



Středoškolská technika 2025

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Úvod do hydroenergetiky

Jakub Vašek

VOŠS a SPŠS, Praha 1, Dušní 17

Anotace:

Práce se zaměřuje na vysvětlení principů a využití energie vody jako obnovitelného zdroje energie. Seznamuje s historií vodních elektráren, různými typy zařízení (např. vodní elektrárny s nádrží a beze změny hladiny) a jejich vlivem na životní prostředí. Obsahuje i diskusi o ekologických aspektech a vlivu na krajinu. Hydroenergetika představuje perspektivní oblast pro udržitelnou energetiku a snižování emisí skleníkových plynů.

Hydroenergetika je klíčová pro budoucnost obnovitelných zdrojů energie, ale je také nutné pečlivě zvažovat ekologické dopady. Je třeba pokračovat v inovacích, které minimalizují negativní vlivy na přírodu. Dále by byla vhodná širší podpora projektů, zaměřených na modernizaci vodních elektráren, které by mohly přinést lepší efektivitu a šetřily životní prostředí.

Annotation:

The work on the topic Introduction to hydropower focuses on explaining the principles and use of water energy as a renewable energy source. Introduces the history of hydroelectric power plants, different types of equipment (e.g. hydroelectric power plants with a reservoir and without a change in level) and their impact on the environment. It also includes a discussion of ecological aspects and the impact on the landscape.

Hydropower is a promising area for sustainable energy and reducing greenhouse gas emissions.

Hydropower is key to the future of renewable energy, but environmental impacts must also be carefully considered. Innovations that minimize negative impacts on nature must be continued. Furthermore, wider support for projects focused on the modernization of hydropower plants, which could bring better efficiency and save the environment, would be appropriate.

Obsah:

1	Obsah	3
2	Úvod do hydroenergetiky	3
3	Princip fungování vodní elektrárny	4
4	Typy vodních elektráren	4
5	Analýza nákladů na vybudování vodní elektrárny	6
6	Ekologické aspekty hydroenergetiky	8
7	Výhody hydroenergetiky	9
8	Nevýhody hydroenergetiky	10
9	Návratnost	10
10	Vodní přehrada Dlouhé stráně	11
10.1	Technické specifikace a výkon přehrady	12
10.2	Hlavní výhody	12
11	Závěr	13
12	Zdroje	13

Úvod do hydroenergetiky

Hydroenergetika je odvětví energetiky, které se zabývá výrobou elektrické energie pomocí energie vody. Patří mezi obnovitelné zdroje energie a aktuálně hraje klíčovou roli ve snaze o snížení emisí skleníkových plynů a dosažení udržitelné energetické produkce. Tento způsob výroby energie

využívá kinetickou a potenciální energii vody, která se přeměňuje na energii mechanickou a následně elektrickou. (viz.obr.1)

Jedná se o vysoce účinnou, spolehlivou a flexibilní technologii, která má nízké provozní náklady.

Princip fungování vodní elektrárny

Navýšení hladiny (spádu) vody

Voda je zadržována v přehradě nebo nádrži, čímž se zvyšuje její potenciální energie.

Průtok vody

Voda protéká přes turbíny, kde se potenciální energie převádí na kinetickou energii.

Výroba elektřiny

Rotační energie turbín pohání generátory, které následně vyrábějí elektrickou energii.

Definice turbíny:

Turbíny jsou rotační stroje, které využívají tok kapaliny nebo plynu k produkci mechanické energie. (viz.obr.2,3). Voda se přivádí přivaděčem na rozváděcí lopatky a poté na oběžné kolo. Zde se polohová a pohybová energie vody mění na kinetickou rotační a je přenášena po hřídeli na rotor a pomocí statoru se přeměňuje kinetická energie na elektrickou energii. Voda je dále odváděna odtokovým potrubím pod vodní stupeň do koryta řeky.

Dělení elektráren dle zpracovávání vody:

- **Průtočné elektrárny**, které využívají přirozený tok řeky
- **Akumulační elektrárny**, které využívají přehradní nádrže k regulaci průtoku vody
- **Přečerpávací elektrárny**, které slouží jako zásobárny energie a vyrovnávají výkyvy v energetické síti

Typy vodních elektráren

4.1 Průtočné vodní elektrárny

Průtočné elektrárny využívají přirozený tok řeky bez akumulace většího množství vody. Jsou vhodné pro oblasti s konstantním průtokem, a proto jejich výkon závisí na množství vody v řece.

