

Diplomová práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

Ekonomické hodnocení projektu přečerpávací vodní elektrárny Lipno – Dunaj

Bc. Ondřej Svoboda

Vedoucí: Ing. Miroslav Vitek

Obor: Management energetiky a elektrotechniky

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Květen 2020

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Svoboda** Jméno: **Ondřej** Osobní číslo: **457250**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Specializace: **Management energetiky a elektrotechniky**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Ekonomické hodnocení projektu přečerpávací vodní elektrárny Lipno – Dunaj

Název diplomové práce anglicky:

Economic evaluation of pumped-storage power plant Lipno – Danube project

Pokyny pro vypracování:

Seznamte se s dosavadními studii k projektu a získejte potřebná data.
Sestavte souhrn vstupních dat pro ekonomické zhodnocení projektu a proveďte potřebné výpočty.
Proveďte ekonomické zhodnocení projektu pomocí vhodných ukazatelů.
Proveďte citlivostní analýzu na Vámi identifikovaných nejdůležitějších veličinách.
Interpretujte výsledky včetně citlivostních analýz a sestavte doporučení z pohledu potenciálního investora.

Seznam doporučené literatury:

BREALEY, Richard A a Stewart C MYERS. Teorie a praxe firemních financí. Praha: Victoria Publishing, 1992. ISBN 80-856-0524-4
Hušek J.: Přečerpávací vodní elektrárny. SNTL, Praha 1963.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Miroslav Vítek, CSc., 13116

Jméno a pracoviště druhého(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **17.01.2020**

Termín odevzdání diplomové práce: _____

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2021**

Ing. Miroslav Vítek, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji celému pedagogickému sboru Fakulty elektrotechnické ČVUT za jejich trpělivost a pečlivost při výuce, zejména pak Ing. Miroslavu Vítkovi za odborné vedení mé diplomové práce. Poděkování patří také Ing. Miroslavu Cinkovi za poskytnutí tématu práce, mnoha podkladů, odborných rad a konzultací. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své přítelkyni za toleranci a podporu při studiu.

Prohlášení

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

V Praze, 22. května 2020

Bc. Ondřej Svoboda

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá ekonomickým hodnocením projektu výstavby přečerpávací vodní elektrárny spojující vodní nádrž Lipno a řeku Dunaj. Nejprve je představen řešený projekt a základní motivace pro jeho realizaci. Po uvedení teoretických základů ekonomických hodnocení je sestaven ekonomický model. Popisáno je získání vstupních údajů z dostupných informačních zdrojů a následný postup výpočtu hodnot ukazatelů ekonomické efektivity. Dále je provedena citlivostní analýza na některé vstupní parametry. Na závěr jsou zjištěné skutečnosti a vypočtené hodnoty vyhodnoceny společně s vydáním doporučení pro potenciálního investora projektu.

Klíčová slova: přečerpávací vodní elektrárna, PVE, ekonomické hodnocení, ukazatele ekonomické efektivity

Vedoucí: Ing. Miroslav Vítek

Abstract

This diploma thesis deals with the economic evaluation of the project of pumped-storage power plant construction, connecting Lipno dam and Danube river. First, the theoretical fundamentals of economic evaluation are stated, as well as theory of pumped-storage power plants. After the project introduction, obtaining and processing the input information is described. Then the economic model is developed and the values of economic efficiency indicators are calculated. Based on these calculations, the sensitivity analysis for key parameters is performed. Lastly, the calculated values are evaluated and a recommendation for a potential project investor is issued.

Keywords: pumped-storage power plant, hydroelectricity, economic evaluation

Title translation: Economic evaluation of pumped-storage power plant Lipno – Danube project

Obsah

Úvod	1
-------------	----------

Část I

Popis projektu a teorie ekonomických hodnocení

1 Popis a motivace projektu	5
------------------------------------	----------

1.1 O přečerpávacích vodních elektrárnách	5
---	---

1.2 Projekt propojení Lipna a Dunaje	7
--------------------------------------	---

1.3 Význam pro přenosovou soustavu	9
------------------------------------	---

1.3.1 Regulační zdroj s týdenním cyklem	9
---	---

1.3.2 Doplnění chybějícího severojižního propojení přenosových soustav	10
--	----

1.3.3 Zajištění podpůrných služeb pro jadernou elektrárnu Temelín	10
---	----

1.4 Hydrologické aspekty	11
------------------------------------	----

1.4.1 Zajištění průtoku pro celoroční plavbu	12
--	----

1.4.2 Nový prvek protipovodňové ochrany	12
---	----

1.4.3 Nadlepšování toků Vltavy a Labe	13
---	----

2 Teorie ekonomických hodnocení	15
--	-----------

2.1 Kritéria ekonomické efektivity	15
------------------------------------	----

2.1.1 Čistá současná hodnota	16
--	----

2.1.2 Vnitřní výnosové procento	16
---	----

2.1.3 Doba návratnosti	17
----------------------------------	----

2.2 Stanovení diskontní míry	17
--	----

2.2.1 Model oceňování kapitálových aktiv	18
--	----

2.2.2 Vážený průměr nákladů kapitálu	19
--	----

Část II

Ekonomický model

3 Vstupní informace	23
----------------------------	-----------

3.1 Investice	23
-------------------------	----

3.1.1 Stavební část	24
-------------------------------	----

3.1.2 Technologická část	25
------------------------------------	----

3.1.3 Vedení VVN	26
----------------------------	----

3.2 Provozní výdaje	27
-------------------------------	----

Obrázky

1.1 Týdenní provozní diagram přečerpávací vodní elektrárny v denních cyklech. [4]	6
1.2 Týdenní provozní diagram přečerpávací vodní elektrárny v týdenních cyklech. [4]	7
1.3 Znázornění propojení Lipna a Dunaje ve dvou alternativních trasách. [6, 7]	8
1.4 Výřez aktuální sítě přenosové soustavy kolem řešené oblasti. [11]	11
1.5 Počty dní, kdy nebyla možná plavba na Labi pod Střekovem v letech 1937 až 2018. [6]	12
1.6 Srovnání průběhu povodňové vlny v roce 2002 a teoretického vlivu nové protipovodňové ochrany. [6]	13
1.7 Výškové schéma propojení Dunaje, Vltavy a Labe. [6, 7]	14
3.1 Řez tunelem s naznačeným vedením kabelů vedení 400 kV. [6]	27
4.1 Kumulované diskontované hotovostní toky při výchozích hodnotách vstupních údajů.	36

Tabulky

1.1 Přehled v současnosti využívaných přečerpávacích vodních elektráren v České republice. [5]	6
3.1 Přehled položek celkové investice s obdobím realizace a odpisovými skupinami.	24
3.2 Přepoččet položek ocenění investice do stavební části k roku 2020. [16, 17]	24
3.3 Odpisové skupiny, časová náročnost a rozložení položek investice do stavební části v jednotlivých letech. [17]	25
3.4 Ocenění investice do technologické části.	26
3.5 Investice do souvisejícího vedení VVN.	28
3.6 Přehled ročních provozních výdajů.	28
3.7 Stanovení ročních provozních výdajů na mzdy.	28
3.8 Přehled organizace provozu, denní zastoupení statických i dynamických služeb.	29
3.9 Příjmy a výdaje statických i dynamických služeb.	30

3.10 Nominální hodnoty eskalačních koeficientů cen elektřiny a podpůrných služeb.	30	4.9 Citlivostní analýza na změnu doby hodnocení.	39
3.11 Financování projektu.	31	5.1 Vypočtené hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity.	45
3.12 Ostatní vstupní parametry. ...	31		
3.13 Vstupní parametry pro výpočet požadované výnosové míry.	32		
4.1 Vypočtené hodnoty pro stanovení požadované výnosové míry se zadlužením.	34		
4.2 Vypočtená hodnota požadované výnosové míry po splacení dluhu. .	34		
4.3 Vypočtené hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity pro výchozí vstupní hodnoty.	35		
4.4 Citlivostní analýza na změnu diskontní míry.	37		
4.5 Citlivostní analýza na změnu průměrné roční míry inflace.	37		
4.6 Citlivostní analýza na změnu eskalace špičkové ceny elektřiny. ...	38		
4.7 Citlivostní analýza na změnu eskalace mimošpičkové ceny elektřiny.	38		
4.8 Citlivostní analýza na změnu eskalace ceny podpůrných služeb.	39		



Úvod

Přečerpávací vodní elektrárny jsou jedním z typických stabilizačních prvků elektrizační soustavy. Potřeba stabilizace sítě, a tedy význam tohoto typu elektráren, bude dále růst jako důsledek současné zelené politiky Evropské unie, která počítá se zvyšováním podílu intermitentních zdrojů elektrické energie. [1] Přečerpávací vodní elektrárna je typem zásobníku a zdroje energie, který může být dostatečně robustním, aby umožnil přechod od klasických k obnovitelným zdrojům. Ovšem výstavba je typicky velmi nákladná a umístění díla je značně omezeno zemským reliéfem. Následkem výstavby bývá také výrazně změněn ráz krajiny. [2] Projekt propojení vodní nádrže Lipno a řeky Dunaj přináší značnou příležitost, jak minimalizovat negativní dopady na přírodu a přitom získat přečerpávací vodní elektrárnu s velkým instalovaným výkonem. Doprovodnou motivací k výstavbě tohoto neotřelého propojení povodí dvou významných řek je také možnost operativně řídit hydrologické profily řek, zajistit jejich splavnost a posílit protipovodňovou ochranu. Tato diplomová práce se zabývá ekonomickým hodnocením tohoto projektu, který je ve stavu před vypracováním studie proveditelnosti a čeká na investora.



Část I

Popis projektu a teorie ekonomických hodnocení

Kapitola 1

Popis a motivace projektu

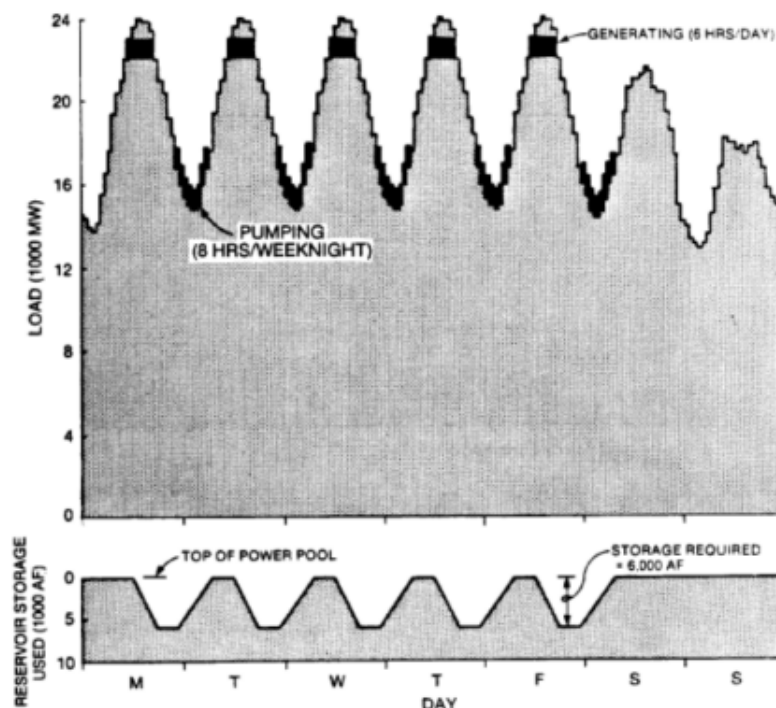
1.1 O přečerpávacích vodních elektrárnách

Přečerpávací vodní elektrárna je typ vodní elektrárny se schopností akumulace energie v podobě potenciální energie vody. Fundamentální součástí jsou dvě vodní nádrže s rozdílem výšky hladiny, které jsou propojené potrubním vedením s technologiemi čerpání vody.

