneš, Ph.D.

František Šmaus

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Šmaus František**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Obor: Elektrotechnika a management

Název tématu:

Hodnocení rekonstrukce malé vodní elektrárny

Pokyny pro vypracování:

1. Technologie MVE.
2. Projekt rekonstrukce MVE.
3. Výdaje a ekonomické zhodnocení projektu.
4. Citlivostní analýza.

Seznam odborné literatury:

1. Mastný P., Drápela S. a kol.: Obnovitelné zdroje elektrické energie - část A. Praha, 2011.
2. Brealey R., Myers S., Allen F.: Principles of Corporate Finance. McGraw-Hill/Irwin, 2013.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Beneš, Ph.D.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2016/2017

L.S.

Prof.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

vedoucí katedry

Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.

děkan

V Praze dne 10.2.2016

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

V Praze dne 26. 5. 2016

.....

František Šmaus

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Benešovi, Ph.D. za cenné rady a potřebné odkazy na literaturu. Dále bych chtěl poděkovat hráznému na přehradě Josefův Důl Petru Šefčíkovi za jeho ochotu spolupráce a za jeho cenný čas. Také bych chtěl poděkovat rodičům, kteří mě podporují v mém studiu. V neposlední řadě pak děkuji své přítelkyni, sestře a kamarádům za podporu.

Anotace

Tato práce se zabývá zhodnocením, zdali rekonstrukce malé vodní elektrárny proběhla ve vhodném termínu a jestli je samotná rekonstrukce výnosná. Pro vyřešení této otázky bylo využito hlavních ekonomických metod pro rozhodování výnosnosti investice, stejně tak jako teoretické znalosti malých vodních elektráren. Provedeným bádáním jsme dospěli k výsledku, že rekonstrukce proběhla ve správný čas a je rentabilní.

Klíčová slova

Malá vodní elektrárna, rekonstrukce, zhodnocení, investice, cash – flow, NPV, IRR, doba návratnosti, výkupní cena

Annotation

This thesis evaluates whether the reconstruction of small hydroplant took place at a suitable time and if it is profitable. To resolve this issue were used major economic methods for deciding the profitability of investments, as well as theoretical knowledge of small hydropower plants. By the research, we came to the conclusion that the reconstruction was done at the right time and it is profitable.

Key words

Small hydroplant, reconstruction, evaluation, investment, cash – flow, NPV, IRR, payback period, redemption price

Obsah

Úvod.....	7
1 Technologie MVE	8
1.1 Klasifikace.....	8
1.2 Teorie MVE.....	8
1.3 Provoz MVE.....	9
1.4 Vodní dílo.....	9
1.5 Druhy turbín	10
1.5.1 Kaplanova turbína	11
1.5.2 Peltonova turbína.....	11
1.5.3 Bánkiho turbína	11
1.5.4 Francisova turbína	12
1.6 Elektrická zařízení MVE.....	13
1.6.1 Prvky elektrického systému MVE.....	13
1.6.2 Asynchronní generátor	13
1.6.3 Synchronní generátor	14
1.6.4 Silnoproudá zařízení.....	15
2 Projekt rekonstrukce MVE	16
2.1 Lokalita.....	16
2.1.1 N – leté průtoky.....	16
2.2 Stav před rekonstrukcí.....	16
2.2.1 Důvody rekonstrukce	18
2.3 Provedení vlastní rekonstrukce	18
2.3.1 Připojení na síť	20
2.3.2 Zhodnocení.....	20
3 Výdaje a ekonomické zhodnocení projektu.....	21
3.1 Ekonomická efektivnost MVE	21
3.2 Časová hodnota peněz.....	22
3.3 Hodnocení investice do MVE	24
3.3.1 Cash – Flow (CF).....	24
3.3.2 Čistá současná hodnota (NPV).....	24
3.3.3 Vnitřní výnosové procento (IRR).....	25
3.3.4 Index rentability (PI)	26
3.3.5 Průměrná doba návratnosti.....	26
3.4 Ekonomické zhodnocení	27

4	Citlivostní analýza.....	29
4.1	Zhodnocení jednotlivých let.....	29
4.1.1	Hodnocení v roce 2007	30
4.1.1.1	Odhad	31
4.1.1.2	Realita	32
4.1.2	Hodnocení v roce 2008	33
4.1.2.1	Odhad	33
4.1.2.2	Realita	34
4.1.3	Hodnocení v roce 2009	35
4.1.3.1	Odhad	36
4.1.3.2	Realita	37
4.1.4	Hodnocení v roce 2010	38
4.1.4.1	Odhad	39
4.1.4.2	Realita	39
4.1.5	Hodnocení v roce 2011	40
4.1.5.1	Odhad	41
4.1.5.2	Realita	42
4.1.6	Hodnocení v roce 2012	43
4.1.6.1	Odhad	44
4.1.6.2	Realita	44
4.1.7	Hodnocení v roce 2013	45
4.1.7.1	Odhad	46
4.1.7.2	Realita	47
4.2	Celkové zhodnocení.....	47
4.2.1	Načasování.....	47
4.2.2	Výnosnost rekonstrukce	50
	Závěr	52
	Seznam použitých zdrojů	53
	Seznam tabulek	54
	Seznam obrázků	55
	Seznam grafů.....	55

Úvod

Lidstvo vodní energii využívá již přes dvě tisíciletí a byl to první zdroj kinetické energie, který člověk využil ke svému prospěchu. Vodní energie má poměrně značný stabilizační význam pro energetiku každého státu jak z hlediska technického, tak i z hlediska ekonomického. V České republice význam vodních elektráren nespočívá v objemu vyrobené energie, ale v konkrétních vlastnostech jejich provozu. Dokáží totiž okamžitě reagovat na změnu potřeby elektrické energie v distribuční soustavě, jako například zdroj energie ve špičkovém provozu. Malé vodní elektrárny v ČR slouží spíše jako sezónní zdroje, jelikož malé toky jsou dosti závislé na počasí a ročním období. V minulosti byly hojně využívány, avšak s nástupem komunistického režimu se jejich množství postupně snižovalo. Až po pádu totalitního režimu se jejich počet v ČR opět zvyšuje a začíná se využívat plný potenciál vodní energie, který v českých zemích stále je.

V této bakalářské práci se využívají metody pro vyhodnocení výnosností investic, které aplikujeme na konkrétní případ rekonstruované malé vodní elektrárny. Cílem práce je tedy zhodnotit, zdali na základě reálných údajů byla rekonstrukce provedená vhodným způsobem a ve vyhovující rok. Pro tuto analýzu jsou upotřebeny metody, které se v praxi k hodnocení projektů běžně používají.

V první kapitole se zabývám teorií MVE, jejich klasifikací, provozem, druhy nejčastěji používaných vodních turbín a generátorů a základními elektrotechnickými součástmi. Ve druhé části rozebírám samotnou rekonstrukci MVE Josefův Důl, zmiňuji zde stav před a po rekonstrukci a provedené změny. Dále popisuji jednotlivé metody pro hodnocení efektivnosti projektu, které jsou v následující kapitole prakticky využity pro vyhodnocení rekonstrukce zvolené MVE. Na závěr jsem shrnul všechny zjištěné poznatky a implikace pramenící z provedeného zkoumání.

1 Technologie MVE

1.1 Klasifikace

Vodní elektrárny se dají dělit mnoha způsoby, zde bude uvedeno třídění podle normy ČSN 75 0120 „Vodní hospodářství – Terminologie hydrotechniky“ a normy ČSN 75 2601 „Malé vodní elektrárny – Základní požadavky.“

Dle normy ČSN 75 0120 se vodní elektrárny dělí podle *instalovaného výkonu* na:

- malé vodní elektrárny (MVE) do instalovaného výkonu 10MW
- střední vodní elektrárny s instalovaným výkonem od 10MW do 200MW
- velké vodní elektrárny s instalovaným výkonem nad 200MW

Dále se malé vodní elektrárny dělí na:

- domácí vodní elektrárny s instalovaným výkonem do 35 kW
- vodní mikroeletřárny s instalovaným výkonem od 35 kW do 100 kW
- vodní mini elektrárny s instalovaným výkonem od 100 kW do 1 MW
- průmyslové vodní elektrárny s instalovaným výkonem od 1 MW do 10 MW

Podle normy ČSN 75 2601 lze dále zmínit rozdělení celkového *dosažitelného výkonu* do čtyř kategorií:

Kategorie MVE	Výkon MVE v kW
I a	nad 1000
I b	nad 500 do 1000
II	nad 100 do 500
III	nad 35 do 100
IV	do 35

Na základě těchto norem s respektováním lokálních podmínek se navrhne odpovídající typ MVE a jednotkový výkon soustrojí, který se dělí na tři třídy: A (nad 520 kW), B (nad 100 kW do 520 kW) a C (do 100 kW). (1)

1.2 Teorie MVE

Provozování malých vodních elektráren je velmi specifické využití vodní energie. Není možné je srovnávat s velkými údolními přehradami. U MVE se musí uplatnit dané podmínky

k určité lokalitě, kde každá lokalita je odlišná a musí se řešit samostatně. Nelze zde přizpůsobit krajinu pro potřeby člověka, ale člověk se musí podřít a přizpůsobit přírodě. Proto také nejde vzít velkou vodní elektrárnu a zmenšit ji v potřebném měřítku, protože se ostatní předměty s elektrárnou nezmenší. Stejně tak jako kritické stavy, jako jsou například povodně. Je tedy nutno se těmto okolnostem podřít a slevit z předimenzování a vydat se spíše cestou jednoduchosti, funkčnosti a nízkých provozních nákladů. Opuští se při tom sice trochu od samotné účinnosti, ale je třeba se naučit malou vodou žít a přijmout její podmínky. (2)

1.3 Provoz MVE

Hlavním kritériem kvality projektu a realizace elektrárny je její spolehlivost a hospodárná funkce, ale také dobrý technický stav objektu, jak části strojní, tak i stavební. Také záleží na soustavné a odborné péči, stejně tak jako její obsluze. Je samozřejmě důležité tyto kritéria dodržovat po dlouhá období. V každé konkrétní činnosti, při provozu vodní elektrárny, jako například obsluha, rekonstrukce, údržba, opravy, modernizace a jiné, máme specifické zvláštnosti. Ty jsou ovlivňovány hlavně proměnnými stavy a časem, zejména při změnách průtoků během roku a změnám klimatu. Zvláště významné změny pro provozovatele, kteří se ve vlastním zájmu snaží zajistit maximální užitek a zisk z provozu, jsou v období s velice malým průtokem, v zimních měsících a při nadměrných povodňových průtocích, také ale záleží na jakosti vody. Z požadavků státní správy na provozovatele vyplývají povinnosti všechny tyto podmínky v rámci vodního hospodářství splnit. (2)

1.4 Vodní dílo

Za vodní dílo považujeme všechny stavební a strojní části elektrárny, které jsou potřebné pro přeměnu energie vody v mechanickou práci. K samotné přeměně však dochází pouze v turbíně a generátoru, ostatní části mají za úkol dopravit vodu na tyto části bez větších ztrát, bez nečistot a to bez ztráty potřebného spádu.

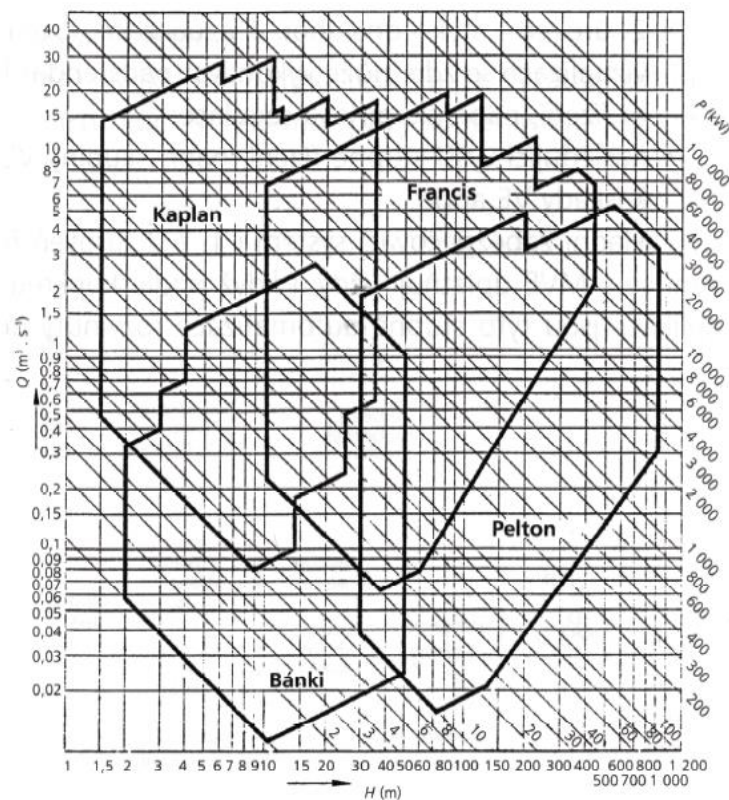
Zde je uveden výčet základních nestrojních součástí vodních děl:

- **Jez** – Zajišťuje stabilizaci a vzedmutí vodní hladiny v říčním korytě. Lze tedy část vody odvést mimo hlavní řečiště. U derivačních děl je výška hráze jen tak vysoká, jak je třeba pro vedení vody nad náhon.
- **Česle** – Zajišťují zachytávání nečistot unášené proudem.
- **Stavidla** – Slouží k regulaci, omezení nebo úplného zastavení průtoku.