Charakteristika

- Pracují v nepřetržitém provozu (tzv. základní zatížení).
- Nevyžadují přehradní nádrž, což minimalizuje ekologické dopady.
- Menší regulace výkonu – závislé na sezónním průtoku.

Využití: Vhodné pro nížinné oblasti s rovnoměrným průtokem vody po celý rok.

(Wikipedie Průtočná vodní elektrárna, 2024)

4.2 Akumulační vodní elektrárny

Akumulační elektrárny využívají přehradu, které zadržují vodu v nádrži. Tím mohou regulovat průtok a produkovat energii podle potřeby. Jsou ideální pro zajištění špičkové spotřeby energie.

Charakteristika

- Možnost řídit výkon podle aktuální poptávky.
- Nádrže mohou sloužit i k jiným účelům (zásobování vodou, ochrana před povodněmi).
- Stavba má větší dopad na životní prostředí.

Využití: Vhodné pro hornaté oblasti, kde lze snadno vybudovat nádrž a zajistit dostatečný spád.

(VOBOŘIL, 2016)

4.3 Přečerpávací vodní elektrárny

Tyto elektrárny slouží primárně jako zásobárny energie. V době přebytku elektrické energie (např. v noci) čerpají vodu do horní nádrže. Během špičkového odběru je voda uvolněna a energie se vyrábí.

Charakteristika

- Efektivní způsob skladování energie.
- Pomáhají stabilizovat elektrickou síť a vyrovnávat výkyvy výroby a spotřeby.
- Vyžadují dvě nádrže – horní a dolní.

Využití: Klíčové pro integraci obnovitelných zdrojů, jako je větrná a solární energie, které mají proměnlivou výrobu.

(Wikipedie Přečerpávací vodní elektrárny, 2024)

4.4 Malé vodní elektrárny (MVE)

Malé vodní elektrárny mají obvykle instalovaný výkon do 10 MW. Jsou vhodné pro lokální využití a přispívají k decentralizované výrobě energie.

Charakteristika

- Šetrnější k životnímu prostředí než velké přehradu.
- Flexibilní nasazení i v menších vodních tocích.
- Nižší náklady na výstavbu.

Využití: Ideální pro lokální zásobování elektřinou v odlehlých oblastech.

(Wikipedie Malá vodní elektrárna, 2021)

4.5 Přílivové a odlivové elektrárny

Tento typ vodních elektráren využívá energie mořských přílivů a odlivů. Elektrina se vyrábí průtokem vody přes turbíny během změn hladiny moře.

Charakteristika:

- Závislé na pravidelném cyklu přílivu a odlivu.
- Omezené geografické využití – vhodné pouze pro oblasti s výrazným rozdílem hladin.

Využití: Například v pobřežních oblastech s velkými přílivovými rozdíly (Francie, Kanada, Jižní Korea).

Každý z těchto typů vodních elektráren má své specifické výhody a nevýhody, a jejich využití závisí na geografických, ekologických a ekonomických podmínkách konkrétní lokality. (Wikipedie Přílivová elektrárna, 2024)

Analýza nákladů na vybudování vodní elektrárny

Počáteční investice a náklady na provoz

Vybudování vodní elektrárny vyžaduje vysoké počáteční náklady na stavbu přehrad, technologické části a infrastruktury.

Provoz a údržba vodní elektrárny má relativně nízké provozní náklady ve srovnání s jinými zdroji energie.

Hlavní složky nákladů

5.1 Přípravné fáze projektu

- **Průzkum a studie proveditelnosti:** Geologický, hydrologický, ekologický a technický průzkum k určení vhodnosti lokality a technických parametrů.
- **Projektová dokumentace:** Návrh technického řešení, právní a administrativní postupy.
- **Získání povolení:** Administrativní náklady na schválení projektu, posouzení vlivů na životní prostředí (EIA), získání stavebního povolení a další legislativní procesy.