Jedná se o jediný nástroj pro dlouhodobé uchování většího množství přebytečné elektrické energie. Mezi výhody patří velká operativnost provozu, respektive schopnost rychle vykrýt obousměrné odchylky bilance elektrické energie. Mohou tedy plnit roli rychlé operativní zálohy. Přečerpávací vodní elektrárny tak umožňují udržitelné rozšiřování nepravidelných zdrojů energie, kterými jsou elektrárny fotovoltaické, větrné nebo jiné obnovitelné zdroje.

Další významnou funkcí je práce v tzv. denním cyklu. Elektrická energie je v nočních hodinách využívána na naplnění horní nádrže, tedy pro uložení energie. Tato energie se pak ve dne využije v denní špičce. Jedná se o významnou funkci vykrytí denního diagramu spotřeby, která je v harmonii s provozem zdrojů energie, které jsou obtížně regulovatelné a které působí jako základní zdroje. Takovými zdroji jsou zejména jaderné elektrárny nebo také elektrárny uhelné. [2, 3] Příklad diagramu provozu v denních cyklech představuje obrázek 1.1.

Velké přečerpávací elektrárny pak mohou fungovat i v tzv. týdenním cyklu, kdy se také využívá poklesu spotřeby o víkendech. Příklad diagramu provozu v týdenním cyklu představuje obrázek 1.2.

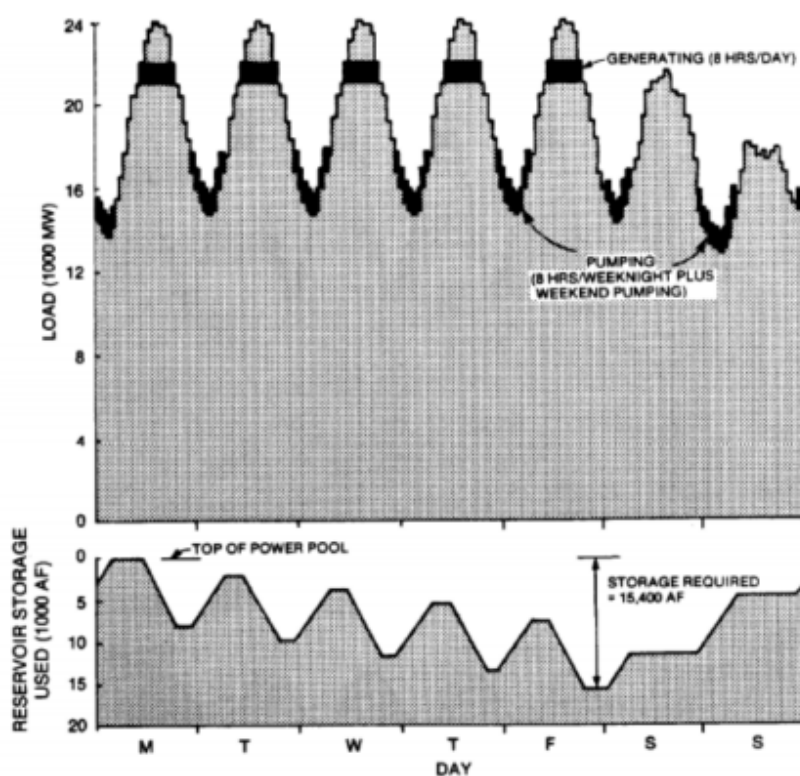


Obrázek 1.1: Týdenní provozní diagram přečerpávací vodní elektrárny v denních cyklech. [4]

V Česku se v současnosti využívají tři přečerpávací vodní elektrárny. Jejich přehled je uveden v tabulce 1.1. Nejvyšší instalovaný výkon má Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně, a to 650 MW. Tato elektrárna je situována v pohoří Hrubý Jeseník na severu Moravy a jsou zde instalovány čtyři Francisovy turbíny. V souvislosti s Jadernou elektrárnou Dukovany byla vystavěna Přečerpávací vodní elektrárna Dalešice, která má za úkol zajistit zásobu vody pro jadernou elektrárnu a zároveň umožňuje i ostrovní provoz pro zajištění napájení jaderné elektrárny v případě mimořádné krize.

PVE	Instalovaný výkon	Turbíny (současnost)	Uvedení do provozu
Dlouhé Stráně	650 MW	2x Francisova	1996 (rekonstrukce 2007)
Dalešice	480 MW	4x Francisova	1978 (rekonstrukce 2015)
Štěchovice	45 MW	1x Francisova	1947 (rekonstrukce 1996)

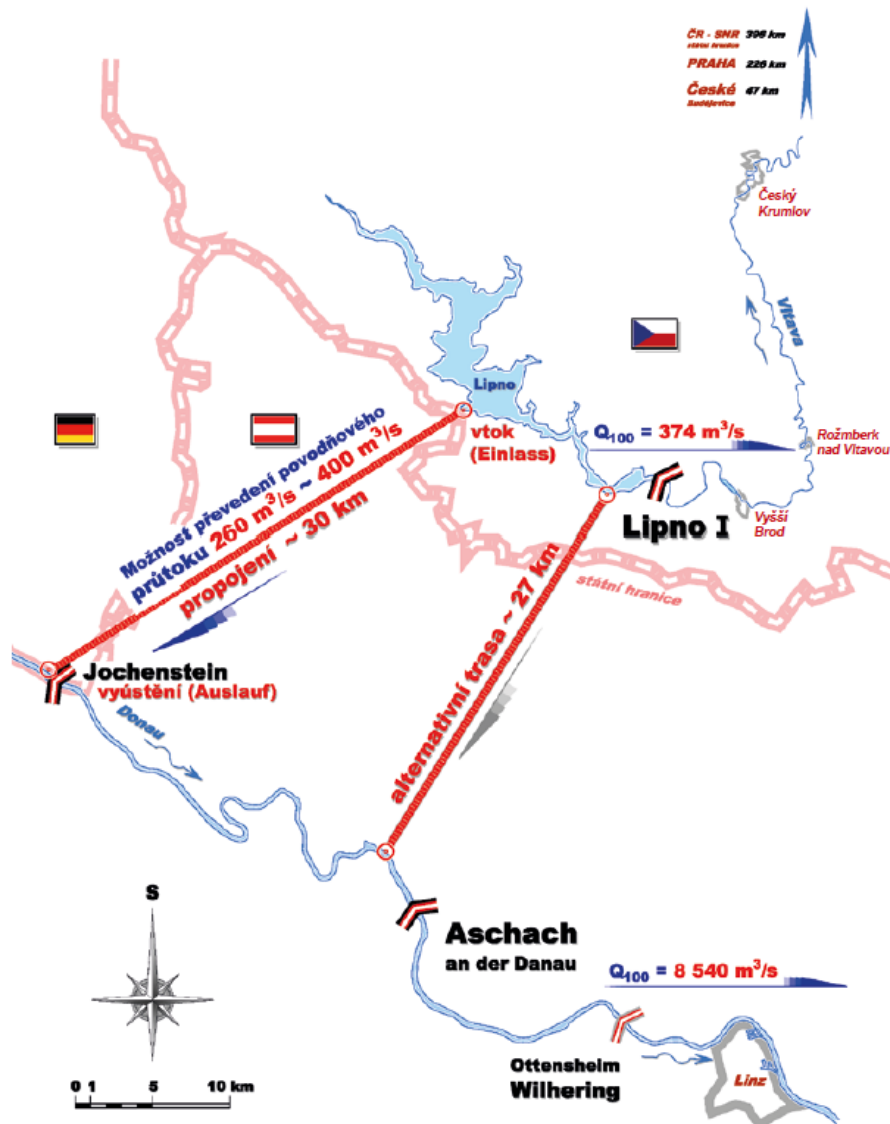
Tabulka 1.1: Přehled v současnosti využívaných přečerpávacích vodních elektráren v České republice. [5]



Obrázek 1.2: Týdenní provozní diagram přečerpávací vodní elektrárny v týdenních cyklech. [4]

1.2 Projekt propojení Lipna a Dunaje

Projekt přečerpávací vodní elektrárny Lipno – Dunaj se zabývá výstavbou podzemní přečerpávací elektrárny, která propojí povodí Vltavy, respektive Labe, a Dunaje. Projekt využívá již existujících vodních děl na obou řekách. Na Vltavě se jedná o vodní nádrž Lipno I. Na Dunaji existují dvě varianty, a to vodní nádrž Jochenstein v Německu nebo vodní nádrž Aschach v Rakousku. Jedná se tak o mezinárodní projekt. Popsanou situaci znázorňuje obrázek 1.3.



Obrázek 1.3: Znázornění propojení Lipna a Dunaje ve dvou alternativních trasách. [6, 7]

1.3 Význam pro přenosovou soustavu

Hlavní motivací pro výstavbu přečerpávací vodní elektrárny Lipno – Dunaj je výhodnost pro stabilitu elektrizační soustavy, a to v mezinárodním měřítku. Konkrétně se jedná o tyto výhody:

1. Získání regulačního energetického zdroje s týdenním cyklem s instalovaným výkonem 1000 MW
2. Doplnění chybějícího severojižního propojení přenosových soustav v oblasti
3. Zabezpečení dodávky chladicí vody a podpůrných služeb pro jadernou elektrárnu Temelín

1.3.1 Regulační zdroj s týdenním cyklem

Teorie regulační funkce přečerpávacích vodních elektráren je popsána v kapitole 1.1. Vzhledem k vhodným podmínkám je možné uvažovanou elektrárnu provozovat i ve zmíněném týdenním cyklu. Výhodný je především velký objem stávající nádrže Lipno I a zároveň velká mohutnost řeky Dunaje. Například pro cyklus 2600 MWh se uvádí změna hladiny vodní nádrže Lipno I jen o 4,9 cm. Proto je možné během víkendu výhodně načerpat vodu pro výrobu elektřiny v dalším pracovním týdnu. [7]

Uvažovaná elektrárna bude mít instalovaný výkon 1000 MW, který zajistí čtyři reverzibilní Francisovy turbíny. Jsou uvažovány shodné turbíny s těmi, které jsou instalovány v přečerpávací vodní elektrárně Dlouhé Stráně, avšak s drobnými úpravami. Kvůli menšímu výškovému rozdílu o cca 80 metrů, a tedy i nižšímu tlaku, by byly doplněny póly pro snížení otáček. Nižší bude i průtok, a tedy i nižší maximální výkon při plném hlčení turbíny. V tomto případě se uvádí dosažitelný výkon 4x 250 MW. Připojením uvažovaného instalovaného výkonu 1000 MW se zvýší instalovaný výkon přečerpávacích vodních elektráren v Česku o přibližně 85 %. [6, 7]