- **Přepad** – Slouží k odvodu přebytečného množství vody, aby nedošlo k přeplnění vodní nádrže. V provozu není trvale, ale pouze při výjimečných situacích.
- **Lapače nečistot** – Zabraňují zanášení přívodního potrubí k turbíně, turbíny či odpadního kanálu těžšími nečistotami.
- **Potrubí** – Používá se jako přívod vody zejména pro vysokotlaké vodní motory, nebo jako podzemní přívod vody, tam kde není možný přívod na povrchu.
- **Odpadní kanál** – Slouží ke zpomalení a nasměrování vytékající vody z vodního motoru. (2)

1.5 Druhy turbín

Voda do turbín přitéká přívodním potrubím a dále se rozvádí vždy jiným způsobem a to podle druhů jednotlivých turbín. V případě rovnotlakých turbín se pak celá část přemění na pohybovou energii. V případě přetlakových turbín se na pohybovou energii přemění pouze část. Z rozváděcích částí se voda přivádí na zakřivené lopatky a tlakem na ně vytváří točivý moment.



Obr. 1 Oblasti využití vodních turbín (3)

1.5.1 Kaplanova turbína

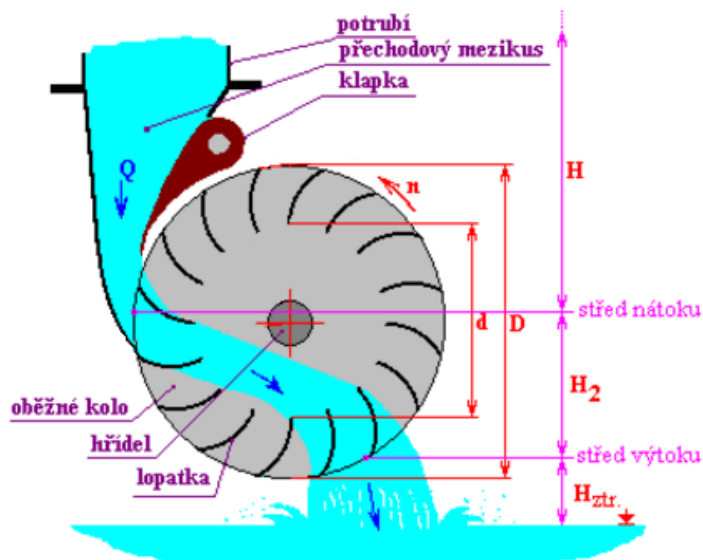
Kaplanova turbína je přetlaková axiální turbína, která se velmi dobře reguluje. Je složitá a drahá na výrobu, ale má velmi dobrou účinnost. Používá se u vodních děl malých vodních spádů a může být nainstalována horizontálně i vertikálně. Její hlavní využití je na jezerních vodních dílech, ale také na dílech derivačních s otevřeným přivaděčem, hlavně tedy v místech kde se jen obtížně dá zajistit stálý průtok nebo spád. Voda protéká oběžným kolem stejným směrem jako hřídel, která se z turbíny vyvádí vodorovně a to většinou do asynchronního generátoru, díky dobré regulovatelnosti samotné turbíny lze také použít synchronní generátor. (2) (4)

1.5.2 Peltonova turbína

Jedná se o rovnotlakou turbínu s parciálním tangenciálním ostřikem. Používá se pro vysoké spády (15 až 1800 metrů) a malé průtoky. Voda je přiváděna k turbíně kruhovými potrubím. Voda pod tlakem stříká na lopatky lžícového tvaru a tím předává, díky své nestlačitelnosti takřka všechnu energii turbíně. Břit ve středu lopatky rozděluje proud vody na dvě poloviny a otočí se směr toku vody, která vytéká z turbíny ven. Průtok vody lze regulovat změnou výtokového průřezu dýzy, tím že se zasunuje nebo vysunuje regulační jehla. Při nouzových situacích se odstavení turbíny provede odkloněním vodního paprsku. V malých vodních elektrárnách se Peltonovy turbíny používají o velikosti několika desítek centimetrů. (2) (4)

1.5.3 Bánkiho turbína

Bánkiho turbína je jednoduchá rovnotlaká turbína s parciálním ostřikem. Jejími hlavními výhodami jsou jednoduchost, malé rozměry a nízká pořizovací cena, přičemž dosahuje účinnosti 78 % až 84 %. Její největší zastoupení je v malých vodních elektrárnách, především starších a méně cenově náročných. Vhodné použití je pouze tehdy, pokud její průměr alespoň 5x menší, než je spád. Její hlavní nevýhodou je část onoho ztraceného spádu. Změna jejího zatížení má jen nepatrný vliv na průtok, běh bez zatížení jí nevádí. Lze ji využít jako turbínu ke zdrojům pitné vody, protože ložiska jsou umístěna mimo vodu, tudíž nehrozí znečištění. Lze jí jednoduše vyrobit také amatérsky s dobrou účinností, přesto že není náročná na drahý materiál. (2) (4)



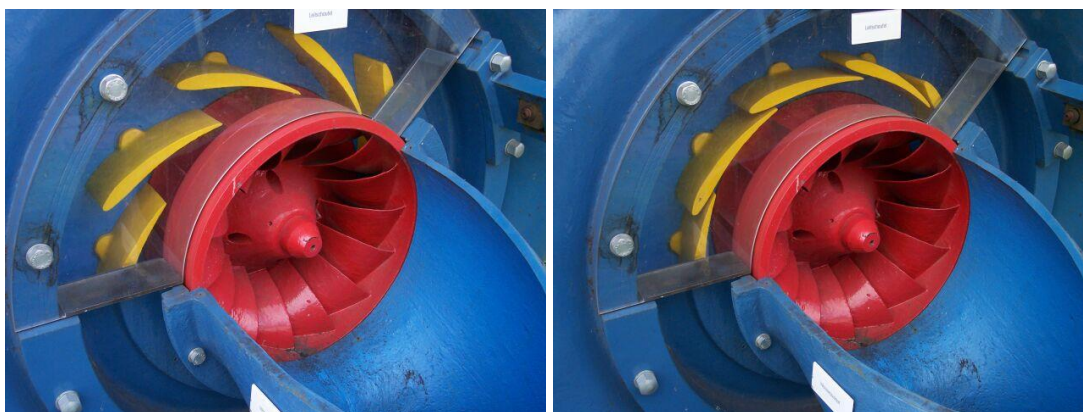
Obr. 2 Bánkiho turbína (2)

1.5.4 Francisova turbína

Francisovy turbíny lze dělit na horizontální a vertikální, podle uložení hřídele. Horizontální se dále dělí na turbíny s mokrou a suchou savkou. Vertikální turbíny se používaly především v minulosti, kde se jí osazovala hlavně jezová vodní díla. Francisova turbína se používala hlavně ve větších mlýnech a v městských elektrárnách, pro spády od 1,5 metru do 5 metrů. Dnes se tento typ turbín už z větší části nepoužívá, pouze pokud se dochovaly historické kusy, které po rekonstrukci slouží jako MVE v řádu několika desítek kilowattů.

Horizontální Francisovy turbíny patřily v minulosti k nejrozšířenějším přetlakovým turbínám. Byli jimi osazovány hlavně derivační vodní díla s přetlakovým nebo tlakovým přivaděčem. Jejich výroba probíhala ve velkém množství a v různých velikostech. Díky tomu byly vhodné takřka pro jakékoli vodní dílo, nebo se vybrala kombinace dvou turbín, menší a větší pro ideální regulaci průtoku.

Používají se pro spády od 2 do 11 metrů při malém a středním průtoku, řádově mezi 100 a 2000 litry za sekundu. Horizontální turbína má oproti vertikální o něco málo nižší účinnost. To je však vyrovnáno například vodorovnou hřídelí, která vychází z turbíny přímo do strojovny, odpadá tak nutnost převodu točivého směru hřídele. (2) (4)



Obr. 3 Francisova turbína pro velké průtoky (vlevo) a malé průtoky (vpravo) (5)

1.6 Elektrická zařízení MVE

Přeměnu mechanické energie na elektrickou zajišťují elektrické generátory. Generátor je připojen řemenem nebo jiným převodníkem momentu s hřídelí turbín. Na druhé straně je připojen prostřednictvím přenosového a transformačního zařízení k místu spotřeby (sítě). Vyrobenou energii lze velmi špatně akumulovat, proto je třeba ji okamžitě spotřebovat. Samotnou přenosovou cestu tvoří jističí a spínací přístroje, spolu s měřicími a řídicími obvody. V MVE se využívají takřka výhradně generátory na střídavý proud, z důvodu snadnějšího propojení se sítí, tím pádem odpadá potřeba proudového střídače. Využívají se jak asynchronní, tak i synchronní generátory. Využití toho či onoho závisí na požadavkách provozovatele distribuční sítě, do které je elektrárna připojena. (3)

1.6.1 Prvky elektrického systému MVE

Za základní prvky elektrického systému malých vodních elektráren považujeme generátor, vývody z generátoru, rozvodnu těchto vývodů, blokový transformátor, vývody z transformátoru, venkovní rozvodna, transformátor vlastní spotřeby, budiče generátorů a další pomocné přístroje jako například jističe, spínače, odpojovače apod. Dále sem lze zahrnout i pomocná zařízení pro manipulaci, jako například jeřáb a případně i motory čerpadel. (3)

1.6.2 Asynchronní generátor

Asynchronní stroj pracuje jako generátor, pokud je poháněn nadsynchronní rychlostí. Jeho výhodou v porovnání se synchronním generátorem je jednoduchost a tím nižší pořizovací a provozní náklady.

Na statoru, který se skládá z plechů pro elektrotechniku, je trojfázové střídavé vinutí. Pro rotor jsou dvě možnosti, a to vinutí s kroužky nebo klecové vinutí. Točivé magnetické pole vznikne přivedením trojfázového napětí na svorky statoru a indukuje v rotorovém vinutí

proudy, jejichž silové účinky otáčí rotorem ve směru magnetického točivého pole a stroj se chová jako motor. Při dosažení synchronních otáček s magnetickým polem se nic neindukuje, a proto se rotor otáčí s nižšími otáčkami, než jsou otáčky synchronní. To znamená, že stroj pracuje se skluzem.

Při otáčkách vyšších než jsou otáčky točivého magnetického pole, bude stroj dodávat do sítě činný výkon, ale zároveň pro svou magnetizaci bude ze sítě odebírat jalový výkon. Kvůli odběru jalového výkonu přímo ze sítě, se zvýší zároveň proud v síti. Tento jev se potlačuje kompenzací pomocí kondenzátorů. Tato kompenzace však přináší nebezpečí vzniku přepětí na svorkách paralelně zapojených kondenzátorů s generátorem. Tím pádem může při výpadku sítě dojít k samobuzení a následnému zvýšení otáček nade všechny meze a nakonec ke zničení generátoru. Generátor se fází jednoduším připojením na síť, při synchronních otáčkách.

Díky použití asynchronního generátoru se výrazně sníží počet dalších potřebných zařízení a tím i výsledná cena a potřebné prostory. Používají se především v režimu výroby a dodávky elektrické energie přímo do sítě, naopak se nepoužívají pro dodávky do autonomních sítí. Nevýhodou je odběr jalového výkonu ze sítě, nižší účinnost a neschopnost samostatného chodu.

Zpravidla se asynchronní generátory dimenzují na co možná nejbližší maximální výkon turbín. (3)

1.6.3 Synchronní generátor

Synchronní generátor je nejvýznamnější elektrický stroj pro výrobu elektrické energie. Když stroj pracuje jako generátor, nazýváme ho alternátor. Alternátory poháněny pomaloběžnými vodními turbínami nazýváme hydroalternátory.

Na statoru je trojfázové střídavé vinutí a na rotoru je jednosměrné budící vinutí. Výkon a parametry alternátoru vychází z jeho velikosti a počtu pólů. Synchronní otáčky určíme pomocí počtu pólů a provozní frekvenci podle vzorce:

$$n = \frac{60 f}{p} \left[\frac{ot}{min} \right]$$

Kde:

n... synchronní otáčky alternátoru

f... frekvence sítě

p... počet pólových dvojic

U alternátoru lze regulovat frekvenci a napětí podle vztahu výše. Změnou budícího proudu je možné regulovat napětí. Avšak uvedené způsoby regulace napětí a frekvence lze

použit pouze pro případ provozu alternátoru v autonomní síti. Provoz generátorů v autonomní síti je však spíše výjimkou, může se využívat například jako záložní zdroj energie v případě výpadku sítě nebo jako napájení špatně přístupných objektů v odlehlých částech světa. Proto je častější zapojení alternátoru paralelně s elektrifikační sítí.

Synchronní generátor dodává do sítě, která je považována za výkonově silnou, činný a jalový výkon. Síť tedy musí mít pevnou frekvenci a pevné napětí, které alternátor vzhledem ke svému výkonu nemůže ovlivnit. Do sítě dodávaný činný výkon je dán mechanickým výkonem vodního stroje a je také ovlivněn zátěžovým úhlem generátoru. Oproti tomu je do sítě také dodáván jalový výkon, který je dán velikostí budícího proudu a v dodávkách do sítě se reguluje tak, aby byl konstantní. Ale při paralelním provozu se síť hrozí nebezpečí, že při nízkém budícím proudu generátor vypadne ze synchronismu, což znamená, že dojde k proběhnutí stroje do vyšších otáček a tím se stroj zastaví. Jedná se o vážnou poruchu a je nutné alternátor ihned odstavit z provozu.