5.2 Stavební práce

- **Přehrada a nádrž:** Stavba přehradní hráze (viz.obr.4) a akumulární nádrže a přivaděčů je jedním z nejdražších aspektů projektu. Náklady se zvyšují v závislosti na velikosti a geologických podmínkách.
- **Vedení vodního toku:** Úprava řeky, kanálů a odvodňovacích systémů.
- **Podzemní práce:** Výstavba tunelů, šachet a dalších konstrukcí pro přesměrování vody.
- *Podíl na celkových nákladech: ~30–50 %.*

5.3 Technologické vybavení

- **Turbíny a generátory:** Klíčové součásti vodní elektrárny, jejichž výběr závisí na spádu vody a průtoku. Například Kaplanovy turbíny jsou vhodné pro nízké spády, zatímco Peltonovy turbíny pro vysoké spády a poté Francisovy turbíny které jsou vhodné pro velký průtok.
- **Transformátory a elektrické systémy:** Zařízení pro přenos a distribuci vyrobené elektrické energie.
- **Automatizace a ovládací systémy:** Moderní technologie zajišťující efektivní a bezpečný provoz.

5.4 Environmentální a sociální opatření

- **Kompenzační opatření:** Minimalizace dopadů na životní prostředí, například instalace rybích přechodů nebo revitalizace území.
- **Přesídlení obyvatel:** V případech, kdy stavba přehrady ovlivní obydlené oblasti.
- **Změny krajiny:** Úprava území v okolí přehrady nebo řešení problémů, jako je eroze půdy.

5.5 Provozní a nepřímé náklady

- **Organizace stavby:** Náklady na pracovní sílu, správu a logistiku během výstavby.
- **Nepředvídatelné náklady:** Rezerva pro technické problémy, zpoždění a neočekávané výdaje.
- **Financování a úroky:** Náklady spojené s půjčkami nebo investory.

Orientační cena nákladů na výstavbu vodních elektráren v ČR (2024) (viz. tabulka.1)

Výše nákladů za výstavbu se mohou lišit podle konkrétních projektů.

5.6 Příčiny nárůstu cen

- **Růst cen materiálů:** Stoupající ceny betonu, oceli a dalších stavebních materiálů zvyšují stavební náklady.
- **Technologická inovace:** Moderní turbíny jsou efektivnější (vyšší účinnost), ale pořizovací náklady na výstavbu jsou vysoké.
- **Regulační požadavky:** Přísnější normy na ochranu přírody (např. rybí přechody) mohou zvyšovat celkové náklady.
- **Dotace a podpora:** Projekty mohou být částečně financovány z evropských fondů nebo českých programů na podporu obnovitelných zdrojů.

5.7 Rozdělení elektráren dle velikosti

Malé vodní elektrárny (MVE):

- Používají se často na jezech a menších tocích.

Střední vodní elektrárny:

- Elektrárny obvykle zahrnují jezy nebo menší přehrady (např. Elektrárna Kamýk nebo Štěchovice na Vltavské kaskádě).

Velké vodní elektrárny:

- Typicky přehradní nebo přečerpávací elektrárny (např. Orlík, Slapy, Dlouhé stráně).

5.8 Faktory ovlivňující náklady

Geografie a geologie

- Obtížný terén, jako jsou hornaté oblasti, zvyšuje náklady na stavbu přehrady a přístupové infrastruktury.

Hydrologické podmínky

- Množství vody a její spád ovlivňují velikost a technologii zařízení.

Ekologické požadavky

- Striktní environmentální regulace mohou zvýšit náklady na ochranná opatření.

Lokální podmínky

- Náklady na pracovní sílu, materiál a dopravu závisí na lokalitě stavby.

5.9 Ekonomická návratnost

Přestože jsou počáteční investice do vodních elektráren vysoké, jejich provozní náklady jsou nízké. Díky dlouhé životnosti (až 100 let) a nízkým nákladům na palivo (voda) je návratnost obvykle výhodná. V závislosti na velikosti projektu může návratnost investice trvat 10–30 let.

Hydroelektrárny jsou dlouhodobě efektivní a udržitelné zdroje energie, avšak jejich výstavba vyžaduje důkladné plánování a značné finanční prostředky. Správná analýza nákladů je klíčem k úspěšnému a ekonomicky výhodnému projektu.

Ekologické aspekty hydroenergetiky

Hydroenergetika, jako jedna z nejstarších forem využití obnovitelných zdrojů energie, představuje klíčovou součást globálního úsilí o snižování emisí skleníkových plynů. Výroba energie z vody je čistá, efektivní a stabilní, což ji odlišuje od mnoha jiných obnovitelných zdrojů. Nicméně, hydroenergetika má také své ekologické dopady, které je třeba důsledně zvažovat.

Pozitivní ekologické aspekty

- **Snižování emisí CO₂:** Vodní elektrárny během svého provozu nevypouštějí skleníkové plyny ani znečišťují ovzduší toxickými látkami, což je velký přínos ve srovnání s fosilními palivy.
- **Dlouhodobá udržitelnost:** Vodní energie využívá přirozený koloběh vody, který je většinou nezávislý na klimatických výkyvech. Tento zdroj je tedy šetrný a prakticky nevyčerpatelný.
- **Zásoba vody a rekreační funkce:** Vodní nádrže mohou sloužit nejen pro výrobu elektřiny, ale také jako zdroj pitné vody, zavlažování nebo jako rekreační zóny pro obyvatele.

Negativní ekologické dopady

- **Zásahy do ekosystémů:** Stavba přehrad a vodních elektráren může způsobit závažné změny v místním ekosystému. Například může dojít k narušení migračních tras ryb, změně toku řeky nebo záplavě velkých oblastí, což ovlivňuje jak faunu, tak flóru.
- **Emise metanu:** Vodní elektrárny, zejména v tropických oblastech, mohou přispívat k emisím metanu. Organická hmota, která zůstane pod hladinou nádrže, se rozkládá za anaerobních podmínek a uvolňuje tento silný skleníkový plyn.
- **Ztráta biologické rozmanitosti:** Záplavy velkých území mohou znamenat ztrátu stanovišť pro mnoho druhů živočichů a rostlin, někdy včetně ohrožených druhů. Změny často zasahují i lokální lidské komunity.
- **Náročnost stavby:** Výstavba velkých přehrad je energeticky a materiálově náročná. Proces stavby také zahrnuje emisní stopy spojené s produkcí betonu a oceli.

Možná řešení a zmírnění negativních dopadů

- **Ekologické koridory:** Instalace rybích přechodů a dalších opatření může usnadnit migraci ryb a snížit dopad na vodní živočichy.
- **Optimalizace projektů:** Pečlivé plánování lokace vodních elektráren s minimálními dopady na okolní ekosystém může zlepšit rovnováhu mezi výrobou energie a ochranou přírody.
- **Monitorování a správa:** Průběžné sledování ekologických dopadů a adaptivní správa projektů mohou přispět ke snižování dlouhodobých škod.
- **Podpora malých vodních elektráren:** Malé a mikro vodní elektrárny mohou být ekologicky přitulnější alternativou, protože obvykle nevyžadují rozsáhlé stavební zásahy.

Výhody hydroenergetiky

Výhody

- Vodní energie je obnovitelný zdroj (nelze ji vyčerpat). Provoz minimálně znečišťuje okolí.
- Vodní elektrárny vyžadují minimální obsluhu i údržbu a lze je ovládat na dálku přes centrální dispečink.
- Malé vodní elektrárny (elektrárny s instalovaným výkonem maximálně do 10 MW) nevytvářejí skoro žádnou zaplavenou plochu a jsou velice levné na provoz.
- Mohou startovat během několika sekund a dispečink je tak může používat jako špičkový zdroj (použití při největší poptávce) k pokrytí okamžitých nároků na výrobu elektrické energie.
- Přehradní hráz dokáže zabránit i menším povodním upouštěním. Velké povodně ovlivňuje také, jen ne v takové míře. Při nastoupení hladiny vody nad hráz, začíná hráz fungovat jako jez.
- Přehradní jezera mohou sloužit i pro jiné další účely, například pro rekreační účely nebo jako zdroje pitné či užitkové vody čili pro vodohospodářské účely. Často bývají vhodné i pro říční rybolov. (Wikipedie, 2024)

Nevýhody hydroenergetiky

Nevýhody

- Vysoké počáteční investiční náklady a případné dopady na životní prostředí v místě výstavby především živočichové a rostliny např. migrace ryb nebo kvalita vody. Vhodné návrhy však mohou zahrnovat opatření na minimalizaci těchto dopadů a podpořit biodiverzitu.
- Vysoké počáteční investiční náklady u přehradních nádrží a čas např. výstavba a nutnost zatopení velkého území.
- Závislost na spádu a stabilním průtoku vody.
- Přehradní hráze a jezy brání běžnému lodnímu provozu na řece, je nutno vybudovat systém plavebních komor, resp. zdymadel.
- Přehradní hráze a vyšší jezy brání migraci ryb, je nutno vybudovat systém cest pro ryby.
- Riziko havárie (protržení hráze při přeplnění, podemletí apod.).
- Riziko zemětřesení (v ČR zatím nehrozí).
- Přehradní nádrže jsou zdrojem skleníkových plynů.
- Změna teploty vody v řece.

(Wikipedie, 2024)

Návratnost

Návratnost vodních elektráren je ovlivněna řadou faktorů, včetně velikosti projektu, umístění, provozních nákladů a počáteční investice. Vodní elektrárny jsou obvykle považovány za jednu z nejeekonomičtějších a nejefektivnějších forem obnovitelných zdrojů energie díky dlouhé životnosti a nízkým provozním nákladům.

Klíčové aspekty návratnosti

9.1 Počáteční investice

- **Malé vodní elektrárny (MVE):** Obvykle levnější na vybudování, ale s nižším výkonem.
- **Velké vodní elektrárny:** Vyžadují vysoké investice do stavby přehrad, turbín a infrastruktury. Investice do velkých projektů může dosahovat několik miliard korun.

9.2 Provozní náklady

- Po spuštění mají vodní elektrárny nízké provozní náklady (např. minimální spotřeba paliva, snadná údržba turbín a generátorů).
- Pravidelný servis a údržba včetně monitoringu zařízení prodlužují životnost.

9.3 Doba návratnosti

Obvykle se pohybuje mezi:

- **5–10 lety** pro malé projekty.
- **15–20 lety** pro velké elektrárny.

Příjmy plynou z prodeje elektřiny nebo případné snížení nákladů získáním dotací na obnovitelné zdroje energie. U velkých vodních děl (např. přehrad) může návratnost zahrnovat také nepřímé přínosy, jako je regulace povodní a zajištění zavlažování.

9.4 Životnost a výnosnost

- Vodní elektrárny mohou fungovat 50–100 let s minimálními modernizacemi.
- Jejich dlouhá životnost zvyšuje celkovou výnosnost investice.

9.5 Faktory ovlivňující návratnost

1. **Hydrologické podmínky:** Dostupnost vody je klíčová. Nepravidelné průtoky mohou negativně ovlivnit výrobu energie.
2. **Regulace a dotace:** V mnoha zemích existují podpory na výstavbu a provoz obnovitelných zdrojů.
3. **Cena elektřiny:** Vyšší cena elektřiny zkracuje dobu návratnosti.
4. **Ekologické náklady:** Projekty mohou čelit ekologickým omezením a nákladům na zmírnění dopadů na životní prostředí.

9.6 Výhody návratnosti vodních elektráren

- Stabilní a předvídatelný zdroj energie.
- Nízké emise uhlíku a příspěvek k dosažení klimatických cílů.
- Možnost výroby elektřiny v průběhu špičkové spotřeby (např. přečerpávací vodní elektrárny).

Vodní přehrada Dlouhé stráně

10.1 Základní informace

Vodní přehrada Dlouhé stráně je největší přečerpávací vodní elektrárna v České republice, postavená mezi lety 1978-1996.

Umístění

Elektrárna se nachází v pohoří Jeseníky v severní části České republiky.

Kapacita

Instalovaný výkon je 650 MW a přečerpávací kapacita činí 1,5 milionu m³ vody.

Návratnost investice

Přes vysoké počáteční náklady se předpokládá, že elektrárna bude v provozu minimálně 80 let a již po několika letech provozu došlo k návratnosti investic.

Tržby a úspory

Přehrada generuje roční tržby z prodeje elektřiny a úspory díky rychlému špičkovému pokrytí poptávky.

Náklady na provoz

Provoz elektrárny vyžaduje vysoké investice do servisu a údržby včetně nových investic do obnovy technologií.

Celkové náklady na stavbu činily přibližně 6,5 miliardy Kč. V dnešních cenách (po započtení inflace: cca 15–18 miliard Kč. Návratnost nákladů na výstavbu elektrárny byla dosažena za sedm let provozu. V prvních deseti letech elektrárna dodala do sítě 2 672,716 GWh energie.

10.2 Technické specifikace a výkon přehrady

Vodní dílo

Přehrada využívá systém dvou nádrží spolu propojených přivaděči s celkovým spádem 510 metrů. (viz.obr.5,6)

Turbogenerátory

Elektrárna je vybavena dvěma vertikálními Francisovými turbínami s maximálním výkonem jednoho soustrojí 325 MW.

Účinnost a výkon

Maximální účinnost dosahuje 87 % a denní špičkový výkon je 650 MW, což umožňuje pružně reagovat na aktuální spotřebu.

10.3 Hlavní výhody

Pokrytí

Dlouhé stráně mají za úkol zajišťovat špičkové pokrytí elektřiny především v době ranní a večerní špičky.

Adaptace na změnu

Flexibilita elektrárny umožňuje pružně reagovat na proměnlivost v poptávce a výrobě z obnovitelných zdrojů.

Závěr

Budování vodních elektráren je ekonomicky výhodné nezatěžuje významně okolní krajinu podporuje návštěvnický ruch kolem přehrady při výstavbě či zajišťuje práce pro dělníky. Vodní elektrárny představují důležitý prvek v přechodu na obnovitelné zdroje energie. Jejich vratnost, a tedy ekonomická efektivita, je klíčovým faktorem pro podporu jejich rozvoje a investice do nových projektů. Při plánování a realizaci těchto projektů je však nezbytné brát v potaz i environmentální aspekty a zajištění udržitelnosti, aby byly přínosy maximálně využity a negativní dopady minimalizovány

Zdroje a přílohy:

- ČEZ. (25. 11 2024). *O vodní energetice*. Načteno z <https://www.cez.cz/>: O vodní energetice | Skupina ČEZ - O Společnosti
- ČEZ. (15. 12 2024). *Obnovitelné zdroje*. Načteno z <https://www.cez.cz/>: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/obnovitelne-zdroje/voda/informace-o-vodni-energetice>
- EPET. (24. 8 2021). *Vodní energie: Princip fungování, využití a největší producenti*. Načteno z <https://www.epet.cz/>: Vodní energie: Princip fungování, využití a největší producenti | epet.cz
- Infrazářič. (8. 2 2024). *Vodní elektrárny*. Načteno z <https://infrazaric.cz/>: Vodní elektrárny: Obnovitelný zdroj energie, který má budoucnost v elektro sektoru < Infrazářič
- MALÍK, Č. (12. 8 2021). Bakalářská práce . *NÁVRH MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY*. Praha, Praha, ČR.
- VOBOŘIL, D. 2. (24. 11 2016). Načteno z <https://oenergetice.cz/>: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/vodni-elektrany-princip-a-rozdeleni>
- Wikipedie. (20. 11 2024). Načteno z <https://cs.wikipedia.org/>: https://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna
- Wikipedie *Malá vodní elektrárna*. (8. 8 2021). Načteno z <https://cs.wikipedia.org/>: https://cs.wikipedia.org/wiki/Mal%C3%A1_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna#:~:text=Mal%C3%A1%20vodn%C3%AD%20elektr%C3%A1rna%20%28MVE%29%20je%20ozna%C4%8Den%C3%AD%20pro%2

0vodn%C3%AD,za%20MVE%20vodn%C3%AD%20elektr%C3%A1rny%20do%20v%C3%BDkonu%205
%20MW.

Wikipedie *Průtočná vodní elektrárna*. (12. 7 2024). Načteno z [https://cs.wikipedia.org/:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFto%C4%8Dn%C3%A1_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna](https://cs.wikipedia.org/:https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFto%C4%8Dn%C3%A1_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna)

Wikipedie *Přečerpávací vodní elektrárny*. (6. 3 2024). Načteno z [https://cs.wikipedia.org/:
https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99e%C4%8Derp%C3%A1vac%C3%AD_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna](https://cs.wikipedia.org/:https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99e%C4%8Derp%C3%A1vac%C3%AD_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna)

Wikipedie *Přečerpávací vodní elektrárny*. (6. 3 2024). Načteno z [https://cs.wikipedia.org/:
https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99e%C4%8Derp%C3%A1vac%C3%AD_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna](https://cs.wikipedia.org/:https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99e%C4%8Derp%C3%A1vac%C3%AD_vodn%C3%AD_elektr%C3%A1rna)

Wikipedie *Přilivová elektrárna*. (6. 6 2024). Načteno z [https://cs.wikipedia.org/:
https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADlivov%C3%A1_elektr%C3%A1rna](https://cs.wikipedia.org/:https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADlivov%C3%A1_elektr%C3%A1rna)

[Seznam obrázků](#)

Obrázek 1: Řez vodní elektrárnou [dostupné z: https://pin.it/6OWRz06hi]	15
Obrázek 2: Francisova turbína [Dostupné z: https://pin.it/4S1xhiDhi]	16
Obrázek 3: Vodní turbíny [Dostupné z: https://pin.it/7nFqspccb]	16
Obrázek 4: Výstavba přehrady Orlický [Dostupné z: https://www.lidovsky.cz/byznys/foto/NEV3d3468_FO03010532.jpg]	17
Obrázek 5: Dlouhé stráně [Dostupné z: https://edu.techmania.cz/cs/veda-v-pozadi/663]	17
Obrázek 6: Horní nádrž [Dostupné z: http://www.dlouhestrane.cz/webkamera.html]	18

[Seznam tabulek](#)

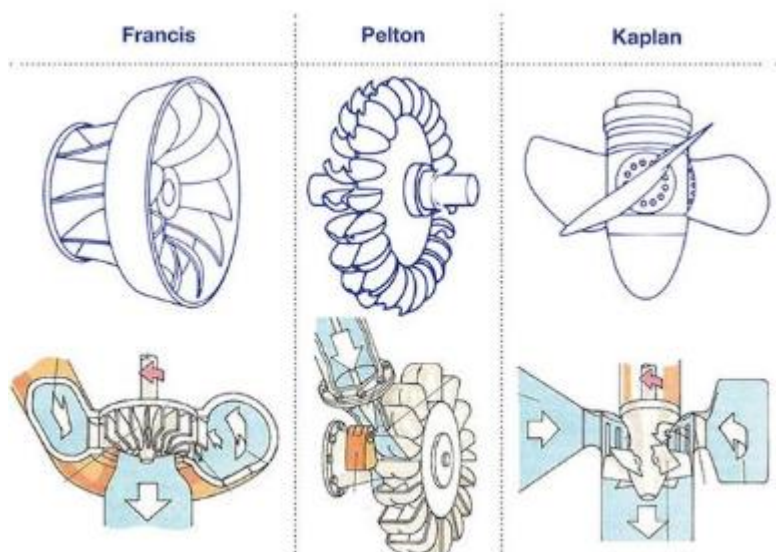
Tabulka 1: Orientační cena nákladů na výstavbu vodních elektráren [zhotovil autor]	18
--	----

Dlouhé stráně virtuální prohlídka: [Virtuální prohlídka ČEZ – vodní elektrárna Dlouhé stráně](#)

Přílohy – obrázky



Obrázek 2: Francisova turbína [Dostupné z: <https://pin.it/4S1xhiDhi>]



Obrázek 3: Vodní turbíny [Dostupné z: <https://pin.it/7nFqspccb>]



Obrázek 4: Výstavba přehrady Orlik [Dostupné z: https://www.lidovky.cz/byznys/foto/NEV3d3468_FO03010532.jpg]



Obrázek 5: Dlouhé stráně [Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/veda-v-pozadi/663>]



Obrázek 6: Horní nádrž [Dostupné z:<http://www.dlouhestrane.cz/webkamera.html>]

Položka	Velké vodní elektrárny
Instalovaný výkon	Nad 10 MW
Cena za MW	90–180 mil. Kč/MW
Přípravná fáze	15–60 mil. Kč
Studie proveditelnosti	5–15 mil. Kč
Projektová dokumentace	10–45 mil. Kč
Stavební práce	600 mil. Kč – 4 mld. Kč
Hráz, přehrada	Až 2,5 mld. Kč
Budovy a kanály	20–50 % z celkových nákladů
Technologie	150–600 mil. Kč
Turbíny a generátory	60–250 mil. Kč/turbínu
Elektrické zařízení	50–150 mil. Kč
Ochranná opatření	60–150 mil. Kč
Infrastruktura	70–300 mil. Kč
Celkové náklady	5–8,5 mld. Kč
Provozní náklady (ročně)	1–4 % z investiční hodnoty
Životnost	Více než 50 let

Tabulka 1: Orientační cena nákladů na výstavbu vodních elektráren [zhotovil autor]