Obrázek 1.4: Výřez aktuální sítě přenosové soustavy kolem řešené oblasti. [11]

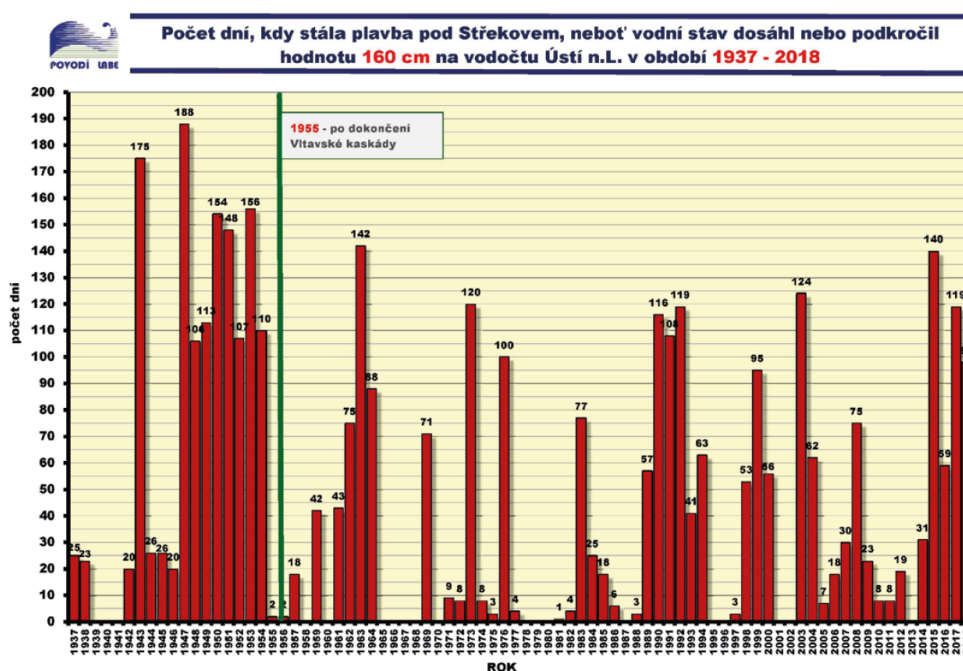
1.4 Hydrologické aspekty

Projekt přečerpávací vodní elektrárny Lipno – Dunaj nezasahuje pouze do oblasti energetiky, ale také do oblasti hydrologie a lodní dopravy. Hydrologické profily Dunaje a Vltavy poukazují na výhodnost propojení těchto řek. Zatímco Vltava má nejvíce vody při nárazových táních sněhu na konci zimy a na jaře, Dunaj je nejvíce vodnatý v létě, kdy tají ledovce. Konkrétní potenciální příležitosti propojení lze shrnout do následujících bodů:

1. Zajištění průtoků pro celoroční plavbu mezi Střekovem a Magdeburgem a mezi Kořenskem a Orlíkem
2. Nový významný prvek povodňové ochrany povodí Vltavy a Labe
3. Nadlepšování toků Vltavy a Labe pro závlahy, průmyslové a vodárenské odběry, rekreaci, flóru a faunu; navíc s nadvýrobou ve stávajících vodních elektrárnách

1.4.1 Zajištění průtoku pro celoroční plavbu

Labe je v současnosti největší řekou v Česku s největším objemem lodní dopravy. Splavnost Labe však není na jeho dolním doku v Česku dokonale ošetřena a každoročně dochází k zastavování plaveb. Důvodem je typicky nedostatek vody, ovšem i v případě nadměrného množství vody je plavba také zastavena, a to kvůli podplouvání mostů. V obou případech může být průtok regulován pomocí propojení Lipna a Dunaje. Obrázek 1.5 ukazuje historické údaje o počtu dní, kdy byla plavba pod Střekovem zastavena z důvodu nedostatečného vodního stavu. [6, 7]



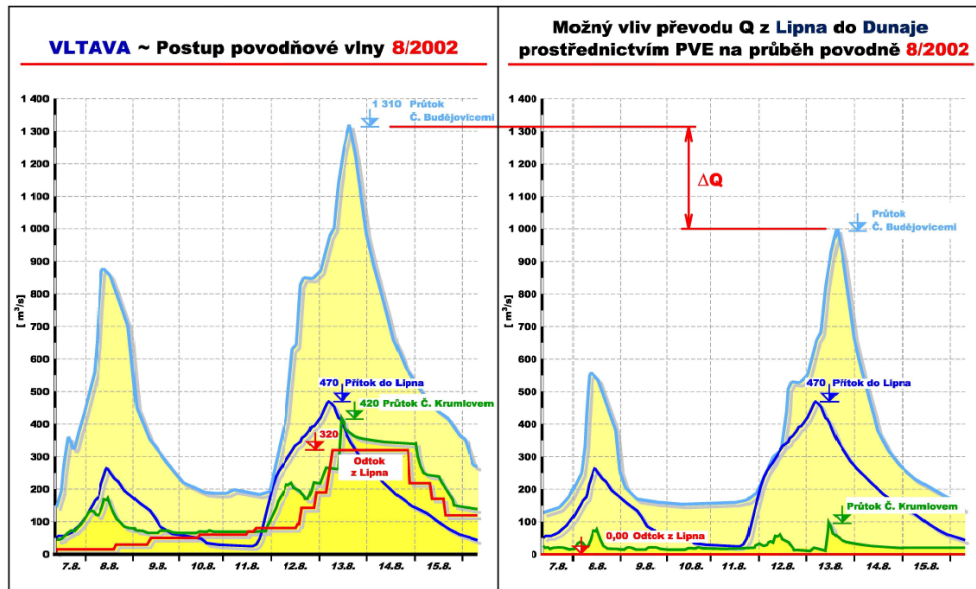
Obrázek 1.5: Počty dní, kdy nebyla možná plavba na Labi pod Střekovem v letech 1937 až 2018. [6]

1.4.2 Nový prvek protipovodňové ochrany

Novou možnost převedení vody z Lipna do Dunaje lze využít také jako nový prvek protipovodňové ochrany v rámci povodí Vltavy a Labe. V projektu je počítáno s vybudováním povodňového přemostění pro průtok až 400 m³/s.

Potenciální ochranný dopad lze ilustrovat na číslech z povodně v srpnu 2002. Při této povodni přitékalo do Lipna maximálně 470 m³/s vody

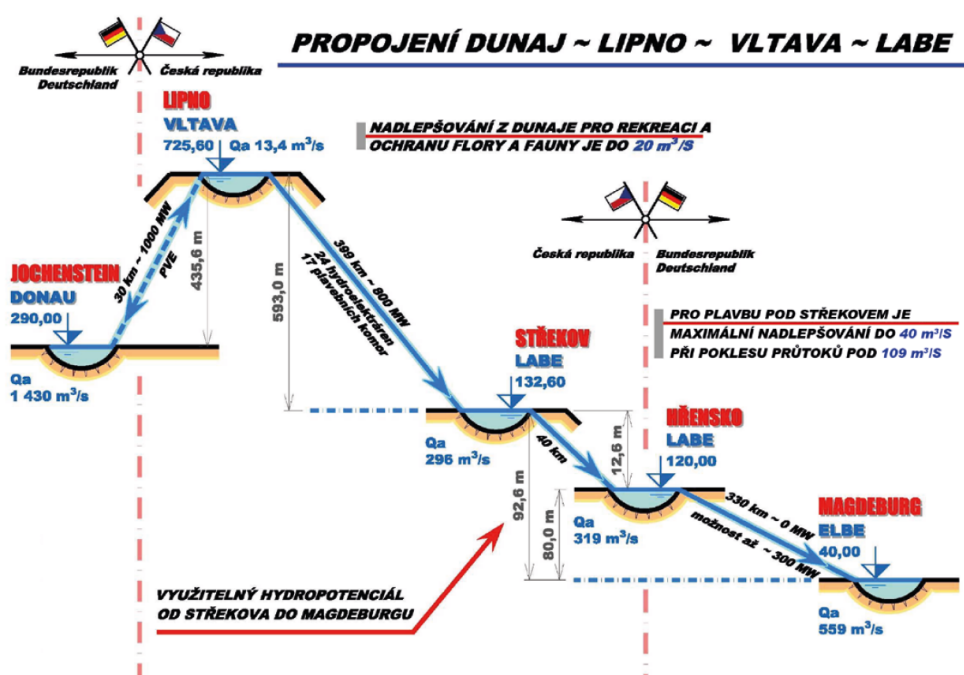
a bylo vypouštěno maximálně $320 \text{ m}^3/\text{s}$ vody. Je tak zřejmé, že pod nádrží Lipno I by byl vzestup hladiny Vltavy výrazně menší. Pozitivním efektem by byla redukce škod v Českém Krumlově a v Českých Budějovicích, jak znázorňuje obrázek 1.6. [6, 7] V dalších částech povodí by byl vliv na průtok menší, ovšem jistě i tak přínosný, a to jak v Česku, tak i dále na Labi v Německu.



Obrázek 1.6: Srovnání průběhu povodňové vlny v roce 2002 a teoretického vlivu nové protipovodňové ochrany. [6]

1.4.3 Nadlepšování toků Vltavy a Labe

Vedle zajištění možnosti plavby má nadlepšování Vltavy a Labe z Dunaje vliv na další oblasti. Mimo stabilizaci vodního zdroje pro technologické odběry je to například redukce výkyvů hladin vodních děl Vltavské kaskády, a tedy jejich potenciálně vyšší využití pro rekreaci. Jako příklad lze uvést významné zaklesnutí hladiny vodní nádrže Orlík v roce 2015 [12], které by se již nemuselo díky čerpání vody z Dunaje opakovat. Dalším významným přidruženým efektem je bilanční zisk z využití vodního potenciálu v již existujících vodních elektrárnách na našem území. Výškové schéma uvažované situace je zobrazeno na obrázku 1.7. [6, 7]



Obrázek 1.7: Výškové schéma propojení Dunaje, Vltavy a Labe. [6, 7]

Kapitola 2

Teorie ekonomických hodnocení

Společnosti jsou motivovány nacházet nové podnikatelské příležitosti a realizovat nové investice pro upevnění své pozice na trhu. Hledají cesty, jak ve svém podnikání uspět v konkurenci ostatních podniků. Po identifikaci myslitelných investičních příležitostí je potřeba provést jejich ohodnocení. Nedílnou součástí přitom je jak kvantitativní stanovení hodnot ukazatelů ekonomické efektivity, tak kvalitativní analýza obtížně měřitelných efektů. Obsah této kapitoly je inspirován a volně čerpán z knihy Principles of Corporate Finance, které jsou autory R. A. Brealey a S. C. Myers. [13]

2.1 Kritéria ekonomické efektivity

Existuje řada kritérií ekonomické efektivity, z nichž je několik používáno nejčastěji. V rámci této práce jsou vybrány následující ukazatele ekonomické efektivity:

1. Čistá současná hodnota (NPV)
2. Vnitřní výnosové procento (IRR)
3. Doba návratnosti (PP)

2.1.1 Čistá současná hodnota

Ekonomická efektivnost je dána vztahem mezi výnosy plynoucími z realizace investice a vynaloženými náklady pro její realizaci. Ze znalosti příjmů, investic a provozních výdajů lze získat hotovostní toky CF_t v jednotlivých letech po celou dobu hodnocení T , která typicky splývá s dobou životnosti v případě hmotných investic. Tyto hotovostní toky jsou poté přepočítány tak, aby počítaly s náklady obětované příležitosti, tedy s možností, jak jinak zhodnotit finanční prostředky. To zajišťuje diskontní míra r . Získáme tak diskontované hotovostní toky, jejichž součet se nazývá čistá současná hodnota, neboli zkratkou NPV z anglického Net Present Value.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (2.1)$$

Vyhodnocení ukazatele čisté současné hodnoty je následovné: pokud je NPV kladné, je investice k doporučení, pokud je hodnota záporná, tak je investice k zamítnutí. Pokud je výsledná hodnota nulová, nelze podle tohoto kritéria rozhodnout.