Pro fázování, neboli připojení generátoru k síti, je nutné dodržet několik podmínek v určitém sledu, aby nevznikaly proudové rázy, které jsou 2,5 – 3 krát větší než je jmenovitý proud. Je tedy nutné mít stejný sled fází, což se ověří malým asynchronním motorem. Generátor a síť musejí mít stejnou pracovní frekvenci, stejnou velikost napětí a v okamžiku připojení na síť musí být stejná fáze napětí stroje a sítě. (3)

1.6.4 Silnoproudá zařízení

Silnoproudá zařízení jsou určena k přenosu, transformaci, jištění a spínání elektrické energie. Dále také k pohánění pohonů a k pokrytí vlastní spotřeby elektrárny. Pro přenos výkonu z MVE se používá kabelová přípojka nebo přípojka s venkovním vedením. Pro nízké napětí 3 x 400 V nebo pro větší výkony a vzdálenosti se používá přípojka vysokého napětí 22 kV nebo 35 kV. Elektrická přípojka končí v hlavní skříni nebo v rozvodně vysokého napětí. Když MVE běží na více napěťových úrovních je nutné, použít transformátory. Používají se jednofázové, ale častěji trojfázové transformátory. Transformátory mohou být na generátor připojeny blokově nebo může být použit jeden transformátor pro více generátorů. Pro případ připojení vysokého napětí 6,3 kV k síti 22 kV se používá blokové zapojení. Pro zapojení nízko napěťových generátorů na vysoko napěťovou síť se používá zapojení se společným transformátorem. (3)

2 Projekt rekonstrukce MVE

V následující kapitole se budu věnovat vybrané malé vodní elektrárně Josefův Důl. Vlastníkem této MVE je Povodí Labe. Je to tedy státní podnik, který má velké finanční prostředky pro realizaci svých staveb. Tato práce se dále zabývá teoretickou rekonstrukcí MVE z pohledu soukromého vlastníka, který má na rekonstrukci vlastní prostředky.

2.1 Lokalita

Pro projekt zhodnocení MVE byla vybrána elektrárna na vodní přehradě Josefův Důl v Jizerských horách. Leží na 30,2 říčním kilometru řeky Kamenice. Vystavěna byla v letech 1976 – 1982. Hlavním účelem přehrady je akumulace vody pro vodárenské účely na Liberecku. Dále slouží jako částečná ochrana území pod nádrží proti povodním, nadlepšení průtoku při havarijním znečištění vody v toku pod nádrží a také energetické využití vypuštěné vody v MVE. Samotná elektrárna je umístěna v odběrné věži, která se nachází ve středu nádrže a je přístupná po ocelové lávce. (6)

Spády se pohybují v rozmezí od 31,4 – 37,4 m. Přičemž průměrná hodnota velikosti spádu se pohybuje mezi 36 – 37 m. Průtok je limitován přiváděcím potrubím a to maximálně 450 l/s.

2.1.1 N – leté průtoky

N - leté průtoky							
Let	1	2	5	10	20	50	100
Q [m ³ /s]	15,3	23,88	37,9	50,6	65,1	87,1	106

N – letý průtok představuje takový průtok, který je dlouhodobě dosažen nebo překročen jednou za N let. Význam N – letých průtoků je při navrhování staveb vodních děl. Ty jsou dimenzovány na bezpečné převedení návrhového průtoku daných N – let. (7)

2.2 Stav před rekonstrukcí

Ve spodní části odběrné věže v prostoru demontovaného rozstřikovacího uzávěru bývalé malé výpusti, byla v roce 1990 nainstalována malá vodní elektrárna. Obsahovala dvě turbíny typu Bánki přímo spojené s asynchronními generátory.

Turbíny	
Typ	Bánki 2,5 B2 x 198 (CINK)
Jmenovité otáčky	1000 min ⁻¹
Jmenovitý spád	37 m
Hltnost	200 l/s
Výkon	55 kW

Generátory	
Typ	3-fáz. AS s kotvou nakrátko
Typové označení	S 280 F06
Jmenovité otáčky	1000 min ⁻¹
Napětí / frekvence	380 V / 50 Hz
Jmenovitý výkon	55 kW
Tvar	patkový

Turbosoustrojí byla umístěna ve spodní části odběrné věže v prostoru komory demontovaného rozstřikovacího uzávěru. Na potrubí před turbínami bylo osazeno původní šoupadlo, před kterým se nachází zaslepená odbočka. Regulaci obou turbín zajišťovali otočné segmenty na vstupu do turbín, které byly ovládány elektrickými startéry. Odpadní voda z turbín byla vyvedena otvory v podlaze do potrubí, které ústilo do opacéřovaného kolena a dále pak přes přeliv do odpadní štolky.



Obr. 4 Vymontované původní Bánkiho turbíny



Obr. 5 Stav elektrárny před rekonstrukcí (jeden generátor již odpojen)

2.2.1 Důvody rekonstrukce

Důvodem rekonstrukce byly již velmi opotřebované turbíny z roku 1990, které jsou nyní v závěru své technické životnosti. V průběhu let došlo k opotřebování oběžných lopat, což se projevovalo sníženou účinností a snižováním také ostatních parametrů turbín. Provozní spád, který se pohybuje od 36 – 37 m, na vodním díle Josefův Důl, byl pro turbíny Bánky z hlediska mechanického namáhání spádem mezním.

Dalším důvodem bylo obnovení elektrických generátorů, které také vlivem opotřebování měly sníženou účinnost a další parametry. Také řídicí rozvody byly ve vlhkých podmínkách značně namáhány a jejich výměna za nové byla nutná.

2.3 Provedení vlastní rekonstrukce

Vlastní rekonstrukce MVE ve vodní nádrži Josefův Důl proběhla na konci roku 2013. Její rozsah splňoval všechny podmínky pro přidělení statusu rekonstruované MVE s nárokem na přiznání vyšší výkupní ceny elektrické energie nebo přiznání vyšších zelených bonusů. Veškeré práce prováděcí práce zohledňovaly bezpečnostní, provozní a hygienické požadavky, tak aby nedocházelo ke znečištění toku zejména ropnými produkty a to hlavně z důvodu, že nádrž slouží k akumulaci pitné vody pro Liberec.

Nejprve byl zkonstruován obtok a výtok savky, který se následně namontoval. Poté byly obě turbíny Bánky i s generátory kompletně demontovány spolu s kotevními bloky. Po demontování byly provedeny stavební úpravy před instalací nového turbosoustrojí. Dále byla nainstalována jedna turbína typu Francis a nový asynchronní generátor Siemens. Turbosoustrojí je spojeno s turbínou přes pružnou spojku. Po montáži proběhly menší

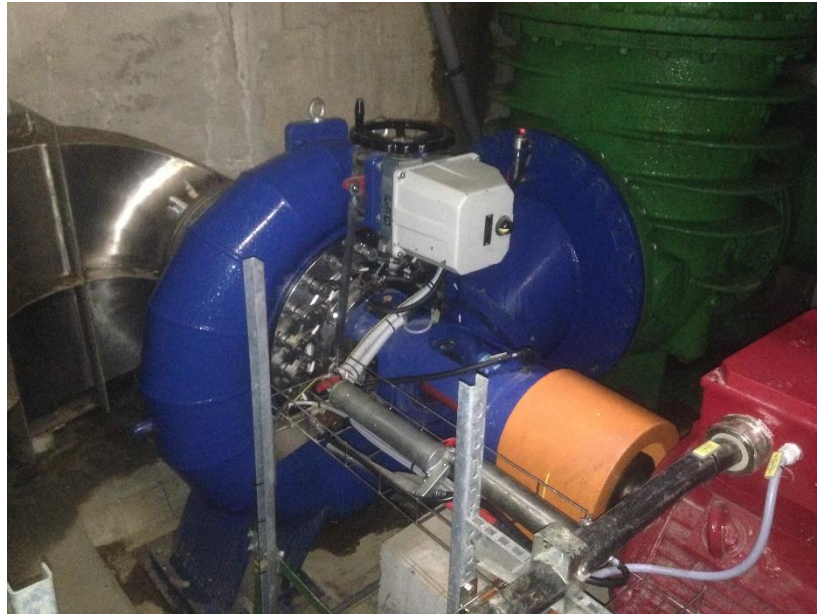
stavební práce a montáž všech elektro zařízení. Na konci rekonstrukce byly provedeny individuální, předkomplexní a komplexní zkoušky. Celá MVE byla po zkušebním provozu bez problémů uvedena do trvalého provozu.

Turbína ČKD SMALL HYDRO spol. s.r.o.	
Typ	F 130
Průměr oběžného kola	480 mm
Rozsah čistých spádů	31,4 - 37,4 m
Rozsah průtoků	120 - 450 l/s
Návrhový spád	36,43 m
Návrhový průtok	450 l/s
Výkon na spojce	145 kW
Rozsah výkonu na spojce	24,3 - 147,9 kW
Jmenovité otáčky	762 min ⁻¹
Průběžné otáčky	1420 min ⁻¹
Instalovaná sací výška	+1,0 m

Tabulka 2-1 Štítkové údaje nové Francisovy turbíny

Generátor Siemens	
Typ	1LG 6 312 - 8MB 90 - Z
Jmenovitý výkon	150 kW
Jmenovité otáčky	762 min ⁻¹
Průběžné otáčky	1420 min ⁻¹
Napětí / frekvence	400 V / 50 Hz
Tvar	IM 1001, patkový
Chlazení	vzduchem, vlastní ventilátor
Zatížení	S1, trvalé
Mazání	tukové, s trvalou náplní
Účinnost	93 - 94,6 %

Tabulka 2-2 Štítkové údaje nového generátoru



Obr. 6 Stav elektrárny po rekonstrukci

2.3.1 Připojení na síť

Rekonstrukce proběhla tak, aby splňovala vyšší výkupní podmínky elektrické energie ve formě zelených bonusů. Byly také splněny všechny podmínky pro připojení k distribuční síti. ČEZ Distribuce, a.s. podala souhlasné stanovisko, s připojením rekonstruované MVE k distribuční síti, na základě podané „Žádosti výrobce elektřiny o připojení k distribuční soustavě.“ Veškerá připojení byla v souladu s platnou legislativou a to zejména Zákonem č. 458/2000 Sb., Zákonem č. 180/2005 Sb., Pravidly provozování distribuční soustavy, platnými ČSN a připojovacími podmínkami ČEZ Distribuce, a.s. ČEZ Distribuce, a.s. také rozhodla o nutnosti instalace šesti stupňové kompenzace jalového výkonu asynchronního generátoru.

2.3.2 Zhodnocení

Celková rekonstrukce proběhla v říjnu roku 2013. Proběhla bez komplikací a podle plánu, tak že elektrárna byla mimo provoz pouze jeden celý měsíc. Nová turbína i generátor mají mnohem lepší parametry než předcházející turbosoustrojí, což jde vidět z činných dodávek energie, které i přes suchá období dosahují lepších výsledků. Celé dílo stálo 7 500 000 Kč a odpisovat se bude lineárně po dobu pěti let, tedy 1 500 000 Kč ročně.

3 Výdaje a ekonomické zhodnocení projektu

3.1 Ekonomická efektivnost MVE

Ekonomická efektivnost MVE rozhoduje hlavně o tom, jestli se vyplatí elektrárnu stavět či nestavět, popřípadě rekonstruovat. Ekonomické výpočty jsou tedy velice důležité, stejně tak jako výpočty technické a hydrotechnické. Závisí na nich totiž budoucí rentabilita celé elektrárny.

Jedním z hlavních výpočtů pro ekonomickou efektivnost je vypracování peněžního toku cash – flow, neboli finančního plánu výstavby či rekonstrukce a provozu MVE. Zjednodušeně jde o bilanci výdajů a příjmů. Jsou zde zahrnuty i finanční náklady a tedy i finanční součást CF, které vyplývají z případných úvěrů.

Další nedílnou součástí je vlastní finanční plán výstavby a provozu MVE, který vyplývá z bilance aktiv a pasiv. Jako aktiva jsou uvedeny ceny pořizovaného investičního majetku jak hmotného, tak nehmotného a ceny finančního majetku. V pasivech jsou uvedeny vlastní i cizí zdroje na pořízení a na provozování investice. Další součástí pro přípravu dat výpočtu finančního plánu je splátkový kalendář případné půjčky. Z celkového finančního plánu vyplývá tvorba kumulativního výsledku na konci jednotlivých let. Investice je splacena jakmile se kumulativní výsledek dostane teoreticky na nulovou hodnotu. Časový rozdíl mezi dosažením této hodnoty a dobou započetí výstavky projektu nazýváme dobou splatnosti.

Při sestavování nákladů na provoz MVE je velmi důležité zvažovat stavební odpisy a také odpisy technologické části. Odpisy jsou náš budoucí zdroj financí, za který můžeme vodní elektrárnu v čase, kdy bude vyřazená z provozu, znovu obnovit. Odpisy se řadí mezi nákladovou položku, stejně jako úroky z úvěrů. Často se také doba splatnosti bere jako podíl mezi náklady, které byly vynaloženy na výstavbu MVE, a zisky z průměrného roku provozu MVE. Do výpočtu finančního plánu při zavádění daní z příjmů musíme počítat s daňovou úlevou podle zákona č.586/92 Sb., §19, odstavec 1d. Zde je uvedeno, že příjmy z provozu MVE do výkonu 1 MW v tentýž roce, ve kterém byla elektrárna uvedena do provozu a v následujících pěti letech, jsou osvobozeny od daně z příjmů. Tato úleva podporuje podnikání v oblasti ekologických zdrojů energie.

