



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
ENERGY INSTITUTE

## OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE V SR RENEWABLE ENERGY SOURCES IN SR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

PETER SZEGEDI

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. JAN FIEDLER, Dr.

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2008/09

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Szegedi Peter

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Energetická a procesní zařízení (2302R005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Obnovitelné zdroje energie na Slovensku**

v anglickém jazyce:

### **Renewable energy source at Slovakia**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešerše využívání obnovitelných zdrojů energie na Slovensku.

Zaměření práce zejména na vodní elektrárny.

Cíle bakalářské práce:

Popis současného stavu využívání obnovitelných zdrojů na Slovensku

Zaměření na využívání vodní energie

Technický popis konkrétní vodní elektrárny

Základní technicko-ekonomické výpočty

Seznam odborné literatury:

Melichar, F.: Malé vodní elektrárny, ČVUT Praha 2004  
Kolektiv: Obnovitelné zdroje energie, FCC Public, 2002

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

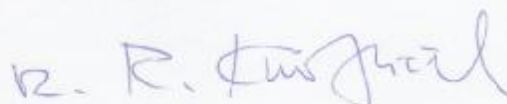
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 9.3.2009

L.S.



doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.  
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

## Abstrakt

Bakalárska práca je rozdelená na päť hlavných častí. Prvá časť sa zaoberá históriou využívania vody ako zdroja energie na Slovensku a popisuje aktuálny stav využívania vodných tokov. Ďalšia časť je venovaná súčasnému stavu energetiky SR, výhľadu do budúcnosti a možnosti využívania najperspektívnejších obnoviteľných zdrojov energie. Podstatná časť sa zaoberá vodnými elektrárnami a ich popisom. Posledná kapitola je zameraná na malé vodné elektrárne a technicko-ekonomické zhodnotenie troch konkrétnych MVE. Záver je venovaný stručnému prehľadu informácií získaných pri písaní bakalárskej práce a vlastného odhadu autora, ako by sa mohla situácia v oblasti OZE na Slovensku vyvíjať.

### Kľúčové slová:

obnoviteľné zdroje energie, vodná elektráreň, malá vodná elektráreň, hydroenergetický potenciál, turbína, prietok, spád, výkon

## Abstract

The bachelor thesis is divided into five main issues. The first issue is dealing with history of exploitation of water as a power supply in Slovakia and is describing current situation of exploitation of watercourses. The next part of the thesis is describing a present condition of power industry in Slovakia, its future perspective and a possibility of deriving benefit from the most perspective renewable resources of energy. The essential issue handles with water power stations and its description. The last capture is focused on small hydroelectric power stations and technic – economical evaluation of three concrete SHPS. The conclusion is attending to short overview of information obtained by writing the bachelor thesis and to author's own estimation of development of renewable energy sources situation in Slovakia

### Keywords:

renewable energy sources, hydropower plant, small hydropower plant, hydroenergetics potential, turbine, flow, slope, output

## Bibliografická citácia

SZEGEDI P., *Obnovitelné zdroje energie v SR*: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 39s. Vedúci bakalárskej práce: doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

## Prehlásenie:

Prehlasujem, že som bol oboznámený s predpismi pre vypracovanie bakalárskej práce a že som celú bakalársku prácu, vrátane príloh vypracoval samostatne pod vedením doc. Ing. Jana Fiedlera, Dr. s použitím uvedenej literatúry.

V Brne dňa .....

.....

Peter Szegedi

### Pod'akovanie:

Na tomto mieste by som sa chcel poďakovať pánovi doc. Ing. Fiedlerovi, Dr. za odborné vedenie a rady, ktoré mi pomohli pri vytvorení tejto bakalárskej práce.

# Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	- 8 -
<b>2. VODNÁ ENERGIA</b> .....	- 9 -
2.1 História .....	- 9 -
2.2 Hydroenergetický potenciál SR .....	- 10 -
2.2.1. Rozdelenie hydroenergetického potenciálu .....	- 10 -
<b>3. ENERGETIKA NA SLOVENSKU</b> .....	- 13 -
<b>4. VODNÉ ELEKTRÁRNE</b> .....	- 18 -
4.1. Navrhovanie VE a dôležité parametre VE .....	- 19 -
4.2. Hlavné časti vodných elektrární .....	- 21 -
4.2.1. Vodná zdrž, priehrada, hať .....	- 21 -
4.2.2. Hrablice, prívodný kanál a hradidlá .....	- 21 -
4.2.3. Strojné (technologické) vybavenie vodnej elektrárne .....	- 21 -
<b>5. VÝHODY A NEVÝHODY STAVBY VODNÝCH DIEL</b> .....	- 26 -
<b>6. MALÉ VODNÉ ELEKTRÁRNE</b> .....	- 27 -
6.1. MVE v Slovenskej republike.....	- 27 -
6.1.1. MVE Šalková.....	- 29 -
6.1.2. MVE Družstevná pri Hornáde .....	- 31 -
6.1.3. MVE na rieke Hron .....	- 33 -
<b>7. ZÁVER</b> .....	- 36 -
<b>POUŽITÁ LITERATÚRA</b> .....	- 38 -
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV</b> .....	- 39 -



# 1. Úvod

Témou mojej bakalárskej práce sú obnoviteľné zdroje energie v Slovenskej republike so zameraním na vodnú energetiku. Rozhodol som sa venovať danej oblasti z dôvodu veľkého využívania hydroenergetického potenciálu na Slovensku.

Spotreba energie na celom svete rastie a tempo, akým sa fosílna palivá využívajú je z ekonomického hľadiska (dovoz palív) a z hľadiska dopadu na životné prostredie (vypúšťanie škodlivých emisií do ovzdušia) trvalo neudržateľné. Preto sa stále viac dostáva do popredia tematika obnoviteľných zdrojov. Ich využívanie je dnes všade vo svete brané ako veľmi dôležité a všetky vyspelé štáty sa snažia v svojej energetickej politike tieto zdroje vyzdvihnúť a disponovať s nimi v čo najväčšej miere.

V jednotlivých kapitolách postupne rozoberiem históriu využívania vodných tokov, princíp práce vodných elektrární, ich jednotlivé časti, použité zariadenia a rozdelenie vodných elektrární.

Samostatná časť práce bude venovaná energetike Slovenskej republiky a využívaniu vodnej energie na Slovensku.

V závere sa budem venovať technologickému popisu dvoch existujúcich vodných elektrární, jednému konkrétnemu projektu plánovanej malej vodnej elektrárne a zhodnoteniu návratnosti investície spojenjej s ich výstavbou.

Pojem obnoviteľný zdroj energie je definovaný ako zdroj neustále sa doplňujúcej energie, ktorá má rôzne formy, je priamo alebo nepriamo čerpaná zo Slnka alebo z tepla generovaného hlboko vo vnútri Zeme.

K obnoviteľným zdrojom energie patrí:

- energia slnečného žiarenia
- energia vetra
- energia biomasy
- energia vody
- energia geotermálnych zdrojov
- energia morského prílivu a vln

## 2. Vodná energia

V súčasnosti je najvýznamnejším obnoviteľným zdrojom energie práve vodná energia. Celosvetovo je využívaných asi 30% zásob hydroenergie, ktorej hnacím motorom je slnečná energia. Vplyvom slnečného žiarenia sa zo zemského povrchu voda odparuje, vytvárajú sa mraky, tie po ochladení kondenzujú a v podobe zrážok sa vracajú späť na Zem. Slnko teda zabezpečuje neustály kolobeh vody na Zemi.

Energetické zdroje využívajúce energiu vodných tokov patria v dnešnej dobe medzi veľmi používané. Najčastejším spôsobom výroby elektrickej energie z vodných tokov je výroba pomocou vodných elektrární. Výhodou takejto výroby je vysoká účinnosť premeny energie vody na mechanickú a následne na elektrickú, neznečisťuje životné prostredie škodlivými emisiami, dlhá životnosť zariadení a pružné reagovanie na špičkovú potrebu elektrizačnej sústavy. Využívanie tohto druhu obnoviteľného zdroja so sebou neprináša iba výhody, ale taktiež niektoré nevýhody. Medzi hlavné nevýhody patrí vysoká cena celej realizácie stavby, niektoré ekologické ale taktiež aj sociálne dopady.

### 2.1 História

Prvé zmienky o použití vody ako zdroja energie siahajú do doby starého Grécka asi 4000 rokov p. n. l. Jednoduché vodou poháňané zariadenia pomáhali uľahčiť namáhavú prácu najmä pri mletí obilia, pílení dreva atď.

Využívanie vodnej energie na Slovensku má bohatú históriu, ktorá siaha k prelomu 19. a 20. storočia, kedy Slovensko patrilo k priekopníkom vo výrobe elektrickej energie. Mlynári pomocou plochých remeňov z vodného kola poháňali okrem mlyna aj dynamá a alternátory rôzneho napätia s kolísavou frekvenciou. Ďalšími odvetviami, ktoré často využívali elektrickú energiu vyrobenú z vodných zdrojov boli baníctvo a hutníctvo. Prvé elektrárne vznikali na vidieku a postupne sa tieto jednotlivé malé elektrárne zdokonaľovali a združovali, čo viedlo k vzniku prvých elektrických sietí.

Najstaršou vodnou elektrárnou Slovenskej republiky bola vodná elektráreň v Krompachoch uvedená do prevádzky v roku 1889 s výkonom 22 kW. V rokoch 1889-1899 vzniklo na Slovensku 22 vodných elektrární o výkone zhruba 1580 kW. Väčšie využívanie elektrickej energie, najmä v priemysle viedlo k budovaniu ďalších takýchto zdrojov energie a medzi rokmi 1900-1918 bolo uvedených do prevádzky ešte 46 vodných diel s výkonom 13154 kW. Spoločenstvá miest a obcí medzi rokmi 1918-1945 pokračovali v budovaní elektrární, ktoré boli prínosom nielen z hľadiska energetiky, ale aj z pohľadu využitia vodných diel na reguláciu vodných tokov. V tomto období sa získavali aj prvé skúsenosti s reguláciou elektrizačného systému. Na konci roku 1945 bolo na Slovensku uvedených do prevádzky 100 vodných elektrární s celkovým výkonom 22760 kW. V dokumente ministerstva verejných prác vydaného v roku 1930 je uvedené, že na našom území bolo 3097 vodných diel s celkovým inštalovaným výkonom 37540 kW. Väčšina týchto zariadení využívajúcich energiu vody boli malé vodné elektrárne (MVE). Dnes je takýchto MVE na Slovensku zhruba 180 a dve z toho pracujú s pôvodnou technológiou už viac ako 100 rokov. [1]

Po roku 1945 sa postupne upúšťalo od výstavby malých vodných diel a začalo sa s budovaním väčších vodných elektrární, najmä na našej najdlhšej rieke Váh. V roku 1977 došlo k podpisu medzištátnej zmluvy medzi vtedajším ČSSR a Maďarskom o výstavbe a prevádzke sústavy vodných diel Gabčíkovo-Nagymaros. Spustenie celého diela do prevádzky trvalo viac ako dve desaťročia. Predchádzali tomu rôzne prieskumy zo strany Maďarskej republiky, ktorá v roku 1989 práce pozastavila. V tejto dobe bolo už ale vodné dielo Gabčíkovo na slovenskej strane hotové na 90%. Následne sa pokúsilo Maďarsko v roku 1992 vypovedať zmluvu a Československo v snahe zabrániť environmentálnym a ekonomickým škodám vybudovalo tzv. Variant C a celú sústavu uviedlo do prevádzky. V roku 1997 bol na pôde medzinárodného súdneho dvora v Haagu vynesený rozsudok, ktorý dal za pravdu slovenskej strane a na základe tohto rozsudku sa museli obe strany dohodnúť na ďalšom postupe. Toto vodné dielo je z hľadiska energetiky Slovenskej republiky veľmi dôležité, pretože do elektrickej siete dodáva 8% ročnej spotreby elektrickej energie Slovenska. [2]

O rozvoji vodnej energetiky svedčí aj fakt, že od roku 1945 do roku 1996 sa výkon vodných elektrární zvýšil viac ako stonásobne (z pôvodných 22,76 MW na 2386,8 MW). [1]

## 2.2 Hydroenergetický potenciál SR

Na úvod je dôležité vysvetliť pojem hydroenergetický potenciál (HEP) vodného toku. HEP je jedným z druhov národného bohatstva, ktorého nevyužívanie znamená pre krajinu nenávratné straty aj napriek tomu, že tento druh energie je obnoviteľný, pretože táto energia doslova odtečie. Podľa výkladu zákona č. 364/2004 Z. z. je hydroenergetický potenciál tokov definovaný ako mechanická energia produkovaná pohybom masy vody v prirodzenom alebo umelom koryte, je ich súčasťou a je vo vlastníctve Slovenskej republiky. Udáva sa ako priemerná hodnota za 1 rok. [3]

### 2.2.1. Rozdelenie hydroenergetického potenciálu

Pojem hydroenergetický potenciál je možné rozdeliť na 7 druhov: [4]

#### 1. Teoretický HEP

Je to teoreticky vypočítaná schopnosť vodných tokov poskytnúť elektrickú energiu vyrobenú vo vodných elektrárnach, ktoré by pracovali so 100% účinnosťou. Je vypočítaný na základe energetickej analýzy, ktorá berie do úvahy spád vodného toku (rozdiel výšky hladín) a jeho prietok (množstvo vody pretekajúcej v rieke, udávanej v jednotkách  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Takto vypočítaná hodnota sa nedá prakticky celá využiť na výrobu elektrickej energie. Je to z dôvodu nenarušenia prirodzeného vodného prúdu, prietoku a odtoku vody.

#### 2. Technicky využiteľný HEP

Je hodnota energie, ktorú je možné vyrobiť z posúdených vodných tokov pri využití súčasných a nových vodných elektrární. Do tohto druhu HEP sa nezapočítavajú veľmi komplikované alebo z technických dôvodov neuskutočniteľné riešenia (toky s veľmi malými spádmi, nepravidelnými prietokmi a pod.).

### 3. Ekonomicky využiteľný HEP

Je časťou technicky využiteľného HEP, ktorá je ekonomicky opodstatnená. Nie stále znamená, že riešenia, ktoré sa dajú technicky zrealizovať budú aj hospodárne. Postaviť vodnú elektrárňu, ktorá neprinesie primeraný ekonomický efekt je totiž nevýhodné a zaťažilo by to sektor energetiky dlhodobými stratami. Z tohto dôvodu je súčasťou predbežných riešení ekonomický rozbor, ktorý zahŕňa návratnosť investícií vložených do výstavby diela a tiež výnosy z predaja energie vyrobenej v elektrárni. Ekonomicky únosnými nákladmi na výrobu energie sú tie, ktoré nepresiahnu jej výkupnú (pri predaji do verejnej siete) alebo nákupnú cenu (pri vlastnej spotrebe prevádzkovateľa).

### 4. Ekologicky využiteľný HEP

Je časťou ekonomicky využiteľného HEP, ktorá je zároveň aj ekologicky opodstatnená. Všetky riešenia, ktoré sa dajú technicky a ekonomicky realizovať musia byť tiež ekologicky únosné. Vodné elektrárne nesmú teda zaťažiť okolité životné prostredie a napáchať škody, ktoré by museli v budúcnosti riešiť ďalšie generácie.

### 5. Skutočne využitý HEP

Je súčtom elektrickej energie vyrobenej v súčasných vodných elektrárňach na posudzovanom území v období jedného roka. Do tejto časti HEP sa nepočítajú výroba z prečerpávacích elektrární a prečerpania.

### 6. Doteraz nevyužitý HEP

Je rozdielom medzi technicky využiteľným a skutočne využitým HEP alebo podielom skutočne využitého a technicky využitého potenciálu udávaným v percentách. Tieto výsledky slúžia pre tvorbu prognózy vývoja HEP.

### 7. Perspektívne využiteľný HEP

Udáva možný prírastok elektrickej energie vyrobenej v novo postavených vodných elektrárňach.

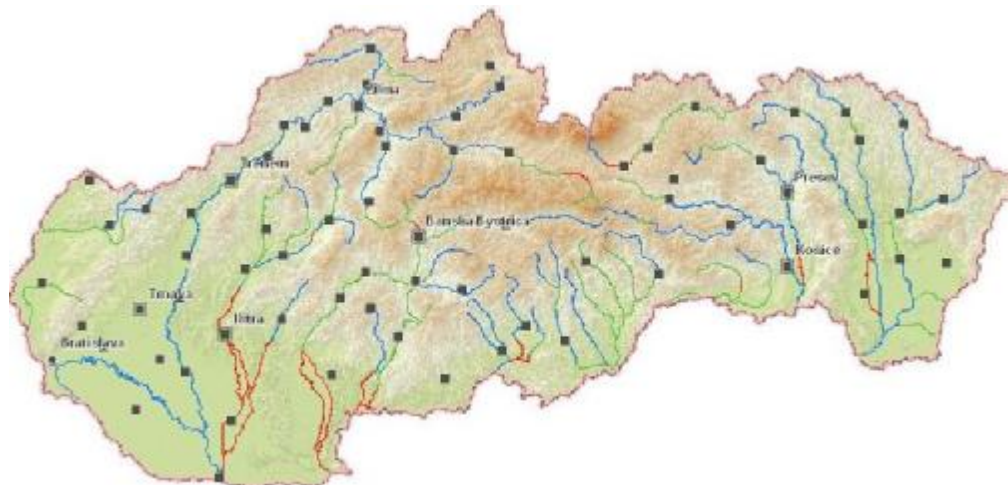
Hodnoty hydroenergetického potenciálu sa udávajú v jednotkách elektrickej energie, napríklad GWh/rok alebo TWh/rok.

Slovenská republika využíva vodnú energiu k výrobe elektrickej energie z veľkej časti. Dohromady v 243 vodných elektrárňach je využívaných 57,5% hydroenergetického potenciálu, čo predstavuje hodnotu 7361 GWh/rok. Pre porovnanie uvádzam, že pre výrobu takého množstva energie by bolo potrebné spáliť v elektrárni 9,863 mil. ton hnedého uhlia. [5]

Z dôvodu nevyužitia celého hydroenergetického potenciálu Slovenska (asi 5200 GWh/rok) je nutné spáliť ročne v klasických elektrárňach okolo 6000 mil. ton hnedého uhlia. Energetická koncepcia pre SR počíta s väčším využívaním vodnej energie (nad 60% HEP), čo umožní znížiť aj negatívne dopady na životné prostredie z hľadiska vypúšťania škodlivých emisií do ovzdušia. Odstránenie tohto negatívneho faktoru musí sprevádzať aj úspora elektrickej energie, ku ktorej sa Slovensko podľa Koncepcie energetickej efektívnosti SR do roku 2020 zaväzuje a od roku 2008 do roku 2016 chce znížiť spotrebu o 9%.

Na Slovensku sa vo vodných elektrárnach vyrobí približne 15–20% elektrickej energie z celoročnej spotreby.

Obr. 2.2.1. Mapa významných vodných tokov Slovenskej republiky:



Zdroj: Enviroportál.sk [online], URL: < <http://enviroportal.sk/atlas/online/> > 16. 04. 2008

Dĺžka vodných tokov evidovaných v Slovenskej republike činí 49 774,8 km. [6] Najdlhšou riekou je Váh (406 km), ktorý sa vlieva do najväčšej rieky – Dunaja. Slovenskom Dunaj preteká len na úseku 172 km (z celkovej dĺžky 2857 km). [7] Aj napriek tomu má pre hydroenergetiku a riečnu dopravu veľký význam (Vodné dielo Gabčíkovo). Z pohľadu hydroenergetiky je dôležitým zdrojom pre výrobu elektrickej energie a z pohľadu dopravy tvorí jeden z hlavných európskych dopravných koridorov. Vodné dielo Gabčíkovo tvorí dôležité prieplavné spojenie kanálu Dunaj–Mohan–Rýn a spája tak Severné a Čierne more.

Celkovo sa vodné toky Slovenska rozdeľujú na štyri hlavné povodia: [8]

- a) Povodie Dunaja
- b) Povodie Váhu
- c) Povodie Hrona
- d) Povodie Bodrogu a Hornádu

Obr. 2.2.2. Mapa povodí Slovenskej republiky (zľava: povodie Dunaja, povodie Váhu, povodie Hrona, povodie Bodrogu a Hornádu):



Zdroj: povodia.sk [on-line], URL: < <http://www.povodia.sk/> > 24. 04. 2008

Slovenské rieky odvodňujú svoje toky do dvoch morí, do Baltského mora (4% celkovej plochy SR) a do mora Čierneho (96% plochy SR). [7]

Tab. 2.2.1. Najväčšie rieky SR podľa prietoku:

Rieka	Dlhodobý priemerný prietok [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]
Dunaj	2290
Váh	196
Morava	120
Bodrog	115
Latorica	86,8
Laborec	54,5
Hron	53,7
Orava	34,5
Uh	32,9
Hornád	30,9
Ondava	22,9
Slaná	20,9
Ipeľ	20,6
Poprad	19,8
Nitra	18,1
Kysuca	17,3
Turieč	10,9
Topľa	10,6
Torysa	10,6
Hnilec	8,1
Slatina	7,93
Rimava	7,1

Zdroj: slovenska-republika.com [on-line],

URL: < <http://www.slovenska-republika.com/data/oldsites/voda.htm> > 24. 04. 2008

### 3. Energetika na Slovensku

Tak ako vo všetkých vyspelých zemiach vo svete, aj na Slovensku je otázka energetiky kľúčovou. O dispečerské riadenie elektrizačnej sústavy sa stará Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s. (SEPS). Má za úlohu zabezpečiť kvalitnú a spoľahlivú dodávku elektriny na území SR v prepojení so sústavami susedných štátov. K ďalším úlohám SEPS patrí vyrovnávanie bilancie sústavy (výroba – spotreba), prenos elektrickej energie, systémové a podporné služby, údržba, obnova a rozvoj zariadení sústavy, tranzit elektrickej energie a koordinácia riadenia sústavy v rámci medzinárodného prepojenia elektrizačných sústav. [9]

Slovenská republika ako súčasť združenia európskych prevádzkovateľov prenosových sústav (UCTE) sa aktívne zapája do diania na trhu s elektrickou energiou v Európe. V súčasnej dobe je z pohľadu využívania energetických zdrojov SR deficitná, čo má samozrejme za následok zvyšovanie cien energií (od r. 2003 do r. 2006 elektrina

zdražela asi o 40%). Je to dané najmä tým, že elektrickú energiu treba na Slovensko dovážať z okolitých zemí.

Prognózy ukazujú, že spotreba elektriny bude až do roku 2012 prevyšovať našu domácu výrobu (predpokladá sa teda zvyšovanie cien elektriny o 5–10% medziročne). V roku 2010 sa počíta s maximálnym deficitom v tomto období – až 4,5 TWh. Najväčšiu časť slovenskej energetiky má v rukách spoločnosť Slovenské elektrárne, a.s. (celkovo 85%). Podľa mňa by bolo jednou z možností ako znížiť ceny elektrickej energie zníženie exportu elektriny za hranice Slovenska a tým by sa ušetrilo na importe energie z iných krajín. Pochybujem ale, že tento variant príde v úvahu, keďže majoritným vlastníkom Slovenských elektrární (SE) nie je štát. V dnešnej dobe, kedy sa hľadá hlavne na zisk, sa SE určite budú správať ako obchodník a energie budú isto aj naďalej výhodne predávať prostredníctvom energetickej burzy.

V roku 2006 bolo v SR celkovo vyrobených 31 227 GWh elektrickej energie, v roku 1996 to bolo len 25 290 GWh.[10] Tento nárast vo výrobe je spôsobený samozrejme požiadavkami trhu, čo predstavuje v posledných rokoch najmä vstup zahraničných investorov na slovenský trh. Zvyšujúci dopyt za posledné obdobie predstavuje hlavne príchod dvoch automobiliek a ďalších investorov do slovenského priemyslu. V blízkej dobe nemožno teda očakávať úbytok spotreby elektriny zo strany priemyselných odberateľov. Domácnosti šetria energiu napríklad nákupom nových spotrebičov (energeticky úspornejších), no k týmto užívateľom elektriny smeruje len štvrtina dodávok energie.

Samozrejme v dlhodobejšom pláne SE je zakotvené použitie väčšieho množstva peňazí pre zefektívnenie slovenskej energetiky (110 mld. Sk). Vývoz elektriny predstavoval v roku 2006 5,1% celkovej výroby sústavy SR. Exportovalo sa 10,923 TWh. Import regulačnej elektriny z ČR predstavoval v roku 2006 hodnotu 42,63 GWh (oproti r. 2005 vzrástol o 32 GWh). [11]

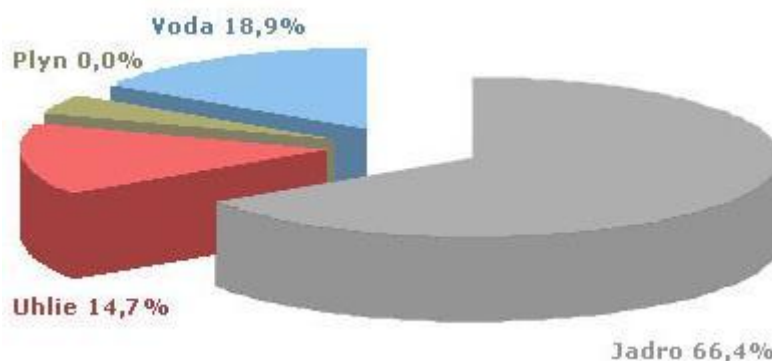
Tab. 3.1. Predpokladaný vývoj celkovej spotreby elektriny a maximálnej možnej výroby elektriny (v TWh)

Rok	Spotreba	Výroba	Rozdiel
2006	29,4	31,0	1,6
2007	29,7	28,4	-1,3
2008	30,1	28,7	-1,4
2009	30,5	26,1	- 4,4
2010	31,0	26,5	-4,5
2015	32,9	38,1	5,2
2020	34,8	38,1	3,3
2030	38,0	35,5	- 2,5

Zdroj: Ministerstvo hospodárstva [on-line],

URL:[http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/192E1D913AA57ABAC12570F20044147E/\\$FILE/Zdroj.html](http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/192E1D913AA57ABAC12570F20044147E/$FILE/Zdroj.html) > 27. 04. 2008

Obr. 3.1. Podiel primárnych energetických zdrojov na dodávke elektriny (2007)

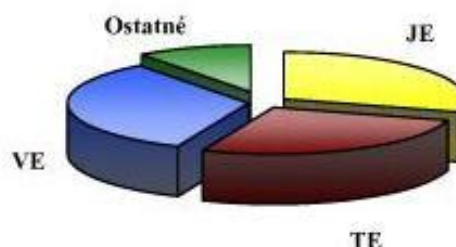


Zdroj: Slovenské elektrárne, a.s. [on-line],

URL: < <http://www.seas.sk/spolocnost/klucove-udaje/podiel-zdrojov-na-vyrobe-elektriny/> > 28. 04. 2008

Obr. 3.2. Inštalovaný výkon elektrární SR

Elektrárň	MW	%	Type
JE	2 200	29,5	Nuclear
TE	2 009	27,0	Thermal
VE	2 478	33,2	Hydro
Ostatné	766	10,3	Others
<b>Suma</b>	<b>7 453</b>		<b>Total</b>



Zdroj: SEPS, a.s. [on-line],

URL: < <http://www.sepsas.sk/seps/DispRocenskaObr.asp?obr=200811> > 23. 04. 2009

V súčasnej dobe tvorí podiel OZE na celkovej spotrebe energií Slovenska približne 5-6% (celkovo v EÚ je to cca 8,5%). Asi polovicu z tejto hodnoty tvorí energia vytvorená z biomasy a druhú polovicu energia z vody. SR tak, ako ostatných 26 krajín EÚ, ktoré sa zúčastňujú rokovaní o energetickej politike sa zaviazala zvýšiť tento podiel spotrebovanej energie z OZE na 12% do roku 2010 na úrovni EÚ. Ďalšími záväznými limitmi, ktoré boli prerokované na pôde európskeho parlamentu sú: [12]

- 20% podiel energie z OZE na celkovej spotrebe do roku 2020 (12% do roku 2010),
- minimálne 10% podiel biopalív z celkovej spotreby pohonných hmôt v doprave do roku 2020 (5,7% do roku 2010),
- zníženie emisií skleníkových plynov aspoň o 20% oproti roku 1990 (do roku 2050 o 60–80%),
- z pohľadu energetickej efektívnosti by sa mala znížiť spotreba elektrickej energie o 20% v porovnaní s predpokladanými číslami na rok 2020.

K dosiahnutiu týchto cieľov majú dopomáhať ako štátne dotácie, tak i dotácie z európskej únie. Každý štát má vlastný prístup, ako ľudí nasmerovať k využívaniu obnoviteľných zdrojov energie. Slovensko dňa 20.04.2009 spustilo „Program vyššieho využitia biomasy a slnečnej energie v domácnostiach“, ktorý umožňuje fyzickým a právnickým osobám získať dotácie z eurofondov. Táto dotácia bude poskytovaná na



zakúpenie, alebo inštaláciu kotla na biomasu a slnečných kolektorov slúžiacich na ohrev vody a vykurovanie bytových a rodinných domov. Výška dotácie sa pohybuje u slnečných kolektorov od 50–100€/m<sup>2</sup> inštalovanej plochy. U kotla na biomasu je to až 25% z ceny (max. však 830€). Inštalované zariadenia musia spĺňať technické parametre, ktoré sú dané legislatívou. [13]

Ďalšou z možností ako motivovať investorov k výrobe energie z OZE je legislatívne upravený rámec, ktorý by uprednostňoval výkup tzv. „zelenej energie“ od ich výrobcov za dopredu stanovené ceny garantované na niekoľko rokov dopredu tak, ako to funguje v iných štátoch EÚ. Tento Ministerstvom hospodárstva SR (MH SR) dlho pripravovaný návrh zákona bol dňa 18.03.2009 schválený. Zákon predpisuje 15-ročnú garanciu ceny výkupu energií z OZE (v ČR je to 20 rokov). Investori sa preto určite ľahšie dostanú k úverom u bánk. V predošlej dobe s 1-ročnou garanciou ceny vyhodnocovali banky poskytovanie takýchto úverov ako rizikové. Tieto obavy sa teda snáď vytratia. Zákon ďalej garantuje výkup biometánu na výrobu tepla ako alternatívu pre zemný plyn. [14]

Pri navrhovaní tohto zákona vláda spolupracovala so správcom elektrizačnej siete SEPS. Ten stanovil určité podmienky, ktoré sa do zákona premietli. SEPS sa chce vyhnúť momentu, kedy by v elektrizačnej sústave bolo elektrickej energie priveľa, alebo naopak málo. Preto sa u obnoviteľných zdrojov, ktoré sú z hľadiska nepredvídateľnosti a zlej regulácie rizikové bude vydávať povolenie k pripojeniu do sústavy s opatrnosťou. Ide hlavne o energiu vyrobenú vo veterných parkoch, kde zákon udáva max. výkon 15MW. U ostatných OZE je to 30MW. [14]

Pre príklad uvádzam cenu nastavenú štátom. Pre 1MW vyrobený z biomasy je to 120€ pre 1MW z fotovoltaiiky je to zhruba 400€ [14]

Osobne si myslím, že tento zákon na Slovensku pomôže k rozvoju využívania OZE. Výroba tohto druhu energie sa stane lukratívnejšou a zaujímavejšou. Podľa môjho názoru sa viac do popredia dostane využívanie biomasy a to aj z dôvodu dotácií pre jednotlivcov, nielen pre väčšie spoločnosti. V tomto smere je teda potrebné určite zlepšiť aj informovanosť širšej verejnosti.

V dnešnej dobe, pri neustále sa zvyšujúcom dopyte po energiách a po skúsenostiach z januára 2009 („plynová kríza“) sa ukazuje, že úplná závislosť na dovoze energetických surovín z iných krajín nie je šťastným riešením pre žiadnu zo zemí EÚ. Ako alternatíva sa naskytá ďalší z obnoviteľných zdrojov energie – geotermálna energia. Geotermálna energia je nevyčerpatelným zdrojom pochádzajúcim z jadra našej planéty. Tento druh energie môže byť využívaný na výrobu elektrickej energie, na chladenie, na kúrenie, alebo pre trh s teplom.

Slovensko patrí medzi krajiny s vysokým potenciálom tejto OZE. Technicky využiteľný potenciál geotermálnej (GT) energie sa predpokladá 5 538MWt. Výskum spojený s využívaním takejto energie, začal už v roku 1971 a bol financovaný štátom. Do roku 1994 bolo prevedených 61 vrtov do hĺbky 210m – 2800m a výdatnosť bola stanovená na 904 l.s<sup>-1</sup>. [15]

V súčasnosti je GT energia využívaná v 38 lokalitách Slovenska s celkovou výdatnosťou 142,75MWt.[16] Najvýznamnejším projektom v oblasti takéhoto

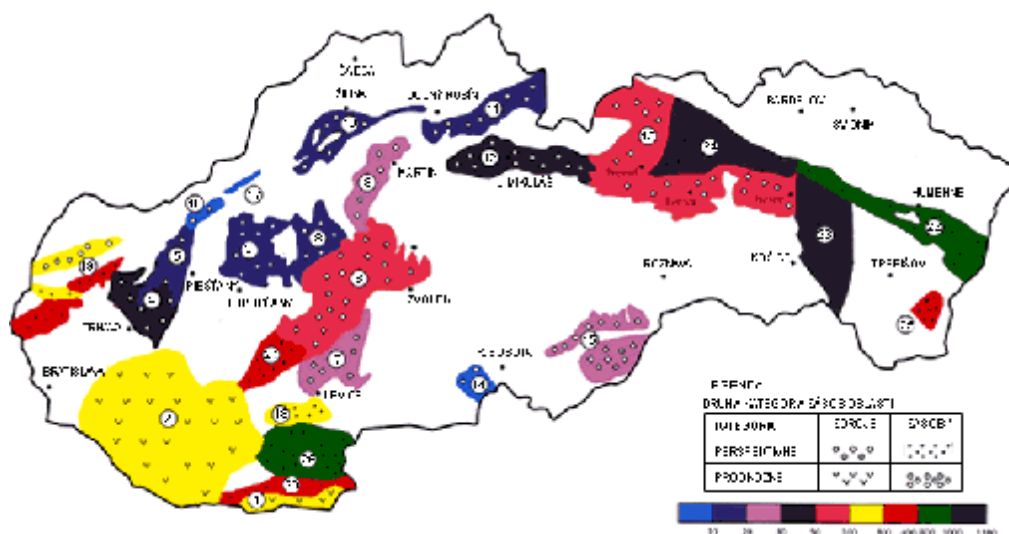
využívania „podzemných zdrojov energie“ je od roku 1996 vykurovanie celého sídliska – 1240 bytov a nemocnice v Galante (10MWt) a v lokalite Podhájska (8MWt). Ďalšie využívanie tohto OZE je v oblasti rekreácie (prevažne kúpaliská, kúpele) a poľnohospodárstva. [5]

Na základe prieskumných vrtov uskutočnených na celom území SR sa ako perspektívnych javí ďalších 26 lokalít. Najvýznamnejším z nich je projekt Geoterm v Košickej kotline (obec Ďurkov), kde by tepelný výkon týchto vrtov pokryl veľkú časť tepla využívaného v košických domácnostiach. Skúšobnými vrtmi sa preukázal potenciál až 300MWt, no v prvej etape tohto projektu sa počíta len s tretinou. Inštalovaných by malo byť 8 vrtov ťažobných a 8 reinjektážnych (hlbka vrtov 2100m – 3200m s teplotou vody asi 130°C). Do tejto doby bolo investovaných cca 12,350 mil. € (372 mil. SKK) a ďalšia predpokladaná investícia sa pohybuje vo výške približne 60 mil. €. Veľkú časť použitých peňazí tvoria podpory z rôznych fondov. Spustenie celého projektu by malo nastať v roku 2010, no momentálne je všetko len „na papieri“ a prebiehajú jednania medzi investormi, prípadnými odberateľmi tepla a samozrejme obcami, pod ktorými ležia tieto podzemné zdroje energie. Každá zainteresovaná strana z toho chce mať samozrejme úžitok a tak predpokladám, že termín spustenia tohto projektu sa zrejme o nejakú dobu posunie. [5], [17]

Ako kladný príklad využívania GT energie v SR by mohol slúžiť už vyššie spomínaný projekt v Galante. Po realizácii energocentra miestna nemocnica odstavila prevádzku kotolne na uhlie, znížila spotrebu zemného plynu (z 3mil Nm<sup>3</sup>/rok na 1,2 mil. Nm<sup>3</sup>/rok), čím sa zároveň znížili náklady na výrobu tepla a tiež vysoké poplatky za znečistenie ovzdušia.

Nutnosť nástupu využívania geotermálnej energie vidím nielen v tom, že sa radí medzi dostupné obnoviteľné zdroje energie na Slovensku, ale aj v bezpečnosti prevádzky takýchto zariadení s minimálnymi dopadmi na životné prostredie.

Obr. 3.3. Mapa perspektívnych oblastí s geotermálnou vodou a potenciál ich termálnej energie ( vypracovaná v roku 1995)

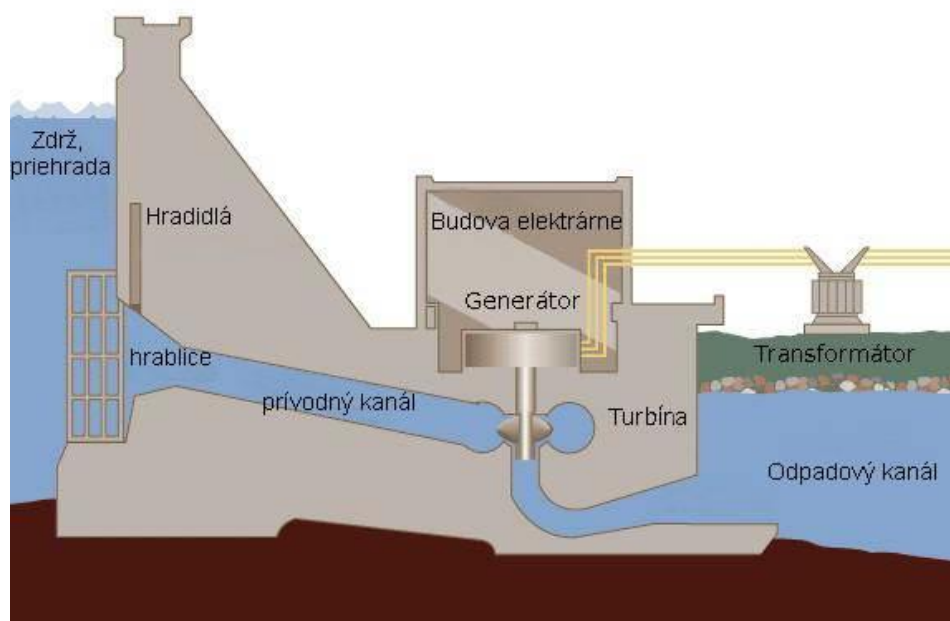


Zdroj: Atlas geotermálnej energie Slovenska, Geologická služba SR [on-line],  
 URL: < [http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/SPRAVA95/HORNINY/gehorniny\\_m4.html](http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/SPRAVA95/HORNINY/gehorniny_m4.html) >  
 05. 05. 2009

## 4. Vodné elektrárne

Princíp výroby elektrickej energie vo vodných elektrárňach (VE) je jedným z najjednoduchších. Pomocou prírodných kanálov je voda vedená k turbínám, ktorým odovzdáva svoju mechanickú energiu. Turbína je hriadeľom pevne spojená s elektrickým generátorom. Mechanická energia vody sa na základe elektromagnetickej indukcie mení na elektrickú energiu.

Obr. 4.1. Schéma vodnej elektrárne



Zdroj: HYDROENERGIA [on-line], URL: < <http://www.hydroenergia.sk/> > 11. 05. 2009

Základné rozdelenie vodných elektrární: [18]

- Podľa inštalovaného výkonu:
  - § malé vodné elektrárne (s výkonom do 10MW)
  - § stredné vodné elektrárne (s výkonom od 10–200MW)
  - § veľké vodné elektrárne (s výkonom nad 200MW)
- Podľa veľkosti spádu
  - § nízkotlakové (so spádom do 20m)
  - § strednotlakové (so spádom od 20–100m)
  - § vysokotlakové (so spádom nad 100m)
- Podľa charakteru pracovného režimu
  - § prietokové – stavajú sa na tokoch s menšími spádmi a využívajú maximálne toľko prietoku, koľko zvládne pohltiť turbína. Nevyužitý prietok prepadá cez hať. Príkladom takejto elektrárne na Slovensku je VE Gabčíkovo. Plánovaná je výstavba VE Sereď na rieke Váh s výkonom 51,4MW (predpokladaná výroba 183GWh)

ročne), VE Nezbudská Lúčka o výkone 22,5MW (s výrobou asi 72GWh za rok) a VE Wolfsthal–Bratislava na rieke Dunaj s výkonom 74MW (výroba 450GWh ročne). Prvá spomínaná VE Sereď by zároveň umožnila splaviť posledný úsek rieky Váh a prepojiť tak vodnou dopravou sever a juh Slovenska a zároveň energeticky využiť jeden z dvoch doposiaľ nevyužívaných častí tejto rieky.[12]

§ akumulčné – voda z toku sa sústreďuje v priehrade (akumuluje vodnú energiu) a podľa potrieb sa riadi odber takto nahromadenej vody pre VE.

§ prečerpávacie (ďalej PVE) – v dobe s prebytkom elektrickej energie (v noci) čerpajú vodu zo spodnej do vrchnej umelo vytvorenej nádrže a počas špičky ju využívajú na výrobu elektrickej energie. Bud' sú v týchto elektrárnach inštalované turbíny, ktoré umožňujú opačný chod (ako čerpadlo), alebo samotné doplnkové čerpadlá. Tento typ elektrárne sa využíva najmä pre vykrývanie špičkovej potreby elektrickej energie a ako dispečerská záloha. Najväčšou takouto VE v SR a tiež v strednej Európe je Vodná elektráreň Čierny Váh (výškový rozdiel dolnej a hornej nádrže je 430m). V súčasnosti je pripravený projekt ďalšej veľkej PVE – PVE Ipeľ s inštalovaným výkonom 600MW (investícia za asi 764 mil.€s plánovanou dobou výstavby 7 – 8 rokov). [12]

#### 4.1. Navrhovanie VE a dôležité parametre VE

Proces navrhovania vodnej elektrárne, či už malej alebo tých veľkých je zdĺhavý, vo svojej podstate sa však od seba neodlišujú. V prvom rade je potrebné vybrať vhodnú lokalitu na základe určitých prognóz perspektívnych lokalít a zistiť hydroenergetický potenciál daného vodného toku. Každý vodný tok má isté množstvo vodnej energie, ktorou disponuje. Tá závisí od charakteru rieky ako aj od poveternostných podmienok danej lokality (meniacich sa v priebehu ročných období). Prieskumom a výpočtom sa následne stanovuje hrubý (teoretický) HEP a reálne využiteľný HEP vodného toku.

Hrubý (teoretický) HEP sa väčšinou určuje rozdelením toku pomocou profilov na úseky, v ktorých by bolo možné umiestniť jednotlivé stupne (hate, resp. priehradu) k sústredeniu spádu. Výšky stupňov sa volia tak, aby sa vytvorila kaskáda so samostatnými vodorovnými hladinami. Výpočtom sa určí potenciálny výkon jednotlivých úsekov medzi profilmi. Množstvo energie, ktorú udávajú tabuľkové hodnoty nie je však v realite možné dosiahnuť. Z tohto dôvodu sa vypočítava reálne využiteľný HEP vodného toku (rôzne dôvody nevyužitia 100% celkového spádu – napr. mestská zástavba, ochranné pásma, atď.). Realizovať premenu energie toku so 100% účinnosťou na elektrickú energiu tiež nie je možné a preto sa musí počítať so stratami. Tie môžeme rozdeliť do 3 skupín:

- Straty na spáde (straty spôsobené požiadavkami ochrany prírody, nevhodné geologické a topografické podmienky, straty trením, miestne straty, a pod.)
- Straty prietokového množstva (nie je možné stále využívať prietok naplno)

- Straty pri prevodoch potenciálnej energie toku na mechanickú a následne elektrickú energiu, straty v prenosovej sieti (napr. účinnosť generátoru a turbíny  $\eta_t$  a  $\eta_G = 0,75 \div 0,85$ )

Na základe týchto výpočtov a úvah so stratami získavame technicky využiteľný hydroenergetický potenciál. Jeho hodnota sa pohybuje v rozmedzí 40 až 50% teoretického potenciálu. V SR predstavuje využiteľný HEP 7361 GWh/rok, pre porovnanie, v ČR je to 3434 GWh/rok.[18]

Každú vodnú elektrárňu charakterizujú isté parametre. Od týchto parametrov sa odvíja samotný výkon VE.

Parametre VE [18]:

1. Prietok Q,
2. Spád H,
3. Účinnosť hydroagregátu  $\eta$ ,
4. Výkon P,
5. Množstvo vyrobenej elektrickej energie E.

1. Prietok Q

Udáva celkové množstvo vody, ktoré pretečie turbínou za jednotku času. Jednotkou vyjadrujúcou tento parameter je  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Prietok v priebehu celého roku je premenlivý (meteorologické dôsledky, zmena ročného obdobia, atď.). K spracovaniu návrhu elektrárne sú dôležité hodnoty najmenšieho a najväčšieho využiteľného prietoku, priemerného ročného prietoku a prevádzkového prietoku (dosiahnuteľného navrhnutým spádom).

2. Spád H

Delí sa na hrubý a čistý spád. Hrubým (statickým) spádom rozumieme vertikálnu vzdialenosť od vpuste do prírodného kanálu až po vyústenie z turbíny. Čistý (dynamický) spád je hrubý spád zmenšený o straty v prírodnom kanále. Straty sú závislé na rôznych faktoroch, ako napríklad dĺžka potrubia, jeho priemer, počte spojov, a pod.

3. Účinnosť  $\eta$

Hydroagregáty dodávané do vodných elektrární majú vysoké účinnosti. Niektoré turbíny síce majú účinnosť až 96%, no celková účinnosť je stanovená súčtom všetkých účinností strojnej zostavy (turbína + generátor). Špičkové VE pracujú s účinnosťou cca 90%.

4. Výkon P

Pre výpočet výkonu platí vzťah:

$$P_t = H \cdot \rho \cdot g \cdot Q \quad [W] \quad (4.1.1.)$$

Takto vypočítaný výkon nazývame teoretický. Z turbíny nezískame celý tento výkon (z dôsledku existencie strát) pri premene hydraulického výkonu na mechanický. Pre získanie celkového výkonu musíme teoretický výkon vynásobiť celkovou účinnosťou strojnej zostavy.

$$P = H \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot \eta_c \quad [W] \quad (4.1.2.)$$

Zjednodušene môžeme výkon vyjadriť vzorcom:

$$P = H \cdot Q \cdot k \quad [W] \quad (4.1.3.)$$

Vo vzťahu 4.1.3. sa objavuje *koeficient k*. Tento koeficient je závislý na účinnosti turbíny, generátora, prevodovky a transformátoru.

$$k = 9,81 \cdot \eta_c \quad (4.1.4.)$$

Hodnoty koeficientu *k* sú závislé od druhu vodnej elektrárne a použitej technológie elektrárne. Pohybujú sa v rozmedzí  $k = 5 \div 8$ .

5. Množstvo vyrobenej elektrickej energie *E*  
Celkové množstvo vyrobenej energie na prahu elektrárne vyrobenej za čas *t*[hod] potom vyjadríme vzťahom:

$$E = P \cdot t \quad [Wh] \quad (4.1.5.)$$

## 4.2. Hlavné časti vodných elektrární

Každá elektráreň, či už vodná, jadrová, alebo tá ktorá pre výrobu elektrickej energie využíva uhlie má svoje základné časti, ktoré v nej nemôžu chýbať. Jednotlivé základné časti vodnej elektrárne sú zobrazené na obr. 4.1. Ich popisu sa budem venovať v nasledujúcich podkapitolách.

### 4.2.1. Vodná zdrž, priehrada, hať

Úlohou týchto objektov je zadržiavať (prehradiť) vodný tok v mieste, kde je potrebné vytvoriť spád. Voda následne prúdi do prívodného kanálu. Prehradením vodného toku sa často vytvára priehradná (vodná) nádrž, ktorá slúži nielen k nahromadeniu určitého množstva vody pre výrobu elektrickej energie, ale často slúži ako protipovodňové opatrenie danej lokality, poprípade k rôznym rekreačným účelom.

### 4.2.2. Hrablice, prívodný kanál a hradidlá

Voda zadržaná v nádrži sa k turbínam dostáva prívodným kanálom. Prívodný kanál je dimenzovaný podľa použitého druhu vodnej turbíny. Jeho dĺžka, sklon, priemer a ďalšie parametre sú navrhnuté tak, aby bol vytvorený potrebný hydraulický spád a prietok vody. Na začiatku tohto kanálu sú umiestnené hrablice. Sú to v podstate oceľové mreže, ktoré majú za úlohu zabrániť vniknutiu nečistôt (konáre, atď.) k turbíne. Za hrablicami je umiestnené hradidlo, ktoré sa v prípade potreby uzavrie a zamedzí tak prístupu vody k turbíne (napríklad pri odstávkach VE, opravách strojných častí, a pod.). Slúži ako uzáver prívodného kanálu.

### 4.2.3. Strojné (technologické) vybavenie vodnej elektrárne

Táto časť elektrárne sa dá nazvať „srdcom VE“. Nachádza sa za prívodným kanálom a skladá sa z viacerých častí. Hlavnými sú turbína, generátor a elektrická rozvodňa s vyvedením výkonu. Na turbíne sa mení hydraulická energia na mechanickú a následne v generátore pomocou elektromagnetickej indukcie na energiu elektrickú.

Energia vyrobená generátorom je vedená do transformátoru a cez rozvodňu vyvedená elektrickým vedením do elektrickej siete.

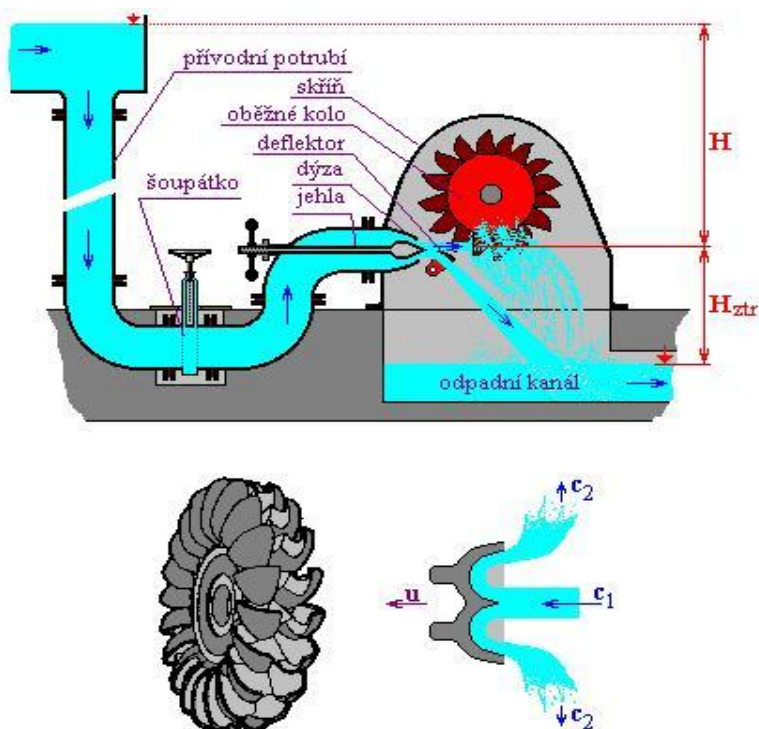
Podľa veľkosti spádu, prietoku a ďalších rozhodujúcich faktorov sú inštalované v elektrárni turbíny. Vodná turbína je rotačné zariadenie meniace kinetickú a tlakovú časť mechanickej energie na mechanickú energiu rotujúceho hriadeľa. Rozdeliť ich môžeme do dvoch skupín – rovnotlakové (akčné) a pretlakové (reakčné). Celý proces premeny energie začína rozvážacím kolesom – dýzou, ktorá privádza vodu na obežné koleso turbíny. V súčasnej dobe sú najviac využívané štyri typy turbín:

- Peltonova turbína,
- Bánkiho turbína,
- Francisova turbína,
- Kaplanova turbína.

Peltonova turbína:

Jedná sa o rovnotlakovú turbínu v súčasnej dobe najviac využívanú pri realizácii MVE. Hodnoty jej účinnosti sa pohybujú v rozmedzí 80–95% podľa veľkosti turbíny. Voda je privádzaná potrubím s kruhovým prierezom na dýzu (max. 6) vytvárajúcu kruhový paprosok, ktorý smeruje prúdiaci tok na obežné koleso. Lopatky obežného kolesa majú tvar pripomínajúci lyžicu rozdelenú britom, ktorý rozdelí paprosok na dve časti. Počet lopatiek je 12–40 kusov. K regulácii slúži zmena prietoku otvorením, či uzavretím výtokového otvoru dýzy osovým posunutím tzv. ihly. V prípade náhlej potreby odstavenia turbíny sa nepoužije ihla (vznikali by hydraulické rázy), ale odkloní sa paprosok pred lopatkou tzv. deviátorom alebo deflektorom. Tento druh turbíny je vhodný pre spády od 30–200m a prietoky  $1,5\text{--}34000\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . [18]

Obr. 4.2.3.1 Peltonova turbína

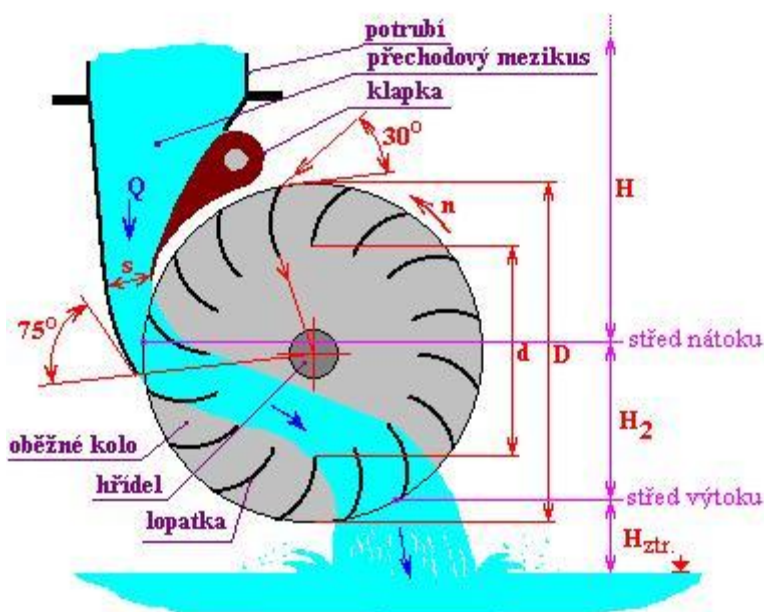


Zdroj: Abeceda malých vodních pohonů [on-line], URL: < <http://mve.energetika.cz/> > 14. 05. 2009

## Bánkiho turbína:

Rovnako ako peltonova turbína, aj tento druh patrí medzi turbíny rovnotlakové. Vyznačuje sa dvojnásobným prietokom vody cez turbínu. Voda vstupuje na obežné koleso s dlhými lopatkami (min. 28ks), ktoré smerujú jej tok do stredu kolesa k hriadeľu (v tomto prvom prietoku je odovzdaných približne 79% celkového výkonu turbíny). Potom sa dostáva voda na protiľahlé lopatky, kde je nútená znovu meniť svoj smer a odovzdáva lopatkám ďalšiu energiu (ostávajúcich 21% výkonu turbíny). Regulácia a prípadné odstavenie turbíny je riešené klapkou, ktorá sa nachádza za vstupným hrdlom prívodného potrubia. Tento druh turbíny sa dá použiť pre spády 1–200m (obvykle 2–30m) s prietokom  $0,5\text{--}9000\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$  (väčšinou  $20\text{--}2000\text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Bánkiho turbíny sa využívajú hlavne na malých tokoch v MVE. [18], [19]

Obr. 4.2.3.2. Bánkiho turbína



Zdroj: Abeceda malých vodních pohonů [on-line], URL: <<http://mve.energetika.cz/>> 15. 05. 2009

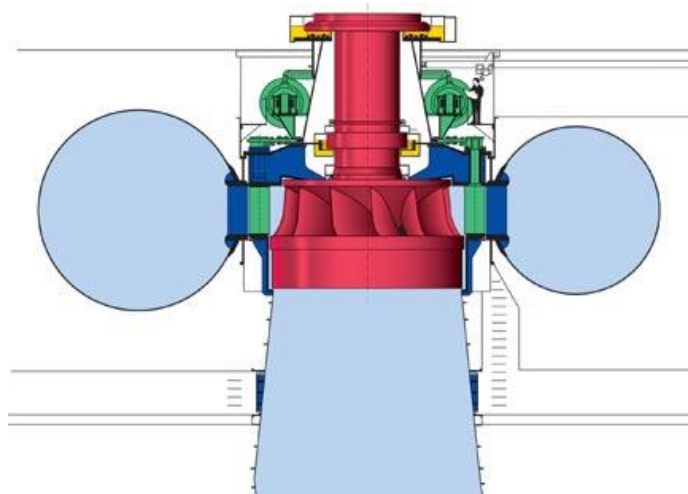
## Francisova turbína:

Táto turbína sa radí medzi pretlakové turbíny. To znamená, že voda počas toho, ako prechádza turbínou mení svoj tlak a odovzdáva svoju energiu lopatkám. Vyrába sa v dvoch základných prevedeniach a to ako horizontálna, alebo vertikálna (v závislosti na uložení hriadeľa). Vstupné potrubie francisovej turbíny má špirálovitý tvar a voda je odvádzaná otvorom v strede turbíny. U starších prevedení bol prívod vody väčšinou riešený otvorenou kašnou, v ktorej sa ale tvorili vertikálne vírenia a prítok vody k turbíne nebol dobrý. Pre jej reguláciu slúži mechanizmus, ktorý umožňuje uzatváranie lopatiek na rozvodnom kolese a nepustí tak pracovnú tekutinu na koleso obežné. Neodmysliteľnou súčasťou tohto typu turbíny je sacie potrubie (tzv. savka). Je to zariadenie zaisťujúce efektívne odvádzanie vody z obežného kolesa. Savka zužitkúva energiu vody, ktorá by z turbíny unikla bez úžitku. Toto rozširujúce sa potrubie núti vodu znižovať svoju rýchlosť (väčší prierez), no zotrvačná sila ju ťahá ďalej. Voda sa začína správať ako „neviditeľný piesť“ a vzniká za ňou výrazný podtlak, ktorý je vytláčaný stĺpcom vody späť na lopatky obežného kolesa.



Používa sa najčastejšie u stredných spádov 30–500m (malé turbíny od 10m) s prietokmi 100–8000 l.s<sup>-1</sup>. Účinnosť turbíny dosahuje 90%. [18], [19]

Obr. 4.2.3.3 Francisova turbína

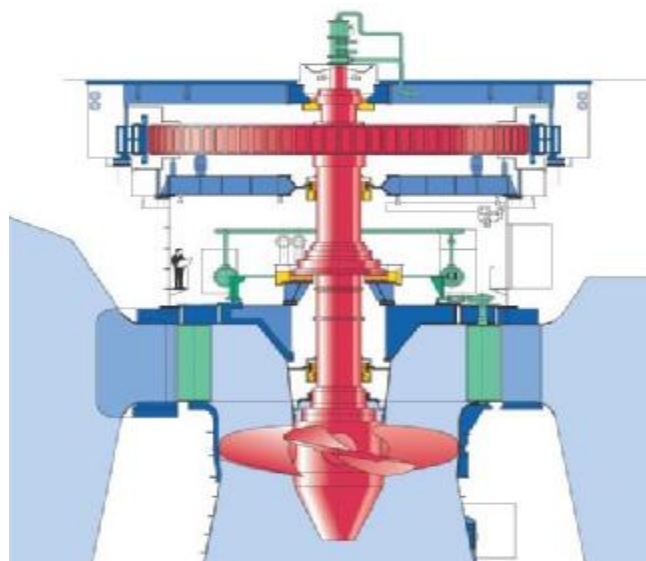


Zdroj: Wikipedie–encyklopedie [on-line],  
URL: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Francisova\\_turb%C3%ADna/](http://cs.wikipedia.org/wiki/Francisova_turb%C3%ADna/)> 15. 05. 2009

Kaplanova turbína:

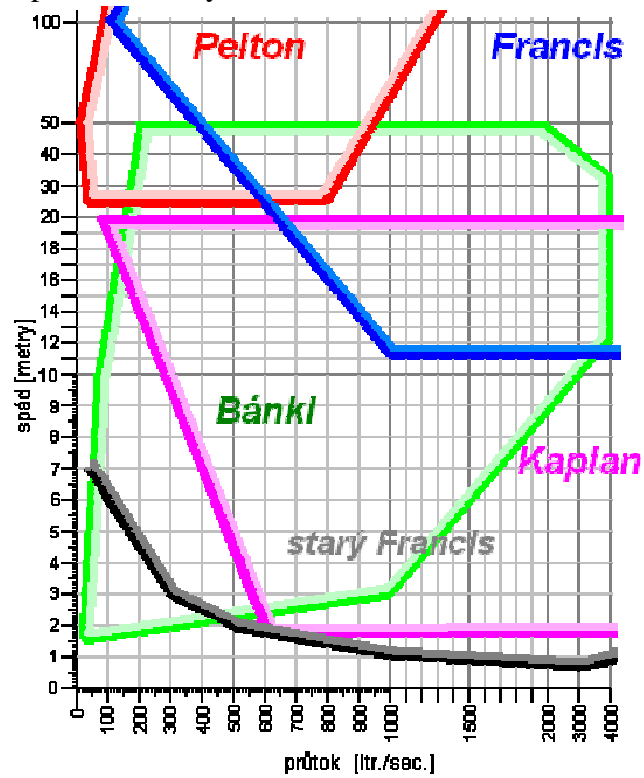
Patrí taktiež medzi pretlakové turbíny s využitím pre menšie spády 1,5–75m. Regulácia turbíny je riešená pomocou naklápania lopatiek uložených na rozvodnom kolese (zmena veľkosti prietoku) aj obežnom kolese (natočenie v závislosti na pootočení lopatiek rozvodného koleša). Je to zároveň najzložitejšia časť tohto druhu turbíny, pretože lopatky sú uložené na kolese pomocou čapov a pri prekročení prevádzkových otáčok a vysokom prietoku kvapaliny hrozí uvoľnenie, poprípade odtrhnutie lopatiek z čapu. U MVE sa používajú systémy natočenia lopatiek v stave, keď je turbína vypnutá. Ich počet závisí od využitého spádu, obvykle 3-10 kusov (u rozvodného koleša 24–32). Účinnosť turbíny sa pohybuje od 88–95%. [18], [19]

Obr. 4.2.3.4. Kaplanova turbína



Zdroj: Wikipedie–encyklopedie [on-line],  
URL: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Kaplanova\\_turb%C3%ADna/](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kaplanova_turb%C3%ADna/)> 15. 05. 2009

Obr. 4.2.3.5. Rozsah použitia vodných turbín



Zdroj: Abeceda malých vodných pohonů [on-line], URL: < <http://mve.energetika.cz//>> 16. 05. 2009

## 5. Výhody a nevýhody stavby vodných diel

Ako najväčšiu výhodu stavby hocijakého vodného diela by som označil pôvod energie, ktorú môžeme využiť. Jedná sa o energiu čisto prírodnú a teda negatívne dopady spojené so zabezpečením vstupných surovín odpadajú (ťažba a dovoz surovín). Zdroj tejto energie sa neustále obnovuje a taktiež prevádzka takejto elektrárne neprodukuje škodlivé emisie, v dnešnej dobe pozorne monitorované. Nevzniká žiaden odpad a s tým spojené problémy s jeho uskladnením. Z tohto hľadiska sa teda jedná o ekologicky čistú energiu. Vodné diela majú dlhú životnosť a pri správnom návrhu veľkú účinnosť premeny energie mechanickej na elektrickú. MVE sa nachádzajú často mimo husto osídlenú oblasť, nepotrebnú veľké vodné nádrže a hrádze. MVE majú nízke prevádzkové náklady a pri dlhej životnosti prekračujú dobu splatnosti investícií vynaložených na ich stavbu. Pri stavbe veľkých vodných elektrární je často nevýhodou urbanistický zásah do krajiny (táto negatívna stránka pri budovaní malých vodných elektrární odpadá), na druhú stranu výstavba veľkých vodných diel so sebou prináša aj kladné účinky. Ide hlavne o zlepšenie protipovodňových opatrení v lokalite výstavby, zlepšenie dodávok vody v období sucha, zabezpečenie dostatočnej plavebnej hĺbky na toku, alebo i zvýšenie rekreačných aktivít.

Väčšina negatívnych postojov pri výstavbe MVE pochádza často od rôznych neodborných združení, ktoré do danej problematiky nevidia. Veľkému množstvu škodlivých vplyvov spojených s výstavbou vodného diela sa dá zabrániť už pri starostlivom návrhu daného diela. Medzi najčastejšie pripomienky k výstavbe patria – zmeny prietokových pomerov, migrácia rýb a vodných živočíchov cez jednotlivé stupne na vodnom toku, zmena kvality vody a prúdenia podzemnej vody, zhoršenie flóry v okolí VE, hlučnosť prevádzky, atď. Nevýhodou, ktorá sa však nedá ovplyvniť u stavby MVE je zmena prietoku v závislosti na ročnom období (v čase jari a jesene sa prietok zvyšuje). Z finančného hľadiska je za najväčší mínus považovaná dlhá doba návratnosti investícií použitých na realizáciu projektu a vybudovanie MVE.

## 6. Malé vodné elektrárne

Pojem malá vodná elektráreň je v dnešnej dobe používaný častejšie ako kedykoľvek predtým. Je to dané tým, že tento zdroj výroby elektrickej energie patrí medzi obnoviteľné zdroje energie, na ktoré sa kladie veľký dôraz nielen v merítke Slovenskej republiky ale aj v EÚ a celom svete.

MVE sú väčšinou budované ako prietokové (neakumulujú vodu v nádržiach) a ich prevádzkovanie je z tohto dôvodu závislé na okamžitých prietokoch vo vodnom toku. Často sa navrhujú v miestach, kde už v minulosti stáli napr. vodné mlyny, alebo kde bol spád a prietok upravený bez energetického využívania inými prvkami (ako napr. hať, a pod.). Riešenie MVE ako prečerpávacej je menej časté. Prívod vody k turbíne sa rieši buď ako tlakový (potrubím), beztlakový (voľné prúdenie v koryte rieky), alebo v kombinácii ako beztlakovo–tlakový (koryto rieky a potrubie). [20] Elektráreň nemusí byť situovaná priamo na existujúcom toku, ale môže byť riešená ako derivačná. V takom prípade sa vytvorí odklon od vodného toku (tzv. derivačný kanál), na ktorom sa MVE vybuduje a voda sa po využití jej energie v elektrárni vráti späť do koryta rieky. Pri tomto riešení často odpadá napríklad problém s nutnou výstavbou rybovodov (zachovanie podmienok pre putovanie rýb v toku).

Pod pojmom malé vodné elektrárne rozumieme vodné elektrárne s inštalovaným výkonom do 10MW. Rozdeliť ich však môžeme do ďalších podskupín podľa nasledujúcej tabuľky.

Tab. 6.1. Rozdelenie MVE podľa inštalovaného výkonu

Druh MVE	Inštalovaný výkon
Domáce vodné elektrárne	do 35 kW
Vodné mikroeletárne	35–100 kW
Vodné minielektrárne	100–1000 kW
Priemyselné vodné elektrárne	1–10 MW

Zdroj: DUŠIČKA, P. – GABRIEL, P. – HODÁK, T. – ČIHÁK F. – ŠULEK P. - Malé vodní elektrárny, Vyd. 1 Jaga group, v.o.s., Bratislava 2003

Hranicu 10MW pre označenie MVE ako obnoviteľného zdroja určila Európska únia. Nie všetky štáty majú v svojej legislatíve rovnaké označenie. Napríklad Taliansko počíta pre využitie vody ako zdroja obnoviteľnej energie iba inštalovaný výkon do 3MW, Nemecko 5MW. Vo svete je zasa situácia iná. Čína a India považuje za MVE elektrárne s výkonom do 25MW, Latinská Amerika má limit 30MW.

### 6.1. MVE v Slovenskej republike

Z pohľadu SR ostáva možnosť využívania energie tokov v MVE stále otvorená a aktuálna. Podľa prieskumov jednotlivých lokalít a ich potenciálu sú najvýznamnejšie oblasti na riekach Poprad, Horný Váh a Hron s možnosťou vybudovania 23 nových MVE s inštalovaným výkonom 35MW (ročná výroba by bola 200GWh). Zanedbateľné nie sú ani tzv. mikrozdroje na ostatných menších vodných tokoch.

Ako uvádza tabuľka 6.1.1., s malými vodnými elektrárnami sa na Slovensku v budúcnosti počíta. Potenciál tzv. „malej vody“ ešte ani z ďaleka nie je využitý úplne.

Tab. 6.1.1. Odhad výroby elektriny z obnoviteľných zdrojov energie do roku 2020

Zdroj	Využitelný potenciál pre výrobu elektriny	Odhadovaná výroba v roku 2010	Odhadovaná výroba v roku 2020
	GWh	GWh	GWh
Veľké vodné elektrárne	5 600	4 950	5 300
Malé vodné elektrárne	1 000	350	600
Biomasa	1 300	350	1 300
Veterné elektrárne	600	200	550
Geotermálna energia	60	0	40
Bioplyn	500	50	500
Slnecná energia	1 540	0	10
<b>SPOLU</b>	<b>10 600</b>	<b>*5 900</b>	<b>**8 300</b>

Zdroj: MH SR, Energetická politika SR – Príloha č.3 [on-line],

URL: < <http://www.mhsr.sk/energeticka-politika-sr-5925/127610s/> > 16. 05. 2009

Čiastky za financovanie výstavby MVE sa väčšinou pohybujú vo výške cca 2 až 5 mil. €MW (60–150 mil. SKK/MW). V prípade, že sa MVE postaví na už vybudovanej vodohospodárskej časti 1 až 2 mil. €MW (30–60 mil. SKK/MW). [5]

V súčasnosti je plánovaná výstavba viacerých MVE. Slovenské elektrárne, a.s. chcú do týchto projektov investovať 3,3 mld. € (99,4 mld. SKK) do roku 2013. Ďalší investori plánujú vynaložiť asi 26 mil. € (788 mil. SKK) a z týchto elektrární by mohlo prúdiť až 28 600MWh ročne. Tri malé vodné elektrárne by mali byť postavené na rieke Hron a jedna na rieke Váh. [21]

Jeden z investorov, spoločnosť Energo-aqua má v pláne vybudovať dve MVE. Jedna z nich má byť vybudovaná v Banskej Bystrici, v časti Šalková (viď. Kapitola 7.). Predpokladaná výška investície je 3,15 mil. € (95 mil. SKK). Plánovaný výkon elektrárne je 700kW a ročne by mohla vyrobiť 3825MWh. [21]

Druhá z nich za približne 5 mil. € (cca 150 mil. SKK) má byť postavená pri Trenčíne na rieke Váh. Predpokladaný ročný objem vyrobenej elektrickej energie je stanovený na 2000–3000MWh, celkový výkon by mal byť 2x280kW a spustenie do prevádzky je naplánované na začiatok roku 2012. [21]

Ďalším z investorov je firma Hydroenergia, ktorá plánuje vynaložiť neobvykle vysokú čiastku 13,3 mil. € (400 mil. SKK) na výstavbu MVE pri obci Želiezovce (rieka Hron). Celkový inštalovaný výkon by mal byť 4MW a ročná výroba elektrickej energie by mala dosiahnuť až 15200MWh. Spustenie MVE je naplánované na koniec roka 2012. [21]

Posledným z trojice investorov je firma Velma ZH. Investíciou 4,65 mil. € (140 mil. SKK) v obci Bzenica na rieke Hron vznikne MVE, ktorá by mala dodať do

elektrickej siete ročne 6650MWh. Predpokladaný začiatok prevádzky je koncom roka 2010 až začiatkom roka 2011. [21]

### 6.1.1. MVE Šalková

Obr. 6.1.1. Umiestnenie plánovanej MVE Šalková v Banskej Bystrici



Tak ako som v predchádzajúcej kapitole spomínal, jedná sa o rozpracovaný projekt v štádiu schvaľovania. Práve preto som sa rozhodol venovať mu pozornosť a v bakalárskej práci tento projekt popísať. Uprednostnil som ho pred popisom už fungujúcich elektrární, aby som poukázal na podmienky výstavby MVE v dnešnej dobe.

Účelom MVE Šalková je výroba elektrickej energie s využitím hydroenergetického potenciálu rieky Hron, ktorá bude dodávaná do elektrickej siete. Lokalita bola zvolená na základe už v minulosti vybudovaného pevného kamenného stupňa na rieke Hron. Ďalšími faktormi, ktoré ovplyvnili výber lokality sú výhodné prietoky a dosiahnuteľný spád, minimálny zásah do životného prostredia, existencia rozvodnej elektrizačnej siete a pod.

MVE je navrhnutá ako bezobslužná a tvoria ju tieto časti:

1. Budova vodnej elektrárne, v ktorej je umiestnená priamoprúdová kaplanova turbína a na ňu vertikálne pripojený asynchrónny generátor.

2. Vtokový objekt s dvoma poľami šírky 5m, ktorý zabezpečuje prívod vody do tlakového privádzača. Je opatrený hrablicami pre zachytávanie nečistôt a hradidlom.
3. Železobetónový tlakový privádzač s priemerom 2,8m, ktorým sa voda dostáva k turbíne.
4. Výtok, ktorý zabezpečuje odtok využitej vody za vyústením sacieho potrubia (savky) do voľného toku rieky pod haťou a nastavuje minimálnu hladinu spodnej vody.
5. Plno automatická vaková hať s dvoma poľami, ktorá vzdúva hladinu vodného toku.
6. Rybovod dlhý 165m umožňujúci prirodzenú migráciu rýb je umiestnený na pravom brehu Hrona.
7. Vyvedenie výkonu z MVE (najbližšia linka vysokého napätia – cca 500m).

Technické a technologické parametre:

1. Prietok: minimálny  $Q = 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , maximálny  $Q = 29 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .
2. Spád: 4,2–3,3m
3. Typ turbíny: priamoprúdová Kaplanova turbína (typ 3 PKT 200) s priemerom obežného kola 2m. Lopatky rozvádzača a obežného kola sú regulované automaticky servomotormi v závislosti od prietoku.
4. Inštalovaný výkon: 700 kW
5. Predpokladaná ročná výroba el. energie: 3825 MWh/rok

Moderný riadiaci systém MVE využíva GSM modemy a siete na prenos základných prevádzkových stavov a informácií o prípadných poruchách.

Celkové náklady boli investorom stanovené na 3,15 mil. € (95 mil. SKK).

Výpočet návratnosti investície:

$$\text{Návratnosť investície} = \frac{\text{Celkové náklady}}{\text{ročná výroba el.energie} \cdot \text{výkupná cena}} \quad [\text{rokov}] \quad (6.1)$$

Súčasná cena výkupu elektrickej energie z malých vodných elektrární s inštalovaným výkonom do 1MW spustených do prevádzky v roku 2009 je 3400 SKK/MWh.

$$\text{Návratnosť investície} = \frac{95\,000\,000}{3825 \cdot 3400} = 7,3 \text{ rokov}$$

Pri súčasných výkupných cenách elektrickej energie z malých vodných elektrární s inštalovaným výkonom do 1MW je návratnosť danej investície 7,3 roku. Ceny sú každoročne určované Úradom pre reguláciu sieťových odvetví a v roku 2010, kedy by mala byť elektráreň vybudovaná sa môžu zmeniť. Môj výpočet predpokladanej návratnosti investície má z tohto dôvodu iba informatívny charakter ako by to vyzeralo, pokiaľ by bola prevádzka MVE spustená v roku 2009.

## 6.1.2. MVE Družstevná pri Hornáde

Obr. 6.1.2. MVE Družstevná pri Hornáde



Príkladom už fungujúcej malej vodnej elektrárne je MVE Družstevná pri Hornáde. Jej účelom je výroba elektrickej energie s využitím hydroenergetického potenciálu rieky Hornád. Jedná sa o vodohospodárske dielo ktoré využíva miestne dispozície a výhodné výškové usporiadanie pre príhaťovú vodnú elektrárňu s konvexným nátokom.

Stavebné povolenie pre stavbu MVE bolo vydané v januári 1993 a jeho platnosť bola do decembra 1999.

V rokoch 1993 – 1996 prebiehala príprava na realizáciu, a to:

- zabezpečenie finančných zdrojov
- projektová príprava
- dodávateľské vzťahy
- príprava staveniska

V auguste 1996 získala spoločnosť úverové a iné súkromné zdroje a následne od októbra 1996 boli oficiálne zahájené práce na realizácii diela MVE.

MVE je tvorená týmito časťami:

1. Budova vodnej elektrárne
2. Vaková hať
3. Úprava odpadu od MVE



4. Úprava zátopy
5. Prípojka vysokého napätia
6. Trafostanica
7. Rybovod
8. Telefónna prípojka

Technické a technologické parametre:

1. Priemerný prietok rieky:  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
2. Hrubý spád: 4,6 m
3. Typ turbíny: dve priamoprietočné Kaplánove turbíny s priemerom obežného kolesa 1250mm
4. Celkový inštalovaný výkon: 2 x 0,4 MW
5. Ročná výroba elektrickej energie: 3300 MW/h za rok

Celkové náklady na výstavbu MVE Družstevná pri Hornáde dosiahli výšku 65mil. SKK. Presný rozpis nákladov zobrazuje tabuľka 6.1.2.1..

Tab. 6.1.2.1. Rozpis nákladov MVE Družstevná pri Hornáde

Položka	Suma v SKK
Budova vodnej elektrárne	33 594 305
Vaková hať	7 945 113
Úprava odpadu od MVE	2 636 073
Úprava zátopy	6 628 578
Prípojka vysokého napätia	796 265
Trafostanica	794 993
Rybovod	2 825 865
Telefónna prípojka	334 888
Prístupová cesta + Terénne úpravy	7 322 074
Elektrotechnologická časť	2 121 846
<b>Celková suma</b>	<b>65 000 000</b>

Návratnosť investície:

Podľa informácií od prevádzkovateľa MVE sa mi podarilo zistiť, že z celkovej investície bola splatená už väčšina. Cena výkupu elektrickej energie z malých vodných elektrární v roku 1999 bola pre túto MVE stanovená na 500 SKK/MWh. Od roku 2005 určuje pevné výkupné ceny z OZE Úrad pre reguláciu sieťových odvetví. Prehľad týchto výkupných cien pre MVE je uvedený v tabuľke 6.1.2.2..

Tab. 6.1.2.2. Vývoj ceny výkupu elektrickej energie pre MVE do 5MW spustených do prevádzky do roku 2005

Rok	Suma v SKK
1999 – 2005	500
2006	1900
2007	1950
2008	2000
2009	2500

Aby došlo k splateniu celej čiastky vloženej investorom do tohto projektu, zostáva splatiť ešte približne 26 000 000 SKK.

Podľa vzťahu (6.1) som vypočítal dobu splatenia zostávajúcej čiastky pri výške výkupných cien v roku 2009.

$$\text{Návratnosť zostávajúcej investície} = \frac{26\,000\,000}{3300 \cdot 2500} = 3,2 \text{ roka}$$

Z tohto výpočtu vyplýva, že celková čiastka investovaná do výstavby tejto MVE by sa mala vrátiť za necelých 14 rokov. Predpokladám, že výkupné ceny z OZE sa budú aj naďalej zvyšovať a je teda možné, že sa podarí vložené financie získať späť už skôr.

### 6.1.3. MVE na rieke Hron

Jedná sa o malú vodnú elektrárňu situovanú v okrese Brezno na rieke Hron. Voda je do MVE privádzaná derivačným kanálom, vzduťm hladiny do výšky 1,3m haťou širokou 8m. Ďalej je voda vedená cez hrablice do usadzovacej nádrže splavenín šírky 6m a hĺbky 3m, dlhej 26m. Z tejto nádrže je cez jemné hrablice opatrené čistiacim zariadením voda privádzaná k turbíne potrubím s priemerom 1,6m, dlhým 903m do strojovne budovy MVE.

V budove strojovne sa nachádza:

- Strojovňa MVE (v suteréne)
- Elektrická rozvodňa (v prízemí)
- Trafokomora (v prízemí)

V strojovni sú nainštalované 3 ks turbín (typ Bánki) s generátormi. Elektrická energia z generátorov č. 1, 2, 3 je vyvedená do rozvádzača nízkeho napätia, umiestneného v rozvodni MVE a odtiaľ cez istič do transformátora. Z transformátora je elektrická energia na úrovni 22 kV vyvedená cez odpojovač 22 kV, ďalej káblom vysokého napätia dĺžky 0,2 km, úsekový odpojovač, vzdušným vedením dĺžky 0,05 km do 22 kV vzdušného vedenia linky SSE (Stredoslovenská energetika). Chod MVE je

riadený riadiacim počítačom v závislosti na prietoku v kanáli a hladiny vody v hati. Elektrárň má celoročný charakter výroby elektrickej energie.

MVE bola uvedená do skúšobnej prevádzky na istú dobu už v roku 1994, no do trvalej prevádzky až dňa 16.09.1999.

Technické a technologické parametre MVE:

- Turbína č. 1
 

typ	6AB2X1218/1190 + 2x14/P-LP, BANKI-CINK	
výkon turbíny	P = 0,360 MW	
prietok	$Q_{\max} = 2\,550 \text{ l.s}^{-1}$	$Q_{\min} = 510 \text{ l.s}^{-1}$
spád	H = 18 m	
otáčky	$n_t = 295 \text{ min}^{-1}$	
výrobca	CINK Karlove Vary	
  
- Generátor č. 1
 

typ	1YFp600a-8GE	
výkon	P = 0,315 MW	
napätie	380 V / 50 Hz	
otáčky	$n_g = 741,2 / 756,7 \text{ min}^{-1}$	
výrobca	MEZ Drásov	
  
- Turbína č. 2
 

typ	3,4B3x604/508+2x12/ P-LR, BANKI-CINK	
výkon turbíny	P = 0,102 MW	
prietok	$Q_{\max} = 708 \text{ l.s}^{-1}$	$Q_{\min} = 142 \text{ l.s}^{-1}$
spád	H = 18,6 m	
otáčky	$n_t = 500 \text{ min}^{-1}$	
výrobca	CINK Karlove Vary	
  
- Generátor č. 2
 

typ	1AF355L-12-12GE	
výkon	P = 0,090 MW	
napätie	380 V / 50 Hz	
otáčky	$n_g = 495 / 508 \text{ min}^{-1}$	
výrobca	MEZ Drásov	
  
- Turbína č. 3
 

typ	3,4B3x604/508+2x12/ P-LR, BANKI-CINK	
výkon turbíny	P = 0,102 MW	
prietok	$Q_{\max} = 708 \text{ l.s}^{-1}$	$Q_{\min} = 142 \text{ l.s}^{-1}$
spád	H = 18,6 m	
otáčky	$n_t = 500 \text{ min}^{-1}$	
výrobca	CINK Karlove Vary	
  
- Generátor č. 3
 

typ	1AF355L-12-12GE	
výkon	P = 0,090 MW	
napätie	380 V / 50 Hz	
otáčky	$n_g = 495 / 508 \text{ min}^{-1}$	
výrobca	MEZ Drásov	

- Transformátor
  - typ aTSE772/22
  - výkon 0,630 MVA
  - napätie vn  $22\ 000 \pm 5\ %$  V
  - napätie nn 400 / 2321 V
  - zapojenie Dyn 1
- Celkový inštalovaný výkon MVE: 0,495 MW
- Ročná výroba elektrickej energie: 1 500 MWh

Do regionálnej distribučnej siete dodáva elektrárň všetku elektrickú energiu, ktorú vyrobí.

Celková výška vynaložených nákladov bola 22mil. SKK, z čoho 3mil. tvorila iba technológia.

Návratnosť investície:

Od prevádzkovateľa MVE som dostal informácie, že do konca roku 2008 bolo splatených približne 14mil. SKK z celkovej čiastky. Z toho vyplýva, že elektrárni k splateniu celkovej investície zostáva ešte 8 000 000 SKK. Podľa vzťahu (6.1) získame dobu, ktorá je nutná k splateniu zvyšnej čiastky investície (pri výške výkupných cien na rok 2009):

$$\text{Návratnosť zostávajúcej investície} = \frac{8\ 000\ 000}{1500 \cdot 2500} = 2,1 \text{ roka}$$

Z uvedeného výpočtu vyplýva, že celková čiastka investovaná do MVE bude splatená za približne 12 rokov fungovania tejto elektrárne.

Pre názornosť uvádzam príklad návratnosti investícií rovnakej MVE, ktorá by bola spustená do prevádzky v roku 2009. V tomto prípade je cena výkupu elektrickej energie 3400 SKK/MWh (pre MVE, ktoré sú spustené do prevádzky v roku 2009).

$$\text{Návratnosť investície} = \frac{22\ 000\ 000}{1500 \cdot 3400} = 4,3 \text{ roka}$$

Z tohto výpočtu je zrejmé, že pri rastúcich cenách za výkup elektrickej energie vyrobenej v novej malej vodnej elektrárni sa doba návratnosti investícií znižuje.

## 7. Záver

Cieľom tejto práce bolo popísať aktuálny stav využívania obnoviteľných zdrojov na Slovensku so zameraním na využívanie energie vody. Jednotlivé kapitoly bakalárskej práce nahliadajú ako do minulosti, tak i do súčasnej doby a budúcich možností využívania vody ako zdroja pre výrobu elektrickej energie. Nájdeme v nej popis základných častí vodných elektrární, problémy spojené s výstavbou vodných diel, ich výhody aj nevýhody.

V oblasti výroby elektrickej energie sa stalo Slovensko z exportnej krajiny importnou, čo z dlhodobého hľadiska nie je prijateľné. Dôvodom tejto skutočnosti sú plány postupného vyradovania energetických zdrojov v SR, často podľa môjho názoru nezmyselné. Príkladom je odstavenie bloku jadrovej elektrárne V1 na konci roku 2008 nie z dôvodu bezpečnostného, ekonomického, či nejakých technických problémov, ale kvôli záväzku vlády SR voči EÚ pri podpisovaní zmlúv pred vstupom do EÚ. Do roku 2020 je naplánované vyradenie zdrojov s celkovou hodnotou takmer 2500MW. Tento pokles vo výrobe elektriny musí byť pri stále sa zvyšujúcej spotrebe energie nielen nahradený, ale mal by byť aj navýšený, aby sa Slovensko stalo v oblasti energetiky krajinou sebestačnou (tak, ako v súčasnosti v EÚ iba ČR a Francúzsko).

S ohľadom na momentálne zlepšujúce sa podmienky pre využívanie obnoviteľných zdrojov (dotácie EÚ a zvyšujúce sa výkupné ceny elektrickej energie z OZE s ich dlhodobejšou garanciou) očakávam, že ich podiel v energetickom mixe SR bude rýchlo rásť. Ako jednu z možností podpory tohto rastu vidím zvyšovanie počtu „OZE-developerov“, ktorý by zaštitili vybudovanie nových nákladnejších zdrojov OZE s väčšími inštalovanými výkonmi. Výroba elektriny z OZE je vďaka rozbiehajúcej sa podpore zo strany štátu dostupná nielen pre väčšie spoločnosti, ale už aj pre bežných ľudí.

Záverečná kapitola práce popisuje konkrétny plán výstavby novej MVE na rieke Hron a dve už fungujúce MVE – na riekach Hornád a Hron. V prvom prípade som ako zdroj informácií použil internetové stránky (eia.enviroportal.sk), keďže sa jedná zatiaľ iba o plán výstavby MVE Šalková. V prípade dvoch už fungujúcich MVE som informácie získaval na základe podkladov od prevádzkovateľov týchto elektrární a osobnej návštevy v areáli MVE. Zo získaných informácií som vypracoval súhrn technických informácií a ekonomický výpočet návratnosti vlozenej investície. Daným výpočtom bolo dokázané, že doba návratnosti investície u jednotlivých MVE je v rozmedzí 7 až 14 rokov. Z môjho pohľadu hodnotím takúto investíciu ako veľmi dobrú, pretože životnosť podobných vodných diel je mnohonásobne vyššia (aj 80 rokov, niekedy viac). Tento fakt je určite pozitívnou informáciou pre budúcich investorov, pretože pomaly ale isto v prípade MVE mizne jej nevýhoda – dlhá doba návratnosti investície.

Využívanie vodnej energie na Slovensku by som rád vyzdvihol nad ostatné obnoviteľné zdroje energie a to hlavne z dôvodu vysokej účinnosti premeny energie a existencie zatiaľ nevyužitého hydroenergetického potenciálu vodných tokov SR (u MVE sa o jedná o viac ako 75%). V prípade malých vodných elektrární je plusom aj malý dopad na okolité prostredie.

Vodná energia patrí medzi historicky najdlhšie využívaný druh energie a zároveň k najvyužívanejším OZE v SR. Technológia, s ktorou pracujú vodné elektrárne prešla za tú dobu veľkým vývinom. Podľa môjho názoru sa vo využití vodnej energie skrýva ešte vysoký potenciál, ktorý v budúcnosti priláka nových investorov a bude zaujímať aj naďalej prvé priečky v rebríčku využívania obnoviteľných zdrojov energie.

## Použitá literatúra

- [1] **Fond pre alternatívne energie:** [online],. rok 1998 - Vodná energia  
<http://www.seps.sk/zp/fond/1998/>
- [2] **Sústava vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros:** [online],. Vodné dielo Gabčíkovo, <http://www.gabcikovo.gov.sk>
- [3] **Elektronická zbierka zákonov:** [online],. Zákon 364/2004 Z. z. – vodný zákon  
<http://www.zbierka.sk>
- [4] **Využitie vodnej energie:** [online],. Vodná energia  
<http://www.senec.raft.szm.sk/>
- [5] **Slovenské elektrárne, a. s.:** [online],.  
<http://www.seas.sk/>
- [6] **Slovakiasite.sk:** [online],. Vodstvo Slovenskej republiky  
<http://www.slovakiasite.com/>
- [7] **Wikipédia:** [online],. Otvorená encyklopédia  
<http://www.wikipedia.sk/>
- [8] **Slovenský vodohospodársky podnik Žilina, š.p.:** [online],.  
<http://www.povodia.sk/>
- [9] **Slovenská elektrizačná prenosová sústava:** [online],.  
<http://www.sepsas.sk/>
- [10] **Slovenská agentúra životného prostredia:** [online],. Správa o stave ŽP r.1996  
<http://www.sazp.sk/>
- [11] **Časopis New Energy:** Predpokladaný vývoj a spotreby elektrickej energie na Slovensku. ISSN 1335-6453, dátum vydania: zima 2007
- [12] **Ministerstvo hospodárstva SR:** [online],.  
<http://www.mhsr.sk/>
- [13] **Slovenská inovačná a energetická agentúra:** [online],.  
<http://www.sea.gov.sk/>
- [14] **eTREND:** [online],. Internetová služba týždenníka TREND  
<http://www.etrend.sk/>
- [15] **Ministerstvo životného prostredia:** [online],. Správa o geotermálnom prieskume územia SR  
<http://www.enviro.gov.sk/>
- [16] **Internetový denník SME.sk:** [online],.  
<http://www.sme.sk/>
- [17] **Internetový denník Korzár.sk:** [online],.  
<http://www.korzar.sme.sk/>
- [18] **DUŠIČKA, P. – GABRIEL, P. – HODÁK, T. – ČIHÁK F. – ŠULEK P. :**  
Malé vodní elektrárny, Vyd. 1 Jaga group, v.o.s., Bratislava 2003
- [19] **Abeceda malých vodných pohonů:** [online],.  
<http://mve.energetika.cz/>
- [20] **Online magazín ASB – architektura, stavebníctvo, biznis:** [online],.  
<http://abs.sk/>
- [21] **Online magazín Finančník.sk:** [online],.  
<http://www.financnik.sk/>

## Zoznam použitých skratiek a symbolov

symbol	popis	jednotka
$Q$	Prietok	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$
$\eta_t$	Účinnosť generátora	%
$\eta_g$	Účinnosť turbíny	%
$\eta_c$	Celková účinnosť	%
$H$	Spád	m
$P$	Výkon	W, kW, MW, GW
$g$	Gravitačná konštanta	$9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
$\rho$	Hustota	$\text{kg} / \text{m}^3$
$k$	Koeficient závislý na účinnosti turbíny, generátora, prevodovky a transformátoru	-
$t$	Čas	s, hod, rok
$n_t$	Otáčky turbíny	$\text{min}^{-1}$
$n_g$	Otáčky generátora	$\text{min}^{-1}$