2.1.2 Vnitřní výnosové procento

Vnitřní výnosové procento, neboli IRR z anglického Internal Rate of Return, je taková hodnota diskontní míry r , při které je čistá současná hodnota nulová. Lze tedy zapsat rovnici 2.1 rovnu nule, tedy jako rovnici 2.2. Získání hodnoty IRR zpravidla vyžaduje použití numerických metod výpočtu, ovšem ve standardních případech si s výpočtem poradí i běžné výpočtové programy, jako jsou obvyklé tabulkové kalkulátory.

$$\sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (2.2)$$

Jestliže je vnitřní výnosové procento vyšší než požadovaná diskontní míra, je investice k doporučení. Pokud je hodnota nižší než požadovaná diskontní míra, tak je investice k zamítnutí.

Problematika stanovení diskontní míry je řešena v kapitole 2.2. Obtížnost výpočtu vnitřního výnosového procenta může vést k jeho nepřesnému stanovení, nebo případně i k selhání výpočtu. Může se tak stát u projektů, kde hotovostní toky v dílčích letech mění znaménko vícekrát, například z důvodu částečné reinvestice.

■ 2.1.3 Doba návratnosti

Doba návratnosti, neboli *PP* z anglického Payback Period, je poměrně jednoduše zjistitelný ukazatel ekonomické efektivity. Ze své povahy ovšem poskytuje jen malou informaci o ekonomickém přínosu investice, neboť ignoruje veškeré hotovostní toky, které nastanou až po dosažení doby návratnosti. Zjednodušeně lze říci, že se jedná o dobu, za kterou hotovostní toky vyrovnají vynaložené výdaje na realizaci investice. Pokud se jedná o diskontované hotovostní toky, pak lze mluvit o diskontované době návratnosti, v opačném případě jde o prostou dobu návratnosti. V této práci bude dále uvažována jen diskontovaná doba návratnosti.

Význam doby návratnosti může být spojen i s jakýmsi vnímáním rizikovosti investice: „Rychlejší návratnost znamená kratší dobu, po kterou je investice v nebezpečí“. Dále je možné dobu návratnosti propojit s termínem kumulované (diskontované) hotovostní toky: „Doba návratnosti je čas, který je zapotřebí, aby se kumulativní hodnoty cash flow staly kladnými“. Citace v tomto odstavci pochází z knihy *Mining Economics and Strategy*, které je autorem Ian C. Runge. [14]

■ 2.2 Stanovení diskontní míry

Diskontní míra představuje hodnotu druhé nejlepší jisté investiční příležitosti. Ve srovnávacích analýzách se jedná o jiný projekt nebo alternativní variantu projektu. Při posuzování jediné varianty projektu jde o alternativní využití finančních prostředků jednoduchou investicí do akciového indexu. Stanovení hodnoty diskontní míry záleží na investorovi, jeho preferencích a metodikách. Jednou z možností, kterou lze použít i v případě, kdy investor není specifikován, je užití ocenění nákladů vlastního kapitálu pomocí modelu CAPM.

2.2.1 Model oceňování kapitálových aktiv

Model oceňování kapitálových aktiv, neboli CAPM z anglického Capital Asset Pricing Model, představuje způsob exaktního stanovení diskontní míry, respektive nákladů na vlastní kapitál. Model také obsahuje předpokládané riziko investice skrze koeficient beta. Základní rovnice 2.3 modelu CAPM je popsána níže.

$$r_e = r_f + \beta * (r_m - r_f) \quad (2.3)$$

1. r_e je výsledný náklad vlastního kapitálu
2. r_f je bezrizikový výnos, kterým může být například výnos státních dluhopisů
3. β je koeficient, který představuje míru rizika
4. r_m je výnos trhu

Beta koeficient představuje míru rizika bez ohledu na zadlužení. Pokud je potřeba zahrnout vliv zadlužení společnosti, je možné vypočítat zadluženou hodnotu koeficientu beta pomocí rovnice 2.4. Tato rovnice vyžaduje znalost nezadlužené hodnoty koeficientu beta pro dané odvětví.

$$\beta_L = \beta_U * (1 + (1 - t) * \frac{D}{E}) \quad (2.4)$$

1. β_L je zadlužená beta
2. β_U je nezadlužená beta
3. t je daňová sazba
4. $\frac{D}{E}$ je podíl hodnoty dluhu k vlastnímu kapitálu

■ 2.2.2 Vážený průměr nákladů kapitálu

Pro financování projektu je možné využít i cizí kapitál. Náklady na tento cizí kapitál pak odpovídají dohodnuté úrokové míře, která je obecně jiná, než náklady na vlastní kapitál, stanovené například metodou CAPM. V takovém případě je nutné stanovit vážený průměr nákladů kapitálu, který se také označuje zkratkou WACC z anglického Weighted Average Cost of Capital. Vypočtenou hodnotu z rovnice 2.5 je poté možné použít jako diskontní míru pro výpočet zmíněných ukazatelů ekonomické efektivity.

$$WACC = r_e * \frac{E}{D + E} + r_d * \frac{D}{D + E} * (1 - t) \quad (2.5)$$

1. r_e představuje náklady vlastního kapitálu
2. r_d představuje náklady cizího kapitálu, například úrokovou sazbu
3. t je daňová sazba
4. D je hodnota dluhu
5. E je hodnota vlastního kapitálu



Část II

Ekonomický model

Kapitola 3

Vstupní informace

Projekt výstavby přečerpávací vodní elektrárny Lipno – Dunaj je v tuto chvíli ve fázi před vyhotovením studie proveditelnosti a tudíž v současnosti neexistuje dokument, který by se tomuto projektu věnoval detailně a komplexně. Vstupní data pro stanovení investic a provozních výdajů jsou tedy čerpána z podkladů, které se věnují projektu v dílčích oblastech a které vznikaly různě v průběhu let. Důležitým vstupním podkladem je orientační ocenění stavebních prací, které tvoří většinu z celkové investice. Dalším podkladem jsou rovněž konzultace s expertem v oblasti vodních elektráren Ing. Miroslavem Cinkem. Další vstupy, jako jsou ekonomické ukazatele či cena elektřiny, jsou čerpány z různých veřejných zdrojů. Všechny tyto vstupní informace a jejich zpracování pro použití do ekonomického modelu jsou uvedeny v této kapitole.

3.1 Investice

Celková investice se dělí na dvě největší části, kterými jsou stavba a technologie. Další položkou je nové elektrické vedení, které vhodně připojí elektrárnu k přenosové soustavě. Zahrnuta je i investice do studie proveditelnosti, kterou ocenila společnost ČEPS Invest. [15] Tabulka 3.1 uvádí položky celkové investice, jejich předpokládané období realizace a také příslušnou odpisovou skupinu.

Položka	Částka [mil. Kč]	Roky realizace	Odpisová skupina
Studie proveditelnosti	19,10	2020 – 2021	5
Doprůzkum	311,85	2021	5
Dokumentace	623,70	2021 – 2022	5
Budování 6 areálů ZS	561,33	2022	ne
Budování 3 výroben segmentů	748,44	2022	ne
Hloubení 3 šachet cca 400m	1 496,88	2022 – 2025	5
Ražby 5 úseků TBM	20 582,10	2022 – 2025	5
Technologie	16 200,00	2021 – 2025	3
Vedení VVN	1 810,00	2021 – 2025	4
Investice celkem	42 353,40		

Tabulka 3.1: Přehled položek celkové investice s obdobím realizace a odpisovými skupinami.

3.1.1 Stavební část

Ocenění stavebních prací je čerpáno z nabídky firmy Metrostav z roku 2016. Uvedené částky jsou jednak navýšeny o 10 %, což je uvedená rezerva, a zároveň jsou přepočítány z roku 2016 na rok 2020, a to pomocí indexu zjištěného z dat Českého statistického úřadu. [16] Nejvyšší položkou stavebních prací je ražba tunelu o celkové délce cca 30 km. Pro urychlení výstavby je počítáno se souběžnou ražbou v pěti úsecích najednou. Ocenění jednotlivých položek stavebních prací je uvedeno v tabulce 3.2.

Položka	Původní ocenění 2016	Přepočet k roku 2020
Doprůzkum	250,00 mil. Kč	311,85 mil. Kč
Dokumentace	500,00 mil. Kč	623,70 mil. Kč
Budování 6 areálů ZS	450,00 mil. Kč	561,33 mil. Kč
Budování 3 výroben segmentů	600,00 mil. Kč	748,44 mil. Kč
Hloubení 3 šachet cca 400m	1 200,00 mil. Kč	1 496,88 mil. Kč
Ražby 5 úseků TBM	16 500,00 mil. Kč	20 582,10 mil. Kč
Součet	19 500,00 mil. Kč	24 324,30 mil. Kč

Tabulka 3.2: Přepočet položek ocenění investice do stavební části k roku 2020. [16, 17]

Dále byly k jednotlivým položkám doplněny odpisové skupiny a časová náročnost dle nabídky firmy Metrostav. Podle těchto hodnot a z popisu průběhu prací byla odhadnuta struktura investic v jednotlivých letech. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3.3.

Položka	Odpisová skupina	Délka [roky]	Začátek	Konec
Doprůzkum	5	0,55	2021	2021
Dokumentace	5	1,1	2021	2022
Budování 6 areálů ZS	ne	0,55	2022	2022
Budování 3 výroben segmentů	ne	0,825	2022	2022
Hloubení 3 šachet cca 400m	5	1,65	2022	2025
Ražby 5 úseků TBM	5	2,2	2022	2025

Tabulka 3.3: Odpisové skupiny, časová náročnost a rozložení položek investice do stavební části v jednotlivých letech. [17]

3.1.2 Technologická část

Pro ocenění technologií neexistuje obdobný zdroj jako u stavební části. Pro stanovení hodnoty vstupující do výpočtu byly použity dva zdroje. Jedním z nich je expertní odhad pana Ing. Miroslava Cinka ve dvou variantách, druhým jsou dostupné informace o nedávno postavené přečerpávací vodní elektrárně v Rakousku. Hodnoty těchto ocenění jsou v tabulce 3.4.