Protože příjmy souvisí s množstvím vyrobené elektrické energie, je jejich výpočet z příjmů z provozu MVE možné provést velice přesně. Množství vyrobené elektrické energie dovoluje velmi spolehlivě řešit informovanost průtokových poměrů na daném místě na základě znalosti závislosti spádu na průtocích a na základě čáry překročení průtoků.

Údaje pro výpočet elektrické energie patří mezi jedny z nepřesnějších údajů v porovnání s jinými údaji, které jsou v oblasti podnikání potřebné. Získáme čáru překročení průtoků na základě statistického vyhodnocení mnohých pozorování. Nejčastěji se používá čtyřiceti leté období pozorování. Dále získáváme čáru trvání spádů, také z měření, nebo pomocí hydrotechnických výpočtů ustáleného nerovnoměrného proudění. Nelze však předpokládat nepřetržitý provoz MVE, je nutné počítat s revizemi, nutnými opravami a neočekávanými odstávkami apod. Předpokládáme obvykle 20% srážku s celkové vyrobené energie. (1)

3.2 Časová hodnota peněz

Časovou hodnotu peněz je nutné uvažovat při výběru výsledného návrhu z několika variant řešení. Vyjadřuje fakt, že díky inflaci a úrokům se může hodnota peněz měnit, někdy i výrazně. Jednotlivé varianty představující různou finanční náročnost, se musí vzájemně porovnat. Aby to bylo proveditelné, je potřeba všechny částky a závarky vztáhnout k jedinému časovému horizontu, které nazýváme referenční datum. Je to možné díky tomu, že každou finanční částku můžeme na časové ose posunout vpřed nebo vzad pomocí diskontování. Jako referenční datum lze zvolit jakýkoli čas. Z praktických důvodů se kvůli zjednodušení jako referenční datum používá čas započetí výstavby nebo rekonstrukce elektrárny. Je to nejlepší volba z numerického hlediska.

Vztah pro součinitel diskontace:

$$k = (1 + i)^n$$

Kde i ... diskontní sazba
 n ... vzdálenost v letech na časové ose od referenčního data

Promítáme-li finanční částku vzad, musíme příslušné částky vydělit součinitelem diskontace, pokud je budeme promítat vpřed, musíme částky součinitelem násobit. Pokud se diskontní sazba mění během námi sledovaného časového období, je třeba pro každý interval v onom sledovaném úseku počítat s vlastní diskontní sazbou. Součinitel diskontace poté můžeme stanovit ze vztahu:

$$k = (1 + i_1) \cdot (1 + i_2) \dots (1 + i_n)$$

Kde i_i ... diskontní sazba v i -tém roce

V těchto dvou případech byla použita jako časová jednotka jeden kalendářní rok. Stejný postup jde využít i u kratších intervalech jako například půlrok, měsíc apod. Do vztahu pro součinitel diskontace je pak třeba dosadit kapitalizační úrokovou míru za tyto určitá období. Lze tedy objektivně rozhodnout, jaká varianta projektu je výhodnější. Tím pádem se stává, že lépe vyjde ta varianta, ve které jsme investovali dražší prostředky až na konci realizace.

Samotná diskontní sazba se potom určí jako suma čtyř jejích částí:

- i_1 – skutečná míra návratnosti (2 – 3 %)
- i_2 – inflační riziková míra (5 % a více)
- i_3 – riziková míra, závislá na rizikovosti investice (2 – 6 %)
- i_4 – ekonomická živostnost (2 – 4 %)

Tedy diskontní sazka i se rovná:

$$i = \sum_{n=1}^4 (i_n)$$

Diskontní sazba se v současnosti při hodnocení investice do MVE uvažuje v rozmezí mezi 10 až 14 %. U rizikovějších investic diskontní míra stoupá, u méně rizikových klesá. Velmi rizikové investice mohou mít diskontní sazbu až 20 %. Jsou tedy výnosnější, ale s větším rizikem neúspěchu.

Máme dvě základní skupiny metod pro hodnocení investic do malých vodních elektráren. Jsou to metody, které berou ohled na faktor času a metody které k faktoru času nepřihlížejí.

K metodám, které berou hled na faktor času řadíme:

- Výpočet čisté současné hodnoty (NPV)
- Výpočet vnitřního výnosového procenta (IRR)
- Index rentability (PI)

Dále metody, které nepřihlížejí k faktoru času:

- Doba návratnosti investice
- Účetní rentabilita
- Průměrné náklady

Hlavními metodami pro výpočet rentability MVE jsou výpočet čisté současné hodnoty, výpočet vnitřního výnosového procenta a doba návratnosti investice. Metody a výpočty jsou uvedeny dále v této práci.

Dnes se hodnocení investice do malé vodní elektrárny v České republice podle doby návratnosti posuzuje takto. Když je doba návratnosti do pěti let od uvedení do provozu, je

investice hodnocená jako velmi dobrá. Pokud spadá do rozmezí od pěti do deseti let, hodnotíme ji jako investici dobrou. V ČR bylo ještě v minulých letech toto kritérium striktní, oproti západním státům, kde byly tyto hranice přibližně o pět let delší. Dnes se již těmto státům blížíme a záleží na vlastním rozhodnutí, zdali se pro danou investici rozhodneme, i když její doba návratnosti je delší než deset let. (1)

3.3 Hodnocení investice do MVE

3.3.1 Cash – Flow (CF)

Cash – flow neboli výkaz o peněžních tocích je definován jako reálný pohyb peněžních prostředků podniku za určité období v souvislosti činností podniku. Na rozdíl od výsledovky se CF zabývá příjmy a výdaji, ne však výnosy a náklady. Je jedním ze základních aspektů pro řízení podniku, protože existuje rozdíl mezi pohybem hmotných prostředků a jejich peněžním ekvivalentem. Dále vzniká časová neshoda mezi operacemi vyvolávajícími náklady a jejich finančním zachycením. CF se používá kvůli sledování posunů ve skruktuře toků a jejich stability, vázanosti kapitálu v aktivech podniku, intenzity jednotlivých peněžních toků a forem financování podniku.

CF se dá počítat dvěma způsoby, pomocí přímé metody a pomocí nepřímé metody. Z obou metod by měl vzejít stejný výsledek. Záleží na tom, jaké údaje máme a můžeme využít. (8) (9) (10)

Přímá metoda:

$$CF = \text{Příjmy} - \text{Výdaje}$$

Nepřímá metoda:

$$CF = \text{Čistý zisk} + \text{Odpisy} \pm \text{Změna pohledávek} \\ \mp \text{Změna závazků}$$

3.3.2 Čistá současná hodnota (NPV)

Čistá současná hodnota, neboli anglicky net present value (NPV) je jedna z metod pro analýzu či hodnocení investice. Je nejpoužívanější a také nejvhodnější pro celou řadu případů. Zahrnuje celou dobu životnosti projektu, protože bere v úvahu časovou hodnotu peněz, ale pouze takovou, kterou můžeme odhadnout či očekávat.

NPV se vypočítává jako součet současných hodnot peněžních toků, cash – flow, investice. Musíme tedy spočítat hodnotu CF každého dílčího období investice, ve kterém NPV počítáme. Tyto hodnoty musíme přepočítat na základě určité diskontní sazby pro hodnocenou investici. Dostaneme-li kladný výsledek čisté současné hodnoty, můžeme o dané investici uvažovat, jako o realizovatelné. Dostaneme-li ale výsledek záporný, tak jde o velmi pádný argument investici neprovádět a zkusit jinou možnost. V případě více možností vybíráme tu možnost s vyšší NPV. (8) (9) (10)

Vzorec pro výpočet NPV:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Kde: CF_t ... peněžní tok v určitém období

n ... doba životnosti projektu

r ... diskontní úroková míra

3.3.3 Vnitřní výnosové procento (IRR)

Vnitřní výnosové procento, neboli anglicky Internal Rate of Return (IRR), nám ukazuje rentabilitu projektu během svého životního cyklu. Vlastně nám udává, kolik procent na projektu vyděláme, uvažujeme-li časovou hodnotu peněz. IRR můžeme využívat pouze tehdy, když se znaménko ve všech peněžních tocích změní právě jen jednou. Je to taková diskontní sazba, při které se čistá současná hodnota rovná nule. Tedy pokud vyjde IRR větší než je udaná diskontní sazba u NPV je investice výnosná, naopak pokud vyjde menší, měli bychom přemýšlet o jiné možnosti investice. Samozřejmě, čím je IRR vyšší než diskontní sazba, tím je rentabilita větší. I když nám IRR udává důležité informace o hodnocení investice, je to pouze doplňkové hodnotící kritérium k metodě čisté současné hodnoty. Samotný výpočet IRR je celkem složitý a pro ruční výpočet se využívá metoda odhadu, kde do základního vzorce pro výpočet NPV postupně dosazujeme diskontní sazbu, dokud nevyjde nulová hodnota. Nejčastěji se však výpočet provádí pomocí funkce MS Excel. (8) (9) (10)

Definice výpočtu IRR:

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} - IN = 0$$

Kde: CF_t ... peněžní tok v určitém období

n ... doba životnosti projektu

IRR ... vnitřní výnosové procento (diskontní sazba)

IN ... investiční náklady

3.3.4 Index rentability (PI)

Index rentability, neboli anglicky Probability Index (PI), je doplňková metoda hodnocení investice k NPV. Vyjadřuje poměr příjmů k počátečním kapitálovým výdajům. Vyjde-li hodnota větší než jedna je projekt přijatelný. (8)

Vzorec pro výpočet indexu rentability:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + r)^t}}{I} = \frac{NPV}{I}$$

Kde: I ... počáteční kapitálový výdaj

3.3.5 Průměrná doba návratnosti

Doba návratnosti, neboli také průměrná doba návratnosti, je metoda, která udává dobu, za jakou bude investice splacena. Tato metoda nepřihlíží k časové hodnotě peněz, proto se v dnešní době využívá spíše výjimečně. Avšak u hodnocení investic do MVE, stojí tuto metodu využít jako orientační. (8) (9)

Vzorec pro výpočet průměrné doby návratnosti:

$$t = \frac{I}{\emptyset CF}$$

Kde: t ... průměrná doba návratnosti

I ... počáteční investice

$\emptyset CF$... průměrný roční výnos

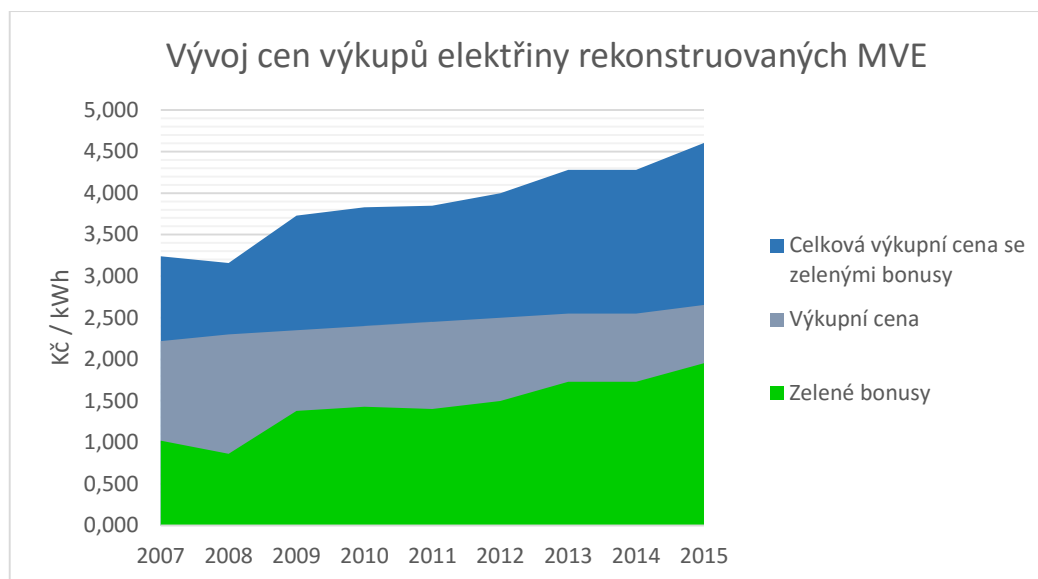
3.4 Ekonomické zhodnocení

Z výše uvedených teoretických údajů nyní můžeme spočítat a zhodnotit ekonomickou efektivnost rekonstrukce MVE.

Nejprve si stanovíme diskontní sazbu, kterou budeme v průběhu všech let uvažovat stejnou, z důvodu že investice není přílišně riziková a určitý sanační odtok z přehrady je zaručen. Dále také můžeme v průběhu budoucích let očekávat spíše mírný růst výkupní ceny elektrické energie z obnovitelných zdrojů u malých vodních elektráren, což je patrné z Tabulka 3-1 Vývoj cen výkupů elektřiny rekonstruovaných MVE Ze kterého lze vidět, že výkupní ceny rekonstruovaných MVE mají rostoucí charakter. A to hlavně díky vzrůstajících zeleným bonusům, u kterých je nárůst ztelnější než u standartních výkupních cen.

Rok	Výkupní ceny [kWh/Kč]	Zelené bonusy [kWh/Kč]	Celková cena [kWh/Kč]
2007	2,220	1,020	3,240
2008	2,300	0,860	3,160
2009	2,350	1,380	3,730
2010	2,400	1,430	3,830
2011	2,450	1,400	3,850
2012	2,499	1,499	3,998
2013	2,549	1,729	4,278
2014	2,549	1,729	4,278
2015	2,652	1,952	4,604

Tabulka 3-1 Vývoj cen výkupů elektřiny rekonstruovaných MVE (11)



Graf 3-1 Vývoj cen výkupů elektřiny rekonstruovaných MVE

Skutečnou míru návratnosti stanovíme na 2 %, inflační rizikovou míru stanovíme na 5 %, kvůli malé míře inflace v ČR, rizikovou míru na 2 % a ekonomickou životnost na 2 %. Celková diskontní sazba je tedy 11 %. Tato investice je málo riziková, protože se dá předpokládat minimální sanační průtok, který elektrárnou protéká. Také díky povaze derivačního vodního díla, které umožňuje v době kdy je vody více, ji akumulovat a využít, pokud je třeba. Tímto má elektrárna na derivačním vodním díle velkou výhodu oproti průtočným MVE.

Následně v citlivostní analýze provedeme porovnání, zdali by stejná rekonstrukce vyšla prognosticky lépe v jednotlivých letech 2007 – 2012 a jestli rekonstrukce v roce 2013 byla provedená ve správný čas na základě známých údajů. Dále porovnáme čistou současnou hodnotu, vnitřní výnosové procento, dobu návratnosti a index rentability na základě předpokládaných budoucích událostí, které mohly být předpokládány v letech 2007 – 2012 a na základě skutečných hodnot, které teď máme k dispozici. Sazba daně z příjmu právnických osob se měnila během prvních třech let a poté se ustálila na 19 %. S touto hodnotou počítáme také do budoucna. Elektrárna na vodním díle Josefův Důl je osvobozena od daní z příjmu. Zisky z malých vodních elektráren, se dle §40 zákona č. 586/1992 Sb. daní, pokud jsou osvobozeny, až po překročení hranice 200 000 kWh vyrobené energie ročně.

4 Citlivostní analýza

Citlivostní analýza, je metoda, která zkoumá nejisté a proměnné předpoklady investičního záměru a dále vliv změn na výstup projektu. Bere v potaz předpokládané dopady projektu, finančního ohodnocení i vhodné stanovení diskontní sazby. Její stanovení je závislé na samotném tvůrci analýzy a částečně na jeho správném odhadu. Zkoumá tedy možné změny vstupních parametrů, katalogizuje je a podle jejich význačnosti kvantifikuje jejich vliv na ukazatele projektu. Analyzuje tedy náchylnost projektu k neúspěchu, jestliže dojde k neočekávaným odchylkám v odhadech výkazu cash – flow.

Hlavní význam citlivostní analýzy spočívá v tom, že zpracovatele projektu nutí rozpoznat zásadní proměnné, napomáhá k odhalení spolehlivosti prognózy a ukazuje kde užitečná upřesňující informace. Předpokladům, které vyvolají největší následky, se tedy věnuje největší pozornost. Cílem je tedy určit hlavní proměnné, které ovlivňují náklady a výnosy a analyzovat následky jejich změn, zhodnotit pravděpodobnost změn, které ovlivní rozhodování v projektu, stanovit nejvíce a nejméně citlivý faktor a nabídnout možnosti jak snížit negativní dopady. Citlivostní analýza tedy zjišťuje takové hodnoty, při kterých je realizace projektu efektivní.

(12)

4.1 Zhodnocení jednotlivých let

V následujících částech se budeme zabývat rozbořem jednotlivých let 2007 – 2012. Kde na základě spočítaných NPV, IRR, PI a doby návratnosti, určíme výnosnost projektu. Budeme se zabývat návratností investic z pohledu roku, podle kterého investici hodnotíme. To znamená, že bereme v potaz pouze události, které můžeme v onom roce očekávat nebo předpokládat, bereme, že se sazba daně nemění, jelikož je to jev, který nelze předvídat, a dále bereme stejné výnosy jako v roce, ze kterého vycházíme. Na druhou stranu se budeme zabývat návratností investic, ale zpětným pohledem, ve kterém víme, jak minulé události proběhly. Tedy víme, kolik se vyrobilo, jak jednotlivé roky probíhaly a jak se měnila daňová sazba. Všechny tyto poznatky vezmeme v potaz a zhodnotíme tím, zdali byla rekonstrukce provedena ve výhodném roce a zdali by nebyl rok, ve kterém by bylo výhodnější provést rekonstrukci.

V podkapitolách *Realita* počítáme s reálnými výnosy, které v konkrétních letech elektrárna vydělala a s reálnou sazbou daně. Jelikož údaje o vyrobené energii a ceně za kWh máme pouze do roku 2015, z dalšími roky počítáme stejně jako s rokem 2015, protože budoucí události nelze odhadnout.

Také se nezabýváme náklady na provoz elektrárny, protože je vlastněna Povodím Labe tím náklady jdou mimo zisky samotné elektrárny.

4.1.1 Hodnocení v roce 2007

Údaje o vyrobené elektřině v roce 2007 jsou v Tabulka 4-1. Jsou zde zachyceny i zisky z jednotlivých měsíců a celkový zisk.

Měsíc	Činná dodávka [kWh]	Zisky v měsíci [Kč]
Leden	51 836	167 949
Únor	43 295	140 276
Březen	56 471	182 966
Duben	52 602	170 430
Květen	20 773	67 305
Červen	22 778	73 801
Červenec	24 549	79 539
Srpen	24 764	80 235
Září	18 189	58 932
Říjen	17 911	58 032
Listopad	30 744	99 611
Prosinec	50 169	162 548
Celkem	414 081	1 341 622
Výkupní cena 3,240 Kč / kWh		

Tabulka 4-1 Vyrobená energie a zisky v roce 2007

Předpokládáme tedy, že investice do rekonstrukce MVE by byla ve stejné výši jako investice z roku 2013 a proběhla by za stejných podmínek na konci roku 2007. Investici budeme odepisovat lineárně po dobu 5 let.

Rok	2007	2008	2009	2010	2011
Odpisy [Kč]	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Výnosy [Kč]	1 341 622	1 341 622	1 341 622	1 341 622	1 341 622

Rok	2012	2013	2014	2015	2016
Odpisy [Kč]	0	0	0	0	0
Výnosy [Kč]	1 341 622	1 341 622	1 341 622	1 341 622	1 341 622

Tabulka 4-2 Výnosy a odpisy v budoucích letech

V tabulce 4-3 předpokládáme stejné výnosy v budoucích letech jako v roce 2007, jelikož nemůžeme předvídat budoucí události jako například počasí, změny výkupních cen elektřiny a potřebné regulace průtoků na přehradě. Ale v tabulce 4-4 počítáme již se známými údaji. Na základě těchto výnosů a znalostí z kapitoly 3 vypočítáme zisky jak před zdaněním, tak po zdanění a cash – flow v následujících deseti letech.

4.1.1.1 Odhad

Rok	2007	2008	2009	2010	2011
EBT	-158 378	-158 378	-158 378	-158 378	-158 378
Daň 24%	-19 652	-19 652	-19 652	-19 652	-19 652
EAT	-158 378	-158 378	-158 378	-158 378	-158 378
CF	1 341 622	1 341 622	1 341 622	1 341 622	1 341 622

Rok	2012	2013	2014	2015	2016
EBT	1 341 622	1 341 622	1 341 622	1 341 622	1 341 622
Daň 24%	68 211	166 469	166 469	166 469	166 469
EAT	1 273 411	1 175 153	1 175 153	1 175 153	1 175 153
CF	1 273 411	1 175 153	1 175 153	1 175 153	1 175 153

Tabulka 4-3 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2007

Z těchto údajů můžeme určit čistou současnou hodnotu, vnitřní výnosové procento, index rentability a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2007.

$$NPV = 88\,535,41 \text{ Kč}$$

$$IRR = 11,290 \%$$

$$PI = 1,012$$

Průměrná doba návratnosti je 5,9 roku.

Na základě těchto údajů můžeme říct, že by se investice v tomto roce vyplatila, protože NPV vyšla kladná, tím pádem i vnitřní výnosové procento vyšlo vyšší než je diskontní sazba. Podle průměrné doby návratnosti by návratnost rekonstrukce byla hodnocená jako dobrá.

4.1.1.2 Realita

Rok	2007	2008	2009	2010	2011
Daň [%]	24	21	20	19	19
EBT	-158 378	-275 127	115 500	-85 133	172 232
Daň	-19 652	-27 966	-35 184	-7 418	-24 946
EAT	-158 378	-275 127	115 500	-85 133	172 232
CF	1 341 622	1 224 873	1 615 500	1 414 867	1 672 232

Rok	2012	2013	2014	2015	2016
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	1 876 018	2 066 411	1 938 807	2 103 065	2 103 065
Daň	179 573	230 054	205 809	237 018	237 018
EAT	1 696 445	1 836 357	1 732 997	1 866 046	1 866 046
CF	1 696 445	1 836 357	1 732 997	1 866 046	1 866 046

Tabulka 4-4 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2007

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2007.

$$\text{NPV} = 1\,738\,603,36 \text{ Kč}$$

$$\text{IRR} = 15,893 \%$$

$$\text{PI} = 1,23$$

Průměrná doba návratnosti jsou 4,6 roky.

Na základě těchto údajů, kdy známe již reálné zisky v průběhu budoucích let a víme, že se sazba daně z příjmu se v letech 2007 – 2010 měnila, můžeme říct, že by se investice vyplatila. Kdybychom tedy měli v roce 2007 takto správný odhad budoucího vývoje, mohli bychom uvažovat o rekonstrukci.

4.1.2 Hodnocení v roce 2008

Údaje o vyrobené elektřině v roce 2008 jsou v Tabulka 4-5. Jsou zde zachyceny i zisky z jednotlivých měsíců a celkový zisk.

Měsíc	Činná dodávka [kWh]	Zisky v měsíci [Kč]
Leden	46 741	147 702
Únor	37 313	117 909
Březen	53 681	169 632
Duben	57 388	181 346
Květen	43 225	136 591
Červen	14 783	46 714
Červenec	17 241	54 482
Srpen	16 973	53 635
Září	14 778	46 698
Říjen	12 495	39 484
Listopad	18 963	59 923
Prosinec	54 037	170 757
Celkem	387 618	1 224 873
Výkupní cena 3,160 Kč / kWh		

Tabulka 4-5 Vyrobená energie a zisky v roce 2008

Opět předpokládáme provedení rekonstrukce stejně jako v roce 2013, akorát na konci roku 2008.

Rok	2008	2009	2010	2011	2012
Odpisy [Kč]	1500000	1500000	1500000	1500000	1500000
Výnosy [Kč]	1 224 873	1 224 873	1 224 873	1 224 873	1 224 873

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
Odpisy [Kč]	0	0	0	0	0
Výnosy [Kč]	1 224 873	1 224 873	1 224 873	1 224 873	1 224 873

Tabulka 4-6 Výnosy a odpisy v budoucích letech

V tabulce 4-7 opět předpokládáme stejné výnosy v budoucích letech jako v roce 2008, jelikož nemůžeme předvídat budoucí události. A spočteme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti.

4.1.2.1 Odhad

Rok	2008	2009	2010	2011	2012
EBT	-275 127	-275 127	-275 127	-275 127	-275 127
Daň 21%	-27 966	-27 966	-27 966	-27 966	-27 966
EAT	-275 127	-275 127	-275 127	-275 127	-275 127
CF	1 224 873	1 224 873	1 224 873	1 224 873	1 224 873

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
EBT	1 224 873	1 224 873	1 224 873	1 224 873	1 224 873
Daň 21%	-15 324	109 179	124 503	124 503	124 503
EAT	1 224 873	1 115 694	1 100 370	1 100 370	1 100 370
CF	1 224 873	1 115 694	1 100 370	1 100 370	1 100 370

Tabulka 4-7 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2008

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2008.

NPV = -485 571,20 Kč

IRR = 9,398 %

PI = 0,935

Průměrná doba návratnosti je 6,4 let.

Můžeme tedy vidět, že investice by nebyla zisková podle těchto kritérií, za těchto odhadů.

4.1.2.2 Realita

Rok	2008	2009	2010	2011	2012
Daň [%]	21	20	19	19	19
EBT	-275 127	115 500	-85 133	172 232	376 018
Daň	-27 966	-15 533	-7 418	-5 295	35 698
EAT	-275 127	115 500	-85 133	172 232	340 320
CF	1 224 873	1 615 500	1 414 867	1 672 232	1 840 320

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	2 066 411	1 938 807	2 103 065	2 103 065	2 103 065
Daň	230 054	205 809	237 018	237 018	237 018
EAT	1 836 357	1 732 997	1 866 046	1 866 046	1 866 046
CF	1 836 357	1 732 997	1 866 046	1 866 046	1 866 046

Tabulka 4-8 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2008

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2008.

NPV = 2 155 802,78 Kč

IRR = 17,032 %

PI = 1,29

Průměrná doba návratnosti jsou 4,4 roky.

Opět ze známých budoucích údajů vyšly hodnoty NPV a IRR takové, že by se o investici uvažovat mělo. Index rentability vyšel větší než jedna tím pádem by byl projekt rekonstrukce v roce 2008 rentabilní.