O rakouské elektrárně Reisseck II jsou k dispozici informace o celkové investici a rozsahu stavebních prací. Odečtení stavební části investice od celkové ceny bylo provedeno s využitím ocenění firmy Metrostav pro posuzovaný projekt v této práci. Z tohoto ocenění je možné získat měrné investice a s informacemi o rozsahu stavebních prací elektrárny Reisseck II pak stanovit jejich cenu. Lze předpokládat, že výsledný rozdíl představuje přibližně cenu technologií, kterou lze vztáhnout na jedno soustrojí. Příhodný je také fakt, že elektrárna Reisseck II je vybavena Francisovými turbínami, které jsou rovněž uvažovány i pro posuzovaný projekt. [17, 18]

Expertní odhad pana Ing. Miroslava Cinka je dvojitý. Poměrový odhad je takový, že cena technologií přečerpávací vodní elektrárny zpravidla představuje asi 40 % z celkové investice. Druhý odhad je absolutní, a to 10 miliard Kč. Pro další výpočty byl použit zaokrouhlený poměrový expertní odhad, který byl nejpesimističtější. Výpočet ceny technologií z Rakouské elektrárny pak jen potvrzuje, že takový odhad je reálný.

Původ odhadu	Částka
Absolutní odhad Ing. Cink	10 000,00 mil. Kč
Poměrový odhad Ing. Cink	16 216,20 mil. Kč
PVE Reisseck II	12 124,73 mil. Kč
Zvolená hodnota	16 200,00 mil. Kč

Tabulka 3.4: Ocenění investice do technologické části.

Pro tuto část byla odhadnuta reinvestice ve výši poloviny původní investice po 35 letech provozu. Tento odhad vychází z životnosti stávajících přečerpávacích vodních elektráren v Česku, viz přehled v tabulce 1.1.

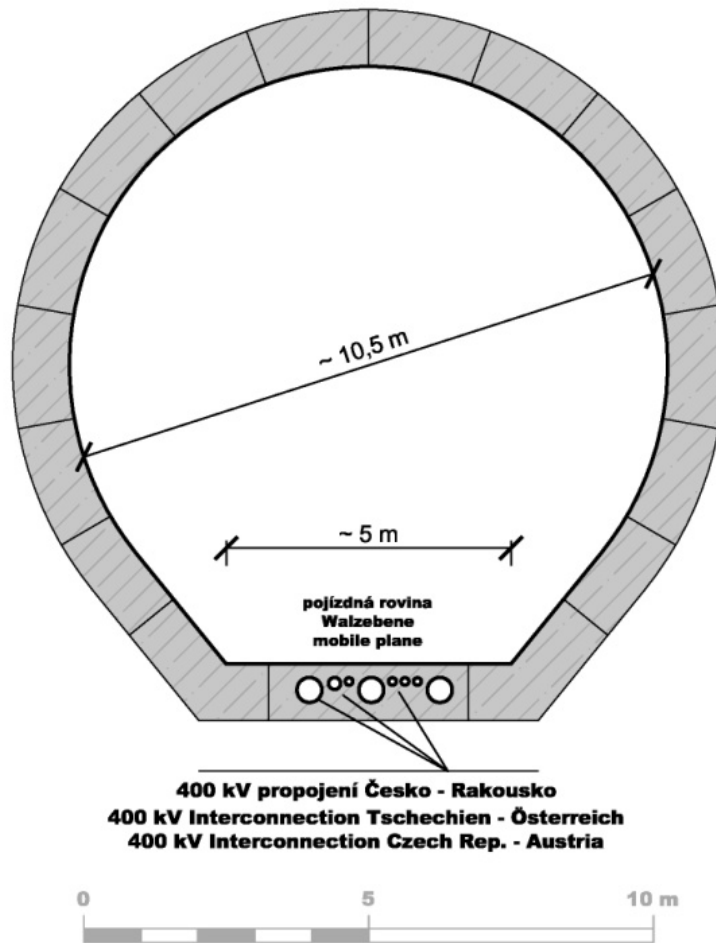
3.1.3 Vedení VVN

Další investiční položkou je vysokonapěťové vedení, kterým se elektrárna napojí na existující přenosovou soustavu. Nejprůhodněji se jeví možnosti napojení v Česku na rozvodnu Dasný a v zahraničí v místě vyústění tunelu. Prvky přenosové soustavy v řešené oblasti jsou na obrázku 1.4.

V projektu je uvažováno se zkapacitněním stávajícího vedení mezi vodní elektrárnou Lipno I a rozvodnou Dasný. Uvažováno je nové vedení 2x 400 kV. V práci není řešeno, jestli se bude jednat o paralelní vedení nebo se stávající demontuje. Oproti tomu je zahrnuta investice pro zaústění vedení do rozvodny Dasný. Předpokládá se úzká spolupráce s ČEPS a možné společné financování, které však v tomto hodnocení není vyčísleno.

Další možností je vedení kabelů 400 kV v tunelu k Dunaji, jak je znázorněno na obrázku 3.1. Tato investice však není bezpodmínečně nutná pro provoz elektrárny, proto není v této práci vyčíslena a zahrnuta do stanovení hodnot ukazatelů ekonomické efektivnosti. Předpokládá se však, že na realizaci tohoto vedení budou mít zájem provozovatelé přenosových soustav a zajistí financování této části. Toto vedení by vytvořilo nové přeshraniční spojení, které v dané lokalitě nemá v tuto chvíli alternativu. V obou místech variantních vyústění tunelu v zahraničí je ukončeno přenosové vedení napěťové hladiny 220 kV.

Uvažované vrchní vedení je oceněno průměrnou měrnou investicí 30 milionů Kč/km, které uvádí pro vedení 2x 400 kV společnost ČEPS v dokumentu Kodex PS. [19]



Obrázek 3.1: Řez tunelem s naznačeným vedením kabelů vedení 400 kV. [6]

Pro vedení v tunelu bude měrná investice vyšší, ovšem výhodou může být, že některé stavební práce jsou již zahrnuty v ocenění ražby tunelů. Stanovené investice do vedení s výše uvedenými předpoklady jsou uvedeny v tabulce 3.5.

3.2 Provozní výdaje

Provozní výdaje, uvedené v tabulce 3.6, jsou vyjádřeny v hodnotách za jeden rok a dělí se na výdaje za elektřinu v čerpadlovém režimu, mzdové a ostatní provozní výdaje, které zahrnují i údržbu, režii a další. Výdaje za elektřinu v čerpadlovém režimu jsou stanoveny podle uvažovaného scénáře provozu elektrárny dle kapitoly 3.3.

Položka	Investice
Lipno – Dasný, 2x 400 kV, 57 km	1 710,00 mil. Kč
Úprava rozvodny Dasný	100,00 mil. Kč
Kabelové vedení v tunelu	nezahrnuto
Součet	1 810,00 mil. Kč

Tabulka 3.5: Investice do souvisejícího vedení VVN.

Položka	Částka	Jednotka
Mzdové výdaje	26,98	mil. Kč/rok
Provozní výdaje	211,77	mil. Kč/rok
Elektřina v čerpadlovém režimu	820,90	mil. Kč/rok

Tabulka 3.6: Přehled ročních provozních výdajů.

3.2.1 Mzdové výdaje

Roční mzdové výdaje se odvíjí od počtu zaměstnanců a ohodnocení jejich mezd. Počet zaměstnanců elektrárny je odhadnut na 40 osob podle dohledaných údajů, které se vztahují k PVE Dlouhé Stráně. [20] Hrubá mzda jednoho pracovníka byla stanovena na základě dat ČSÚ pro kategorii CZ-ISCO 3113 „Elektrotechnici a technici energetici“ a následně dopočtena na mzdové výdaje. [21] Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3.7. Roční růst je nominální hodnota meziročního růstu mezd, která je stanovena podle dostupných údajů ČSÚ. [22]

Počet pracovníků	40	osob
Mzdové výdaje	56 200	Kč/pracovník/měsíc
Mzdové výdaje	674 400	Kč/pracovník/rok
Mzdové výdaje	26 976	tisíc Kč ročně
Nominální roční růst	3	%

Tabulka 3.7: Stanovení ročních provozních výdajů na mzdy.

3.2.2 Ostatní provozní výdaje

Ostatní provozní výdaje jako údržba, opravy, správní režie, pojištění a další jsou vyjádřeny souhrnně podílem z celkové investice, a to jako 0,5 % ročně.

Tato hodnota vychází z odhadu Ing. Miroslava Vítka pro přečerpávací vodní elektrárnu, konkrétně pro projekt využívající zatopený hnědouhelný lom. [23]

3.3 Příjmy a výdaje na elektřinu

Struktura příjmů přečerpávací vodní elektrárny je dána konceptem jejího provozu. Výkon, který je k dispozici, může být rozdělen mezi statické a dynamické služby. Statickými službami se rozumí výroba elektřiny ve špičce a čerpání vody mimo špičku. Dynamické služby představují smluvní podpůrné služby provozovateli přenosové soustavy. Existuje více druhů systémových služeb, ovšem pro účely této práce budou zahrnuty pouze tzv. minutové zálohy, které jsou ohodnoceny nejvyšší cenou. Jedná se o pětiminutovou zálohu MZ5 a o patnáctiminutové zálohy MZ15+, respektive MZ15-. Dále bude uvažováno s patnáctiminutovou zálohou na obě strany, tedy souhrnně MZ15.

3.3.1 Provozní režim

Pro ekonomické hodnocení je uvažováno rezervování 50 % výkonu pro podpůrnou službu MZ5 a 50 % výkonu pro výrobu elektřiny. Při čerpání je uvažován 100% výkon a poskytování zálohy jen MZ15, neboť obrácení chodu zabere více času. Při využití výkonové zálohy lze vzhledem k příhodné hydrologické situaci dočerpání provést i se značným zpožděním a tedy není nutné uvažovat změnu ceny čerpání za využitou vodu pro výrobu elektřiny ze zálohy. Jednoduchá organizace jednoho denního cyklu je uvedena v tabulce 3.8.

Položka	Čas [h/den]	Výkon [MW]	Využití	Denně [MWh]
Turbínový režim	6	1000	50 %	3000
Čerpadlový režim	3,5	900	100 %	3150
Záloha MZ5	18,5	1000	50 %	9250
Záloha MZ15	3,5	1000	50 %	1750
Prodej ze zálohy				624

Tabulka 3.8: Přehled organizace provozu, denní zastoupení statických i dynamických služeb.

Výše uvedená organizace provozu představuje průměrný provoz v denních cyklech. Mohutnost vodní nádrže Lipno však umožňuje provoz v týdenním režimu, který je ekonomicky ještě výhodnější. Dočerpání vody je tak možné v týdnu odsunout na období s nejnižší cenou, což bylo částečně uvažováno i pro stanovení ceny elektřiny pro čerpání. Počítáno je se čtyřmi týdny odstávky v jednom kalendářním roce.

3.3.2 Cena elektřiny a podpůrných služeb

Cena elektřiny byla stanovena podle výroční zprávy operátora trhu OTE. [24] Ohodnocení podpůrných služeb zveřejňuje společnost ČEPS. [25] Souhrn cen a vyčíslení roční hodnoty jednotlivých položek příjmů a výdajů spojené s elektřinou obsahuje tabulka 3.9.

Položka	Cena [Kč/MWh]	Denně [MW]	Ročně
Turbínový režim	1 485 Kč	3000	1 501,34 mil. Kč
Čerpadlový režim	675 Kč	3150	716,55 mil. Kč
Záloha MZ5	486 Kč	9250	1 514,98 mil. Kč
Záloha MZ15	313 Kč	3500	369,18 mil. Kč
Prodej ze zálohy	2 529 Kč	648	552,34 mil. Kč

Tabulka 3.9: Příjmy a výdaje statických i dynamických služeb.

Cena elektřiny a podpůrných služeb se v čase vyvíjí a pro přibližné zachycení trendu jsou zavedeny eskalační koeficienty. Jejich výchozí hodnoty, dle tabulky 3.10, jsou v této práci také podrobeny citlivostní analýze. Rozdílný růst špičkové a mimošpičkové ceny elektřiny byl zaveden kvůli předpokládané rostoucí volatilitě, kterou způsobuje růst podílu intermitentních zdrojů. [26] Dále je vhodné poznamenat, že nulová hodnota nominální eskalace představuje při kladné inflaci reálný pokles.

Eskalace špičkové ceny elektřiny	4,5 %
Eskalace mimošpičkové ceny elektřiny	2,0 %
Eskalace ceny podpůrných služeb	0,0 %

Tabulka 3.10: Nominální hodnoty eskalačních koeficientů cen elektřiny a podpůrných služeb.

3.4 Financování

Financování projektu je uvažováno z poloviny úvěrem a z poloviny vlastním kapitálem. Poměr úvěru k vlastnímu kapitálu je tedy 100 %. S přihlédnutím na vysokou hodnotu úvěru lze uvažovat o využití služeb například Evropské investiční banky a vyjednání lepší úrokové sazby, než jaké jsou uváděny u běžných podnikatelských úvěrů. Čerpání úvěru bylo uvažováno tak, že každá investiční položka bude financována z úvěru ve stejném poměru; tím je v tomto případě vždy polovina z investice. Dlužná částka se tedy načítá postupně během let investování. Úroky v těchto letech se přičítají k dlužné částce. Platby úroků a splátek jsou uvožovány až od prvního roku provozu. Doba splácení je pak stanovena na 20 let. Předpokládají se anuitní platby. Dále také nebylo uvažováno získání státních dotací. Přehled financování projektu je v tabulce 3.11.

Položka	Hodnota
Investice celkem	42 353,40 mil. Kč
Poměr úvěru k vlastnímu kapitálu	100 %
Cizí kapitál	21 176,70 mil. Kč
Vlastní kapitál	21 176,70 mil. Kč
Úroková míra	3,0 % p.a.
Doba splácení	20 let

Tabulka 3.11: Financování projektu.

3.5 Ostatní vstupní parametry

Doba hodnocení odpovídá době životnosti díla v součtu s dobou, po které běží investice. Doba životnosti byla stanovena na 70 let a počítá s reinvesticí po 35 letech od uvedení do provozu, jak je uvedeno v kapitole 3.1.2. Průměrná roční míra inflace byla stanovena na základě historických dat z Českého statistického úřadu a výhledu ministerstva financí. [27, 28]

Doba životnosti	70 let
Daň z příjmu	19 %
Roční míra inflace	2,0 %

Tabulka 3.12: Ostatní vstupní parametry.

Další vstupní parametry uvedené v tabulce 3.13 jsou využity v modelu oceňování kapitálových aktiv pro stanovení požadované míry výnosnosti.

Parametr	Hodnota	Poznámka
Výnos bezrizikové investice	1,39 %	Výnos státních dluhopisů, říjen 2019 [29]
Výnos trhu	5,80 %	Market premium pro Česko [30]
Beta nezadlužená	0,60	Sektor „Green & Renewable Energy“ [31]

Tabulka 3.13: Vstupní parametry pro výpočet požadované výnosové míry.

Kapitola 4

Výpočtová část

Výpočty v rámci tohoto ekonomického hodnocení lze rozdělit na několik fází. Nejprve byla stanovena diskontní míra a byl proveden výpočet ukazatelů ekonomické efektivity pro předpokládané výchozí hodnoty parametrů, které byly následně zkoumány v části citlivostní analýzy. Výpočty hotovostních toků jsou v reálných hodnotách; nominální hodnoty eskalačních koeficientů jsou přepočteny na reálné.

4.1 Výpočty pro výchozí hodnoty

Výpočet ukazatelů ekonomické efektivity pro výchozí hodnoty eskalačních koeficientů je hlavní osou kalkulací pro ekonomické hodnocení projektu, na kterou navazují citlivostní analýzy. Vstupní údaje jsou uvedeny v kapitole 3 a nejsou již v této části opakovány.

4.1.1 Stanovení diskontní míry

Stanovení diskontní míry proběhlo zvláště pro dvě období hodnocení projektu. Při investování a splácení úvěru byl proveden výpočet beta koeficientu zohledňující zadlužení a diskontní míra byla vypočtena jako vážený průměr nákladů kapitálu.

Zadlužení firmy je zavedeno jako poměr dluhu k vlastnímu kapitálu. V tomto projektu není specifikován konkrétní investor, ke kterému by se dané zadlužení vztahovalo. Proto bylo provedeno stanovení míry zadlužení jako poměr uvažované investice z vlastního kapitálu projektu a hodnoty úvěru na daný projekt. S těmito údaji pak lze vypočítat hodnotu β_L beta koeficientu při uvažovaném zadlužení ze vztahu 2.4. Náklad vlastního kapitálu je pak vypočten pomocí modelu oceňování kapitálových aktiv ze vztahu 2.3. Konečná diskontní míra je stanovena jako vážený průměr nákladů kapitálu ze vztahu 2.5. V tomto odstavci je odkazováno na teoretické vztahy z kapitoly 2.

Vstupní údaje pro tyto výpočty jsou uvedeny v tabulkách 3.12 a 3.13. Vypočtené hodnoty pro období investování a se splácením úvěru, tedy do 20 let po uvedení do provozu, jsou uvedeny v tabulce 4.1. Postup stanovení míry zadlužení při postupném zadlužování a splácení dluhu vede k tomu, že míra zadlužení je pro každý rok jiná. Z toho plyne, že i výsledná diskontní míra by byla pro každý rok během investování a splácení dluhu jiná. Tato každoroční změna diskontní míry byla zanedbána a místo toho je ve výpočtech uvažována jedna diskontní míra během investování a splácení dluhu.

Parametr	Hodnota
Beta zadlužená	1,09
Náklad vlastního kapitálu	6,18 %
Vážený průměr nákladů kapitálu	4,30 %

Tabulka 4.1: Vypočtené hodnoty pro stanovení požadované výnosové míry se zadlužením.

Pro období po splacení úvěru byla stanovena diskontní míra jako náklad vlastního kapitálu z modelu oceňování kapitálových aktiv, tedy obdobně jako je popsáno výše, ovšem s uvažováním nezadlužené hodnoty beta koeficientu. Vypočtená hodnota použitá pro období po splacení úvěru, tedy po 20 letech od uvedení do provozu, je uvedena v tabulce 4.2.

Parametr	Hodnota
Náklad vlastního kapitálu	4,04 %

Tabulka 4.2: Vypočtená hodnota požadované výnosové míry po splacení dluhu.

4.1.2 Výpočet hotovostních toků

Hodnoty hotovostních toků v každém roce byly vypočteny jako roční součty hodnot následujících položek:

1. Investice – rozpočítány do dílčích let podle předpokládaného harmonogramu stavby
2. Provozní výdaje – mzdové, ostatní provozní výdaje a výdaje za elektřinu v čerpadlovém režimu
3. Úroky a splátky úvěru – vycházejí z výše úvěru a z předpokladu anuitních plateb
4. Příjmy – z výkonových záloh, tedy za podpůrné služby, a z výroby elektřiny ze zálohy a ve špičce
5. Daň – vypočtena se zahrnutím rovnoměrného odepisování

Do výpočtu byla také zahrnuta možnost snížení daňového základu uplatněním ztráty z minulých let. Vstupní údaje včetně eskalací jsou uvedeny v kapitole 3. Dále byly vypočítány diskontované hotovostní toky při použití diskontní míry dle popisu v kapitole 4.1.1 a následně kumulované diskontované hotovostní toky, jejichž průběh za dobu hodnocení je znázorněn na grafu 4.1.

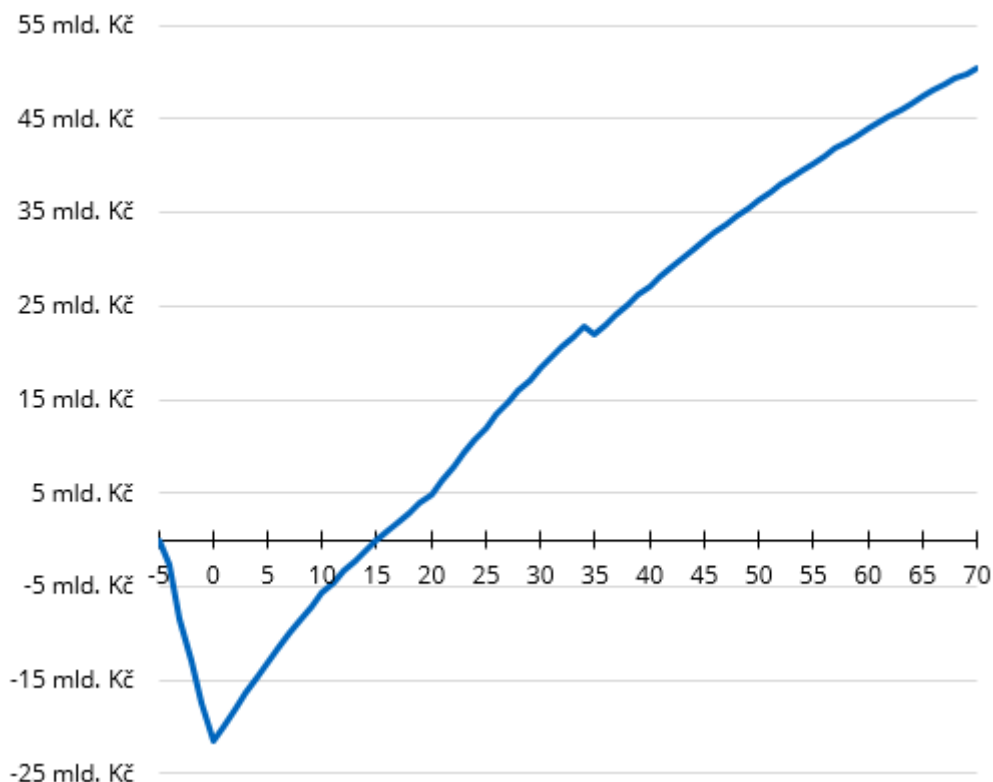
4.1.3 Ukazatele ekonomické efektivity

Ze znalosti diskontovaných hotovostních toků bylo možné zjistit hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity, které byly pro hodnocení tohoto projektu vybrány. V případě doby návratnosti je navíc uvedena i doba od zprovoznění díla. Vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.3.