4.1.3 Hodnocení v roce 2009

Údaje o vyrobené elektřině v roce 2009 jsou v Tabulka 4-9 Jsou zde zachyceny i zisky z jednotlivých měsíců a celkový zisk.

Měsíc	Činná dodávka [kWh]	Zisky v měsíci [Kč]
Leden	44 196	164 851
Únor	37 462	139 733
Březen	44 913	167 525
Duben	47 762	178 152
Květen	54 119	201 864
Červen	47 763	178 156
Červenec	48 397	180 521
Srpen	40 687	151 763
Září	20 322	75 801
Říjen	19 598	73 101
Listopad	17 482	65 208
Prosinec	10 409	38 826
Celkem	433 110	1 615 500
Výkupní cena 3,730 Kč / kWh		

Tabulka 4-9 Vyrobená energie a zisky v roce 2009

Zopakujeme postup jako v předchozích kapitolách. V tabulce 4-11 očekáváme v následujících letech stejné zisky jako v roce 2009.

Rok	2009	2010	2011	2012	2013
Odpisy [Kč]	1500000	1500000	1500000	1500000	1500000
Výnosy [Kč]	1615500	1615500	1615500	1615500	1615500

Rok	2014	2015	2016	2017	2018
Odpisy [Kč]	0	0	0	0	0
Výnosy [Kč]	1615500	1615500	1615500	1615500	1615500

Tabulka 4-10 Výnosy a odpisy v budoucích letech

4.1.3.1 Odhad

Rok	2009	2010	2011	2012	2013
EBT	115 500	115 500	115 500	115 500	115 500
Daň 20%	12 433	12 433	12 433	12 433	12 433
EAT	103 067	103 067	103 067	103 067	103 067
CF	1 603 067	1 603 067	1 603 067	1 603 067	1 603 067

Rok	2014	2015	2016	2017	2018
EBT	1 615 500	1 615 500	1 615 500	1 615 500	1 615 500
Daň 20%	173 900	173 900	173 900	173 900	173 900
EAT	1 441 600	1 441 600	1 441 600	1 441 600	1 441 600
CF	1 441 600	1 441 600	1 441 600	1 441 600	1 441 600

Tabulka 4-11 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2009

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2009.

NPV = 1 586 683,92 Kč

IRR = 15,986 %

PI = 1,21

Průměrná doba návratnosti jsou 4,9 roky.

V roce 2009 je v části odhadu investice poprvé hodnocena jako velmi dobrá, na základě průměrné doby návratnosti. Podle posuzovacích kritérií by investice do rekonstrukce byla rentabilní.

4.1.3.2 Realita

Rok	2009	2010	2011	2012	2013
Daň [%]	20	19	19	19	19
EBT	115 500	-85 133	172 232	376 018	566 411
Daň	12 433	-7 418	10 238	40 993	63 059
EAT	103 067	-85 133	161 994	335 025	503 352
CF	1 603 067	1 414 867	1 661 994	1 835 025	2 003 352

Rok	2014	2015	2016	2017	2018
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	1 938 807	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065
Daň	205 809	237 018	237 018	237 018	237 018
EAT	1 732 997	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046
CF	1 732 997	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046

Tabulka 4-12 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2009

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2009.

$$\text{NPV} = 2\,727\,189,96 \text{ Kč}$$

$$\text{IRR} = 18,747 \%$$

$$\text{PI} = 1,36$$

Průměrná doba návratnosti jsou 4,2 roky.

V tomto roce již vychází NPV a IRR velmi dobře. Můžeme tedy říct, že v roce 2009 by bylo výhodné rekonstrukci realizovat. Zdali by to bylo vhodnější, než v jiných letech se bude zabývat jiná kapitola.

4.1.4 Hodnocení v roce 2010

Údaje o vyrobené elektřině v roce 2010 jsou v Tabulka 4-13. Jsou zde zachyceny i zisky z jednotlivých měsíců a celkový zisk.

Měsíc	Činná dodávka [kWh]	Zisky v měsíci [Kč]
Leden	6 057	23 198
Únor	5 061	19 384
Březen	8 148	31 207
Duben	17 004	65 125
Květen	20 419	78 205
Červen	43 206	165 479
Červenec	24 204	92 701
Srpen	51 166	195 966
Září	55 599	212 944
Říjen	50 486	193 361
Listopad	47 533	182 051
Prosinec	40 534	155 245
Celkem	369 417	1 414 867
Výkupní cena 3,830 Kč / kWh		

Tabulka 4-13 Vyrobená energie a zisky v roce 2010

Postup je dále stejný jako v předchozích kapitolách.

Rok	2010	2011	2012	2013	2014
Odpisy [Kč]	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Výnosy [Kč]	1 414 867	1 414 867	1 414 867	1 414 867	1 414 867

Rok	2015	2016	2017	2018	2019
Odpisy [Kč]	0	0	0	0	0
Výnosy [Kč]	1 414 867	1 414 867	1 414 867	1 414 867	1 414 867

Tabulka 4-14 Výnosy a odpisy v budoucích letech

4.1.4.1 Odhad

Rok	2010	2011	2012	2013	2014
EBT	-85 133	-85 133	-85 133	-85 133	-85 133
Daň 19%	-7 418	-7 418	-7 418	-7 418	-7 418
EAT	-85 133	-85 133	-85 133	-85 133	-85 133
CF	1 414 867	1 414 867	1 414 867	1 414 867	1 414 867

Rok	2015	2016	2017	2018	2019
EBT	1 414 867	1 414 867	1 414 867	1 414 867	1 414 867
Daň 19%	86 194	123 285	123 285	123 285	123 285
EAT	1 328 673	1 291 582	1 291 582	1 291 582	1 291 582
CF	1 328 673	1 291 582	1 291 582	1 291 582	1 291 582

Tabulka 4-15 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2010

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2010.

$$\text{NPV} = 581\,905,94 \text{ Kč}$$

$$\text{IRR} = 12,863 \%$$

$$\text{PI} = 1,08$$

Průměrná doba návratnosti je 5,5 let.

V tomto roce vyšla NPV kladně, tudíž by se dalo o rekonstrukci uvažovat. Nicméně, oproti ostatním rokům je NPV značně menší, takže bychom se rozhodli pro rekonstrukci spíše v jiném roce.

4.1.4.2 Realita

Rok	2010	2011	2012	2013	2014
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	-85 133	172 232	376 018	566 411	438 807
Daň	-7 418	10 238	40 993	63 059	46 580
EAT	-85 133	161 994	335 025	503 352	392 226
CF	1 414 867	1 661 994	1 835 025	2 003 352	1 892 226

Rok	2015	2016	2017	2018	2019
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065
Daň	237 018	237 018	237 018	237 018	237 018
EAT	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046
CF	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046

Tabulka 4-16 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2010

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2010.

NPV = 3 000 800,72 Kč

IRR = 19,491 %

PI = 1,4

Průměrná doba návratnosti jsou 4,1 roky.

Opět, když zisk bereme z budoucích let, tím pádem NPV i IRR vycházejí velmi dobře. Také průměrná doba návratnosti je hodnocena jako velmi dobrá.

4.1.5 Hodnocení v roce 2011

Údaje o vyrobené elektřině v roce 2011 jsou v Tabulka 4-17. Jsou zde zachyceny i zisky z jednotlivých měsíců a celkový zisk.

Měsíc	Činná dodávka [kWh]	Zisky v měsíci [Kč]
Leden	34 775	133 884
Únor	31 785	122 372
Březen	17 652	67 960
Duben	44 949	173 054
Květen	59 360	228 536
Červen	35 912	138 261
Červenec	45 209	174 055
Srpen	59 034	227 281
Září	58 805	226 399
Říjen	19 518	75 144
Listopad	14 569	56 091
Prosinec	12 778	49 195
Celkem	434 346	1 672 232
Výkupní cena 3,850 Kč / kWh		

Tabulka 4-17 Vyrobená energie a zisky v roce 2011

Následující postup již známe.

Rok	2011	2012	2013	2014	2015
Odpisy	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Výnosy	1 672 232	1 672 232	1 672 232	1 672 232	1 672 232

Rok	2016	2017	2018	2019	2020
Odpisy	0	0	0	0	0
Výnosy	1 672 232	1 672 232	1 672 232	1 672 232	1 672 232

Tabulka 4-18 Výnosy a odpisy v budoucích letech

4.1.5.1 Odhad

Rok	2011	2012	2013	2014	2015
EBT	172 232	172 232	172 232	172 232	172 232
Daň 19%	17 656	17 656	17 656	17 656	17 656
EAT	154 576	154 576	154 576	154 576	154 576
CF	1 654 576	1 654 576	1 654 576	1 654 576	1 654 576

Rok	2016	2017	2018	2019	2020
EBT	1 672 232	1 672 232	1 672 232	1 672 232	1 672 232
Daň 19%	171 424	171 424	171 424	171 424	171 424
EAT	1 500 808	1 500 808	1 500 808	1 500 808	1 500 808
CF	1 500 808	1 500 808	1 500 808	1 500 808	1 500 808

Tabulka 4-19 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2011

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2011.

NPV = 1 906 918,02 Kč

IRR = 16,938 %

PI = 1,254

Průměrná doba návratnosti jsou 4,8 roky.

V roce 2011 už NPV i IRR vycházejí dobře i při výpočtech, kdy nebereme v potaz známé budoucí aktivity.

4.1.5.2 Realita

Rok	2011	2012	2013	2014	2015
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	172 232	376 018	566 411	438 807	603 065
Daň	17 656	40 993	63 059	46 580	67 966
EAT	154 576	335 025	503 352	392 226	535 099
CF	1 654 576	1 835 025	2 003 352	1 892 226	2 035 099

Rok	2016	2017	2018	2019	2020
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065
Daň	237 018	237 018	237 018	237 018	237 018
EAT	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046
CF	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046

Tabulka 4-20 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2011

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2011.

$$\text{NPV} = 3\,491\,855,52 \text{ Kč}$$

$$\text{IRR} = 21,095 \%$$

$$\text{PI} = 1,47$$

Průměrná doba návratnosti jsou 4 roky.

Se znalostí budoucích událostí, opět můžeme říct, že bychom rekonstrukci mohli provést v tomto roce. Také, že reálný odhad je mnohem výnosnější než pouhý odhad.

4.1.6 Hodnocení v roce 2012

Údaje o vyrobené elektřině v roce 2012 jsou v Tabulka 4-21 Jsou zde zachyceny i zisky z jednotlivých měsíců a celkový zisk.

Měsíc	Činná dodávka [kWh]	Zisky v měsíci [Kč]
Leden	33 724	134 829
Únor	37 225	148 826
Březen	46 124	184 404
Duben	54 977	219 798
Květen	61 037	244 026
Červen	57 913	231 536
Červenec	60 055	240 100
Srpen	54 393	217 463
Září	23 540	94 113
Říjen	20 314	81 215
Listopad	11 587	46 325
Prosinec	8 350	33 383
Celkem	469 239	1 876 018
Výkupní cena 3,998 Kč / kWh		

Tabulka 4-21 Vyrobená energie a zisky v roce 2012

Rok	2012	2013	2014	2015	2016
Odpisy	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Výnosy	1 876 018	1 876 018	1 876 018	1 876 018	1 876 018

Rok	2017	2018	2019	2020	2021
Odpisy	0	0	0	0	0
Výnosy	1 876 018	1 876 018	1 876 018	1 876 018	1 876 018

Tabulka 4-22 Výnosy a odpisy v budoucích letech

4.1.6.1 Odhad

Rok	2012	2013	2014	2015	2016
EBT	376 018	376 018	376 018	376 018	376 018
Daň 19%	40 993	40 993	40 993	40 993	40 993
EAT	335 025	335 025	335 025	335 025	335 025
CF	1 835 025	1 835 025	1 835 025	1 835 025	1 835 025

Rok	2017	2018	2019	2020	2021
EBT	1 876 018	1 876 018	1 876 018	1 876 018	1 876 018
Daň 19%	204 519	204 519	204 519	204 519	204 519
EAT	1 671 498	1 671 498	1 671 498	1 671 498	1 671 498
CF	1 671 498	1 671 498	1 671 498	1 671 498	1 671 498

Tabulka 4-23 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2012

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2012.

NPV = 2 948 218,58 Kč

IRR = 19,987 %

PI = 1,393

Průměrná doba návratnosti jsou 4,3 roky.

V tomto roce již vychází NPV i IRR velmi dobře a pomalu se hodnotami blíží realitě.

Rekonstrukce by byla hodnocena jako velmi dobrá.

4.1.6.2 Realita

Rok	2012	2013	2014	2015	2016
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	376 018	566 411	438 807	603 065	603 065
Daň	40 993	63 059	46 580	67 966	67 966
EAT	335 025	503 352	392 226	535 099	535 099
CF	1 835 025	2 003 352	1 892 226	2 035 099	2 035 099

Rok	2017	2018	2019	2020	2021
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065
Daň	237 018	237 018	237 018	237 018	237 018
EAT	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046
CF	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046

Tabulka 4-24 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2012

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2012.

NPV = 3 803 900,20 Kč

IRR = 22,168 %

PI = 1,51

Průměrná doba návratnosti jsou 3,9 roky.

Rekonstrukce by se na základě NPV a IRR v tomto roce vyplatila. Můžeme ale vidět, že oproti odhadu se hodnoty neliší o tolik jako v předešlých letech, protože se postupně snižují znalosti údajů z budoucích let.

4.1.7 Hodnocení v roce 2013

Údaje o vyrobené elektřině v roce 2013 jsou v Tabulka 4-25. Jsou zde zachyceny i zisky z jednotlivých měsíců a celkový zisk.

Měsíc	Činná dodávka [kWh]	Zisky v měsíci [Kč]
Leden	42 282	180 882
Únor	43 583	186 448
Březen	46 042	196 968
Duben	51 362	219 727
Květen	59 796	255 807
Červen	61 247	262 015
Červenec	61 769	264 248
Srpen	61 020	261 044
Září	2 486	10 635
Říjen	0	0
Listopad	13 995	59 871
Prosinec	39 450	168 767
Celkem	483 032	2 066 411
Výkupní cena 4,278 Kč / kWh		

Tabulka 4-25 Vyrobená energie a zisky v roce 2013

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
Odpisy	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Výnosy	2 066 411	2 066 411	2 066 411	2 066 411	2 066 411

Rok	2018	2019	2020	2021	2022
Odpisy	0	0	0	0	0
Výnosy	2 066 411	2 066 411	2 066 411	2 066 411	2 066 411

Tabulka 4-26 Výnosy a odpisy v budoucích letech

4.1.7.1 Odhad

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
EBT	566 411	566 411	566 411	566 411	566 411
Daň 19%	63 059	63 059	63 059	63 059	63 059
EAT	503 352	503 352	503 352	503 352	503 352
CF	2 003 352	2 003 352	2 003 352	2 003 352	2 003 352

Rok	2018	2019	2020	2021	2022
EBT	2 066 411	2 066 411	2 066 411	2 066 411	2 066 411
Daň 19%	230 054	230 054	230 054	230 054	230 054
EAT	1 836 357	1 836 357	1 836 357	1 836 357	1 836 357
CF	1 836 357	1 836 357	1 836 357	1 836 357	1 836 357

Tabulka 4-27 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2013

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2013.

$$\text{NPV} = 3\,931\,929,19 \text{ Kč}$$

$$\text{IRR} = 22,764\%$$

$$\text{PI} = 1,524$$

Průměrná doba návratnosti jsou 3,9 roky.

V tomto roce byla MVE rekonstruována. Podle hodnot NPV a IRR to bylo správné rozhodnutí. Může to být tím, že v tomto roce se vyrobilo měsíčně více energie, přesto že celý říjen byla elektrárna kvůli rekonstrukci mimo provoz. Průměrná doba návratnosti stanovila ohodnocení investice jako velmi dobrou.

4.1.7.2 Realita

Rok	2013	2014	2015	2016	2017
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	566 411	438 807	603 065	603 065	603 065
Daň	63 059	46 580	67 966	67 966	67 966
EAT	503 352	392 226	535 099	535 099	535 099
CF	2 003 352	1 892 226	2 035 099	2 035 099	2 035 099

Rok	2018	2019	2020	2021	2022
Daň [%]	19	19	19	19	19
EBT	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065	2 103 065
Daň	237 018	237 018	237 018	237 018	237 018
EAT	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046
CF	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046	1 866 046

Tabulka 4-28 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2013

Určíme NPV, IRR, PI a průměrnou dobu návratnosti pro rok 2013.

NPV = 3 969 821,10 Kč

IRR = 22,759 %

PI = 1,53

Průměrná doba návratnosti jsou 3,9 roky.

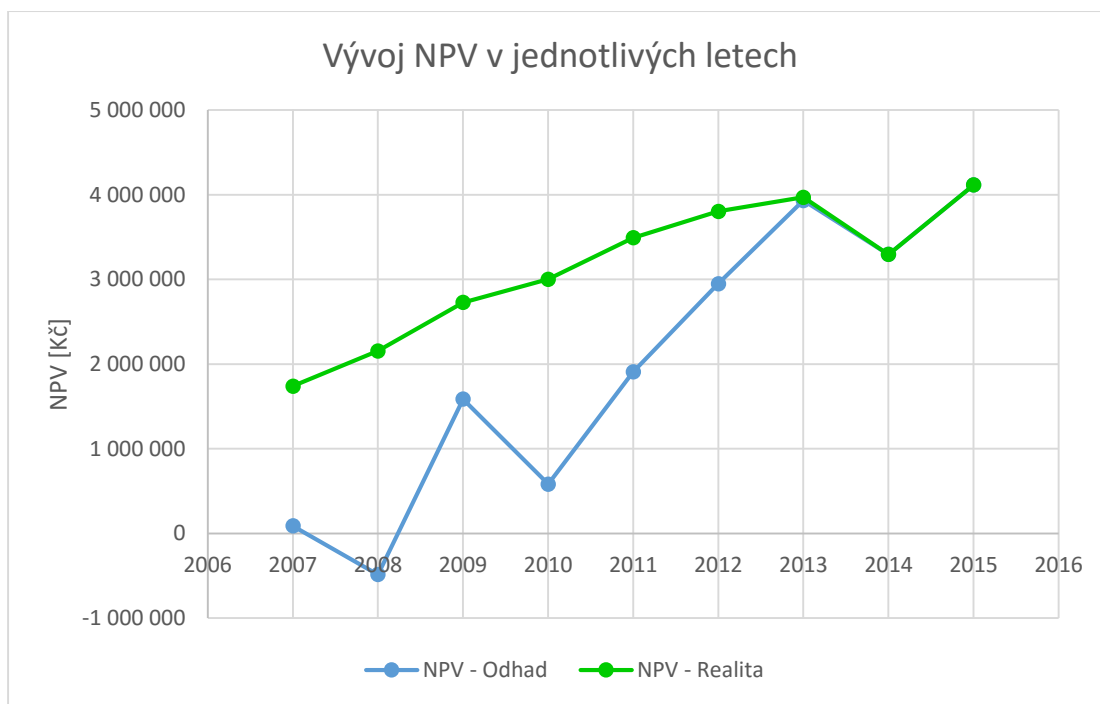
Reálné hodnoty v roce 2013 se již příliš neliší od hodnot odhadovaných. Rekonstrukce je rentabilní.

4.2 Celkové zhodnocení

Nyní zhodnotíme, zdali proběhla rekonstrukce ve správný čas, jestli byla rentabilní a jestli splňuje očekávané výnosy.

4.2.1 Načasování

Na základě spočtených čistých současných hodnot a vnitřních výnosových procent určíme, jestli byl čas rekonstrukce v roce 2013 výhodný oproti ostatním rokům. A jestli byl nějaký jiný rok vhodnější pro rekonstrukci.



Graf 4-1 Vývoj NPV v jednotlivých letech

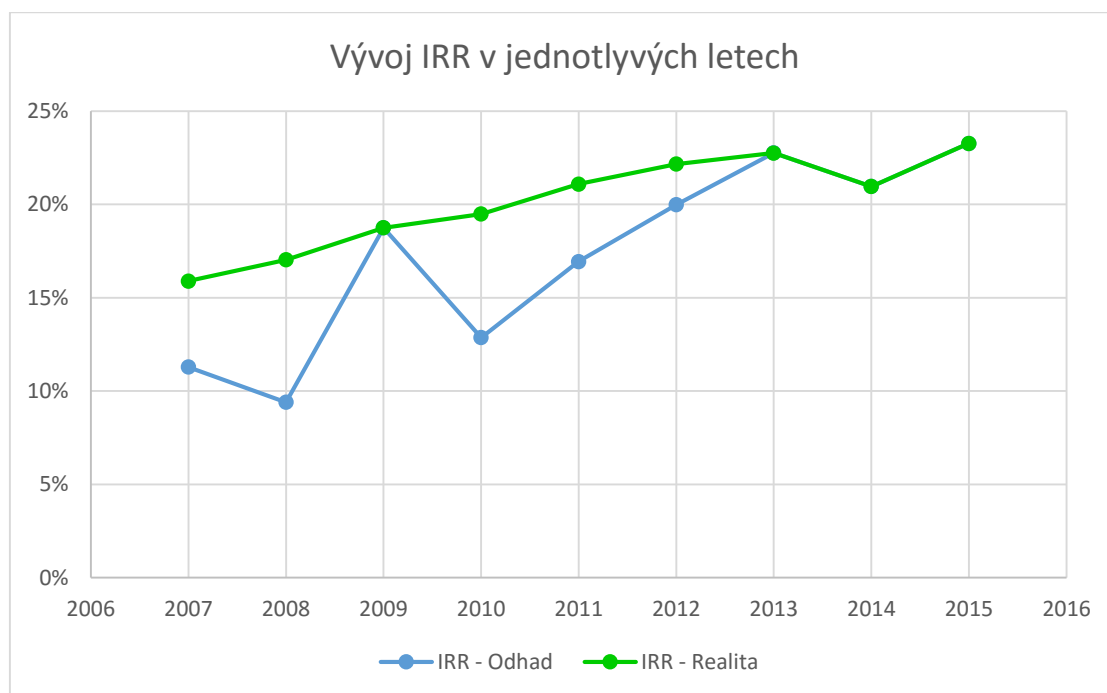
Z Graf 4-1. vidíme, že z let 2007 – 2013 má nejvyšší současnou hodnotu právě rok 2013, ve kterém byla rekonstrukce provedena. Odhadovaná NPV má souvislost s příjmy onoho roku, ke kterému je počítaná, proto je odhadovaná NPV v roce 2013 vysoká, protože v roce 2013 měla elektrárna veliké zisky díky většímu množství vyrobených kilowatthodin a zvětšující se ceně vykupované energie. Hodnota NPV je však nejvyšší i u reálně odhadované možnosti. Můžeme tedy říct, že rekonstrukce, která proběhla na podzim roku 2013, byla provedena ve správný čas, protože všechny předešlé hodnoty NPV vyšly menší.

Rozhodnout bychom se měli však na základě alespoň dvou metod. Tou druhou je určení vnitřního výnosového procenta. Hodnota IRR z let 2007 – 2013 vyšla také nejvyšší pro rok 2013. Tudíž nám rekonstrukce v roce 2013 přinese nejvíce peněz (cash – flow) a zároveň nám je nejvíc zhodnotí.

Zajímavá situace se stala v roce 2009, kde nám vyšla reálná hodnota NPV vyšší než odhadovaná hodnota, ale zároveň vnitřní výnosové procento je v tomto roce stejné pro obě možnosti. To znamená, že kdybychom se rozhodli rekonstrukci provést v roce 2009, naše peníze se zhodnotí stejně, jako jsme odhadovali bez reálných budoucích výnosů elektrárny, ale díky změnám, které jsme nemohli odhadnout, budeme mít nakonec více peněz, než jsme očekávali. To nic však nemění na tom, že by investice v roce 2013 nebyla výnosnější.

Úplně nevýhodnější MVE rekonstruovat by na základě NPV a IRR bylo v roce 2015. Rekonstruovat v tomto roce by však už nemuselo být tolik výhodné jako v roce 2013, protože

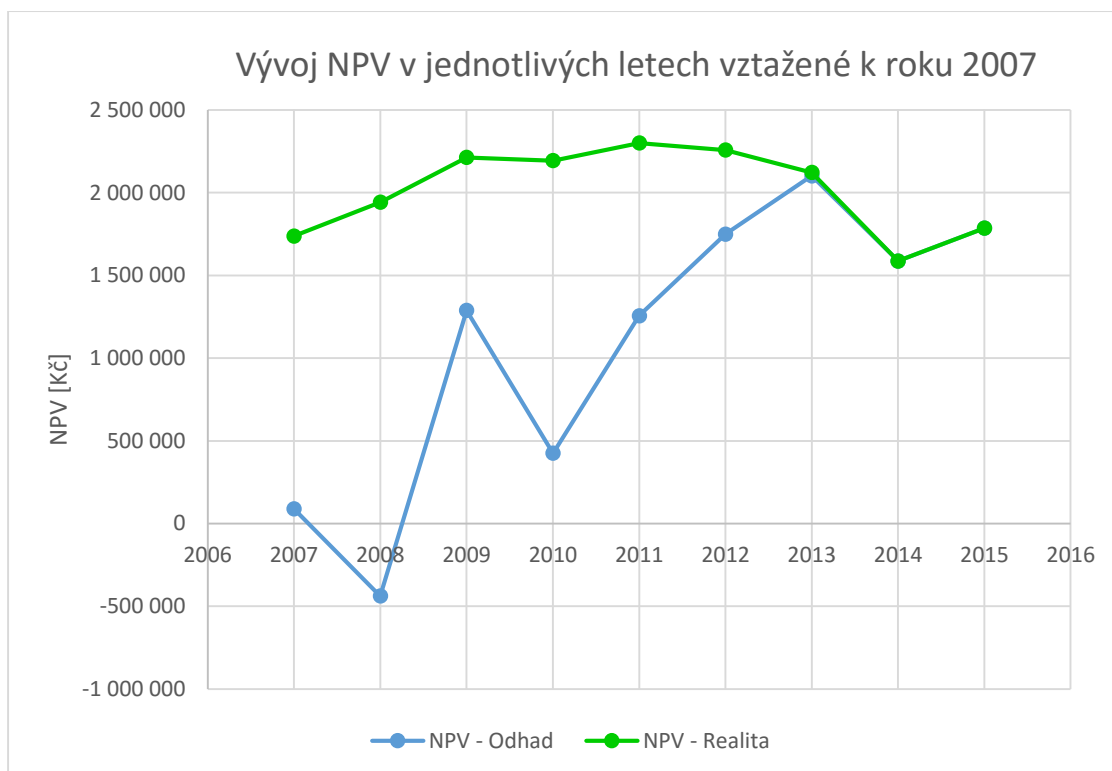
by do této doby mohli bývalé Bánkiho turbíny dosloužit a elektrárna by až do rekonstrukce byla mimo provoz. Tím by se potom mohly výrazně snížit výnosy a tím pádem i hodnoty NPV a IRR.



Graf 4-2 Vývoj IRR v jednotlivých letech

Avšak pokud NPV porovnáme k jednomu roku, v našem případě k roku 2007 (Graf 4-3), ukáže se, že odhadovaná NPV vyšla nejvyšší také v roce 2013, tudíž by byla investice do rekonstrukce v tomto roce také nejvýnosnější. Tomu tak však není u reálné čisté současné hodnoty, kdy nejvyšší hodnota vyšla v roce 2011. Dokonce i roky 2009, 2010 a 2012 mají v tomto případě vyšší NPV než rok 2013. To znamená, že pokud vztáhneme jednotlivé čisté současné hodnoty k roku 2007, zjistíme, že by již rekonstrukce v roce 2013 nebyla nejlepší možností. Nejlepší možností, na základě hodnoty NPV, by v tomto případě bylo rekonstrukci provést v roce 2011 na základě hodnoty NPV. Hodnoty IRR vztáhnout k jednomu roku samozřejmě nejde.

Tedy pokud NPV nevztáhneme k roku 2007 a porovnáme je, zjistíme, že jako nejvýnosnější vyjde rekonstrukce v roce 2013. Pokud je však k tomuto roku porovnáme, výsledkem je, že by bylo nejlepší provést rekonstrukci v roce 2011.



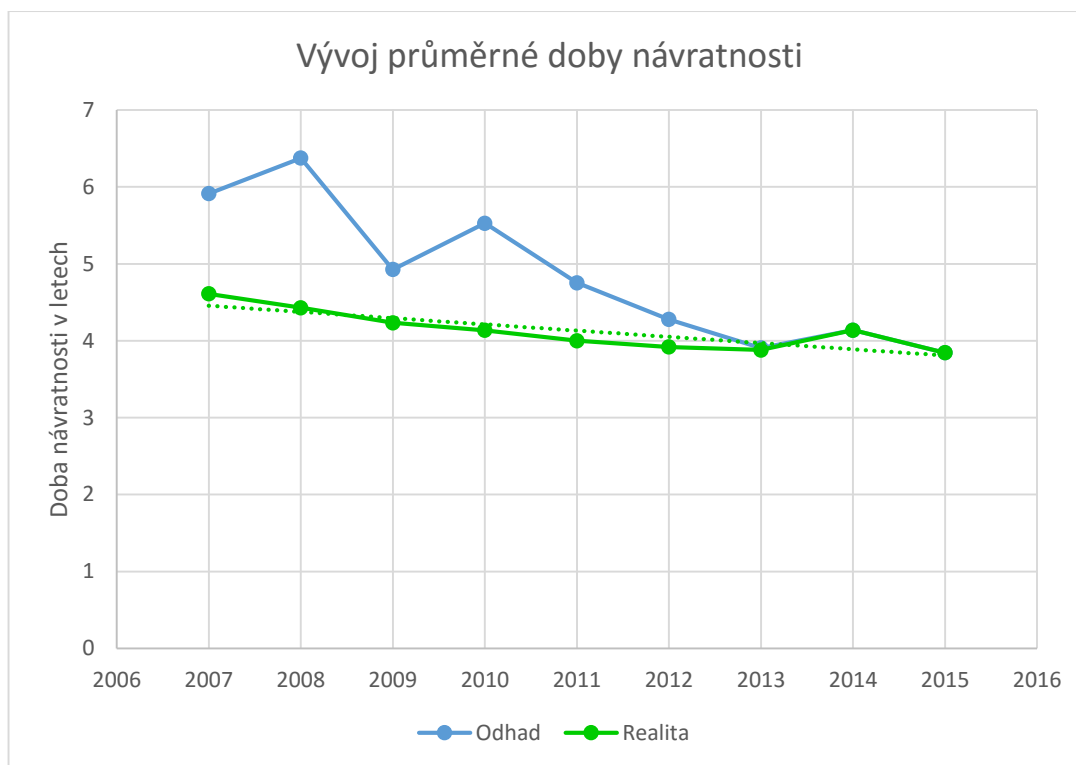
Graf 4-3 Vývoj NPV v jednotlivých letech vztážené k roku 2007

4.2.2 Výnosnost rekonstrukce

Výnosnost investice určíme tak, že porovnáme hodnoty, které jsme očekávali s hodnotami, které elektrárna ve skutečnosti vydělala.

Na základě tabulek 4-27 a 4-28 můžeme konstatovat, že nám elektrárna po rekonstrukci přinese více peněz. I kdyby dále výkupní ceny energie nestoupaly, víme, že roky 2014 a 2015 byly roky sušší s méně srážkami a tím pádem s menšími průtoky. Stejně tak můžeme předpokládat, že i následující roky budou sušší, ale bude nadále růst výkupní cena energie. Nejhorší scénář by nastal, kdyby bylo sucho a zároveň by výkupní ceny dále výrazně nerostly. To je určité riziko, se kterým musíme počítat, a se kterým do projektu vstupujeme.

Z tabulek 4-27 a 4-28 lze také vidět, že očekáváme zisky ve výši 503 352 Kč, avšak reálně následující rok byl zisk přibližně o 100 000 Kč nižší. Dále se ale zisky v roce 2015 zvedly přibližně o 30 000 Kč. S těmito zisky počítáme také do budoucna, proto je celková výnosnost investice lepší než odhadovaná.



Graf 4-4 Vývoj průměrné doby návratnosti

Z Graf 4-4 vidíme, že doba návratnosti investice v roce 2013 je spolu s rokem 2015 hodnotou nejnižší. Tím pádem projekt je projekt hodnocen jako velmi dobrý.

Dále také index rentability vyšel v roce 2013 nejvyšší v rozmezí let 2007 – 2013. Jelikož je to doplňková metoda k NPV, jsou změny v jednotlivých letech na NPV závislé a mění spolu s touto metodou.

Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit rekonstrukci malé vodní elektrárny na přehradě Josefův Důl. V práci bylo použito teoretických, tak i praktických znalostí.

V první části se práce zabývá teoretickým rozborem malých vodních elektráren, klasifikací, jejich provozem a vodním dílem, která jsou pro provoz MVE jedním z nejdůležitějších částí. Dále v této části popsány jednotlivé druhy turbín, které se v MVE nejčastěji používají a nejdůležitější elektrotechnické součásti. Druhá část se potom zabývá lokalitou MVE, důvody rekonstrukce a samotnou rekonstrukcí, která proběhla na konci roku 2013. Ve třetí části jsou rozebrány teoretické metody ekonomického hodnocení malých vodních elektráren a vývoj výkupních cen elektrické energie. V poslední části je celkové zhodnocení rekonstrukce a porovnání jednotlivých let, kdy bylo možné rekonstrukci provést.

Porovnával jsem, zdali byla rekonstrukce v roce 2013 provedena ve vhodném termínu. Dále jsem hodnotil, jestli by nebyl vhodnější rok pro rekonstrukci a to dvěma způsoby hodnocení. První způsob byl takový, že jsem nepředvídal budoucí události a vycházel jsem pouze ze známých informací do budoucna, tzn., že jsem počítal s neměnnou sazbou daně a s výnosy toho roku, který jsem hodnotil. Druhý způsob bral v potaz skutečné výnosy z budoucích let a skutečnou sazbu daně. Z provedeného zkoumání jsem zjistil, že skutečná hodnocení projektu vyšla s lepší výnosností než odhadovaná hodnocení a to za předpokladu, že se daň změnila v prvních čtyřech letech a dále byla konstantní a zároveň se zvyšovala výkupní cena elektrické energie. Zjistil jsem, že rekonstrukce v roce 2013 byla provedena v nejlepší možný termín, protože čistá současná hodnota i vnitřní výnosové procento v tomto roce dosahovaly nejvyšších hodnot ze zkoumaných let. Avšak z porovnání NPV k roku 2007 vyšlo, že pro rekonstrukci by byl vhodnější rok 2011.

Do budoucna by bylo možné práci rozvinout, použít více rozhodovacích metod a ukazatelů. Více se zaměřit na odhadování nadcházejících událostí, které by celkové zhodnocení zpřesnily.

Seznam použitých zdrojů

1. Prof. Ing. Pavel Gabriel, DrSc., Doc. Ing. František Čihák, CSc. a Kalandra, Ing. Petr. *Malé vodní elektrárny*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 80-01-01812-1.
2. Abeceda malých vodních pohonů. *ENERGETIKA.cz*. [Online] Ekowatt, 2015.
<http://mve.energetika.cz/>.
3. Petr Mastný, Jiří Drápela, Stanislav Mišák, Jan Macháček, Michal Ptáček, Lukáš Radil, Tomáš Bartošik, Tomáš Pavelka. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2011. 978-80-01-04937-2.
4. Ing. Josef Bednář, CSc. *Turbíny [malé vodní elektrárny]*. Praha : Nakladatelství Marcela Bednářová, 2013. 978-80-905437-0-6.
5. Wikipedie. *Francisova turbína*. [Online] 2015.
https://cs.wikipedia.org/wiki/Fancisova_turb%C3%ADna.
6. Povodí labe. [Online] 2007.
http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/prehrada_josefuvdul.pdf.
7. <http://www.pla.cz/>. *Stavy a průtoky na vodních tocích* . [Online] 2016.
<http://www.pla.cz/portal/sap/cz/PC/Mereni.aspx?id=33&oid=1>.
8. Management mania. [Online] 2011 - 2013. <https://managementmania.com/cs.2327-3658>.
9. Business vize. [Online] Nitana s.r.o., 2010 - 2011. <http://www.businessvize.cz/>. 1805-0263.
10. Brealey R., Myers S., Allen F. *Principles of Corporate Finance*. New York : McGraw Hill Higher Education, 2013. 9780077502478.
11. Energetický regulační úřad. *Platná cenová rozhodnutí*. [Online] 2007 - 2015.
www.eru.cz/.
12. T. Kantor, D. Marek. *Finanční analýza projektu*. [Online] 2011.
http://skola.sosotrokovice.cz/projekty%20esf/projektove%20rizeni/Modul_Financni_analyza_projektu.pdf.
13. Brealey R., Myers S. *Teorie a praxe firemních financí*. [překl.] Zdeněk Tůma Milan Tůma. Praha : Victoria, 1991. 80-85605-24-4.

Seznam tabulek

Tabulka 2-1 Štítkové údaje nové Francisovy turbíny	19
Tabulka 2-2 Štítkové údaje nového generátoru.....	19
Tabulka 3-1 Vývoj cen výkupů elektřiny rekonstruovaných MVE (11).....	27
Tabulka 4-1 Vyrobená energie a zisky v roce 2007.....	30
Tabulka 4-2 Výnosy a odpisy v budoucích letech	30
Tabulka 4-3 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2007.....	31
Tabulka 4-4 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2007.....	32
Tabulka 4-5 Vyrobená energie a zisky v roce 2008.....	33
Tabulka 4-6 Výnosy a odpisy v budoucích letech	33
Tabulka 4-7 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2008.....	34
Tabulka 4-8 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2008.....	34
Tabulka 4-9 Vyrobená energie a zisky v roce 2009.....	35
Tabulka 4-10 Výnosy a odpisy v budoucích letech	36
Tabulka 4-11 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2009.....	36
Tabulka 4-12 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2009.....	37
Tabulka 4-13 Vyrobená energie a zisky v roce 2010.....	38
Tabulka 4-14 Výnosy a odpisy v budoucích letech	38
Tabulka 4-15 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2010.....	39
Tabulka 4-16 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2010.....	39
Tabulka 4-17 Vyrobená energie a zisky v roce 2011.....	40
Tabulka 4-18 Výnosy a odpisy v budoucích letech	41
Tabulka 4-19 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2011.....	41
Tabulka 4-20 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2011.....	42
Tabulka 4-21 Vyrobená energie a zisky v roce 2012.....	43
Tabulka 4-22 Výnosy a odpisy v budoucích letech	43
Tabulka 4-23 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2012.....	44
Tabulka 4-24 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2012.....	44
Tabulka 4-25 Vyrobená energie a zisky v roce 2013.....	45
Tabulka 4-26 Výnosy a odpisy v budoucích letech	45
Tabulka 4-27 Odhadované zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2013.....	46
Tabulka 4-28 Reálné zisky před i po zdanění a cash - flow v roce 2013.....	47

Seznam obrázků

Obr. 1 Oblasti využití vodních turbín (3).....	10
Obr. 2 Bánkiho turbína (2)	12
Obr. 3 Francisova turbína pro velké průtoky (vlevo) a malé průtoky (vpravo) (5).....	13
Obr. 4 Vymontované původní Bánkiho turbíny	17
Obr. 5 Stav elektrárny před rekonstrukcí (jeden generátor již odpojen)	18
Obr. 6 Stav elektrárny po rekonstrukci	20

Seznam grafů

Graf 3-1 Vývoj cen výkupů elektřiny rekonstruovaných MVE	28
Graf 4-1 Vývoj NPV v jednotlivých letech.....	48
Graf 4-2 Vývoj IRR v jednotlivých letech	49
Graf 4-3 Vývoj NPV v jednotlivých letech vztahené k roku 2007.....	50
Graf 4-4 Vývoj průměrné doby návratnosti	51