Ukazatel	Hodnota
NPV	50 522,72 mil. Kč
IRR	9,64 %
Doba návratnosti	21
Doba návratnosti od uvedení do provozu	16

Tabulka 4.3: Vypočtené hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity pro výchozí vstupní hodnoty.

Kumulované diskontované hotovostní toky



Obrázek 4.1: Kumulované diskontované hotovostní toky při výchozích hodnotách vstupních údajů.

4.2 Citlivostní analýzy

Citlivostní analýzy navazují na výpočet hodnot ukazatelů ekonomické efektivity pro výchozí vstupní hodnoty. V této části jsou testovány výkyvy hodnot těchto ukazatelů při změně právě jednoho vstupního parametru, tedy s podmínkou *ceteris paribus*. Tímto jsou nalezeny určité okrajové podmínky ekonomické efektivity projektu, tedy možné hrozby. Naopak stabilita hodnot ukazatelů ekonomické efektivity může poukázat na další výhodnost projektu pro zahrnutí do celkového vyhodnocení.

V tabulkách v této kapitole jsou světlejším odstínem podbarveny výchozí hodnoty zkoumaných parametrů a příslušné vypočtené hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity. V celé práci, stejně jako v této části, jsou uváděny nominální hodnoty eskalačních koeficientů.

4.2.1 Diskontní míra

Citlivost na diskontní míru je provedena započítáním jedné sazby po celou dobu projektu bez ohledu na zadlužení, jak je naopak zohledněno ve výchozích hodnotách pro výpočet, viz kapitola 4.1.1. Sloupec s vypočítanými hodnotami pro výchozí hodnoty diskontní míry je označen jako „Výchozí“. V této citlivostní analýze je zjevné, že kritická hodnota diskontní míry je přímo hodnota ukazatele IRR. Citlivostní analýza na změnu diskontní míry je uvedena v tabulce 4.4.

	3,5 %	Výchozí	5,5 %	6,5 %	7,5 %
NPV [Kč]	64 mld.	51 mld.	28 mld.	18 mld.	10 mld.
IRR	9,64 %	9,64 %	9,64 %	9,64 %	9,64 %
PP	19 let	21 let	23 let	26 let	29 let
PP (provoz)	14 let	16 let	18 let	21 let	24 let

Tabulka 4.4: Citlivostní analýza na změnu diskontní míry.

4.2.2 Roční míra inflace

Průměrná roční míra inflace v sestaveném modelu ovlivňuje všechny hodnoty eskalačních koeficientů, neboť přes inflaci jsou přepočteny jejich nominální hodnoty na reálné.

Rozsah uvažované změny roční míry inflace byl zvolen s ohledem na historické hodnoty, kdy od roku 2004 v České republice neklesla průměrná roční míra inflace pod 0,3 % a nebyla vyšší než 6,3 %, přičemž se jedná jen o krátkodobé extrémy. Dlouhodobě je průměrná roční míra inflace okolo 2 %. [27] Citlivostní analýza na změnu roční míry inflace je uvedena v tabulce 4.5.

	1,0 %	2,0 %	3,0 %	4,0 %	5,0 %
NPV [Kč]	83 mld.	51 mld.	30 mld.	17 mld.	9 mld.
IRR	10,73 %	9,64 %	8,56 %	7,47 %	6,32 %
PP	19 let	21 let	23 let	25 let	28 let
PP (provoz)	14 let	16 let	18 let	20 let	23 let

Tabulka 4.5: Citlivostní analýza na změnu průměrné roční míry inflace.

4.2.3 Eskalace špičkové ceny elektřiny

Eskalace špičkové ceny elektřiny je oddělena od ceny mimošpičkové, jelikož lze očekávat jejich odlišný růst. Obecně je předpokládáno, že cena elektřiny v následujícím období cca pěti let poroste. Důvodem je například růst cen emisních povolenek, což vede k útlumu výroby elektřiny z klasických zdrojů. Naopak bude pokračovat vzestup podílu výroby z obnovitelných zdrojů, což vzhledem k jejich povaze bude způsobovat rostoucí cenovou volatilitu. [32] V této analýze leží hranice změny investičního rozhodnutí až pod 1,5 % meziročního nominálního růstu špičkové ceny elektřiny. Citlivostní analýza na změnu eskalace špičkové ceny elektřiny je uvedena v tabulce 4.6.

	1,5 %	2,5 %	3,5 %	4,5 %	5,5 %
NPV [Kč]	5 mld.	15 mld.	29 mld.	51 mld.	83 mld.
IRR	5,20 %	6,80 %	8,25 %	9,64 %	11,01 %
PP	37 let	29 let	24 let	21 let	18 let
PP (provoz)	32 let	24 let	19 let	16 let	13 let

Tabulka 4.6: Citlivostní analýza na změnu eskalace špičkové ceny elektřiny.

4.2.4 Eskalace mimošpičkové ceny elektřiny

Eskalace mimošpičkové ceny elektřiny je oddělena od ceny špičkové, jak je popsáno výše. Na rozdíl od růstu ceny špičkové elektřiny je růst mimošpičkové ceny pro tento projekt negativní, neboť za tuto cenu je elektřina nakupována pro doplnění vody v horní nádrži. Citlivostní analýza na změnu eskalace mimošpičkové ceny elektřiny je uvedena v tabulce 4.7.

	-1,0 %	0,5 %	2,0 %	3,5 %	5,0 %
NPV [Kč]	57 mld.	55 mld.	51 mld.	44 mld.	31 mld.
IRR	10,23 %	9,98 %	9,64 %	9,15 %	8,34 %
PP	19 let	20 let	21 let	22 let	24 let
PP (provoz)	14 let	15 let	16 let	17 let	19 let

Tabulka 4.7: Citlivostní analýza na změnu eskalace mimošpičkové ceny elektřiny.

4.2.5 Eskalace ceny podpůrných služeb

Ceny podpůrných služeb v České republice v posledních pěti letech klesají. Důvod lze hledat v růstu obchodování regulační energie na vnitrodním a vyrovnávacím trhu, ale také v rostoucí konkurenci se zapojením baterií do poskytování podpůrných služeb. V případě pro tento projekt uvažované pětiminutové zálohy není snížení cen tak výrazné. [33] Navíc i pro drastický každoroční 9% pokles nedojde ke změně investičního rozhodnutí podle sledovaných ukazatelů. Citlivostní analýza na změnu eskalace podpůrných služeb je uvedena v tabulce 4.8.

	-9,0 %	-6,0 %	-3,0 %	0,0 %	3,0 %
NPV [Kč]	33 mld.	36 mld.	41 mld.	51 mld.	74 mld.
IRR	7,42 %	7,85 %	8,55 %	9,64 %	11,42 %
PP	31 let	29 let	26 let	21 let	17 let
PP (provoz)	26 let	24 let	21 let	16 let	12 let

Tabulka 4.8: Citlivostní analýza na změnu eskalace ceny podpůrných služeb.

4.2.6 Doba hodnocení

Doba hodnocení byla zvolena s ohledem na očekávanou dlouhou životnost. Vývoje příjmů a výdajů pro vzdálená časová období jde jen obtížně odhadnout přesně a jsou tedy zatíženy velkou chybou. Toto je motivací pro zkoumání hodnot ukazatelů ekonomické efektivity i pro kratší dobu hodnocení. Například uvažovaných krajních 30 let nezahrnuje ani jinak uvažovanou reinvestici a odpovídá době, za kterou akorát proběhnou časově nejdelší daňové odpisy. Hodnoty ukazatelů pro různé doby hodnocení, respektive doby životnosti, jsou uvedeny v tabulce 4.9.

	30 let	40 let	50 let	60 let	70 let
NPV [Kč]	18 mld.	27 mld.	36 mld.	44 mld.	51 mld.
IRR	8,57 %	9,15 %	9,45 %	9,58 %	9,64 %
PP	21 let	21 let	21 let	21 let	21 let
PP (provoz)	16 let	16 let	16 let	16 let	16 let

Tabulka 4.9: Citlivostní analýza na změnu doby hodnocení.



Část III

Vyhodnocení a závěr

Kapitola 5

Vyhodnocení

Vyhodnocení ekonomické efektivity projektu je dle zadání provedeno ve vztahu k potenciálnímu investorovi. Součástí vyhodnocení jsou i skutečnosti, které nejsou přímo zahrnuty do výpočtů. Je poukázáno na důležité aspekty projektu, které jsou pro potenciálního investora podstatné. V jejich rámci jsou také diskutovány přijaté předpoklady a omezení provedených výpočtů. Na závěr jsou také vyhodnoceny samotné výpočty.

5.1 Rezervy pro optimalizaci výroby a spotřeby elektřiny

Podle vypočtených hodnot ukazatelů ekonomické efektivity je možné projekt doporučit k realizaci. Přijaté předpoklady navíc projekt ve výpočtech spíše znevýhodňují. Příkladem je zejména část týkající se provozního režimu výroby a spotřeby elektřiny, kterou je možné optimalizovat. Komplexnější vyhodnocení možného provozního režimu posouzením více vstupních dat by bylo možné rozdíl příjmů a výdajů výrazně vylepšit. Takovým zdrojem vstupních dat je například provozní bilance stávající přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně. Podrobnější přístup lze doporučit pro studii proveditelnosti a jiné budoucí hodnocení projektu. Studie proveditelnosti by také měla posoudit i variantní vyhodnocení různého počtu turbín. Budoucí detailnější studie by také měly upřesnit ocenění technologické části.

5.2 Možné příjmy z hydrologických služeb

Projekt přináší také řadu pozitivních dopadů, které však není možné pro potenciálního investora zcela přesvědčivě ocenit. K takovým přidaným hodnotám projektu patří jeho možné využití pro řízení hydrologického profilu Vltavy a Labe, a to jak pro zajištění celoroční splavnosti, tak jako významný prvek protipovodňové ochrany. Využití tohoto potenciálu závisí především na roli státu, který by tím zajistil ochranu obyvatel a hmotného majetku. Rovněž by nemusely být realizovány nákladné projekty spojené se zajištěním zmíněné splavnosti. Jedná se například o prohlubování dna Vltavy pod Kořenskem [34] nebo o stavbu nového jezu na Labi u Děčína [35]. Pro potenciálního investora lze doporučit, aby tyto skutečnosti využil při jednání se státem o investičních dotacích z fondů Evropské unie i tuzemských a k jednání o platbách za poskytování služeb hydrologického charakteru. Pro účely tohoto hodnocení nebyly výše zmíněné benefity zahrnuty, neboť se nejedná o jistý příjem a raději byla prokázána rentabilita projektu i bez těchto možných příjmů.

5.3 Další možnosti financování

Uvažovaný úvěr ve vyhodnocení je obecným odhadem. Skutečných možností financování je více a jsou specifické pro daného investora a závislá na jeho možnostech včetně schopností v oblasti vyjednávání s mezinárodními finančními institucemi, státem či příslušnými orgány Evropské unie. V závislosti na potenciálním prosazení projektu do různých investičních plánů, jakým byl investiční plán pro Evropu známý jako „Junckerův balíček“, je možné vylepšit vyjednávací pozici a dosáhnout tak na investiční dotace nebo na výhodné podmínky úvěru například z Evropské investiční banky. Konečná výše zadlužení pak záleží na konkrétním investorovi a jeho kapitálových možnostech.

Dále je v projektu zmíněna možná investiční spolupráce se společností ČEPS a zahraničními provozovateli přenosových soustav. V rámci takové spolupráce by mohlo dojít k vybudování přenosového vedení v tunelu a rozšíření rozvodny 400 kV u Lipna. Tato realizace není bezpodmínečně nutná pro fungování elektrárny, proto nejsou tyto investice vyčísleny v tomto hodnocení. Vyjednání realizace těchto investic je ovšem doporučeno, neboť obecně vylepší napojení elektrárny na evropskou přenosovou soustavu.

5.4 Vyhodnocení výpočtů

Vypočtené hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity pro výchozí hodnoty parametrů ukazují na výhodnost projektu. V rámci citlivostních analýz byly nalezeny určité hranice ekonomické efektivity, ovšem tak se stalo až pro hodnoty, které nejsou pro dlouhodobý výhled očekávány, jako je například průměrná roční míra inflace nad 5 % nebo nominální růst špičkové ceny elektřiny pod 2 % (což při výchozí hodnotě průměrné roční míry inflace dává nulový reálný růst). Historie ekonomicky vyspělých zemí Evropy a severní Ameriky ukazuje, že i velké ekonomické krize mají výrazný vliv v horizontu několika let. Zároveň energetika je v tomto ohledu poměrně stabilním sektorem a lze očekávat, že v tomto odvětví nehrozí podobný kolaps jako na hypotečním trhu při finanční krizi v roce 2008. Přehled vypočítaných hodnot ekonomických ukazatelů je uveden v tabulce 5.1.

Ukazatel	Hodnota
NPV	50 522,72 mil. Kč
IRR	9,64 %
Doba návratnosti	21
Doba návratnosti od uvedení do provozu	16

Tabulka 5.1: Vypočtené hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity.



Kapitola 6

Závěr

V této diplomové práci byla vyhodnocena ekonomická efektivnost projektu výstavby přečerpávací vodní elektrárny Lipno – Dunaj spojující rozsáhlou vodní nádrž Lipno s vodnatou řekou Dunaj. Před samotným hodnocením byly popsány základní aspekty projektu a motivace pro jeho realizaci; také byly definovány základní pojmy a vztahy použité pro ekonomické hodnocení v této práci. Při sestavení vstupních parametrů bylo vycházeno z dosavadních studií k projektu a chybějící údaje byly dohledány a dopočteny z jiných zdrojů. Pro výchozí hodnoty parametrů byl proveden výpočet ukazatelů ekonomické efektivnosti a následně byly provedeny citlivostní analýzy na zvolené parametry, především na několik eskalačních koeficientů. Provedené výpočty a celý projekt z širšího pohledu byl na závěr vyhodnocen společně s vydáním dalších doporučených postupů pro potenciálního investora. Závěrem je možno zrekapitulovat, že projekt byl celkově podle této práce doporučen k realizaci.



Literatura

1. EUROPEAN COMMISSION. *A European Green Deal* [online] [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
2. VOBOŘIL, David. *Přecherpací vodní elektrárny v České republice* [online]. 2017 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/precerpací-vodní-elektrárny-v-ceske-republice/>.
3. HUŠEK, Prof. Ing. Josef. *Přecherpací Vodní Elektrárny*. Praha, 1963.
4. POPP Dr., Ing. Matthias. *Storage for Secure Power Supply from Wind and Sun*. [online]. Springer-Verlag, 2010 [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: http://poppware.de/Storage_for_a_secure_Power_Supply_from_Wind_and_Sun.pdf.
5. SKUPINA ČEZ. *Vodní Elektrárny* [online] [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/obnovitelne-zdroje/voda/vodni-elektrárny>.
6. CINK, Ing. Miroslav. *Propojení Řek Dunaje, Vltavy a Labe Podzemní Přecherpací Elektrárnou s Využitím Dělní Lipna I. a Jochenstein*. 2019.
7. WINTER, Jaroslav. Vznikne Pod Lipnem Přecherpací Elektrárna Dunaj – Vltava o Výkonu 1000 MW? *PRO-ENERGY*. 2019, roč. 2019, č. 4. ISSN 1802-4599.
8. MIŠÍK, Matúš; BÁTOR, Peter; ONDREJCSÁK, Róbert. Three Countries, Three Views? Loop and Transit Flows in Electricity Grids from Austrian, Czech and Slovak Point of View. In: *Panorama of Global Security Environment*. Bratislava, 2014, sv. 2014.

9. KRAML, Karel. *Vodní dílo Křivoklát na Berounce*. 2002. Dostupné také z: <https://kostelik.cz/wp-content/uploads/2012/03/Krivoklatska-prehrada.pdf>.
10. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČESKÉ REPUBLIKY. *Státní Energetická Koncepce* [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky, 2015 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statni-energeticka-politika/2016/12/Statni-energeticka-koncepce-_2015_.pdf.
11. ENTSO-E. *Interconnected Network of Continental Europe* [online]. 2018 [cit. 2019-02-08]. Dostupné z: https://www.entsoe.eu/Documents/Publications/maps/2019/Map_Continental-Europe-2.500.000.pdf.
12. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Vyhodnocení Sucha Yhodnocení Sucha Na Území a Území České Republiky v Roce 2015* [online]. ČHMÚ, 2015 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho_2015_CHMU_prosinec.pdf.
13. BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C. *Principles of Corporate Finance*. 7. ed., internat. ed. Boston, Mass.: McGraw-Hill/Irwin, 2003. The McGraw-Hill/Irwin Series in Finance, Insurance, and Real Estate. ISBN 978-0-07-115145-0 978-0-07-246766-6 978-0-07-115144-3 978-0-07-246792-5.
14. RUNGE, Ian C. *Mining Economics and Strategy*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 1998. ISBN 978-0-87335-165-2.
15. ČEPS INVEST, A.S. *Nabídka Na Vypracování Studie Proveditelnosti PVE Lipno – Aschach*. 2019.
16. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Indexy cen stavebních prací, indexy cen stavebních děl a indexy nákladů stavební výroby - čtvrtletní časové řady - 4. čtvrtletí 2019* [online]. 2020 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-stavebnich-praci-indexy-cen-stavebnich-del-a-indexy-nakladu-stavebni-vyroby-ctvrtletni-casove-rady-4-ctvrtletni-2019>.
17. METROSTAV A.S. *PVE Lipno – Jochenstein, Základní Studie Ceny a Času Realizace Stavební Části Projektu*. METROSTAV a.s., 2016.
18. VERDICT MEDIA LIMITED. *Reisseck II Pumped Storage Power Plant, Carinthia* [online] [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.power-technology.com/projects/reisseck-ii-pumped-storage-power-plant-carinthia/>.
19. ČEPS, A.S. *Kodex PS* [online]. 2020 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/kodex-ps>.
20. NOVOTNÝ, František. *Technický Šperk v Srdci Jeseníků* [online]. 2004 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: http://archiv.neviditelnypes.zpravy.cz/clanky/2004/07/38339_21_0_0.html.

21. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Struktura mezd zaměstnanců - 2018* [online]. 2019 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/struktura-mezd-zamestnancu-2018>.
22. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Mzdy a náklady práce* [online]. 2020 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/prace_a_mzdy_prace.
23. VÍTEK, Ing. Miroslav. Přečerpávací Vodní Elektrárna v Zatopeném Hnědouhelném Lomu Po Jeho Vytěžení Aneb Jedna z Variant Hydrické Rekultivace. *Energetika*. 2016, roč. 66, č. 1.
24. OTE, A.S. *Roční zpráva 2019* [online] [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/rocni-zprava>.
25. ČEPS, A.S. *Výběrová Řízení SVR* [online] [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/vyberova-rizeni-svr>.
26. VOBOŘIL, David. *Oliver Wyman: Německý odklon od uhlí bude zá-
těžovým testem. Očekáváme silný nárůst ceny elektřiny* [online]. 2019 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/oliver-wyman-nemecky-odklon-od-uhli-bude-zatezovym-testem-ocekavame-silny-narust-ceny-elektriny/>.
27. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Inflace - druhy, definice, tabulky* [online] [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/mira_inflace.
28. MINISTERSTVO FINANCÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Makroekonomická
predikce - červenec 2019* [online]. 2019 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://www.mfcr.cz/cs/verejny-sektor/makroekonomika/makroekonomicka-predikce/2019/makroekonomicka-predikce-cervenec-2019-35796>.
29. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Výnosy Dluhopisového Koše Státních
Dluhopisů* [online]. 2019 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.VYSTUP?p_period=1&p_sort=2&p_des=50&p_sestuid=22048&p_uka=1%2C2%2C3&p_strid=AEBA&p_od=201804&p_do=201910&p_lang=CS&p_format=0&p_decsep=%2C.
30. DAMODARAN, Aswath. *Risk Premiums for Other Markets* [online]. 2020 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/ctryprem.xlsx>.
31. DAMODARAN, Aswath. *Levered and Unlevered Betas by Industry
(Europe)* [online]. 2020 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/betaEurope.xls>.
32. MAJLING, Eduard. *Platts: Ceny elektřiny na evropských trzích do roku
2025 vzrostou reálně o 15 %* [online]. 2019 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/platts-ceny-elektriny-evropskych-trzich-roku-2025-vzrostou-realne-15/>.

33. BUDÍN, Jan. *ČEPS v novém návrhu pravidel otevírá bateriím celý trh s podpůrnými službami* [online]. 2018 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/prenos-elektriny/ceps-novem-navrhu-pravidel-otevira-bateriim-cely-trh-podpurnymi-sluzbami/>.
34. ŠINDELÁŘ, Jan. *Další desítky milionů do Vltavy. Povodí vypsaló zakázku na prohloubení pod Kořenskem* [online]. 2019 [cit. 2020-04-25]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/dalsi-desitky-milionu-do-vltavy-povodi-vypsalo-zakazku-na-prohloubeni-pod-korenskem-32490/>.
35. ČESKÁ TELEVIZE. *Nový jez na Labi potřebujeme, půl roku nám stojí byznys, stěžují si lodáři. Akademici jsou proti* [online]. 2019 [cit. 2020-04-25]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/2728484-novy-jez-na-labi-potrebujeme-pul-roku-nam-stoji-byznys-stezuji-si-lodari-projekt-je>.



Přílohy



Příloha A

Výpočtový soubor ekonomického modelu

Výpočtový soubor ekonomického modelu je přiložen k této diplomové práci pouze v elektronické formě. Soubor je možné získat v digitální knihovně ČVUT na webové adrese <https://dspace.cvut.cz/>, nebo podáním žádosti na Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze.