

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra technické a informační výchovy

**Obnovitelné zdroje energie se zaměřením na využití vodní
energie**

Bakalářská práce

OLOMOUC 2012

Vedoucí práce:

Mgr. Martin Havelka, Ph.D.

Autor práce:

Dagmar Chemišincová

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Obnovitelné zdroje energie se zaměřením na využití vodní energie“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Olomouci dne 20.6.2012

Podpis

Dagmar Chemišincová

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce, panu Mgr. Martinu Havelkovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi při zpracování bakalářské práce poskytl.

Obsah

POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY	1
ÚVOD	1
TEORETICKÁ ČÁST	2
1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE.....	2
1.1 POJEM ENERGIE	3
1.2 ENERGIE SLUNCE.....	4
1.2.1 Fotovoltaické články.....	5
1.2.2 Přímá přeměna tep. energie na el. energii využívající termoelektrický článek.....	6
1.2.3 Přeměna energie dopadajícího světelného záření na teplo – fototermický kolektor	7
1.3 ENERGIE VĚTRU	7
1.3.1 Rozdělení větrných elektráren	8
1.3.2 Výhody a nevýhody větrných elektráren	9
1.3.3 Situace v ČR.....	9
1.3.4 Konkrétní příklad větrné elektrárny.....	10
1.4 BIOMASA	10
1.4.1 Výhřevnost.....	11
1.4.2 Výhody a nevýhody užití biomasy	11
1.5 ENERGIE VODY.....	11
1.5.1 Historie využití energie vodních toků.....	12
2 VODNÍ DÍLA.....	14
2.1 ČÁSTI VODNÍHO DÍLA	14
2.2 PRINCIP VODNÍ ELEKTRÁRNY	16
2.3 ENERGETICKÁ VODNÍ DÍLA V ČR	17
2.3.1 Přečerpávací elektrárna Dlouhé Stráně.....	19
2.4 SROVNÁNÍ SE SVĚTEM	21
3 VODNÍ ELEKTRÁRNY.....	24
3.1 DĚLENÍ VODNÍCH ELEKTRÁREN	24
3.1.1 Podle způsobu provozu:.....	24
3.1.2 Podle systému soustředění měrné energie a přívody vody k turbíně:	24
3.1.3 Podle využití měrné energie:	25
3.1.4 Podle jednotkového výkonu (3 třídy):.....	25
3.1.5 Podle velikosti spádu:	25
3.2 STROJNÍ ZAŘÍZENÍ VODNÍCH ELEKTRÁREN.....	25
3.2.1 Francisova turbína.....	27

3.2.2	<i>Kaplanova turbína</i>	29
3.2.3	<i>Peltonova turbína</i>	30
3.2.4	<i>Bánkiho turbína</i>	31
3.2.5	<i>Další turbíny</i>	32
3.3	MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY	33
3.4	TECHNIKA VERSUS PŘÍRODA	34
3.4.1	<i>Zásah do krajiny</i>	34
3.4.2	<i>Voda a živá říše – rybí přechody</i>	36
4	ŠIRŠÍ ASPEKTY VYUŽÍVÁNÍ ENERGIE PROUDÍCÍ VODY	39
4.1	PROVOZ A PODPORA VÝROBY EL. ENERGIE V ČR	39
4.2	FINANČNÍ PODPORA	41
	APLIKAČNÍ ČÁST	44
5	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	44
5.1	CHARAKTERISTIKA DOTAZNÍKU „OZE S VYUŽITÍM NA VODNÍ ENERGII“ PRO ŽÁKY 9. TŘÍD ZŠ	44
5.2	CHARAKTERISTIKA DOTAZNÍKU „OZE VE VÝUCE PRO UČITELE“ PRO PEDAGOGY ZŠ	44
5.3	CHARAKTERISTIKA VZORKU RESPONDENTŮ Z ŘAD STUDENTŮ	45
5.4	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PROVEDENÉHO VÝZKUMU DOTAZNÍKU „OZE S VYUŽITÍM NA VODNÍ ENERGII“	46
5.5	CHARAKTERISTIKA VZORKU RESPONDENTŮ Z ŘAD UČITELŮ	62
5.6	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PROVEDENÉHO VÝZKUMU DOTAZNÍKU „OZE VE VÝUCE PRO UČITELE“	62
	ZÁVĚR	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	PŘÍLOHY	73

Použité zkratky a symboly

Zkratka	Význam
ERÚ	Energetický regulační úřad
ZVHS	Zemědělská vodohospodářská správa
EZ	Energetický zákon, Zákon č. 458/2000 Sb. v aktuálním znění
VE	Vodní elektrárna
PM	Povodí Moravy
VD	Vodní dílo
OZE	Obnovitelné zdroje energie
RP	Rybí přechod
ČSVE	Česká společnost pro větrnou energii
SEK	Státní energetická koncepce

Ostatní zkratky se vyskytují v textu s jejich okamžitým vysvětlením.

ÚVOD

Využívání energetických zdrojů je stále vděčným tématem, kterým se lidstvo zaobírá odnepaměti. V dnešní době rostoucích cen energie a tlaku na snižování dopadů energetiky na životní prostředí je velká pozornost věnována využívání primárních obnovitelných zdrojů energie. Při počtu sedmi miliard lidí na Zemi je spotřeba vody, elektrické energie, tepla a dalších pro nás zcela běžných zdrojů stále vyšší. Mnohé z těchto zdrojů, které doposud lidem sloužily pro uspokojování základních lidských potřeb jsou buď nepostačující, nákladné, a nebo dokonce působí negativně na naši přírodu a prostředí ve kterém žijeme.

Z těchto důvodů je důležité zabývat se otázkou, jak co nejlépe využít primární obnovitelné zdroje energie (dále jen OZE). V našich podmínkách jsou to zejména sluneční záření, energie vody a větru.

Samotná práce se zaměřuje především na využití vodní energie, tedy energie, která je od nepaměti lidstvem využívána k zavlažování, dopravě, ale během posledních století také k výrobě elektrické energie. I proto se lidé vždy snažili o co nejefektivnější využití energie vody. Podle serveru Zelená energie (5) jsou vodní elektrárny „...v současnosti dominantním zdrojem energie z obnovitelných zdrojů v České republice.“

Cílem této práce v teoretické části je odpovědět na otázky: Kde se tato energie využívala v historii? Na jakých principech je založeno využívání vodní energie? Jaká vodní díla dnes můžeme u nás vidět a kde? Jaký dopad mají tato díla na naši přírodu? A v neposlední řadě se pokusíme zohlednit i ekonomické aspekty provozu těchto zdrojů.

V aplikační části se zaměříme na analýzu možnosti uplatnění problematiky OZE se zřetelem na vodní energii ve výuce obecně technického předmětu na 2. stupni ZŠ. Ukážeme si, do jaké míry mají žáci možnost proniknout do této oblasti a jaký na to oni sami zastávají názor. Na toto téma bude zpracováno dotazníkové šetření, s cílem vyhodnotit dosažené znalosti žáků v oblasti OZE a poukázat na případné možnosti, jak tyto znalosti zlepšit a rozšířit.

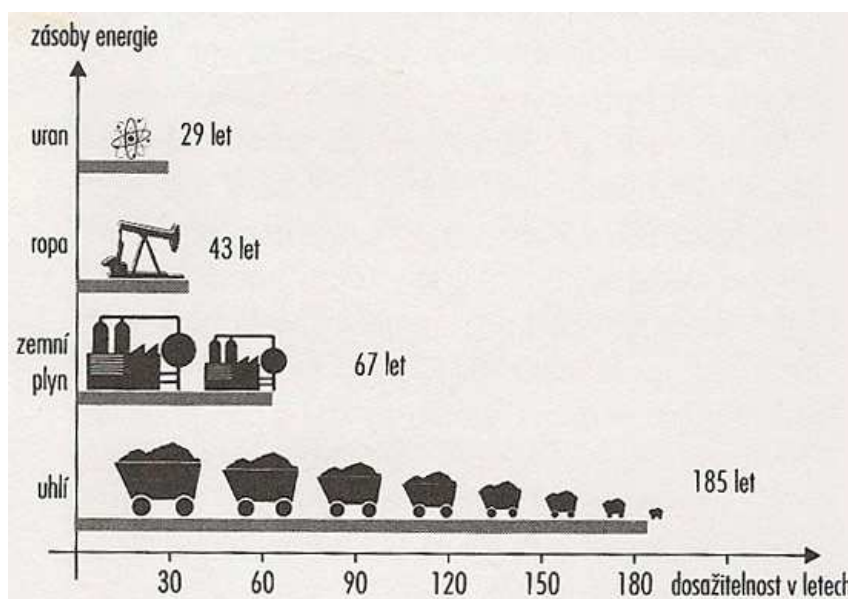
TEORETICKÁ ČÁST

1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Mezi obnovitelné zdroje lze zařadit pestrou škálu zdrojů energie. Tyto zdroje lze však charakterizovat jednou důležitou vlastností a to jejich nevyčerpatelností (1, s. 42). Zdrojem obnovitelné energie bývají nejčastěji sluneční záření, energie proudící vody, nebo vítr. Patří sem také geotermální energie, bioplyn, energie přílivu a odlivu a další. Fenomémem doby je energie pocházející z tzv. biomasy.

Obnovitelné zdroje energie definuje i zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů): „*Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.*“ (21).

Obnovitelnými zdroji energie by se měl zabývat každý. Důvodem je nejen šetrnost těchto zdrojů k životnímu prostředí, ale i blížící se vyčerpání zásob energie, které dnes lidstvo běžně používá, a to uran, ropu, zemní plyn a uhlí. Obr. 1 pro přehlednost ukazuje předpokládanou dobu čerpání primárních zdrojů energie při stávajícím současném tempu těžby. I když jsou uváděna i částečně odlišná čísla, nemění to nic na dohledné omezenosti zdrojů (68, s. 10).



Obr. 1: S jistotou těžitelné mezinárodní zásoby zdrojů energie (68, s. 10).

Práce se primárně zabývá využitím energie Slunce, energie větru a v neposlední řadě hlavním tématem práce – využitím energie vody. Důvodem je skutečnost, že se s těmito druhy OZE setkáváme nejčastěji a také jsou tyto druhy energie zahrnuty do výuky žáků 9. tříd ZŠ. Přiblížení tématu tak může pomoci zdokonalit výuku této nepříliš oblíbené studijní látky (22).

Před krátkým přehledem jednotlivých nejznámějších využití energií, se seznámíme se samotným pojmem energie.

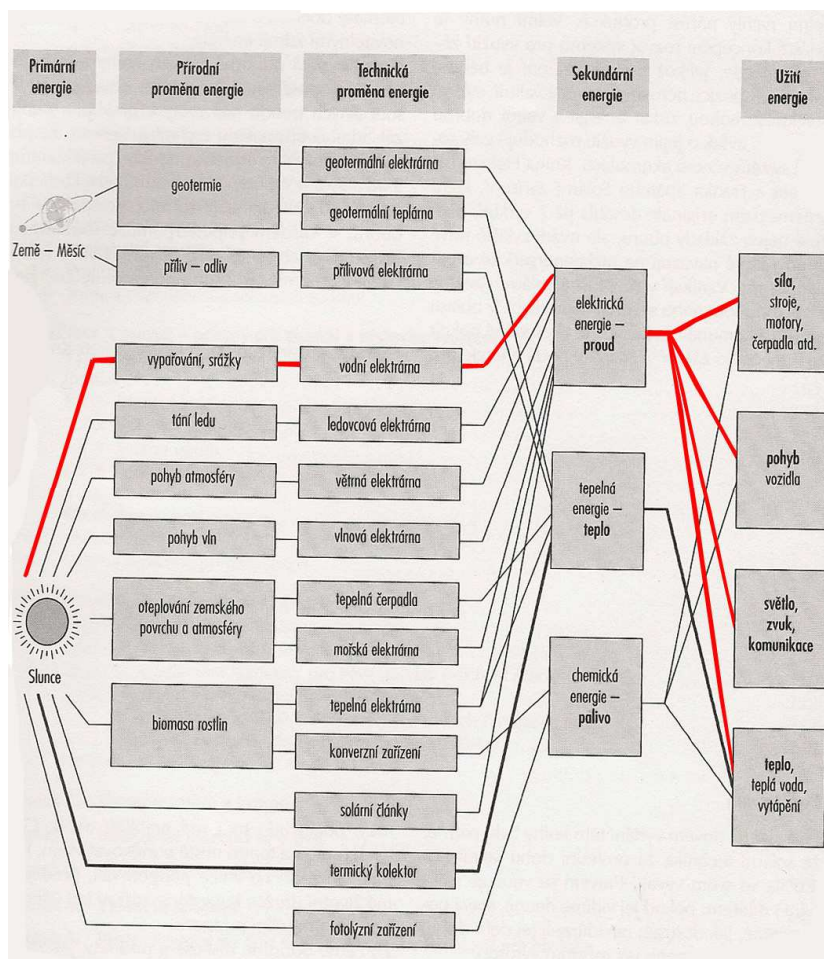
1.1 Pojem energie

S aplikací pojmu energie se setkáváme, díky naší závislosti na ní, každý den, aniž si to možná uvědomujeme. Samotný pojem energie není snadné jednoduchým způsobem formulovat. Podle P. Augusty může být energie jakýmsi společným jmenovatelem různých druhů pohybu a jako fyzikální veličina může sloužit i jako míra množství pohybu. Dá se říci, že je to nejdůležitější fyzikální veličina a představuje jakýsi svorník nebo páteř celé fyziky (1, s. 26).

Energii můžeme dále rozdělit podle působící síly na:

- mechanickou,
- tepelnou,
- vnější,
- chemickou,
- elektrickou,
- jadernou,
- zářivou.

Obr. 2 nám znázorňuje možnosti využití OZE. Červenou barvou je vymezena rovina, kterou se naše práce bude zabývat nejpodrobněji, a to technická proměna vodní energie.



Obr. 2: Možnosti využití OZE (68, s. 8).

Nyní se zaměříme na primární zdroje energie, a to energie Slunce. Tímto primárním zdrojem začínáme proto, že jeho postupná přeměna má zásadní vliv pro další typy OZE, které využíváme. Sluneční záření se podílí na vzniku biomasy, proudění vzduchových mas, koloběhem vody v přírodě atd. Přehledně tuto problematiku zobrazoval obr. 2.

1.2 Energie Slunce

Zářivá energie Slunce dosahuje hodnoty asi $3,8 \cdot 10^{23}$ kW (14), toto číslo je tak vysoké, že přesahuje až několika bilionkrát potřeby lidstva. Z hlediska ochrany životního prostředí bývá přímé využívání slunečního záření označováno za nejšetrnější a nejčistší¹.

Využít sluneční energii lze přeměnou na:

A) formu elektrické energie – např. využití fotovoltaického jevu,

¹ Zde zmiňuji dopad na životní prostředí pouze při využití slunečního záření. Při zkoumání celkového dopadu na životní prostředí je nezbytné zahrnout i proces výroby a likvidace systému na přeměnu slunečního záření na využitelnou energii, tzv. posuzování životního cyklu produktu (13).

B) na formu tepelné energie – je založena na získání tepla.

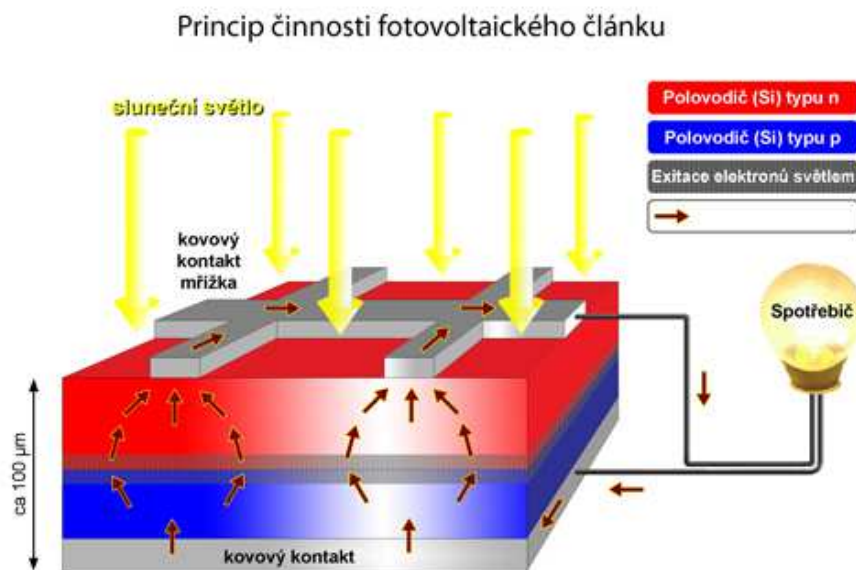


Obr. 3: Obecné rozdělení systému využití slunečního záření a jejich příklady. (60)

1.2.1 Fotovoltaické články

K výrobě těchto článků se používá polovodičových materiálů, nejčastěji křemíku. Aktuálně probíhá vývoj fotovoltaických článků na bázi organických sloučenin s cílem zvýšit účinnost a snížit výrobní náklady.

Díky elektronickým vlastnostem obou polovodičů z nichž se skládá fotovoltaický článek vzniká vlivem dopadajícího slunečního záření na rozhraní mezi nimi na tzv. P-N přechodu samovolně rozdíl potencionálů elektrického napětí (přičemž polovodič typu N je kladný a P záporný).



Obr. 4: Princip fotovoltaického článku (61)

Výhody:

- Funkčnost i na těžko přístupných místech (ostrovy, hory, poušť).
- Aplikace článků velmi rozsáhlé – od napájení kalkulaček až po využití v energetice.

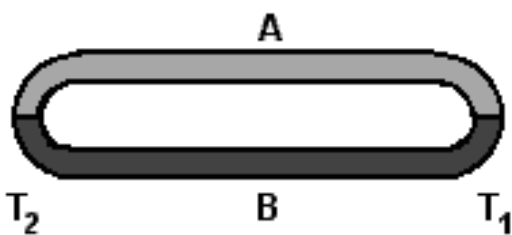
Nevýhody:

- Vysoká cena.
- Závislost na ročním období.
- V případě prašnosti nutné průběžné čištění.
- Energetická náročnost při získávání solárního křemíku.

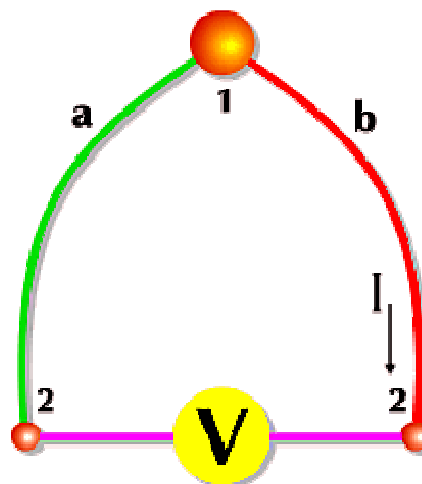
Fotovoltaické články mají mnoho zastánců i odpůrců, čas ukáže, která strana měla více pravdu.

1.2.2 Přímá přeměna tep. energie na el. energii využívající termoelektrický článek

Termoelektrický článek se skládá ze dvou kovů zapojených do série se dvěma spoji. Do jádra sběračů je umístěn termočlánek, který provádí přeměnu tepla v elektřinu. Termoelektrická přeměna spočívá v tzv. Seebeckově jevu². Dva různé na konci spojené vodiče vytváří termočlánek. V běžné praxi se využívá především k měření teplot (viz obr. 5).



Obr. 5: Seebeckův jev - termoelektrický článek (62)



Obr. 6: Princip termoelektrického článku (66)

1-spoj s vyšší teplotou; 2-2-spoj s nižší teplotou;
a,b dva různé vodivé materiály;

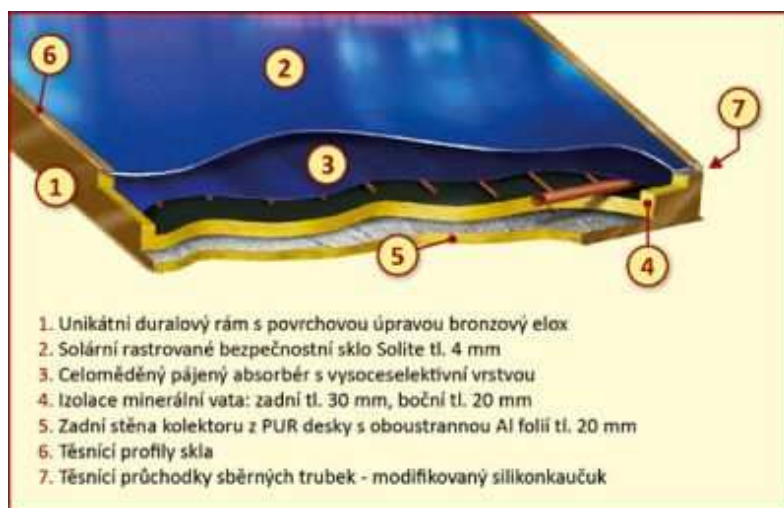
I-procházející proud; V-voltmetr na měření napětí.

² Seebeckův jev se projevuje u dvou vodičů A a B, u kterých je udržována teplota jejich spojů na rozdílných teplotách $T_1 > T_2$ (7).

Uvedený jev přímé přeměny tep. energie na el. energii není v současnosti v energetice příliš využíván. Užívá se v měřicí technice a v oblasti elektrického ohřevu a chlazení.

1.2.3 Přeměna energie dopadajícího světelného záření na teplo – fototermický kolektor

Využívá se k lokálnímu ohřevu vody. Kolektor můžeme vnímat jako tepelně izolovanou schránku, jejíž horní stěnu tvoří sklo (protože je zatíženo vysokou teplotou je opatřeno antireflexní vrstvou) propouštějící sluneční paprsky. Uvnitř schránky můžeme nalézt absorbér (vrstva schopna zahřát se až na 120 °C). K této vrstvě je připojen systém trubek obsahujících nejčastěji vodu, olej, vzduch či plyn. Pro lepší izolaci se na dno a boky schránky vkládá např. skelná vata či polyuretan. Montáž kolektorů se provádí nejčastěji na jižní stranu, pro hlavní provoz v létě se sklonem 30 °, pro ostatní období 50-60 ° od vodorovné plochy.



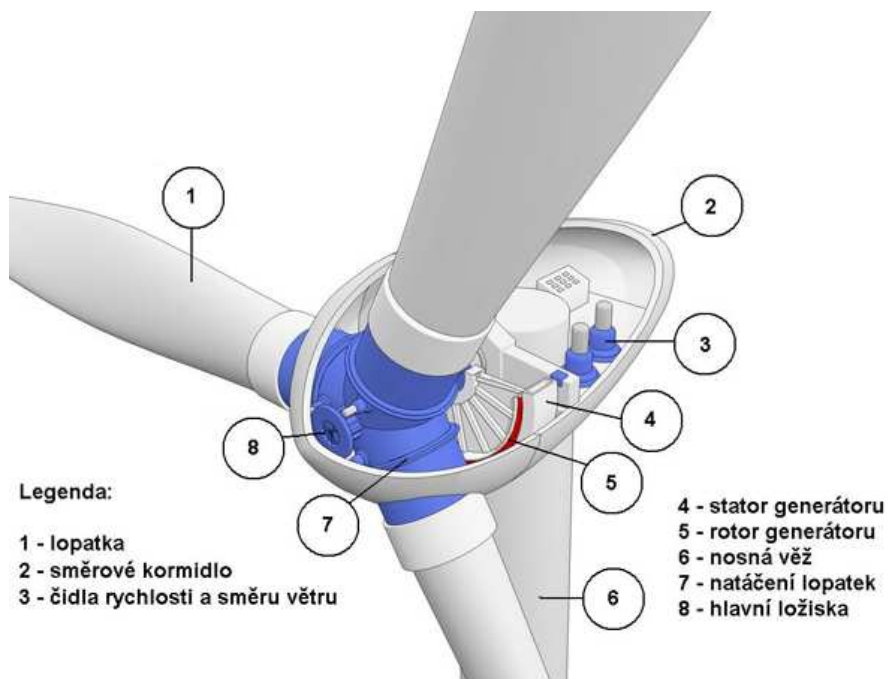
Obr. 7: Řez kolektorem (63)

Nyní opustíme energii primárního zdroje Slunce a zaměříme se na energii větru.

1.3 Energie větru

Vítr patří k přírodním činitelům, které pomáhají lidstvu od dávnověku. V minulosti vítr poháněl plachetnice, větrné mlýny, vodní čerpadla. V dnešní době jsou větrné elektrárny oblíbeným prostředkem výroby elektřiny. Princip vzniku větru je jednoduchý – vítr vzniká v atmosféře na základě rozdílů atmosférických tlaků jako důsledek nerovnoměrného ohřívání zemského povrchu. Teplý vzduch stoupá vzhůru, na jeho místo se tlačí vzduch studený.

V případě větrné elektrárny převádí větrná turbína energii větru na rotační energii mechanickou působením aerodynamických sil na listy rotoru. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztlakové síly. Současné větrné turbíny mívají 1-3 lopatky, nejlepší dosahovaná účinnost je 45 %.



Obr. 8: Průřez větrného stroje (64)

1.3.1 Rozdělení větrných elektráren

Dle serveru energetický poradce (9) můžeme rozdělit větrné elektrárny do dvou skupin:

- Systémy nezávislé na rozvodné síti – služba objektům, které nemají možnost se připojit k rozvodné síti, a v tomto případě zde elektrárna tedy slouží jako zdroj elektřiny. Objekt je vybaven buď zdrojem stejnosměrného proudu s nízkým napětím (12 V nebo 24 V), nebo je opatřen střídačem pro dodávku střídavého proudu o napětí 230 V. Vzhledem k tomu, že tento zdroj slouží jako hlavní, je vhodné tento objekt vybavit úspornými spotřebiči, případně, zejména pro využití v letním období, doplnit fotovoltaickými panely. Nutný je i systém akumulace elektrické energie.
- Systémy dodávající energii do rozvodné distribuční nebo přenosové sítě – nejrozšířenější využití pro komerční výroba elektřiny, možnost využití jako záložního zdroje. Velké větrné elektrárny mají asynchronní generátor, který dodává střídavý proud většinou o napětí 660 V, a tudíž nemohou pracovat jako autonomní zdroje

energie. Větrné elektrárny velkých výkonů (300-3 000 kW), určeny k dodávce energie do veřejné rozvodné sítě, mají průměr rotoru 40-80 m a věž o výšce více než 80 m.

1.3.2 Výhody a nevýhody větrných elektráren

Pokud se zamyslíme nad výhodami a nevýhodami tohoto OZE zjistíme, že i když sebou nese výhody, jako je výroba energie bez škodlivých odpadů, zájem turistů (např. v Dánsku a jiných státech, kde je u většiny větrných elektráren i vyhlídková plošina), přínos pro obce – podíl na zisku, tak nevýhody mohou převažovat. Je nutno zvážit velké finanční náklady na instalaci jednotky elektrického výkonu v porovnání s konvenčními zdroji elektrické energie, technickou náročnost provedení, nároky na výběr vhodné lokality. Elektrárna je i zcela závislá na rychlosti větru, kde když vítr nedosahuje průměrné rychlosti nad $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ nemá provoz velkou návratnost, a naopak v případě silného větru (kolem $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) může dojít k poškození elektrárny. Problémem může být i estetické narušení krajiny a hluk způsobující některé tyto elektrárny a s tím spojené stížnosti lidí přebývajících poblíž. V neposlední řadě i neregulovatelnost výroby energie zcela závislé na povětrnostních podmínkách a dopad do říditelnosti celé soustavy výroby, přenosu a zásobování elektrickou energií³ (9).

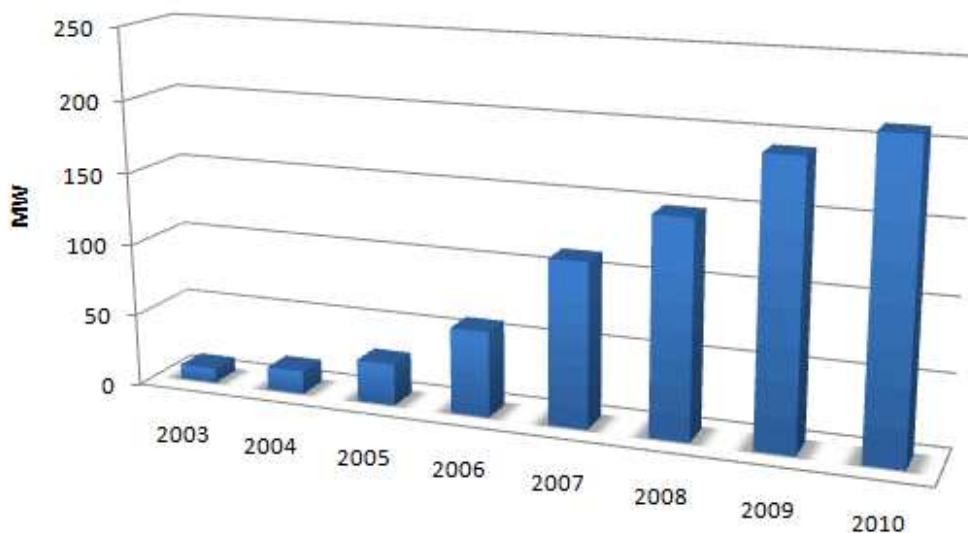
1.3.3 Situace v ČR

Na konci roku 2004 pracovaly větrné elektrárny v ČR s celkovým instalovaným výkonem o něco málo vyšším než 15 MW (vyrobily necelých 10 GWh elektrické energie). Studie v tomto roce přepokládaly, že by v roce 2010 mohl instalovaný výkon větrných elektráren dosáhnout asi 502 MW až 1044 MW. Tyto předpovědi se však nesplnily. ČSVE (10) uvádí, že v roce 2010 bylo v ČR nainstalováno 23 MW ve větrné energii což je o 45 % méně než v roce 2009. V souhrnu bylo do června 2011 v ČR instalováno 217 MW.⁴ Celková výroba v roce 2010 činila 335 GWh = pokrytí spotřeby energie ve zhruba 95 700 domácnostech. To znamená, že dosavadní tempo rozvoje tohoto segmentu OZE neodpovídá ani nízkému scénáři Euroenergy. Na obrázku 9 můžeme vidět nárůst instalovaných větrných elektráren od roku 2003 do roku 2010.

³ Více se problematikou připojováním větrných elektráren do distribuční sítě zabývá server www.tzb-info.cz (19).

⁴ Podrobně se vyhodnocením zabývá energetický regulační úřad (11).

Instalované větrné elektrárny v ČR celkem (MW)



Obr. 9: Instalované větrné elektrárny v ČR celkem (MW) (65)

1.3.4 Konkrétní příklad větrné elektrárny

Pro konkrétní příklad provozu větrné elektrárny lze využít publikace o OZE „Příklady dobré praxe“ (2, s. 16) autorky Jitky Klinerové. Větrná elektrárna umístěná v Protivíně o nominálním výkonu 100 kW byla instalována na přelomu roku 2002/2003 jako součást Centra pro aplikaci obnovitelných zdrojů při o.s. Pravoslavná akademie Vilémov. Generátor má třílistý rotor o průměru 21 m a je osazen na stožáru vysokém 33 m. Očekávaná výroba elektrárny je přibližně 120 000 kWh ročně. Příjmy z prodeje elektřiny podporují činnost i další rozvoj zmíněného o.s.

Vliv na životní prostředí této elektrárny bychom mohli hodnotit kladně a to srovnáním. Tato elektrárna vyrobí 111 MWh elektřiny ročně, při výrobě stejného množství elektřiny z fosilních paliv by do ovzduší uniklo okolo 129 tun CO₂.

Přínosem je projekt nejen pro obec a o.s., ale i pro jiné návštěvníky, kteří využijí pravidelných seminářů, exkurzí a workshopů, které akademie pořádá. Cílem těchto setkání je propagace, rozvoj a využití OZE.

1.4 Biomasa

Zdroj (12) definuje biomasu jako „...souhrn látek tvořících těla všech organismů, jak rostlin, bakterií, sinic a hub, tak i živočichů. Tímto pojmem často označujeme rostlinnou biomasu využitelnou pro energetické účely. Energie biomasy má svůj prapůvod ve slunečním

záření a fotosyntéze, proto se jedná o obnovitelný zdroj energie. Celková hmotnost biomasy je obvykle stanovena vážením, popřípadě též odhadem z objemu nebo délky těla. U čerstvě nalovených organismů je stanovena živá nebo čerstvá biomasa. Přesnější je stanovení biomasy suché (sušiny) a sušiny bez popelovin. Energetická hodnota biomasy je stanovena buď spálením v joulometru, nebo na základě podílu proteinů, cukrů a tuků...“ Z hlediska energetického využití jde v podmínkách České republiky většinou o dřevo (či tříděný odpad), slámu a jiné zemědělské zbytky a exkrementy užitkových zvířat. Před vstupem do vlastního energetického zařízení musí být biomasa obvykle upravována. Může jít o sušení, lisování, briketování, zplyňování atd.

1.4.1 Výhřevnost

Výhřevnost biomasy kolísá podle druhu dřeva či rostliny, a podle vlhkosti, na kterou jsou tato paliva citlivější. Dřevní hmota při přirozeném provětrávání pod střechou sníží svůj obsah vody na 20 % za jeden rok, řepková sláma za stejných podmínek na 13 %. Průměrná výhřevnost dokonale suché rostlinné biomasy je 18,6 MJ/kg, v praxi se ale pohybuje v důsledku různých vlivů okolo (10-15) MJ/kg (pro srovnání: průměrná výhřevnost černého uhlí je 24-29 MJ/kg, topného oleje 42 MJ/kg) (46).

1.4.2 Výhody a nevýhody užití biomasy

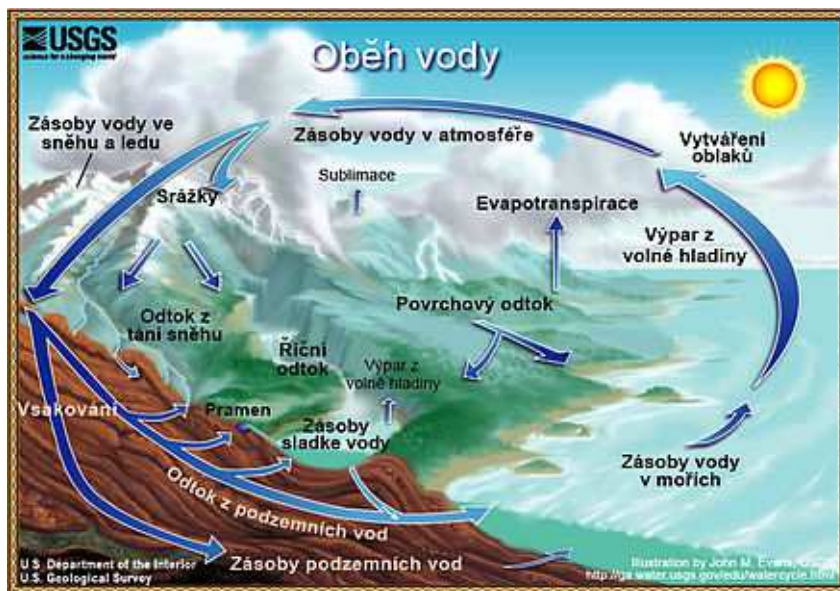
I když výhod je také velké množství, zdůraznila bych nevýhody, které žel převyšují. Nevýhodou je jak jsme si uvedli výše větší obsah vody a tudíž nižší výhřevnost. Mezi další nevýhody patří:

- větší objem paliva a tudíž vyšší nároky na skladování,
- úprava paliva před jeho použitím, jako je sušení, tvarování nebo zplyňování a s tím spojená investice do nových zařízení,
- na rozdíl od zdrojů jako je plyn a elektřina je s tímto palivem spojená určitá složitá manipulace,
- mnohdy složitá likvidace popela a překonání dopravních vzdáleností ke konečnému uživateli s následným negativním dopadem na životní prostředí (46).

1.5 Energie vody

Energie vody vzniká při koloběhu vody v přírodě (viz obr. 10). Koloběh vody je neustále obnovující se zdroj energie na Zemi. Na jeho vzniku se podílí sluneční energie, gravitační síla Země a větrná energie. Nejběžnější způsob jeho využívání představuje

přeměna energie vodního toku v energii elektrickou. Princip je jednoduchý. Voda, která stéká z výše položených míst směrem dolů, uvolňuje svou nashromážděnou energii. Vlivem slunečního záření, díky kterému se voda odpařuje z moře, voda opět získává svou původní energii a ve formě dešťových nebo sněhových srážek za působení zemské gravitace se vrací zpět, aby znovu získala svou polohovou a pohybovou energii. Ekonomicky patří takto získaná energie k nejvýhodnějším, přičemž způsob její výroby je navíc ekologicky čistý. (20, s. 45)



Obr. 10: Koloběh vody v přírodě (67)

1.5.1 Historie využití energie vodních toků

Energie vody byla jedním z prvních zdrojů energie, kterou člověk začal využívat. V období mezolitu pravděpodobně vznikl dlabaný člun tzv. monoxyl, také byly užívány vory a měchy vycpané trávou. Již ve starověku lidé uměli využívat vodu jako zdroj energie a našli způsoby jak ji přeměnit na mechanickou práci. V Mezopotámii (600 př. n. l.) Chaldejci používali čerpací kolo na dopravu vody do závlahových kanálů a v Egyptě (230 př. n.l.) bylo používáno hnací lžicové kolo k pohonu věder na čerpání vody (15). Ve středověku se vodní energie hojně využívala k mletí obilí, čerpání vody, byly budovány kovářské hamry a dřevařské pily na vodní pohon. První vodní mlýn v Čechách, o němž existuje písemná zmínka, „vystavěl na řece Pšovce tesař Halak, syn Mladův, pro Svacha při zakládání města Žatce roku 718“. Jak píše Václav Hájek z Libočan ve své Kronice české z roku 1541 vzbudil tento mlýn „kterýž voda táhla“ všeobecný údiv a stal se vzorem pro stavbu vodních mlýnů na

jiných řekách (3, s. 34)⁵. S příchodem průmyslové revoluce se klasický model vodních mlýnů postupně nahrazoval vodními elektrárnami jakožto zdroje elektrické energie. Od té doby je energie vody přeměňována téměř výhradně na univerzální a žádanou elektrickou energii.

Hydroenergetický potenciál představuje cenné přírodní bohatství každého jednotlivého státu. Jeho využitelnost jakožto zdroje elektrické energie se z místního hlediska různí. Určující jsou zejména přírodní podmínky, a dále stupeň hospodářské, technické a společenské úrovně jednotlivé země.

V České republice nejsou přírodní poměry pro budování vodních energetických děl ideální. Česká republika leží v rozvodí tří moří (Severní, Baltské, Černé moře) a téměř všechny významnější toky odvádějí vodu na území sousedních států dříve, než dosáhnou hydroenergeticky významnějších průtoků. Existuje značná závislost našich vodních zdrojů na atmosférických srážkách, tedy na tom, jak je daný rok bohatý na dešťové srážky. Podmínky pro budování vodních energetických děl proto nejsou v České republice ideální. Z důvodu malého zastoupení tohoto zdroje energie je podíl výroby elektrické energie ve vodních elektrárnách z celkové spotřeby poměrně nízký.

V posledních letech k jeho dalšímu snížení přispělo i poškození vodních elektráren povodněmi v roce 2002. Z celkové produkce elektřiny v ČR se ve vodních elektrárnách vyrobí asi jen (3 až 4) % (23, s. 12). Vodní elektrárny představují asi 12 % instalovaného výkonu elektráren v ČR (24). Většina tohoto výkonu (cca 90 %) připadá na zařízení s výkonem vyšším než 5 MW. Potenciál výstavby velkých vodních elektráren je tudíž v našich českých podmínkách takřka vyčerpán, ale potenciál můžeme sledovat ve výstavbě malých vodních elektráren (MVE) (16).

⁵ Z novodobé literatury můžeme zmínit román Alfréda Technika Mlýn na ponorné řece z roku 1956 o mlynáři, který pátrá po tajemství podzemních jeskyň. Příběh se odehrává v 18. století a je lokalizován do Moravského krasu.

2 VODNÍ DÍLA

Pojem vodní díla definuje mnoho slovníků různými způsoby. Držme se však definicí danou v zákoně č. 254/2001 Sb. o vodách, §55 (47). Odstavec jedna zmíněného zákona ukazuje, že za vodní dílo můžeme považovat stavbu, která slouží ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, k úpravě vodních poměrů. Slouží také k jiným účelům – ty zákon (47) podrobně definuje:

- „ přehrady, hráze, vodní nádrže, jezy a zdrže,
- stavby, jimiž se upravují, mění nebo zřizují koryta vodních toků,
- stavby vodovodních řadů a vodárenských objektů včetně úpraven vody, kanalizačních stok a kanalizačních objektů včetně čistíren odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizací,
- stavby na ochranu před povodněmi,
- stavby k vodohospodářským melioracím, zavlažování a odvodňování pozemků,
- stavby, které se k plavebním účelům zřizují v korytech vodních toků nebo na jejich březích,
- stavby k využití vodní energie a energetického potenciálu,
- stavby odkališť,
- stavby sloužící k pozorování stavu povrchových nebo podzemních vod,
- studny,
- stavby k hrazení bystřin a strží,
- jiné stavby potřebné k nakládání s vodami.“

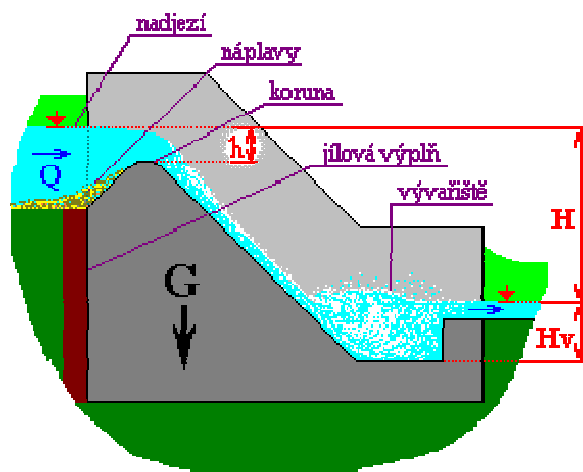
Zákon dále vysvětluje, že za vodní dílo nepovažujeme zařízení mimo koryta vodních toků, také průzkumné hydrogeologické vrty a další zařízení související s geologickými pracemi. Při pochybnostech o tom, co je a co není vodní dílo rozhodne vodoprávní úřad. Na vybrané bloky vodního díla se v následující části textu zaměříme podrobněji.

2.1 Části vodního díla

Podle zdroje (47) se jedná o:

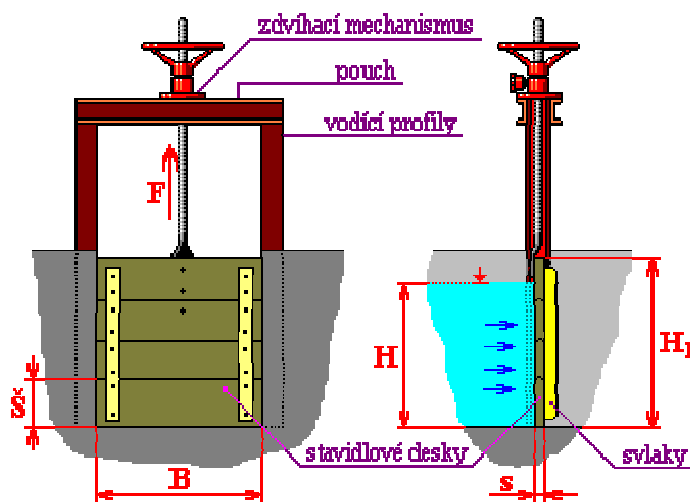
- Vzdouvací zařízení – přehradní hráze a jezy – louží ke vzduť vodní hladiny. Získáme tím spád (H) (viz obr. 11, 12 a 13). Jez přehrazuje vodní tok, rozlišujeme jezy pevné

(na malých vodních dílech s neměnnou výškou) a jezy pohyblivé (jsou v místech, kde hrozí vylití břehů nebo se jejich stavba zvažuje z hlediska lodní dopravy).



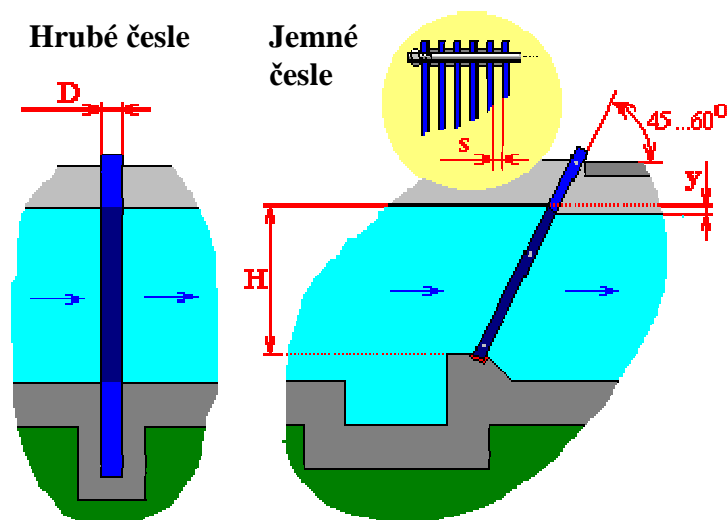
Obr. 11: Šikmý betonový jez s prohloubeným vývařištěm (80)

- Stavidla – slouží k úplnému zastavení, regulaci nebo omezení průtoků. Skládá se z dřevěné nebo plechové desky, kterou pohybuje zdvihací mechanismus svisle.



Obr. 12: Dřevěné stavidlo (80)

- Přepady – zabraňují vzestupu hladiny v náhonu, slouží k odvedení přebytečné vody zpět do hlavního toku.
- Lapače písku – účelem je zabránit souvislému zanášení náhonu.
- Česle – zabraňují vnikání vodou unášených nečistot do turbíny. Rozlišujeme jemné a hrubé (s automatickým čištěním), zhotovené převážně jako mříž.



Obr. 13: Hrubé a jemné česle (80)

- Přivaděče – koncentrují spád do místa vodní turbíny. Beztlakovým přivaděčem je derivační kanál. Tlakové přivaděče jsou nejčastěji z ocelových trub.
- Strojovna – je v ní umístěno strojní a elektrotechnické zařízení elektrárny.
- Potrubí
- Odpadní kanály – vracejí vodu do původního koryta.

Součástí vodního díla ve většině případů je vodní elektrárna. Nyní se zaměříme na stručné vysvětlení jejího principu.

2.2 Princip vodní elektrárny

Zdroj (49) zařazuje mezi výhody elektrické energie to, že se dá lehce přeměňovat např. na energii tepelnou, nebo se dá lehce přenášet. Vodní elektrárna tedy přeměňuje potenciální (nebo kinetickou) energii uloženou ve vodních tocích v podobě proudění. Velikost energie je závislá na rychlosti proudění (na spádu toku a na průtoku). Energie toku se dá spočítat následovně:

Energie toku = využitelnost spádu x průtok vody.

Voda roztáčí turbínu, ta je na společné hřídeli s elektrickým generátorem a tvoří turbogenerátor. Podobný princip využívá i uhelná nebo jaderná elektrárna (31).

Pro vodní elektrárnu je důležitou veličinou výkon. Výkon je práce vykonaná vodou za časový interval. Výpočet podle (50):

$$P = \Delta p \cdot Q = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q [W],$$

Δp – tlakový spád na oběžném kole turbíny (Pa),

ρ – hustota vody ($1\,000\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$),

g – tíhové zrychlení ($9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$),

H – spád (m) tj. výškový rozdíl hladin ve vtokové části nad vodní elektrárnou a v odpadu pod ní.

Q – hltnost turbíny ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Jde o maximální průtok turbínou. Průtok je množství vody protékající určitým profilem toku za 1 sekundu.

Skutečný výkon však nelze úplně přesně vypočítat, protože je vlivem ztrát menší. Ztráty vznikají při přeměně energie kapaliny na mechanickou práci v turbíně a dále na elektrickou energii v generátoru.

Zdroj (49) mezi výhody vodních elektráren zařazuje:

- částečnou nebo úplnou energetickou nezávislost,
- na rozdíl od větrných a slunečných elektrárnám dodává vyšší výkon,
- proti větrné a solární energii je vodní energie asi nejstabilnější zdroj energie,
- jen málo zatěžuje životní prostředí.

K nevýhodám patří:

- složitá výstavba a instalace,
- použití jen na místech s optimálním průtokem a spádem,
- vysoká investice.

2.3 Energetická vodní díla v ČR

Definici vodního díla jsme si uvedli v kapitole 2, v České republice máme bezpočet vodních děl. Ministerstvo zemědělství ČR (51) k 1.1.2008 vytvořilo seznam vodních děl v republice, shrneme si je v tabulce 1.

Tab. 1: Počet vodních děl podle krajů – vlastní úprava (51)

KRAJ	POČET
Hlavní město Praha	9
Jihočeský kraj	54
Jihomoravský kraj	22
Karlovarský kraj	17
Královéhradecký kraj	20
Liberecký kraj	13
Moravskoslezský kraj	13
Olomoucký kraj	11

Pardubický kraj	23
Plzeňský kraj	18
Středočeský kraj	64
Ústecký kraj	45
Vysočina	39
Zlínský kraj	11

Ministerstvo zemědělství k 1.1.2008 evidovalo v ČR 359 vodních děl. Jednoznačně dominujícími kraji, co do počtu vodních děl, jsou kraje Středočeský, Jihočeský a Ústecký. Důvodem je, že tyto kraje mají největší řeky v republice, a to Vltavu a Labe, na kterých jsou vystavěny největší vodní díla. Zmínme průtočnou VE Střekov (výkon 19,5 MW) na řece Labi, nebo akumulární VE Orlík (výkon 364 MW), Slapy (výkon 144 MW), Lipno (výkon 120 MW), Kamýk (výkon 40 MW), Štěchovice I (výkon 22,5 MW), nebo přečerpávací VE Štěchovice II (výkon 45 MW) na řece Vltavě. Vodní díla nám blíže přiblíží mapa 1 v příloze. Blíže se zaměříme na náš kraj, a to Olomoucký v tabulce 2.

Tab. 2: Tabulka vodních děl v Olomouckém kraji (51, s.11)

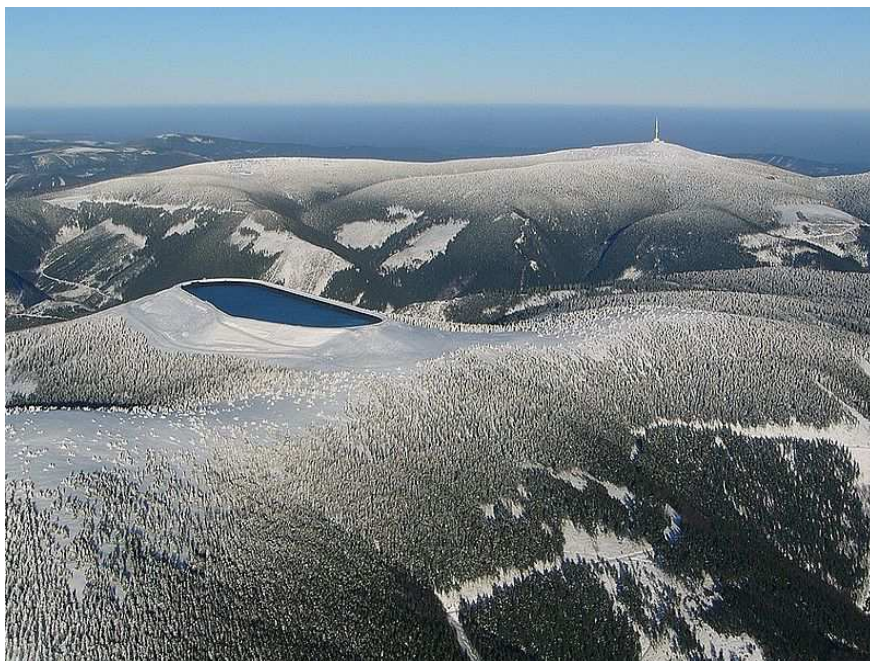
Poř. číslo	Obec	Název VD	Tok	Vlastník	Provozovatel
1	Litovel	Mladeč-poldr	Hradečka	Obec Mladeč	Obec Mladeč
2	Olomouc	Tršice	Olejnice	ZVHS	ZVHS
3	Prostějov	Plumlov	Hlučela	PM	PM
4	Přerov	PřCHZ	-		
5	Přerov	PřCHZ A 2	-		
6	Šumperk	Dlouhé Stráně – dolní nádrž	Desná	ČEZ – VE	ČEZ – VE
7	Šumperk	Dlouhé Stráně – horní nádrž	-	ČEZ – VE	ČEZ – VE
8	Šumperk	Dlouhé Stráně podzemní objekty	Desná	ČEZ - VE	ČEZ - VE
9	Zábřeh	Lesnice	Morava	PM	PM
10	Zábřeh	Leština	Morava	PM	PM
11	Zábřeh	Nemilka	Nemilka		

Olomoucký kraj se může pyšnit mnoha významnými a užitečnými přehradami zmínila bych vodní dílo Nemilka. Nenápadná říčka Nemilka napájí tuto vodní nádrž, která původně sloužila jako nádrž na pitnou vodu pro Zábřeh. Dnes je přehrada soukromým vlastnictvím a slouží převážně místním rybářům pro lov ryb (omezeno místenkou).

Starostové Olomouckého kraje mají v nejbližších letech plán staveb asi 9 vodních elektráren. Mnoho lidí je rádo a se stavbou souhlasí, protože v ní vidí potenciální příval turistů, ale mnoho místních obyvatel je proti a bojí se rozlítí vody do okolních polí, luk a lesů. Zda se tyto plány realizují či nikoli ukáže blízká budoucnost. Blíže si přiblížíme nejvýraznější a nejdominantnější vodní elektrárnu Olomouckého kraje, a to přečerpávací elektrárnu Dlouhé Stráně.

2.3.1 Přečerpávací elektrárna Dlouhé Stráně

VE Dlouhé Stráně je přečerpávací VE ve vlastnictví společnosti ČEZ. Leží na Moravě, nachází se v Hrubém Jeseníku v katastru obce Loučná nad Desnou uvnitř CHKO Jeseníky. Více o jejím umístění a postavení v krajině v kapitole 3.4.1.



Obr. 14: Letecký snímek horní nádrže (53)

Stavba této VE procházela několika fázemi. Stavba byla zahájena v roce 1978 avšak na počátku let osmdesátých vláda rozhodla o útlumu stavby. V roce 1985 byl projekt modernizován, a v roce 1989 bylo rozhodnuto o dokončení stavby. Provoz elektrárny byl zahájen až 20. 6. 1996 (důvodem byly protesty ochránců přírody a problémy s jednou

turbínou). Náklady na stavbu činily asi 6,5 miliard korun. Za sedm let provozu byly však splaceny. V létě 2007 proběhla generální rekonstrukce horní nádrže (53).

Elektrárna disponuje dvěma nádržemi (horní a dolní) s výškovým rozdílem 510,7 m. Hlavním úkolem elektrárny podle zdroje (53) je: „zajištění stability el. soustavy, pro kterou je nezbytná rovnováha mezi aktuální spotřebou a výkonem dodávaným energetickými zdroji. Několikrát denně tak přechází z čerpadlového do turbínového režimu a naopak.“ Dříve přecházela do tohoto režimu pouze v noci, avšak vlivem nárůstu slunečních elektráren (a tak zvýšení nestability) přechází do tohoto režimu i ve dne.

V České republice se jedná o nejvýkonnější VE. Má dvě reverzní turbosoustrojí s Francoisovými turbínami, každá o výkonu 325 MW. V podzemí je s délkou 8,5 km. vybudována soustava komunikačních, větracích a odvodňovacích tunelů.



Obr. 15: Turbínový sál (vlevo) a tunel do turbínové kaverny (vpravo) (53)

Elektrárna dokáže z klidu do max. výkonu přejít za 100 s. a energii tak dodávat nepřetržitě 6 hodin (53). Technické údaje elektrárny shrnuje tabulka 3.

Tab. 3: Technické údaje elektrárny Dlouhé Stráně (78)

Výkon elektrárny:	650 MW
Druhy provozu:	turbínový, čerpadlový, kompenzační
Počet soustrojí:	2 kusy
Typ turbín:	FR 100
Průměr oběžného kola:	4 540 mm
Turbínový spád:	534,3 m
Objem horní nádrže:	2 580 000 m ³
Kóta koruny horní hráze:	1 350 m.n.m.
Objem dolní nádrže:	3 405 000 m ³
Kóta koruny dolní hráze:	824, 7 m.n.m.
Předpokládaná roční výroba:	997,8 GWh
Přechod z klidu do max. výkonu:	Do 100 s

Elektrárna je řízena dálkově z Prahy dispečinkem společnosti ČEZ. Ač jsou na VE Dlouhé Stráně reakce veřejnosti různé patří k nejnavštěvovanějším místům v ČR. Díky možným exkurzím ji ročně navštíví asi 60 000 turistů. Exkurze se skládá z návštěvy infocentra, promítnutí dokumentárního filmu o elektrárně, prohlídce podzemní strojovny s turbínami a případně obhlídky obou nádrží (53). Exkurzí se ročně zúčastní i nespočet studentů a žáků ZŠ. Například téměř všechny ZŠ na Šumpersku v 9. třídách pořádají v rámci zeměpisné exkurze návštěvu na Dlouhé Stráně. Je smutné, že i přesto mnozí žáci (viz aplikační část kapitola 5) brzy po návštěvě např. zapomenou jaký druh vodní elektrárny Dlouhé Stráně jsou nebo jaké strojní zařízení využívají. Bylo by proto vhodné, abychom si u žáků ověřili nějakou zpětnou reakci a účinek exkurze např. pomocí dotazníku v příloze č. 2 „Co víš o Dlouhých Stráních?“. Dotazník nám pomůže analyzovat, na co se příště můžeme více zaměřit, a také žákům po zkontrolování poskytnout odpovědi na otázky, které jim možná při exkurzi unikly. Exkurze můžeme vzhledem k žákům hodnotit jako výbornou audiovizuální možnost rozšířit si své vědomosti.

2.4 Srovnání se světem

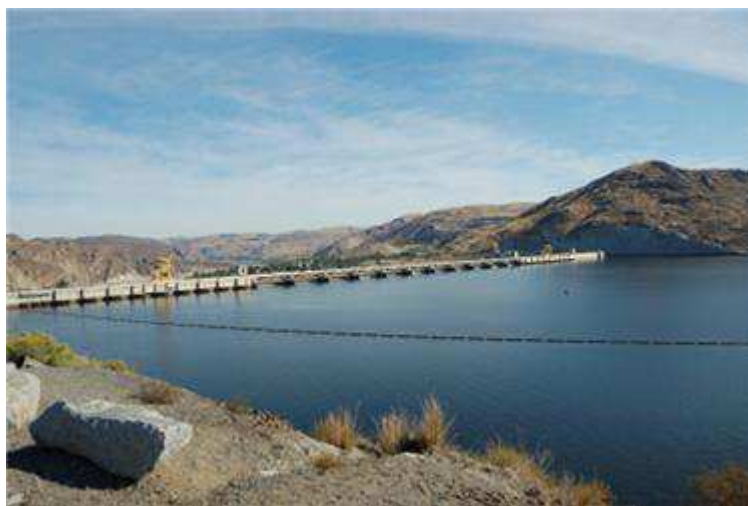
Vodních děl je ve světě bezpočet. V tabulce 4 si ukážeme deset největších. V České republice se vodní energie na celkové výrobě elektrické energie podílí asi 3 %, v rámci obnovitelných zdrojů se jedná o 54 %. Vyrobí se tedy 2 376,3 GWh elektřiny za rok (technicky využitelný potenciál řek v ČR činí 3 380 GWh/rok) (55).

Podržíme-li si toto číslo v hlavě a srovnáme-li to s největším výkonem VE Tři soutěsky v Číně (více o ní v kapitole 3.4.1), která se svými 26 generátory dosahuje výkonu zhruba 18 300 MW, vidíme, že samotná tato VE přesahuje výkon ČR. Pro srovnání má např. i 50krát větší výkon než výkon VE Orlík.

Tab. 4: Deset největších VE na světě (54)

	Vodní elektrárna	Stát	Výkon
1.	Tři soutěsky	Čína	18 300 MW
2.	Itaipu	Brazílie/Paraguay	14 000 MW
3.	Guri	Venezuela	10 700 MW
4.	Tucuruí	Brazílie	8 370 MW
5.	Grand Coulee	USA	6 809 MW
6.	Sajano-Šušenská	Rusko	6 400 MW
7.	Krasnojarsk	Rusko	6 000 MW
8.	Robert-Bourassa	Kanada	5 616 MW
9.	Churchill Falls	Kanada	5 428 MW
10.	Longtan	Čína	4 900 MW

Zaměříme se na druhou největší VE Itaipu na řece Paraná, která při výkonu 14 000 MW ročně vyrobí 94,7 TWh elektřiny. Takové množství přesahuje roční spotřebu ČR asi o 20 TWh (54).



Obr. 16: VE Grand Coulee – pátá největší VE na světě dodává elektor. energii celému severozápadu USA (54).

Největší vodní elektrárna v Evropě Vianden v Lucembursku má výkon 900 MW. Zdroj (54) uvádí: „V České republice jsou největší vodní elektrárny umístěny v systému Vltavské kaskády (například Lipno, Kamýk, Orlický či Slapy) a dohromady mají výkon kolem 750 MW.“ I když tento výkon nedosahuje ani na VE Vianden jsme rádi, že VE v České republice určité zastoupení mají a že v budoucnosti můžeme předpokládat rozvoj malých vodních elektráren, které k celkovému podílu elektřiny také přispívají.

3 VODNÍ ELEKTRÁRNY

Vodní elektrárny (neboli výroby elektrické energie) budeme následovně chápat jako součást vodního díla, jejímž úkolem je výroba elektrické energie využívající přeměnu potenciální a kinetické energie vody. Jedná se také o vodní dílo ve smyslu platných právních předpisů (21).

3.1 Dělení vodních elektráren

Dle principu podle zdroje (17) členíme vodní elektrárny následovně:

3.1.1 Podle způsobu provozu:

- Průtočné elektrárny - pracují v základní části diagramu zatížení, využívají přirozeného průtoku.
- Akumulační elektrárny - pokrývají špičkovou část diagramu zatížení, využívají řízený odběr vody z akumulační nádrže a slouží k regulaci toku pro případ záplav (např. některé vodní elektrárny Vltavské kaskády).
- Přečerpávací elektrárny – slouží k pokrývání špičkové části diagramu zatížení a v době přebytku elektrické energie k čerpání vody.

3.1.2 Podle systému soustředění měrné energie a přívody vody k turbíně:

- Přehradní a jezové elektrárny – využívají vzdouvacího zařízení.
- Derivační – využívají derivaci, tzn. odvedení vody přívaděčem (kanál, štola, potrubí, náhon) z vodního koryta do turbíny (17).
- Přečerpávající: principem je přečerpání vody v době přebytku elektrické energie (např. v noci) a následný levný provoz ve špičce (v době nedostatku elektrické energie) – např. Dalešice, Dlouhé Stráně na Divoké Desné, Štěchovice. Zjednodušeně si tento typ elektrárny v období dostatku elektřiny tvoří zásobu přečerpáním vody do horní zásobní nádrže, ze které se voda vypouští přes turbínu v době potřeby elektřiny (25).

3.1.3 Podle využití měrné energie:

- Rovnotlaká turbína – turbína s volným odpadem vody (Peltonova turbína).
- Přetlaková turbína – se sníženým tlakem (Francoisova turbína, Kaplanova turbína) (17).

Internetový portál elektrotechniky (18) elektrárny dělí dle jednotkového výkonu a spádu:

3.1.4 Podle jednotkového výkonu (3 třídy):

- A (nad 520 kW),
- B (100 – 520 kW),
- C (do 100 kW).

3.1.5 Podle velikosti spádu:

- Nízkotlaké (do 20 m),
- Středotlaké (20 - 100 m),
- Vysokotlaké (nad 100 m).

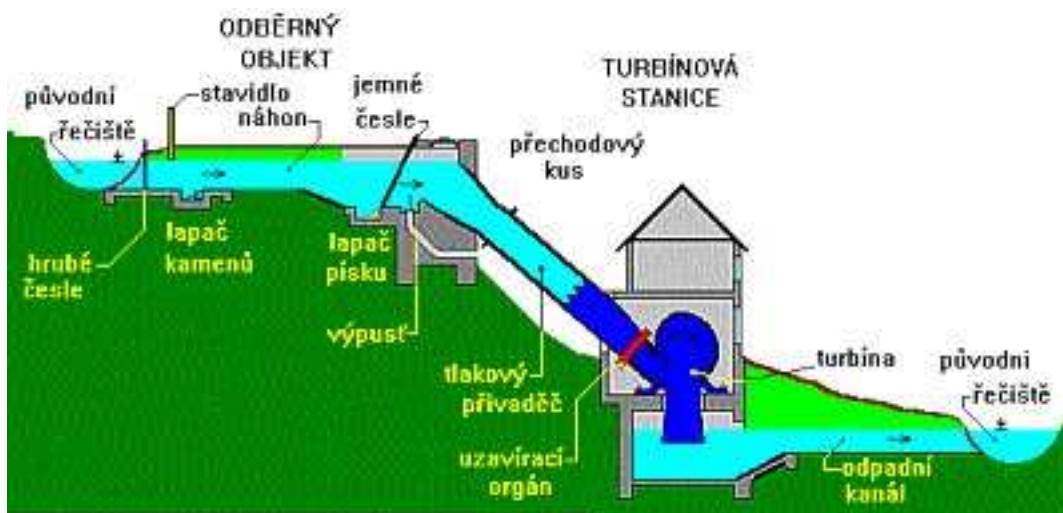
Samostatnou kapitolu mezi VE tvoří tzv. malé vodní elektrárny. Ve výše uvedeném členění je lze zařadit do třídy C (dle výkonu) a současně podle velikosti spádu do skupiny nízkotlakých. Jedná se o elektrické stanice pracující jako lokální zdroje elektrické energie umístěné na malých tocích. Tento typ VE má stále ještě potenciál růstu v segmentu využívání vodní energie v ČR.

Poté co v kapitole 3.2 budou vysvětleny principy činnosti základních typů turbín, bude MVE věnována samostatná kapitola 3.3.

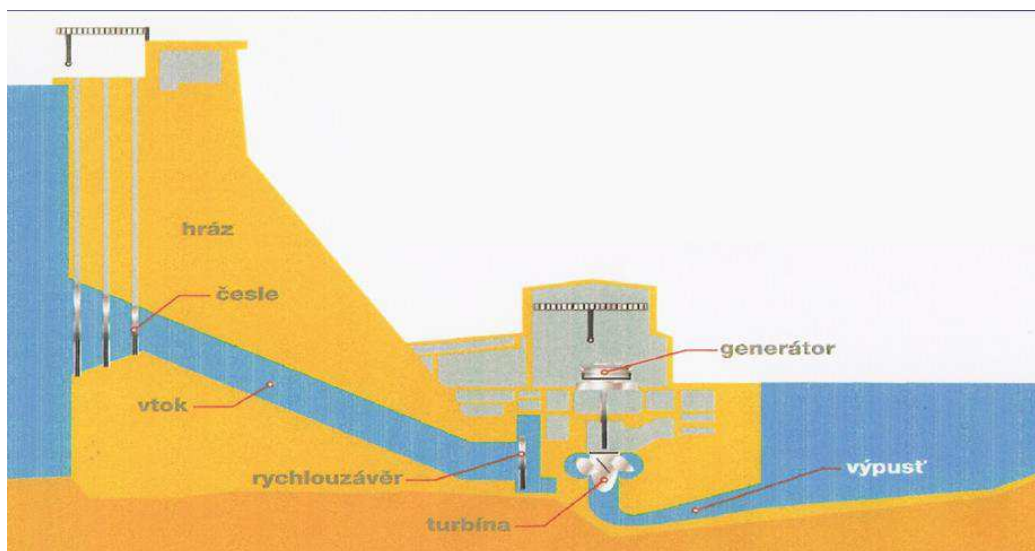
3.2 Strojní zařízení vodních elektráren

Na rozdíl od jaderné energetiky má energie vody velmi bohatou historii a lidstvo z ní má užitek od nepaměti. Princip VE je jednoduchý. Přitékající voda roztáčí turbínu (předchůdcem vodní turbíny bylo vodní neboli mlýnské kolo), která je na společné hřídeli s generátorem elektrické energie (dohromady tvoří tzv. turbogenerátor). Jak uvádí zdroj (30):

„Mechanická energie proudící vody se tak mění na energii elektrickou, která se transformuje a odvádí do míst spotřeby.“ Na obrázcích 17 a 18 je znázorněn princip vodní elektrárny. Konkrétní části a princip vodní elektrárny si vysvětlíme v kapitole 3 vodní zdroje.



Obr. 17: Schéma vodní elektrárny (71)



Obr. 18: Průřez vodní elektrárnou (72)

Vodní kolo už dnes považujeme za historický vodní motor, který může najít uplatnění zejména pro spády do 1 m a průtoky až do několika $m^3 \cdot s^{-1}$ (42). Na rozdíl od původních vodních kol se u vodních turbín sleduje potřeba zvýšit otáčky, rozsah využitelných spádů, průtoků, výkonů a zvýšení účinnosti. Za účelem dosažení těchto cílů se výrobci zaměřili i na možnost využití tlakové energie vody. Každá elektrárna má určitá specifika, a tak se využívají turbíny různých typů. Turbíny můžeme rozdělit v závislosti na:

- orientaci proudění (tangenciální, radiální, diagonální, axiální) (32),

- velikosti tlaku a způsobu přenosu energie vody (rovnotlaké – tlak vody před i za oběžným kolem je stejný, přetlakové – při vstupu oběžného kola má voda statický přetlak proti tlaku při výstupu ($p_1 > p_2$) (38)),

- poloze turbíny (horizontální, vertikální) (32).

Při výběru turbíny musí provozovatel myslet na účel a podmínky celého vodního díla. Zdroj (31) použití turbín popisuje: „Nejčastěji se osazují turbíny reakčního typu (Francisova nebo Kaplanova turbína), a to v řadě modifikací. Pro vysoké spády (někdy až 500 m) se používá akční Peltonova turbína. V přečerpávacích vodních elektrárnách se používá turbín s reverzním chodem a s přestavitelnými lopatkami. V malých vodních elektrárnách se převážně zabydlela malá horizontální turbína Bánkiho spolu s upravenou jednoduchou turbínou Francisovou. Vůbec nejvyšší účinnost pro velké spády vykazuje Dériazova turbína z roku 1951. Jde o diagonální verzi Kaplanovy turbíny.“

V technické praxi se nejčastěji setkáváme s Kaplanovou, Francisovou a Peltonovou turbínou, a proto si je blíže popíšeme. Seznámíme se i s méně známými typy.

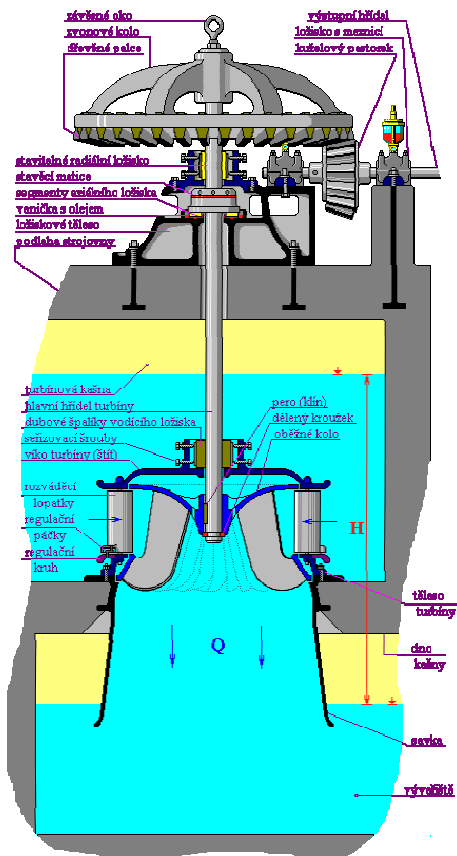
3.2.1 Francisova turbína

Francisova turbína jak uvádí zdroj (33) je přetlaková (reakční) univerzální dobře regulovatelná turbína, použitelná pro spády 2 - 200 m a pro velké průtoky, a také jako reverzní v přečerpávacích elektrárnách se spádem až 500 m (používá se např. u největší přečerpávající elektrárny v Evropě Dlouhé Stráně).

Francisovu turbínu vyvinul James B. Francis v roce 1848. Francis vylepšil prototypy turbín od vynálezců Benoita Fourneyrona, Jean-Victora Ponceleta a S. B. Howda a podařilo se mu dosáhnout 90% účinnosti (32).

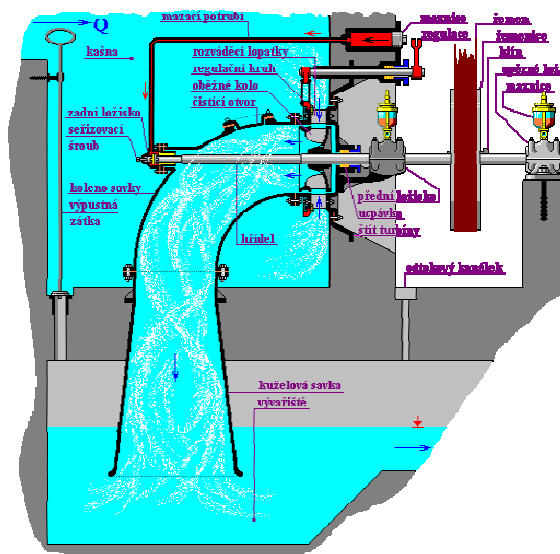
Zdroj (37) ukazuje, že oběžné kolo (rotor) této přetlakové turbíny se nachází mezi přívodem a savkou většinou v patě přehrady. Potrubí na vstupu má tvar spirály. Prostřednictvím věnce rozváděcího kola je voda (tangenciálně) směřována na oběžné kolo. Lopatky jsou konstruovány jako stavitelné, aby se turbína mohla přizpůsobit různému vodnímu průtoku. Z oběžného kola vystupuje voda ve směru osy otáčení (axiálně).

Rozlišujeme Francisovu vertikální turbínu viz obr. 19 a horizontální turbínu viz obr. 20. Vertikální turbínou se většinou osazují vodní díla jezová nebo derivační s otevřeným přívaděčem v nížinách na větších řekách. Používá se na spádech od 1,5 m do 4-5 m a při středních a velkých průtocích ($600 - 8\,000 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) (32).



Obr. 19: Schéma uspořádání Francisovy vertikální turbíny (74)

Horizontální Francisovou turbínou se osazují většinou vodní díla derivační s otevřeným nebo tlakovým přivaděčem (s otevřenou kašnou). Když ji srovnáme s vertikální turbínou používá se na rozdíl od ní na vyšších spádech (2 až 8 m), což je výhoda ale za to na malých a středních průtocích (od 100 do 2 000 $l \cdot s^{-1}$), má také o něco málo nižší účinnost (35).



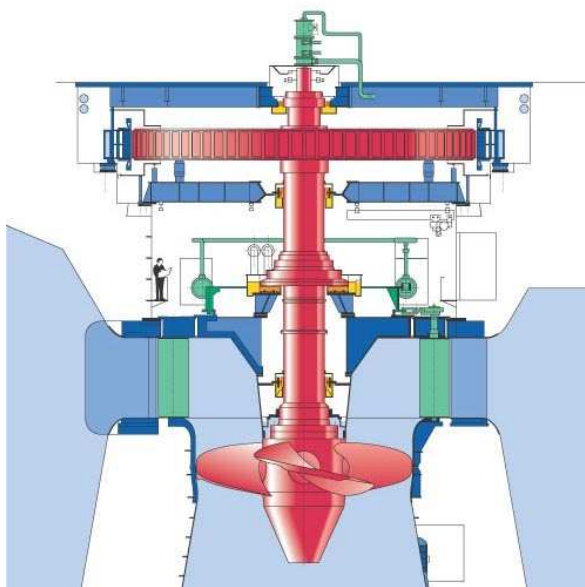
Obr. 20: Horizontální Francisova turbína s „mokrou sávkou“ (75)

3.2.2 Kaplanova turbína

Název této turbíny nám představuje vynálezce, kterým byl Viktor Kaplan (27. 11. 1876 – 23. 8. 1934). Kaplan v Brně zkoumal parametry Francisovy turbíny a chtěl ji modifikovat na různé hodnoty průtoků a spádů. Samotný vynález Kaplanovy turbíny se datuje na rok 1912, přičemž na turbíně Kaplan začal pracovat v roce 1910 (34).

Zastánci Francisovy turbíny nový vynález Kaplanovy turbíny nechtěli přijmout, a proto mezi nimi vznikala podobný boj jako to bylo v situaci zastánců Edisona a Tesly tedy stejnosměrného a střídavého proudu. Objev této turbíny zprvu nezaznamenal velký úspěch, protože narážel na nepochopení až odpor firem vyrábějících Francisovu turbínu. I když k patentování Kaplan přihlásil turbínu již v roce 1913 svého patentu se dočkala až v roce 1920 (34). První prototyp Kaplanovy turbíny byl vyroben brněnskou firmou Ignác Storek v roce 1919 (35).

Kaplanova turbína je reakční přetlakový stroj s velmi dobrou možností regulace (využívá se tam, kde není stálý spád a průtok). Ve srovnání s Francisovou turbínou má větší účinnost. Princip této turbíny popisuje zdroj (33) takto: „Voda se přivádí do spirálovité skříně a proudí mezi lopatky rozváděcího kola, kde se zrychluje a v určitém směru vtéká na lopatky oběžného kola, které dosahuje několikrát vyšší obvodové rychlosti než je rychlost proudu vody. Oběžné kolo má obvykle 4 - 8 lopatek a je tvarem podobné lodnímu šroubu. Voda, která prošla přes turbínu odtéká sací rourou do tzv. vývaru pod hrází.“

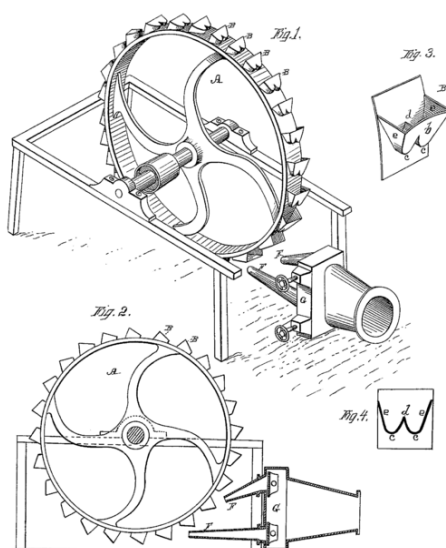


Obr. 21: Kaplanova turbína (73)

Výhodou této turbíny je, jak jsme si uvedli výše, velká účinnost. Tato výhoda však přináší i nevýhodu a to vysokou cenu (vyšší než u Francisovy turbíny). Dalšími výhodami je možnost užití na malých spádech, velká rychloběžnost a možnost přímého spojení s generátorem. Spád u velké turbíny je (2 – 80) m., u malé turbíny (1 – 20) m. Průtok je už od $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a účinnost až 90 % (33).

3.2.3 Peltonova turbína

Peltonova turbína je typ rovnotlaké turbíny, kterou je možné použít při konstrukci MVE. Akční Peltonovu turbínu podle (30) používáme pro vysoké spády až 1 km. Vynálezcem turbíny z roku 1880 je Lester Allen Pelton, který je synem amerického farmáře z Ohia řešícího pohon strojů na těžbu zlata v Camptonville v Nevadě (32).

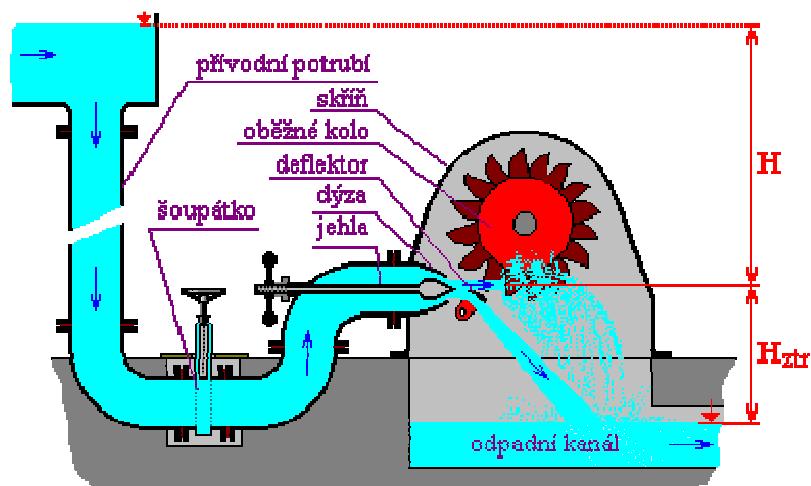


Obr. 22: Originální Peltonův patent z října 1880 (76)

Podle zdroje (38) je voda vedena potrubím do jedné ze čtyř trysek, kde se v tryskách mění tlaková energie v energii pohybovou. Rozvaděčem je dýza na přívodním potrubí. Z trysek vytéká voda velkou rychlostí na lopatky oběžného kola. Lopatky Peltonova turbíny jsou dvojité (tvar dvojité misky). Zdroj upřesňuje: „*Ostřím misky je proud vody rozdělen souměrně na obě strany a zároveň je odchýlen z původního směru do protisměru, a tak prudkou změnou směru proudu vzniká velký dynamický tlak na lopatky, který slouží jako hnací síla pro otáčející oběžné kolo turbíny.*“ Obr. 23 ilustruje princip Peltonovy turbíny.

Turbína dosahuje, při optimálním průtoku vody, účinnost až 90 %. Jak jsme si uvedli výše turbína se používá pro vysoké spády až 1 km, kdy výtoková rychlost vody může dosáhnout až $500 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. Z tohoto důvodu musejí být turbíny vybaveny speciálním zařízením (tzv. odchylovačem vodního paprsku). Pro odstavení turbíny se nejdříve odkloní

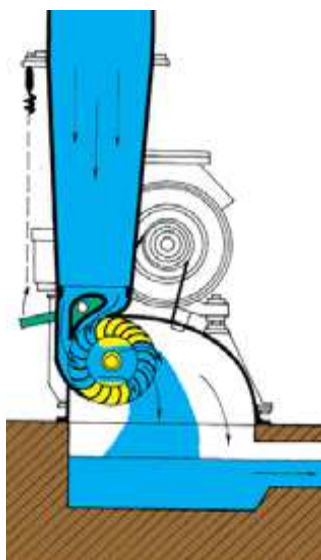
paprsek vody mimo kolo a poté se plynule uzavírá proud vody. Při prudkém zastavení průtoku dochází k tlakovým rázům, které by poškodily přívodní potrubí (39).



Obr. 23: Peltonova turbína (77)

3.2.4 Bánkiho turbína

Jde o rovnotlakou turbínu s dvojnásobným průtokem oběžného kola. Turbína je vhodná pro spády (5 až 60) m a průtoky (0,01 až 0,9) $m^3 \cdot s^{-1}$ (42). Zajímavostí turbíny je, že lopatky oběžného kola jsou obtékány ve dvou směrech. Často se společně s Francisovou turbínou využívá u realizace MVE, a to především pro svoji konstrukční jednoduchost. Účinnost turbíny je (70 – 85) %. Vynález Bánkiho turbíny datujeme k roku 1917 a připisujeme ji Donátu Bánkiovi (6. 6. 1859 - 1. 8. 1922) (43).

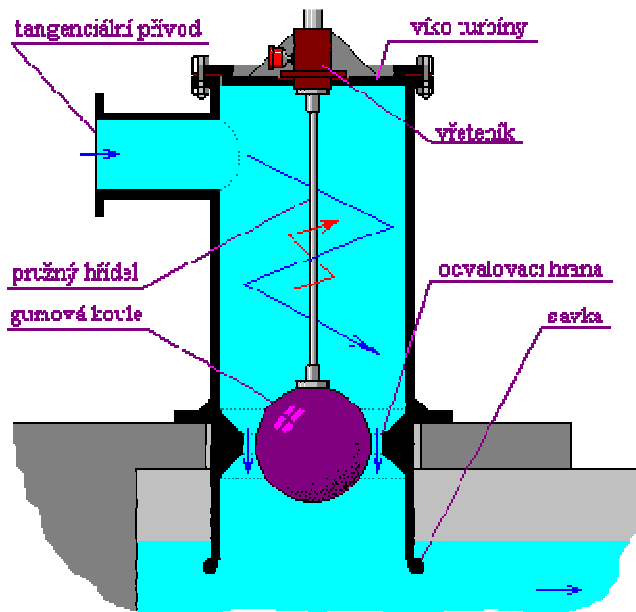


Obr. 24: Bánkiho turbína (42)

3.2.5 Další turbíny

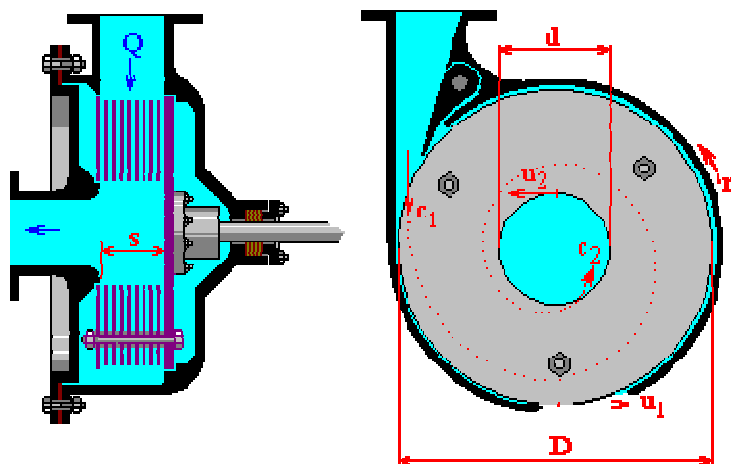
Ke konstrukci vodních elektráren se v dnešní době používá velký počet různých typů turbín. Uvedme si některé:

- Turbína SETUR – pracuje na principu rotoru, který se odvaluje po vnitřním povrchu statoru. Lze ji využít pro spády od 3,5 m do 20 m. a průtoky od $4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ do $20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (42). Schéma uspořádání turbíny můžeme vidět na obrázku 25. Funkce turbíny je založena na tzv. hydrodynamickém paradoxu (funguje např. ve vodáctví), je to jev způsobující že koule (nebo jiné zakřivené těleso) je přitahováno ke stěně tím více, čím rychleji mezi ním a stěnou proudí kapalina (82).



Obr. 25: Schéma turbíny SETUR (82)

- Teslova turbína – bezlopatková turbína založena na principu tření mezi proudícím médiem (např. voda, plyn) a povrchem rotoru turbíny (44).



Obr. 26: Schéma Teslovy turbíny (82)

Vysvětlivky k obrázkům:

- H - spád (m),
- Q – průtok ($l \cdot s^{-1}$),
- D – vnější průměr kola (mm),
- d – vnitřní průměr kola (mm),
- c1 - vstupní rychlost vody ($m \cdot s^{-1}$),
- c2 - výstupní rychlost vody ($m \cdot s^{-1}$),
- u1 - obvodová rychlost na průměru D ($m \cdot s^{-1}$),
- u2 - obvodová rychlost na průměru d ($m \cdot s^{-1}$),
- s – šířka oběžného kola (mm).

Vírová turbína – dvoulopatková turbína s vyššími otáčkami, vyvinutá na VUT v Brně. Hodí se pro malé spády do 3 m. Komerční využití je v začátcích (42).

- Savoniova turbína atd. (44).
- Mikroturbíny – pro velmi nízké spády (do 2 m) s velkým průtokem. Zdroj (56) uvádí: „na VUT v Brně je vyvíjena tzv. vírová turbína, což je modifikace Kaplanovy turbíny. Komerčně dostupná je řada mikroturbín Cink s výkony 5 až 20 kW, které jsou schopny zpracovat malé spády i průtoky a mohou fungovat i v tzv. ostrovním provozu. Vzhledem k používaným malým průtokům lze vodu k turbíně přivádět třeba požární hadicí.“

Právě principy turbín uvedené v kapitole 3.2.5 jsou často využívány u MVE.

3.3 Malé vodní elektrárny

V ČR se za malou vodní elektrárnu (MVE) považují zařízení s výkonem pod 10 MW, v EU pod 5 MW. Z energetického hlediska je výhodné, že MVE jsou rozptýleny po celé republice, takže jejich dodávky není nutno přenášet daleko, za cenu ztrát v rozvodech. Případný výpadek některé z nich je z hlediska sítě nevýznamný, na rozdíl od výpadku velkého centrálního zdroje (16).

Můžeme proto odhadnout, že do roku 2020 vzroste produkce v MVE ze současných cca 1000 GWh asi o čtvrtinu na 1260 GWh (23, s. 12). Podle zdroje (24) je u nás nevyužitý hydroenergetický potenciál v MVE spočten na 0,42 TWh. To je dalších cca 400 nových provozů, ale také rekonstrukce stávajících MVE s dožívajícími technologiemi. Účinnost u rekonstruovaných elektráren je možno navýšit o 10 % až 15 %. Díky dobrým

technologickým zabezpečením od množství českých výrobců, je možno využít i lokalit s nízkými spády.

Vodní elektrárny můžeme dále dělit podle mnoha různých hledisek. Pro účel této práce se přikláníme k dělení, které uvádí zdroj (17).

3.4 Technika versus příroda

Jak uvádí zdroj (27): „*Řeky tvoří odnepaměti přirozenou osu naší krajiny. Podél řek postupovalo první osídlení, po jejich břehu vedly cesty, propojující odlehlé samoty i velká města. Neúměrná zátěž hospodářského využití se ale musela časem projevit: stejně tak jako člověka sužují civilizační choroby, začaly se i tyto „vodní žíly“ krajiny ucpávat a příroda začala trpět nemocemi oběhového systému.*“ Jednou z těchto tzv. nemocí může být kolaps migrace ryb, kterou lze řešit rybími přechody, více o nich v bodě 2.5.2.

Stavba především velkých vodních elektráren může např. může sloužit i k regulaci toku před záplavami ale může narušit i ráz krajiny. Proto si v následující části na tyto možné faktory ohrožující přírodu ukážeme.

3.4.1 Zásah do krajiny

Malé i velké vodní elektrárny jsou považovány za jeden z nejčistších způsobů získávání energie. Zvážíme-li však stavbu velkých vodních děl a jejich umístění do krajiny narážíme zde na problém, který můžeme nazvat narušení krajinného rázu. Tento pojem je v § 12 odst. 1 zákona č. 114/1992 Sb., definován jako: „*přírodní, kulturní a historická charakteristika určitého místa či oblasti*“.

Pro někoho může být vodní elektrárna vsazená do krajiny hodná obdivu pro jiné jen necitlivý zásah do krajiny. Shlédneme-li obr. 27, vidíme přečerpávající elektrárnu Dlouhé Stráně. Ochránáři životního prostředí a zastánci přírody pokládají elektrárnu jako negativní zásah do krajiny. Vnímají to jako zničení horní hranice lesa (kopec byl seříznut) a zalití betonem a asfaltem úrodné a neporušené přírodní rezervace. Pro zajímavost bylo jenom na horní nádrži vyasfaltováno 15 ha, rovněž zde musela být vybudována asfaltová komunikace z údolí, která jako následek způsobila rozpad lesů na mnoha desítkách hektarů (40). Na opačném pólu stojí hlas veřejnosti, kterému se dílo líbí. V roce 2005 si elektrárnu Dlouhé Stráně zvolil jako div České republiky. Velmi citlivým řešením je veškerá technologie VE, která je umístěna uvnitř skalního masivu. Převážná část technologie (mimo zapouzdřené rozvody) je tuzemského původu a toto technické řešení má řadu prvenství minimálně ve střední Evropě.



Obr. 27: Dlouhé Stráně (78)

Když porovnáme VE Dlouhé Stráně s vodním dílem Tři soutěsky, budovaném od roku 1994 do roku 2003, v Číně zjistíme, že vodní dílo Dlouhé Stráně vzhledem k přírodě citlivým řešením bylo. Jen pro zajímavost náklady na tuto VE přesáhly 650 miliard korun (což je cena, která by pokryla stavbu více než šesti Temelínů). Na stavbu se spotřebovalo 27,15 milionu m^3 betonu a 281 000 tun kovu. Vykopáno bylo 102,6 milionu m^3 kamene a zeminy. Bylo použito 29,3 milionu m^3 kamene a 354 000 tun betonářské oceli. Pod vodou přehrady zmizelo 13 velkoměst a 140 měst, přes 1300 vesnic tím pádem přišlo o domov 1,3 milionu lidí, kteří byli přestěhováni do méně úrodných oblastí. Prioritou projektu byl hospodářský růst a nebral ohled na ekologické a sociální otázky. Projekt byl uskutečněn i navzdory tomu, že třetina čínského parlamentu byla buď proti projektu, nebo se hlasování zdržela (52).



Obr. 28: Necitlivé řešení VE Tři soutěsky v Číně (52)

Výstavba velkých vodních elektráren nepochybně zásahem do krajinného rázu je. Zda-li to vnímáme jako zásah pozitivní nebo negativní si musí určit každý sám. Od července roku 2011 je velmi diskutovatelným tématem výstavba přečerpávací vodní elektrárny v Šumném dole v Krušných horách. Na jedné straně stojí zastánci klidu a neporušené krajiny plné živočichů a rostlin, a na druhé straně lidé, kteří ve stavbě vidí vylepšený rozpočet okolních obcí. Vítěznou stranu ukáže budoucnost (41).

3.4.2 Voda a živá říše – rybí přechody

Zákon č.254/2001 Sb. § 15 odst. 6 o stavebním povolení k vodním dílům uvádí (28, s.18): „Při povolování vodních děl, jejich změn, změn jejich užívání a jejich odstranění musí být zohledněna ochrana vodních a na vodu vázaných ekosystémů. Tato vodní díla nesmějí vytvářet bariéry pohybu ryb a vodních živočichů v obou směrech vodního toku.“ Tento zákon zohledňuje dopad stavby vodních děl na životní prostředí. Všechny organizace tento zákon musí brát v úvahu. Nutno poznamenat, že ustanovení se netýká existujících vodních děl. Tato vodní díla jsou řešena v rámci povinnosti vlastníků vodních děl.

Evropská směrnice 2000/60/ES (rámcová směrnice o vodách) sleduje cíl dosáhnout do r. 2015 v členských státech EU dobrého stavu všech řek, jezer, pobřežních a podzemních vod (25, s. 3). Jedním z vyvolených opatření je zprůchodnění toků pro vodní organismy např. pomocí rybích přechodů.

Rybí přechody jsou část díla umožňující rybám (i jiným živočichům) libovolný přesun po toku, tzn. přechod z dolní do horní vody a naopak. V problematických místech zaručují živočichům snazší překonání překážek (26).



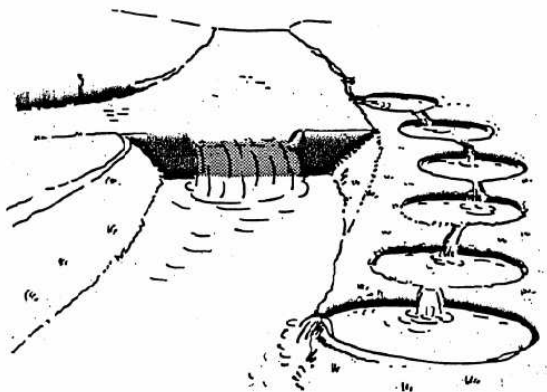
Obr. 29 a 30: Rybí přechody na Blatném jezeře a na Jizeře (69).

Mezi základní požadavky při návrhu přechodu musíme prozkoumat druhy ryb, které v dané lokalitě žijí. Důležité je se také seznámit se zákonitostmi jejich migrací a nároky na průchodnost toku.

Rybí přechod (dále jen RP) se skládá ze vstupu, výstupu, sběrného kanálu, přidavný průtok, difuzor a bariera. U rybích přechodů rozlišujeme:

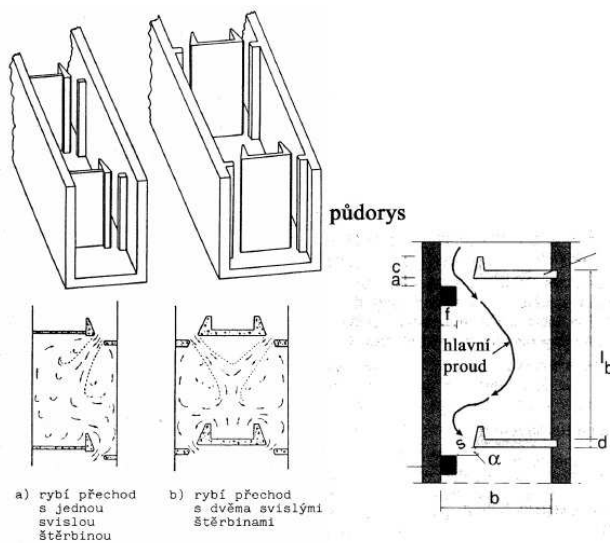
- 1) Základní rozdělení (a to přechody přírodě blízké, technické a kombinované),
- 2) technické dělení (a to podle umístění, podle možnosti přemístění, podle potřeby obsluhy a zdroje energie, podle uspořádání, podle umístění přívodu vody),
- 3) dělení podle ekofyziologických nároků živočichů a rybářských požadavků (26, s. 10).

Přírodě blízké typy RP jsou bypassy (obtokové kanály), tůňové přechody, kamenné prahy, kamenné stupně, balvanité skluzy, balvanité rampy



Obr. 31: Tůňový rybí přechod (70, s. 13)

Rozlišujeme mnoho technických typů rybích přechodů (štěrbinový, komůrkový, Denilův lamelový, propustkový, rybí komory a rybí výtahy, jiné typy) (26).



Obr. 32: Štěrbinový rybí přechod (70, s. 17)

Parametry RP: průtok, rychlost proudění, podélný sklon nivelety dna přechodu, hloubka vody, rozdíl hladin, vrstva substrátu na dně (26).

V poslední době se v souvislosti s výstavbou MVE často diskutuje na téma nedodržování stanovených minimálních zůstatkových průtoků a odběrů vod pro zasněžování lyžařských areálů. Problém je odběr vody v zimních měsících, kdy je nízký vodní stav. Vlastníkům vodních děl je nabídnuta pomoc prostřednictvím vysoké dotace z Operačního programu Životního prostředí (29).

4 ŠIRŠÍ ASPEKTY VYUŽÍVÁNÍ ENERGIE PROUDÍCÍ VODY

Mezi jednu z důležitých oblastí ovlivňující život obyvatel každého státu patří energetické hospodářství. S růstem životní úrovně je stále větší poptávka po primárních zdrojích energie šetrných k životnímu prostředí. Česká republika vytváří svou národní energetickou koncepci (SEK). Podle (57) SEK konkretizuje: „*státní priority a stanovuje cíle, jichž chce stát dosáhnout při ovlivňování vývoje energetického hospodářství ve výhledu příštích 30 let, v podmínkách tržně orientované ekonomiky. Tyto priority a cíle jsou také stanovovány v souladu s přihlédnutím k zahraničním zkušenostem, postupům a standardům Evropské unie a k závazkům ČR plynoucím z mezinárodních smluv v oblasti energetického hospodářství a životního prostředí. Při volbě priorit, cílů a souboru nástrojů byla proto ve Státní energetické koncepci respektována jako hlediska energetická, ekologická, ekonomická a sociální.*“ Hlavní cíle můžeme shrnout jako zachování:

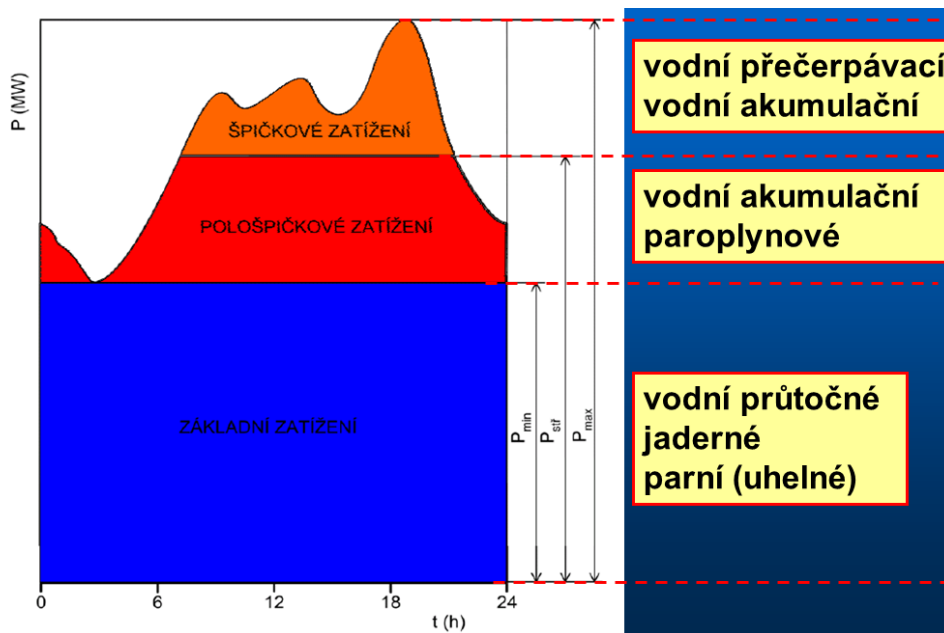
- nezávislosti,
- bezpečnosti,
- stability,
- udržitelnosti rozvoje.

V další části práce se zaměříme na situaci v České republice pokud jde o provoz, podporu a financování výroby elektrické energie.

4.1 Provoz a podpora výroby el. energie v ČR

Vodní elektrárny zaujímají významné místo v energetickém mixu každého státu. Jak už bylo uvedeno výše, vodní elektrárny v sobě mohou zahrnovat několik funkcí:

- regulace toku řeky a snížení rizika záplav,
- akumulace elektrické energie,
- regulace výroby elektřiny a vyrovnávání diagramu zatížení.



Obr. 33: Využití jednotlivých druhů vodních elektráren na pokrytí denního diagramu zatížení (79)

Např. server Wikipedia (45) k tématu Vltavská kaskáda uvádí: „...*Vedlejšími přínosy jsou ochrana před povodněmi, usplavnění některých částí Vltavy, stabilizace hladiny pro odběr vody k průmyslovým účelům i pro výrobu pitné vody, vytvoření nových rekreačních míst. Vodní hospodaření na Vltavě umožňuje ovlivnit i splavnost Labe pod Mělníkem...*“. Vodní elektrárny tak hrají významnou roli v celém energetickém hospodářství nejen z pohledu přeměny výrobní energie na jinou, v tomto případě elektrickou.

Dalším významným prvkem z pohledu výroby elektrické energie, opomineme-li velké investiční náklady na výstavbu, jsou téměř nulové výrobní náklady na jednotku vyrobené elektrické energie. Energie vody pohání všechny důležité části nutné pro výrobu elektřiny a není tak nutno mít pomocné energeticky náročné provozy jako u klasických konvenčních výroben elektřiny.

Velkou nevýhodou však u těchto zdrojů, z hlediska umístění v energetickém mixu, je jejich významná závislost na hydrologických podmínkách a ročním období. Někdy se mohou dostat do rozporu i požadavky správy daného povodí s vlastníkem vodní elektrárny. Není výjimkou společné vlastnictví daného vodního díla, např. správa daného povodí vlastní samotné vodní dílo, kdežto výrobce vlastní vnitřní vybavení dané vodní elektrárny. U velkých energetických celků je tak nezbytná koordinace provozu mezi oběma „spoluvlastníky“, kdy např. správa daného povodí preferuje v zájmu splavnosti zachování určitého průtoku, výrobce z pohledu pokrytí svých závazků vyplývajících z uzavřených smluv na dodávku elektrické energie vyžaduje jiný provoz.

Zcela jiný pohled je nutno přijmout při posuzování provozu a využití malých vodních elektráren, tedy elektráren, jak už bylo uvedeno v kapitole 3.3, s malým instalovaným výkonem, zpravidla v řádu jednotek MW. Účelem provozu těchto elektráren je zpravidla jejich využití jako záložního zdroje nebo zdroje schopného dodávat zpravidla konstantní výkon po celou dobu provozu. Tomu odpovídá i stavba takového zdroje, který se ve větší míře staví jako zdroj průtočný. I výstavba těchto zdrojů je ekonomicky náročná, bývá proto finančně podporována s ekonomickou návratností 15ti let. Základní princip finanční podpory ukazuje kapitola 4.2.

4.2 Finanční podpora

Obraťme pozornost na směrnici Evropské unie 77/2011, která uvádí (58): „že se každý členský stát musí snažit do roku 2012 získávat alespoň 12 % energie z obnovitelných zdrojů. Každá členská země má možnost zavést finanční opatření – daňové úlevy a různé dotace.“ Musí jít o rovnoměrné rozložení OZE tzn. nesmí jedna oblast OZE převyšovat nebo znevýhodňovat druhou. Zaměříme se na finanční podporu OZE (především MVE) v podobě garantované výkupní ceny a zelených bonusů.

Zdroj (57, s. 131) ukazuje, že výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektrické energie z OZE stanovuje ERÚ v České republice. Česká republika v roce 2009 prodloužila dobu, po kterou bude poskytován zelený bonus či zvýhodněná výkupní cena z 15 na 20 let (58).

Zelený bonus můžeme definovat jako formu podpory, kdy část elektřiny ze své elektrárny sami spotřebujeme a přebytek odprodáme provozovateli přenosové soustavy. Při formě podpory v podobě garantované výkupní ceny má provozovatel přenosové soustavy (nebo regionální distribuční soustavy) ze zákona povinnost od nás odkoupit veškerou el. energii, kterou elektrárna vyrobí. My však dále platíme za odebranou energii. Oba systémy podpory rozlišují jednotlivé druhy OZE a respektují data uvedení výroby do provozu. Tyto dva systémy podpory nelze kombinovat (57).

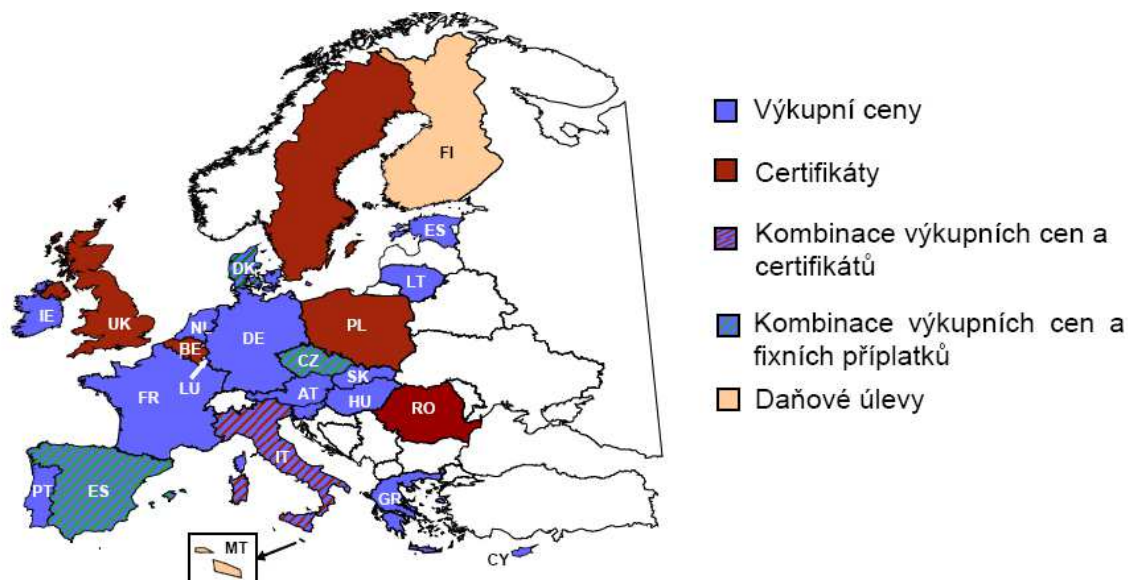
Zmiňme novelu vodního zákona, která byla předložena v 10/2010, a která omezuje výběr z těchto dvou možností pro majitelé zdrojů nad 100 kW, kteří si musí volit zelený bonus. Majitelům elektráren s instalovaným výkonem do 100 kW možnost výběru zůstane (59). Pan Kusý a Kubeček se k problematice financování MVE vyjadřují takto (59): „Máme snahu zaměřit se na ekonomicky racionální výroby, kde výkupní cena není tak vysoká. Není zde snaha likvidovat MVE, to určitě ne. MVE jsou osvědčená varianta, kde ale existuje řada omezení. Nicméně doufám, že se je podaří vyřešit a projektů MVE bude dostatek.“ Srovnáme cenové rozhodnutí MVE v tabulce 5.

Tab. 5: Příklad cenového rozhodnutí pro MVE (83)

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě (Kč/MWh)	Zelené bonusy (Kč/MWh)
MVE uvedená do provozu v nových lokalitách po 1.1 2012 do 31.12.2012	3 190	2 140
MVE uvedená do provozu v nových lokalitách od 1.1 2011 do 31.12.2011	3 060	2 010
MVE uvedená do provozu v nových lokalitách od 1.1 2010 do 31.12.2010	3 130	2 080
MVE uvedená do provozu v nových lokalitách od 1.1 2008 do 31.12.2009	2 880	1 830
MVE uvedená do provozu v nových lokalitách od 1.1 2006 do 31.12.2007	2 720	1 670
MVE uvedená do provozu po 1.1 2005 včetně a rekonstruovaná MVE	2 450	1 400
MVE uvedená do provozu před 1.1.2005	1 910	860

Zelený bonus dává výrobci možnost volby ceny vyrobené elektřiny pro odběratele. Výrobce elektřiny však při podpoře zelenými bonusy nemá garantované uplatnění elektřiny na trhu a tudíž nemůže spoléhat na patnáctiletou dobu návratnosti (viz kapitola 4.1), což mnoho výrobců elektřiny vede k přiklonění na formu podpory prostřednictvím garantovaných výkupních cen.

Zelené bonusy garantované výkupní ceny nejsou jedinými možnými systémy podpor OZE v Evropě jak ukazuje obr. 34.



Obr. 34: Přehled systému podpor OZE v Evropě (57, s. 133)

Zmiňme zelené certifikáty (Švédsko, Velká Británie, Belgie, Polsko). Výrobci obnovitelné elektřiny soutěží za rovných podmínek na trhu s elektřinou, k tržní ceně však navíc obdrží zelené certifikáty v objemu vyrobené obnovitelné elektřiny. Tržba za prodej certifikátů je pak dodatečným příjmem k tržní ceně vyrobené elektřiny a může pokrývat vyšší náklady na výrobu energie z obnovitelných zdrojů. Počet požadovaných certifikátů je stanoven nejčastěji vládní směrnicí. Mezi další systémy podpor patří daňové úlevy a přímá investiční podpora. Systém daňových úlev (zejména Malta a Finsko) je založen na daňových úlevách pro investory do OZE, nejčastěji v podobě daňových prázdnin tj. doby, po kterou investoři nemusí platit daň z příjmu (jedná se ale o systém nevýhodný a nepřehledný). Přímá investiční podpora podobně jako daňové úlevy je spíše systémem doplňkovým, kdy investor může využít úvěr s výhodnější úrokovou sazbou (57).

Problematika finanční podpory OZE i samotné energie vody je velmi složitá otázka, kterou se zabývá bezpočet odborníků a institucí zmiňme Krejcar⁶ nebo Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in EU⁷.

⁶ Krejcar, R.: Ocenění rizik při obchodování s elektrickou energií z obnovitelných zdrojů energie, Dizertační práce, 2009, kap. 2.

⁷ Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in EU, Prepared by the Council of European Energy Regulators (CEER), 10th December 2008, Brussels, Ref: C08-SDE-05-03.

APLIKAČNÍ ČÁST

5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Dotazníkové šetření bylo prováděno na přelomu měsíce dubna a května roku 2012. Nástrojem pro šetření byl dotazník, který je jedním z nejběžnějších prostředků pro zjišťování informací v populaci. Zvolili jsme písemnou podobu dotazníků. První dotazník vyplňovali respondenti 9. tříd dvou ZŠ na Šumpersku a jednoho gymnázia v Šumperku a druhý dotazník, který měl malé zastoupení, vyplňovali učitelé zmíněných škol.

5.1 Charakteristika dotazníku „OZE s využitím na vodní energii“ pro žáky 9. tříd ZŠ

Mezi respondenty z řad žáků bylo rozdáno 101 dotazníků. Dotazník najdeme v příloze č. 3. Dotazník obsahoval 16 otázek, které bychom mohli rozdělit do 3 částí. První část (otázky 1 – 3) je zaměřena na OZE všeobecně, druhá část (otázky 4 – 13) je u zaměřena na vodní energii a třetí část (otázky 14 – 16) je zaměřena na postoj respondenta k OZE a případnou podporu těchto zdrojů do budoucna. Z těchto 16 otázek má 13 otázek jednoznačnou odpověď a na 3 otázky (otázky číslo 3, 5 a 7) je možné zatrhnout více možných odpovědí.

5.2 Charakteristika dotazníku „OZE ve výuce pro učitele“ pro pedagogy ZŠ

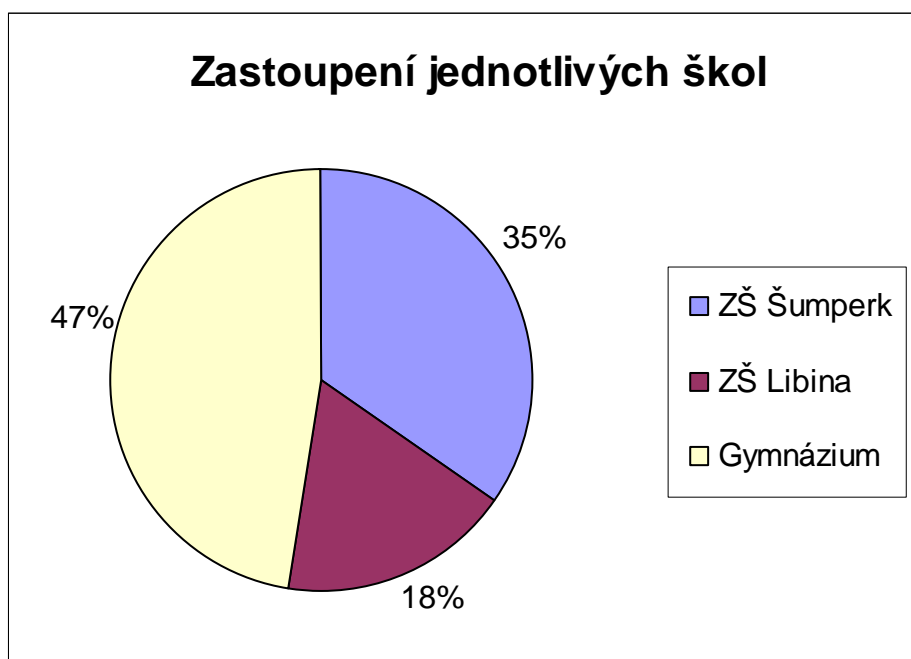
Mezi respondenty z řad učitelů bylo rozdáno 10 dotazníků. Dotazník najdeme v příloze č. 4. Dotazník obsahoval 4 úvodní body a 11 samostatných otázek, které měly za cíl prozkoumat časové rozpětí, úroveň a formu výuky OZE na základních školách a nižších gymnáziích. Dotazník neměl za cíl zkoušet učitele z jejich znalostí, ale zjišťovat jejich postoje k výuce OZE a možnostem, které jim dává škola. Výuce OZE se učitelé věnují nejčastěji ve fyzice, kde v nejpoužívanější učebnici fyziky pro žáky 9. tříd (22) se OZE zabývá pouze 5 stran učebnice (str. 210 – 214), což je procentuálně asi 2,11 % učebnice. Avšak i toto poměrně zanedbatelné číslo může žákům, při dobře zvolené formě výuky učitelů, dát povědomí o problematice OZE. Učebnice se nejvíce zabývá fotovoltaickými články a vodními elektrárnami, na kterých je převážně založen dotazník pro žáky.

Dalšími předměty, které učitelé zmínili jako předměty, kde se zmíní o problematice OZE je přírodopis, základy ekologie, chemie a v rámci tvorby prezentací na počítači i v předmětu informační výchova, kde se učitelé snaží, aby žákem zvolené téma bylo aktuální a potřebné. Žáci by proto měli být s problematikou OZE min. okrajově seznámeni a se získanými znalostmi by měli umět nakládat.

5.3 Charakteristika vzorku respondentů z řad studentů

Dotazník „OZE s využitím na vodní energii“ vyplňovali žáci 9. tříd ve věku 14 – 16 let. Celkový počet dotázaných byl 101, z nichž se jednalo o 35 chlapců a 66 dívek. Žádný dotazník nemusel být vyřazen. Žáci vyplňovali dotazníky svědomitě a takřka žádné dva dotazníky nejsou úplně shodné. Dotazník vyplňovali žáci tří škol, proto si ukážeme jejich procentuální zastoupení v grafu č. 1

Graf č. 1: Zastoupení dotázaných na jednotlivých školách.



Nejvíce dotazníků vyplnili v zastoupení 47 % žáci Šumperského gymnázia jednalo se o 48 žáků (31 dívek a 17 chlapců), druhá, co do počtu vyplněných dotazníků, byla 3. ZŠ v Šumperku s 35 % tj. 35 dotázaných (22 dívek a 13 chlapců), třetí v pořadí byla ZŠ ve vesnici Libina s 18 % tj. s 18 dotázanými v zastoupení 13 dívek a 5 chlapců. Školy v takovém složení jsme vybrali záměrně, aby se mohla porovnat znalost žáků gymnázia, městské školy a vesnické školy. Dotazníkové šetření však neukázalo na žádné propastné rozdíly ve znalostech ani ve výuce.

5.4 Vyhodnocení výsledků provedeného výzkumu dotazníku „OZE s využitím na vodní energii“

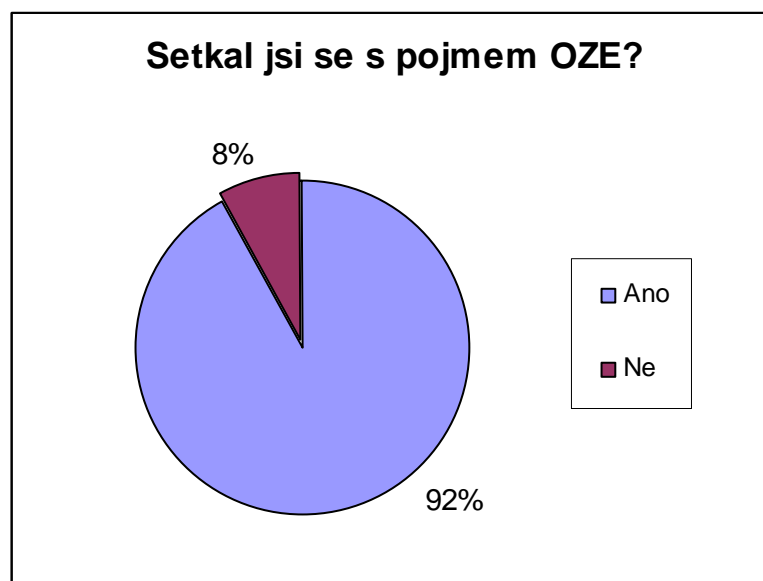
Ve vyhodnocování se zaměříme na dotazník pro žáky (příloha č. 3), který se budeme později snažit srovnat s dotazníkem pro učitele (příloha č. 4). Nyní obraťme pozornost k dotazníkům pro žáky „OZE s využitím na vodní energii“.

První část (otázky č. 1 -3) zaměřeny na OZE všeobecně.

➤ Otázka č.1

První otázka zkoumala jestli se žáci vůbec někdy setkali s pojmem OZE. Graf č. 2 ukazuje, že 92 % dotázaných se s pojmem setkalo. Z tabulky 6 vidíme, že nejlépe je s pojmem OZE seznámena ZŠ Šumperk, kde se s tímto pojmem setkali všichni dotázaní.

Graf č. 2: Setkal jsi se s pojmem OZE?



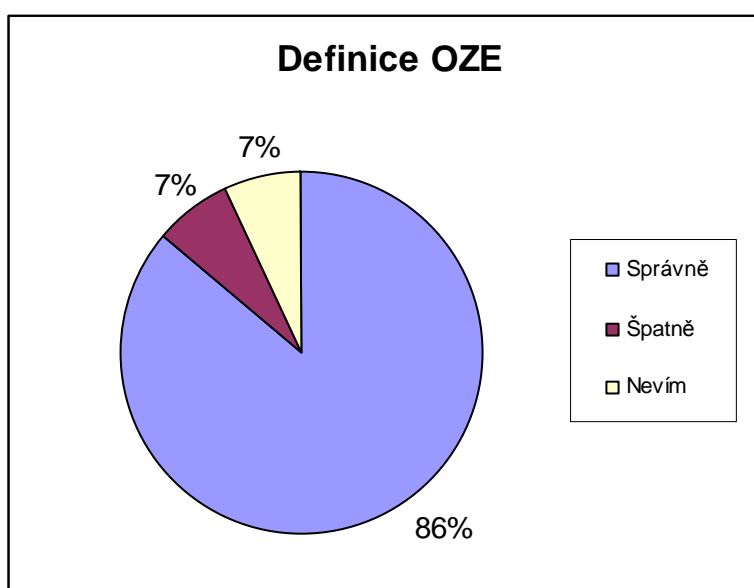
Tab. 6: Setkal jsi se s pojmem OZE?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Ano	43	35	15
Ne	5	0	3
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 2**

Otázka č. 2 zkoumala určité znalosti v oblasti OZE. Žáci byli dotázáni na definici pojmu OZE volili z nabízených odpovědí, z nichž správná mohla být jen jedna. Tato otázka však dotázaným dala možnost se nevyjádřit prostřednictvím odpovědi nevím. Správně odpovědělo celých 87 dotázaných (86 %), podle tab. 7 si nejlépe vedla ZŠ Libina. Graf č. 3 nám zobrazuje celkový výčet odpovědí. Vzhledem k otázce č.1, kdy se 8 % dotázaných vůbec s pojmem OZE nesešlo můžeme být s výsledkem spokojeni.

Graf č. 3: Definice OZE.



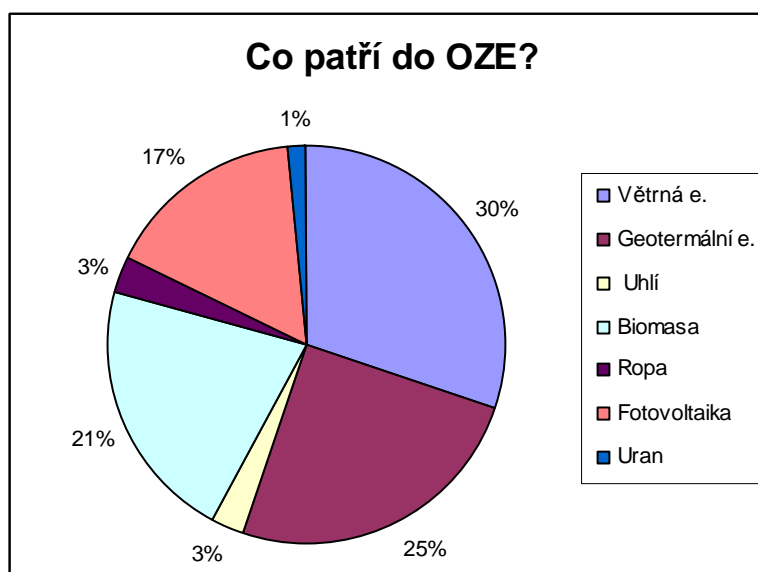
Tab. 7: Definice OZE.

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Ano	40	31	16
Ne	2	3	2
Nevím	6	1	0
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 3**

Otázka č. 3 zkoumala znalost žáků vzhledem k jednotlivým druhům OZE. Dávala dotázaným možnost vybrat s více možných odpovědí, kdy 3 odpovědi byly špatně (uhlí, ropa, uran). Jednoznačně můžeme podle tabulky 8 označit za nejúspěšnější řešitele žáky gymnázia kdy z celkového počtu odpověděl špatně pouze 1 dotázaný. Z grafu č. 4 vidíme, že z celkových 100 % špatně odpověděli 4 % respondentů, což vzhledem k malému prostoru výuky pro problematiku OZE můžeme považovat za úspěch.

Graf č. 4: Co patří do OZE?



Tab. 8: Co patří do OZE?

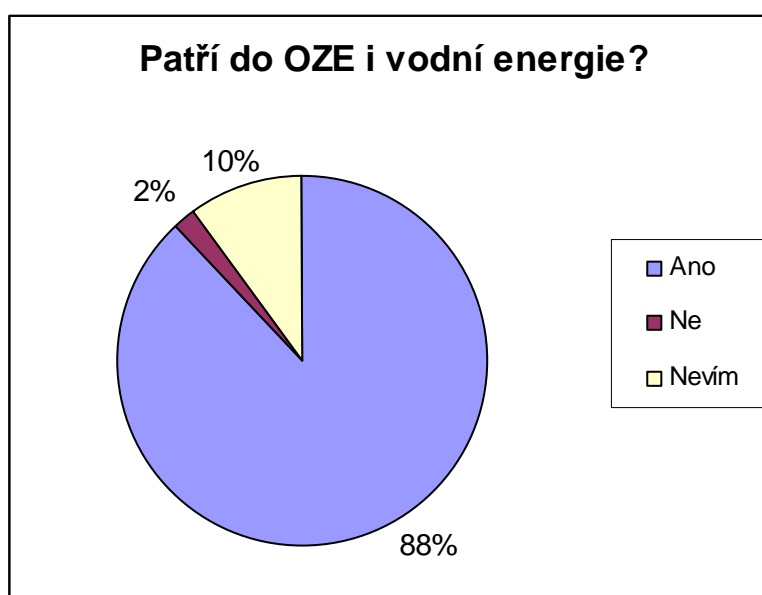
	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Větrná e.	44	34	15
Geotermální e.	35	29	12
Uhlí	0	6	2
Biomasa	34	21	11
Ropa	1	5	3
Fotovoltaika	26	18	7
Uran	0	3	1
Špatně	1	14	6

Druhá část (otázky 4 – 13) je zaměřena na vodní energii.

➤ **Otázka č. 4**

Otázka č. 4 rozvíjí sérii otázek zaměřenou na vodní energii, a to tím způsobem, že se ptá zda-li vůbec žáci ví, že vodní energie patří do OZE. Správná odpověď je pouze 1. Ze 101 dotázaných 89 žáků (88 %) ví, že vodní energie do OZE patří a odpověděla správně. Tabulka 9 ukazuje, že pouze 2 dotázaní by vodní energii do OZE nezařadili. Nejlépe si vedla ZŠ v Šumperku, kde chybně neodpověděl ani jeden dotázaný.

Graf č. 5: Patří do OZE i vodní energie?



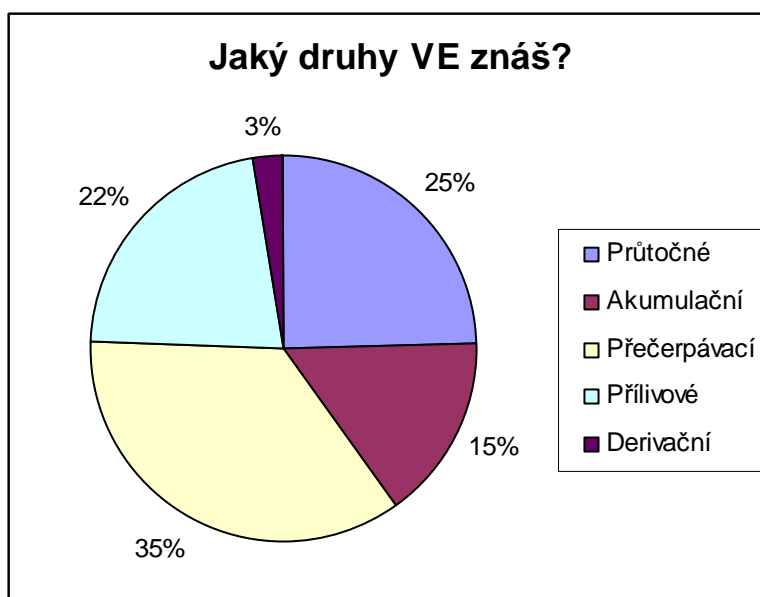
Tab. 9: Patří do OZE i vodní energie?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Ano	44	32	13
Ne	1	0	1
Nevím	3	3	4
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 5**

Otázka č. 5 dává respondentům možnost vybrat s více možných odpovědí, kde všechny jsou správné. Zkoumá jaký druh VE žáci znají nebo o jakých VE aspoň slyšeli. Podle grafu 6 nejvíce respondentů (35 % tj. 60 dotázaných) zná přečerpávací VE s kterou se mají dotázaní respondenti na šumpersku největší pravděpodobnost setkat (souvisí to s otázkami 7, 9-11, kde se budeme zabývat nejnámější přečerpávací elektrárnou Dlouhé Stráně). Další druh elektrárny, kterou žáci nejvíce znají je průtočná VE (zná ji 25 % dotázaných), pak přílivová (22 %), akumulční (15 %) a nejméně znají derivační VE (pouze 6 dotázaných tj. 3 % žáků). Největší přehled o různých druzích VE mají opět žáci ZŠ v Šumperku, kde žáci zahrli možnosti 89 krát tzn. že průměrně 1 žák zná téměř 3 druhy VE. Nejhůře si vedli žáci gymnázia, kde průměrně 1 žák nezná ani jeden (přesněji 0,8125) druh VE, protože odpovědí bylo 39 a respondentů, kteří odpovídali bylo 48.

Graf č. 6: Jaký druh VE znáš?



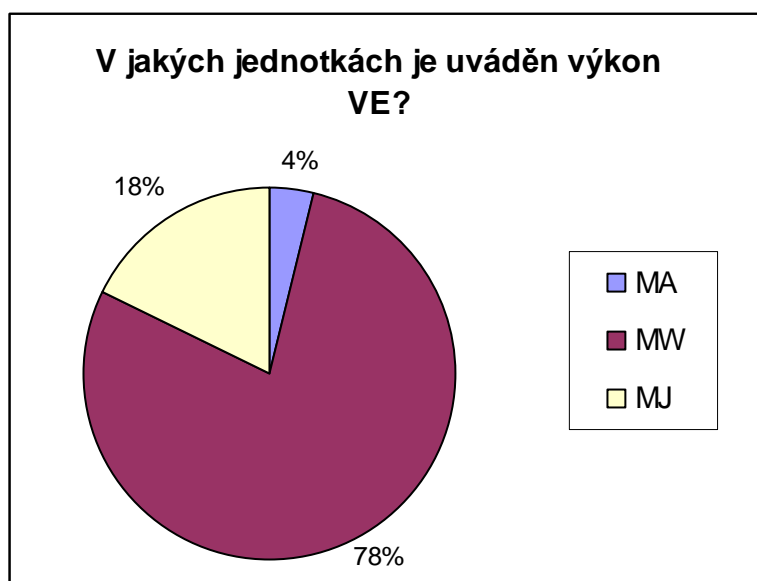
Tab. 10: Jaký druh VE znáš?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Průtočné	7	21	7
Akumulační	9	16	9
Přečerpávací	15	30	15
Přílivové	5	22	5
Derivační	3	0	3

➤ **Otázka č. 6**

V otázce č. 6 se ptáme na jednotky výkonu VE. Výkon počítají žáci v 7. a 8. ročníku ve fyzice na ZŠ. Jako základní jednotka je v učebnicích uveden Watt (W). My se ptáme na výkon VE, kde se jednotky počítají v MW. Otázka 6 má správnou pouze jednu odpověď. Správně odpovědělo 79 dotázaných (78 %) a špatně 22 dotázaných. Podle tabulky 10 si nejlépe vedla opět ZŠ v Šumperku, kde správně odpovědělo téměř 89 % respondentů, na gymnáziu správně odpovědělo 77 % a na ZŠ v Libině 61 %.

Graf č. 7: Jednotka výkonu VE?



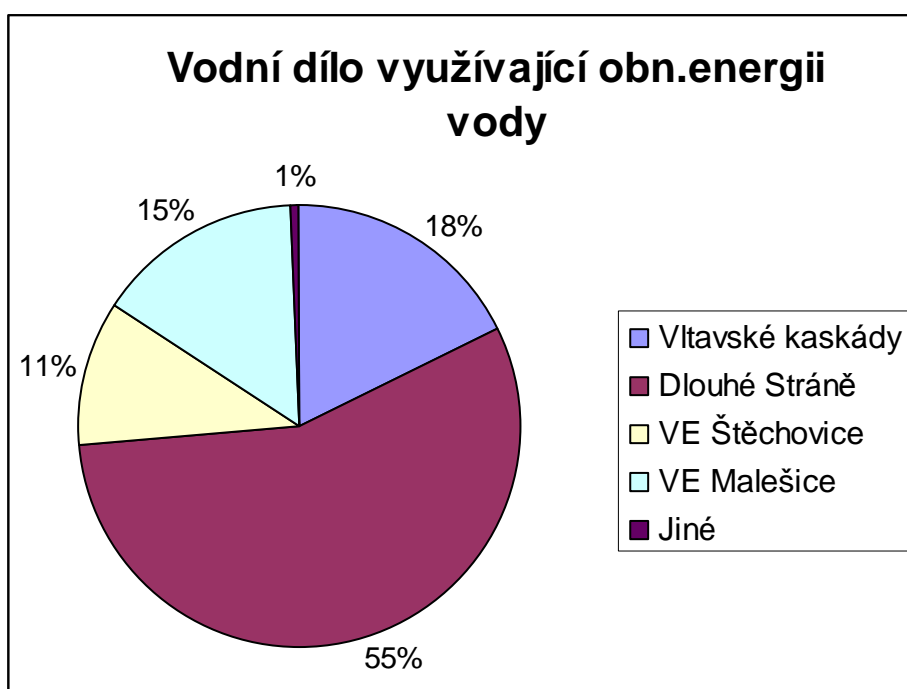
Tab. 11: Jednotka výkonu VE?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
MA	2	1	1
MW	37	31	11
MJ	9	3	6
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 7**

Sedmá otázka dávala respondentům možnost zatrhnout více možností. Otázka byla zaměřena na konkrétní vodní díla a díky odpovědím respondentům můžeme sledovat, které vodní dílo se dostává nejvíce do povědomí mladým lidem od 14 do 16 let. Jednoznačně podle grafu 8 jsou žáci obeznámeni s existencí vodního díla Dlouhé Stráně. Toto vodní dílo zná 95 respondentů což je 94 % ze všech dotázaných. Druhým v pořadí pro žáky nejnámějším dílem jsou VE na Vltavě. Jediný student na gymnáziu využil poslední možnosti uveď jiné VE co znáš a odpověděl, že kromě zmíněných VE zná jednu MVE, která se staví nedaleko Šumperka v Novém Malíně.

Graf č. 8: Vodní dílo využívající obnovitelnou energii vody



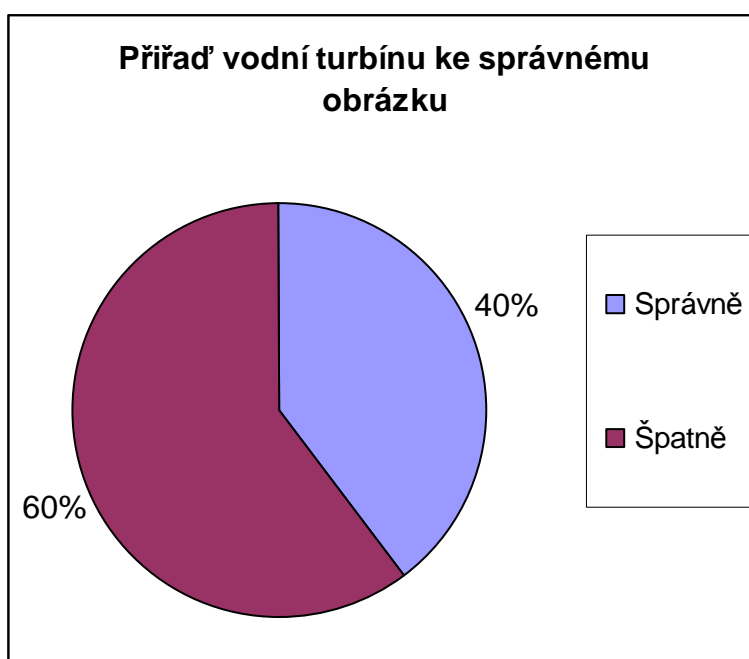
Tab. 12: Vodní dílo využívající obnovitelnou energii vody

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Vltavské kaskády	12	17	1
Dlouhé Stráně	47	32	16
VE Štěchovice	13	4	1
VE Malešice	14	9	3
Jiné	1	0	0

➤ **Otázka č. 8**

Osmá otázka se svoji formou lišila od všech ostatních otázek. Respondent měl správně přiřadit tři nejznámější vodní turbíny ke správnému obrázku. Otázku jsme zařadili abychom si u žáků ověřili zda na jejich paměť má vliv i vizuální příjem vědomostí. S turbínami jsou totiž seznámeni v rámci fyziky, kde k nim mají poutavé obrázky a také, jak si ověříme v příští otázce, jsou s nimi seznámeni v exkurzi k VE Dlouhé Stráně. Otázku můžeme vyhodnotit jako nejtěžší, a proto ani výsledek není uspokojující jak vidíme z grafu č. 9, kde správně přiřadilo pouhých 40 %. Nejlépe si v otázce vedla ZŠ v Libině, kde správně odpověděla podle tabulky č. 13 polovina respondentů.

Graf č. 9: Přiřad' vodní turbínu ke správnému obrázku



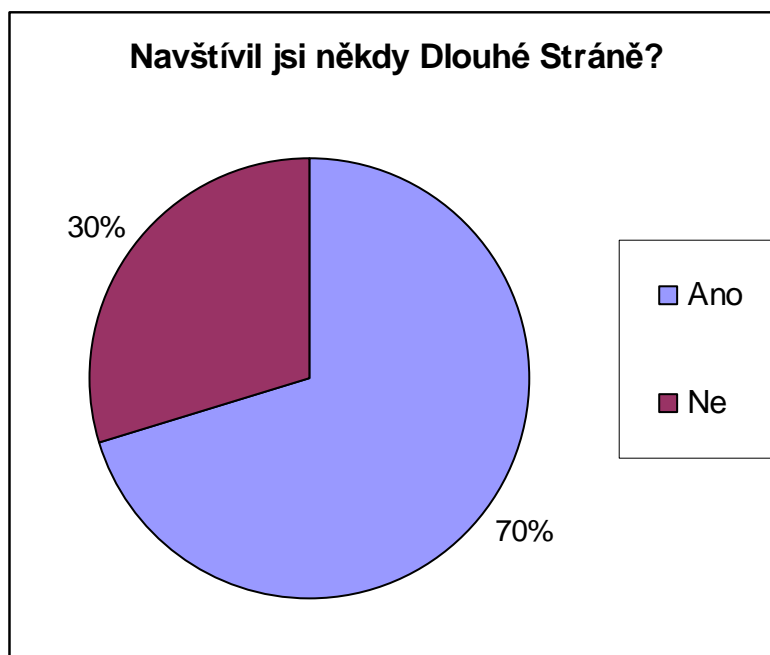
Tab. 13: Přiřad' vodní turbínu ke správnému obrázku

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Správně	20	11	9
Špatně	28	24	9
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 9**

Otázka č. 9 má ryze informační charakter. Informuje nás kolik z dotázaných mělo možnost navštívit naši nejznámější přečerpávací VE Dlouhé Stráně. Výsledek je velmi uspokojivý, přečerpávací elektrárnu mělo možnost navštívit 70 % dotázaných. Dobrý výsledek je zapříčiněn i tím, že ZŠ na Šumpersku mají v rámci výuky v 9. třídách možnost exkurze na zmíněnou VE (více o podpoře exkurzí ze strany učitelů níže ve vyhodnocení dotazníků pro učitele). Exkurze je vynikající způsob výuky, kde má student možnost zapojit všechny smysly, které mu napomohou lépe danou problematiku zařadit a zapamatovat si. Nejefektivněji využili možnost exkurze žáci na ZŠ v Libině, kde podle tabulky 14 se exkurze zúčastnilo 17 z 18 dotázaných.

Graf č. 10: Navštívil jsi někdy Dlouhé Stráně?



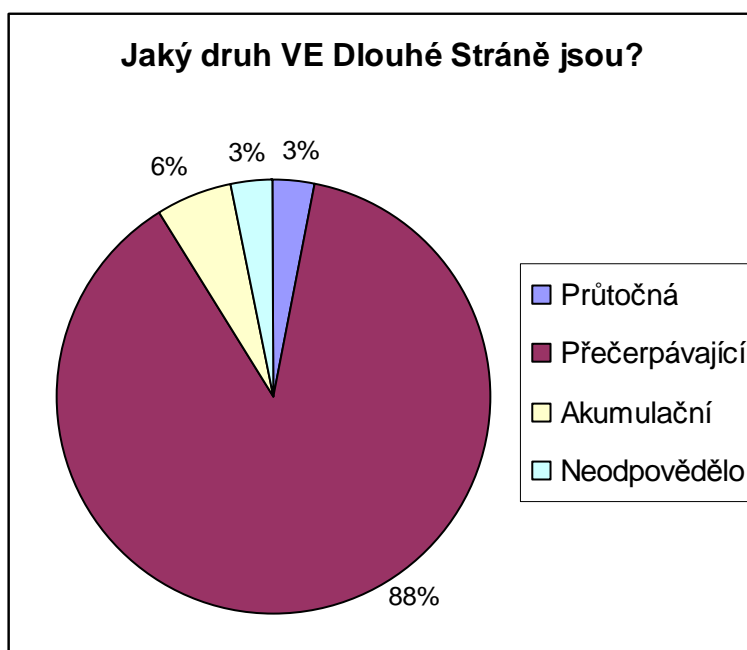
Tab. 14: Navštívil jsi někdy Dlouhé Stráně?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Ano	30	24	17
Ne	18	11	1
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 10**

Otázka 10 v návaznosti na otázku č. 9 nám zhodnotí zpětnou reakci exkurze. Neboli to, zda si žáci zapamatovali alespoň základní věc, a to jaký druh VE Dlouhé Stráně jsou. Graf č. 11 odhaluje, že celých 88 % respondentů odpovědělo správně, což můžeme považovat za velmi uspokojující výsledek. V rámci škol podle tabulky č. 15 si nejlépe vedlo gymnázium, kde odpovědělo správně 45 žáků ze 48 a ZŠ v Libině, kde správně odpovědělo 16 žáků z 18.

Graf č. 11: Jaký druh VE Dlouhé Stráně jsou?



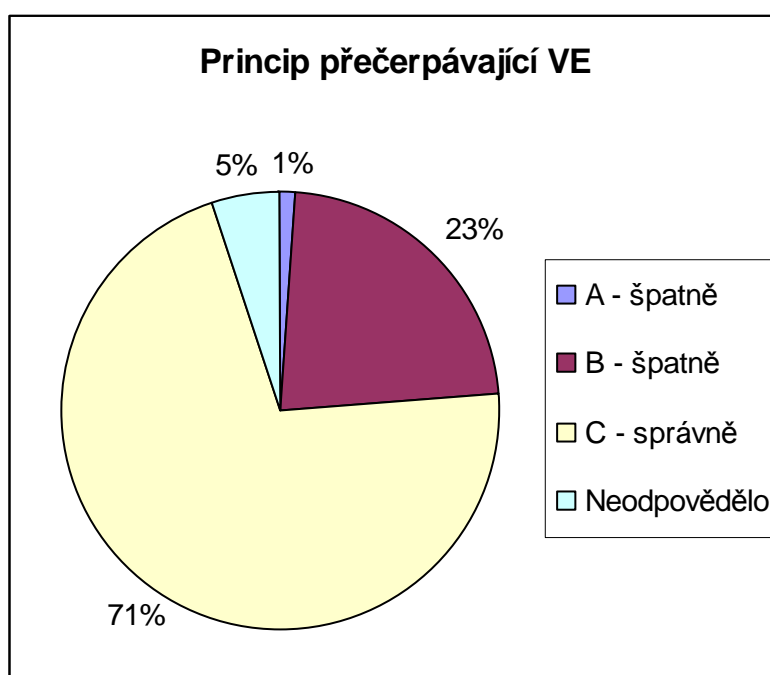
Tab. 15: Jaký druh VE Dlouhé Stráně jsou?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Průtočná	2	1	0
Přečerpávající	45	28	16
Akumulační	1	3	2
Neodpovědělo	0	3	0
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 11**

Otázka č. 11 podobně jako otázka 10 ověřuje získané znalosti vzhledem k VE Dlouhé Stráně. Zjišťujeme jestli žáci pochopili princip přečerpávající VE. Princip pochopilo podle grafu č. 12 71 % respondentů (tj. 72 žáků), 1 % se mylně domnívalo, že přečerpávající elektrárna využívá vzdouvacího zařízení a 23 % si myslelo, že pracuje na principu odvedení vody přivaděčem (kanál, štola) z vodního koryta do turbíny. Nejlépe si podle tab. 16 vedla ZŠ v Šumperku kde chybně odpověděli pouze 4 studenti.

Graf č. 12: Princip přečerpávající VE



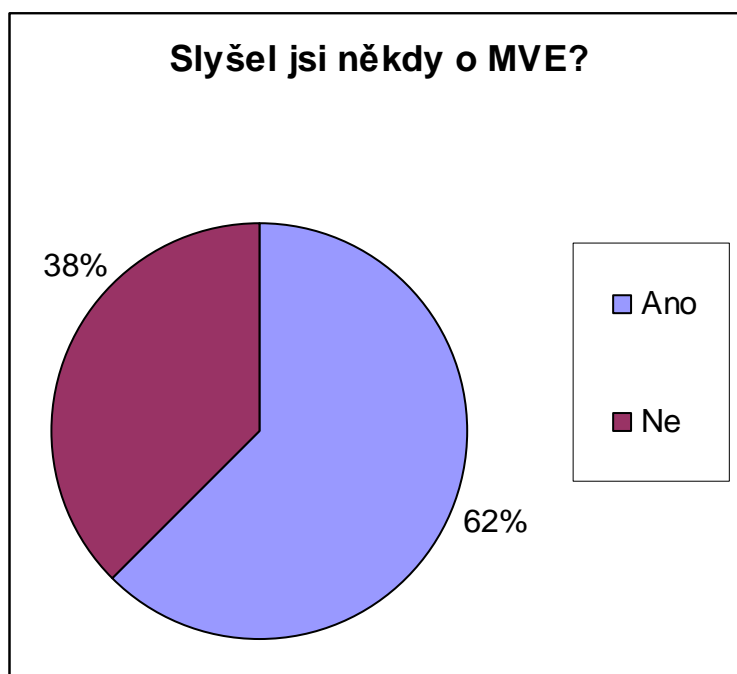
Tab. 16: Princip přečerpávající VE

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
A - špatně	1	0	0
B - špatně	12	4	7
C - správně	34	28	10
Neodpovědělo	1	3	1
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 12**

Dvanáctá otázka obrací pozornost k MVE. Otázku jsme zařadili, abychom žákům, kteří nikdy o MVE neslyšeli (je jich podle grafu č. 13 celých 38 %) dali tento pojem minimálně do povědomí. Jde do budoucna o velmi potencionální druh OZE takže zmínit ho je určitě důležité. Na Šumpersku se mnoho podnikatelů do stavby MVE pustilo (v Novém Malíně, Rapotíně, Branné, Libině), proto můžeme v blízké budoucnosti očekávat jejich provoz a následné seznámení tohoto druhu energie s lidmi v okolí, tedy i žáky ZŠ. Mnozí žáci jsou s tímto pojmem seznámeni již nyní (62 % žáků). Nejlépe v rámci škol je s termínem MVE seznámena ZŠ v Libině v poměru 2 : 1 žáku.

Graf č. 13: Slyšel jsi někdy o MVE?



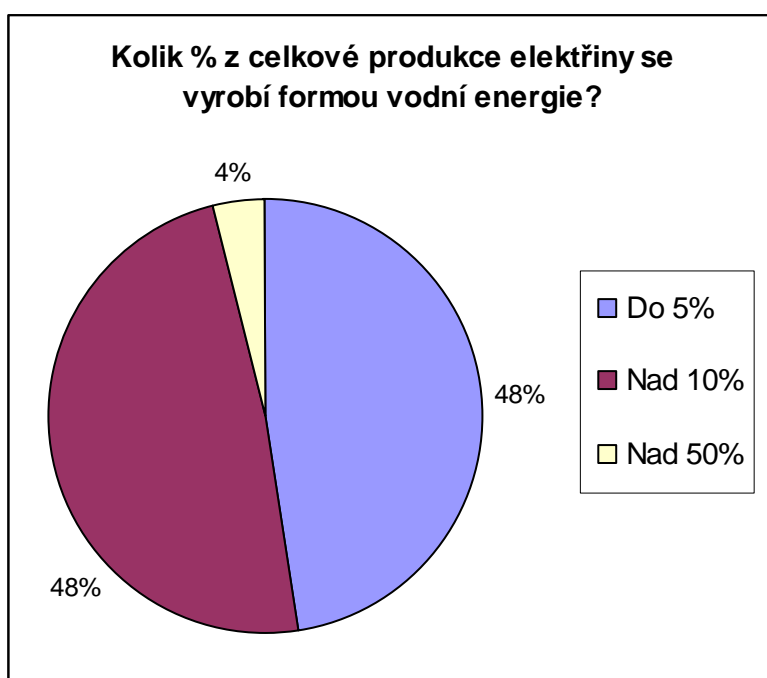
Tab. 17: Slyšel jsi někdy o MVE?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Ano	25	26	12
Ne	23	9	6
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 13**

Druhou část otázek zaměřenou na vodní energii (otázky 4 -13) nám shrnuje otázka č. 13, která zkoumá na kolik % by žáci odhadli zastoupení vodní energie z celkové produkce elektřiny v ČR. Správná odpověď je, že vodní energie vyrobí z celkového množství elektřiny v ČR ročně do 5 % elektřiny. 48 žáků podle grafu 14 odpovědělo správně, 49 žáků (48 % dotázaných) si myslelo, že vodní energie vyrobí elektřiny z celkové množství mezi 10 a 50 % a jen 4 % žáků zaujímalo pozitivní přístup že by to mohlo být nad 50 % vyrobené elektřiny.

Graf č. 14: Kolik % z celkové produkce elektřiny v ČR se vyrobí formou vodní energie?



Tab. 18: Kolik % z celkové produkce elektřiny v ČR se vyrobí formou vodní energie?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Do 5 %	27	18	3
Nad 10 %	20	16	13
Nad 50 %	1	1	2
Celkem	48	35	18

Třetí část (otázky 14 – 16) je zaměřena na postoj respondenta k OZE a případnou podporu těchto zdrojů do budoucna.

➤ **Otázka č. 14**

Dnešní doba přináší mnoho možností a nabídek, díky kterým můžeme prohlubovat náš zájem o námi vybranou věc. Otázka č. 14 proto zkoumá jestli někdo z mladých respondentů ve věku 14 až 16 let prohlubuje a živí svůj zájem o OZE. I když je takových mladých lidí podle tabulky č. 19 pouze 13, určitě je to pozitivní číslo vzhledem k naší konzumní a netvůrčí společnosti. Zbýlých 87 % respondentů se sice o problematiku OZE nezajímá dnes, ale může se o ni začít zajímat třeba za 5 či 10 let což nastiňuje otázka č. 15.

Graf č. 15: Zajímáš se o problematiku OZE?



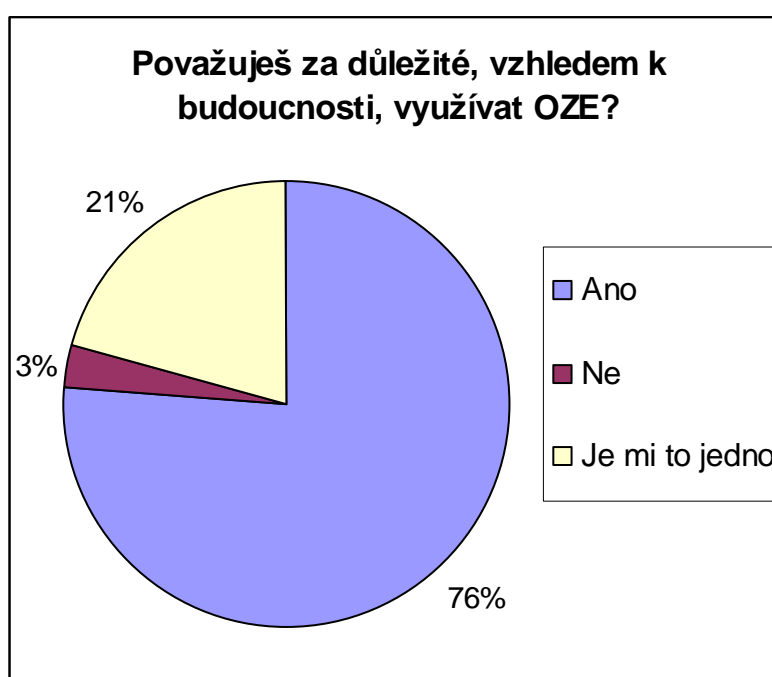
Tab. 19: Zajímáš se o problematiku OZE?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Ano	8	4	1
Ne	40	31	17
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 15**

Otázka č. 15 zkoumá postoj respondentů vzhledem k budoucnosti a řeší otázku zda považují za důležité, využívat v budoucnosti OZE. Zde oproti otázce 14 odpovědělo kladně podle grafu č. 16 76 % respondentů (což je 77 žáků). Z grafu vidíme, že i když je budoucnost 21 % dotázaných lhostejná, valné většině to lhostejné není a považuje vzhledem k budoucnosti důležité se o OZE zajímat. Kolik % dotázaných je ochotno aktivně pro to něco dělat nám odhalí otázka č. 16.

Graf č. 16: Považuješ za důležité, vzhledem k budoucnosti, využívat OZE?



Tab. 20: Považuješ za důležité, vzhledem k budoucnosti, využívat OZE?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Ano	40	25	12
Ne	0	2	1
Je mi to jedno	8	8	5
Celkem	48	35	18

➤ **Otázka č. 16**

Závěrečná otázka dotazníku pro žáky 9. tříd se ptá, zda by byli ochotni aktivně podpořit rozvoj OZE např. tím, že by se účastnili osvětových projektů, které lidem pomáhají seznámit je, jak šetřit přírodu a jak čerpat energii z obnovitelných zdrojů. Nebo podpořit OZE (pokud by měli finanční či jinou možnost) tím, že by si nějakou formu OZE vybudovali ve své domácnosti (např. v dnešní době velmi diskutovaný ekologický dům apod.). Celých 30 % respondentů by bylo ochotno takto aktivně OZE podpořit a 51 % žáků sice zatím neví, ale je možné, že vzhledem k rychlému odčerpávání zdrojů jako je ropa, uhlí a zemní plyn se přikloní k aktivní podpoře těchto zdrojů.

Graf č. 17: Využil bys možnost podpořit OZE do budoucnosti?



Tab. 21: Využil bys možnost podpořit OZE do budoucnosti?

	Gymnázium	ZŠ Šumperk	ZŠ Libina
Ano	11	16	3
Ne	11	5	3
Nevím	26	14	12
Celkem	48	35	18

5.5 Charakteristika vzorku respondentů z řad učitelů

Dotazník „OZE ve výuce pro učitele“ vyplnilo 10 učitelů zmíněných škol v poměru 3 učitelé na gymnáziu, 4 na ZŠ v Šumperku a 3 na ZŠ v Libině. Jednalo se o 6 mužů a 4 ženy.

Aprobace učitelů byla kombinace nejčastěji s fyzikou, základy technických věd či s přírodopisem. Věk dotázaných byl v zastoupení 1 osoby v rozmezí mezi 20 a 30 rokem, 3 dotázaných mezi 30 a 40 rokem, 2 dotázaných ve věku 40 až 50 let a 4 dotázaných mezi 50 a 60 rokem života. Praxe učitelů byla u dvou méně jak 5 let, u dvou 5 až 10 let, u dvou 15 až 20 let a čtyři dotázaní měli praxi vyšší jak 20 let.

5.6 Vyhodnocení výsledků provedeného výzkumu dotazníku „OZE ve výuce pro učitele“

Když provedeme krátké srovnání s dotazníkem pro učitele „OZE ve výuce pro učitele“ (příloha č. 4), na který odpovídalo 10 učitelů, z otázky č. 1 (graf č. 18) zjistíme, že 9 z dotázaných učitelů ano a 1 ne. Učitelé výuku tohoto tématu nejčastěji realizují ve fyzice, přírodopise a informatice.

Graf č. 18: Realizujete ve svém předmětu výuku OZE?

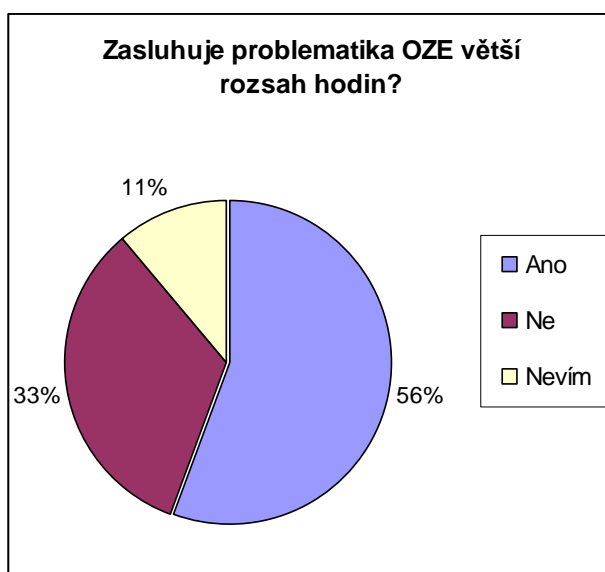


Učitelé v otázce č. 3 uvedli že tématu OZE nejčastěji věnují 2 – 6 hodin ročně. Podle pěti učitelů, kteří odpověděli na otázku č. 4 (graf č. 19) zasluhuje toto téma větší rozsah hodin. Otázka č. 5, kde mohli učitelé zatrhnout více odpovědí, odhalila, že kromě učebnic, 8 učitelů používá pro výuku i internet, 5 učitelů dostupné letáky, 4 učitelé vlastní výukový

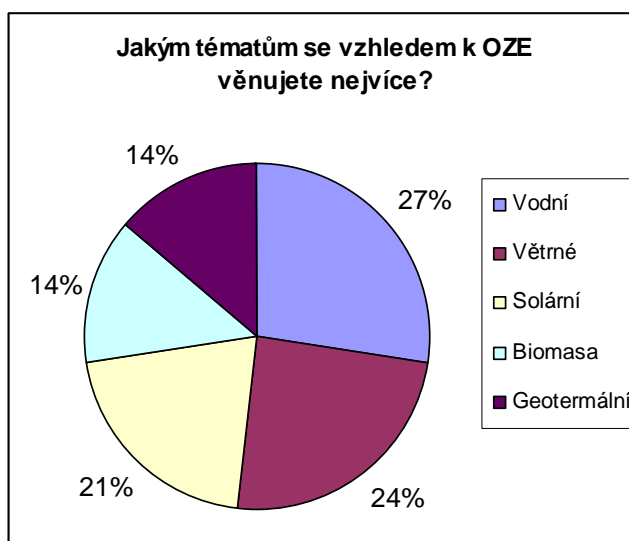
materiál, 3 učitelé odborné knihy a 2 učitelé používají pouze učebnice. Na tuto otázku navazovala otázka č. 6 (opět bylo možné vybrat více odpovědí), kde jsme se ptali na formu výuky. 7 učitelů uvedlo že používá klasickou výuku, 4 učitelé uvedli, že používají projektovou výuku (formou prezentací jednotlivých žáků, recyklohraní atd.).

Z vyhodnocení odpovědí na otázku č. 7 (graf č. 20) je patrné, že nejvíce se učitelé z OZE věnují vodní energii (27 %) (což je i vidět z dobrých výsledků žáků, kteří vyplňovali dotazník „OZE s využitím na vodní energii“), poté větrné (24 %), solární (21 %), a geotermální energii a biomase (14 %).

Graf č. 19: Zasluguje problematika OZE větší rozsah hodin?



Graf č. 20: Jakým tématům se vzhledem k OZE věnujete nejvíce?



Otázka č. 8 odhalila postoje samotných učitelů, kdy všech 10 učitelů (100 %) odpovědělo, že považuje za důležité seznámit žáky s problematikou OZE. Stejný počet učitelů by uvítal možnost rozšířit přehled žáků vzhledem k problematice OZE formou exkurze, kroužku zaměřeného na OZE, projektů atd.). Otázka č. 10 se učitelů tázala zda-li někdy zapojili do výuky exkurzi. Šest učitelů exkurzi zapojilo a byla to právě exkurze související s vodní energií. Učitelé na Šumpersku usilují o seznámení žáků jak s OZE tak i s okolím, ve kterém žáci bydlí, a proto do výuky zařazují exkurzi na přečerpávací elektrárnu Dlouhé Stráně. Jak bylo patrné z dotazníků pro žáky, většina studentů měla možnost Dlouhé Stráně vidět a být tak seznámeni i s chodem této VE. Osobní názor učitelů měla odhalit otázka č. 11, která se ptala zda-li učitelé osobně vzhledem k budoucnosti považují za důležité se o tyto zdroje zajímat. Osm učitelů odpovědělo ano, dva zadrželi odpověď nevím. Z porovnání těchto dvou dotazníků vyplývá, že učitelé mají nemalou zásluhu na nabytých vědomostech žáků v oblasti OZE, nejčastěji pak v oblasti vodní energie.

ZÁVĚR

Cílem této práce v části teoretické bylo získat odpovědi na otázky položené v úvodu (Kde se vodní energie využívala v historii? Na jakých principech je založeno využívání vodní energie? Jaká vodní díla dnes můžeme u nás vidět a kde? Jaký dopad mají tato díla na naši přírodu? Jaké jsou ekonomické aspekty provozu těchto zdrojů?) a poskytnout tak základní nezkrácené informace o OZE, především o vodní energii.

Energie vody má bohatou historii a je nepostradatelným zdrojem energie od nepaměti. Vysvětlen byl princip VE a nejčastěji používaných typů vodních turbín, které z hlediska vysvětlení principu činnosti VE chápeme jako její ústřední prvek. Dále se práce věnovala výčtu základních hledisek pro členění VE. Pozornost byla dále zaměřena na problematiku tzv. malých vodních elektráren, jejichž energetický potenciál v ČR není ještě zdaleka využit, a tak skrývá potenciál rozvoje. Na základě ukázek vybraných konkrétních vodních děl u nás i ve světě byly vyzdvíženy přednosti vodních elektráren, jako je (při volbě vhodné koncepce) šetrnost tohoto OZE vzhledem k přírodě, snadná údržba elektrárny, možnost jejího řízení na dálku a navíc přehradní hráz může v krajině plnit také vodohospodářské funkce. Vodní elektrárna má ale i značné nevýhody, jako je značná finanční investice, závislost na stabilním průtoku vody, v řadě případů také necitlivý zásah do rázu dané krajiny apod. V neposlední řadě jsme se v práci zaměřili na širší aspekty využívání energie proudící vody a jejich možnou finanční podporu formou zelených bonusů či garantované výkupní ceny. I když vodní energie vyrobí z celkové elektřiny v naší republice nepatrné množství (do 5 % elektrická energie) můžeme se těšit na její vzrůst, a to především díky MVE.

V aplikační části byla práce zaměřena na analýzu možností uplatnění problematiky OZE se zřetelem na vodní energii ve výuce obecně technického předmětu na 2. stupni ZŠ. Bylo realizováno dotazníkové šetření zjišťující názory žáků na vybrané aspekty využití OZE, zvláště potom využití vodní energie. Práce dále poukazuje na některé možnosti jak znalosti žáků z této oblasti zlepšit a rozšířit.

Z dotazníků vyplývá, že žáci mají základní přehled o tom, co OZE jsou a jaké druhy vodních elektráren při výrobě elektrické energie využíváme. Ve výuce je však tomuto tématu věnováno nepatrné množství času. Proto se školy v regionu, kde bylo dotazníkové šetření realizováno snaží do výuky zahrnout odbornou exkurzi, nejčastěji je to exkurze která souvisí s vodní energií. Žáci tak mohou lépe pochopit základní princip elektrárny a případní zájemci o tuto problematiku mohou být exkurzí motivováni pro další zkoumání.

Souběžně s průzkumem mezi žáky bylo realizováno také šetření mezi učiteli. Vyplněné dotazníky respondentů z řad učitelů ukázaly, že mnozí učitelé se snaží klasickou výuku zpestřit vyjma exkurzí i projektovou formou výuky o této problematice.

Větší část studentů projevila zájem o hlubší zkoumání této problematiky a považuje, s ohledem na budoucnost, za přínosné zajímat se o vodní energii i jiné formy zdrojů, které mají schopnost se neustále obnovovat. Mnozí učitelé jsou ochotní tento zájem v žácích podpořit a pomoci jim jejich znalosti prohloubit jakoukoli formou.

Cílem však i nadále zůstává uvést problematiku OZE se zaměřením na vodní energii do širšího povědomí obyvatel, k čemuž mohou pomoci i některé závěry této práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. AUGUSTA, Pavel a kol. *Velká kniha o energii*. 2001. Praha: L.A. Consulting Agency. 383 s. ISBN 80-238-6578-1.
2. KLINKEROVÁ, Jitka a kol. *Obnovitelné zdroje energie. Příklady dobré praxe*. 2009. Praha: Ministerstvo životního prostředí. 34 s. ISBN: 978-80-7212-520-3 (brož.).
3. KARAS, J. *Historický vývoj mlynářství*. 1919. Praha.
4. LADENER H., SPATE, F. *Solární zařízení*. 2003. Praha: Grada Publishing a.s. 268 s. ISBN 80-247-0362-9.
5. *Zelená energie* [online]. [cit. 2011-3-10]. Dostupné na internetu: <<http://www.zelenaenergie.cz/cs/o-zelene-energii/obnovitelne-zdroje-energie.html>>.
6. *Obnovitelné zdroje energie skupina ČEZ* [online]. [cit. 2011-3-10]. Dostupné na internetu: <<http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/brozura-fin.doc>>.
7. *Seebeckův jev* [online]. [cit. 2011-3-10]. Dostupné na internetu: <<http://www.converter.cz/tabulky/seebeck.htm>>.
8. *Energetický poradce* [online]. [cit. 2011-9-6]. Dostupné na internetu: <<http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vetru.html>>.
9. *Problematika připojování větrných elektráren do distribuční sítě* [online]. [cit. 2011-9-18]. Dostupné na internetu: <<http://www.tzb-info.cz/4279-problematika-pripojovani-vetrnych-elektraren-do-distribucni-site>>.
10. *ČSVE* [online]. [cit. 2011-9-6]. Dostupné na internetu: <<http://www.csve.cz/cz/clanky/statistika/281>>.
11. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2011-9-18]. Dostupné na internetu: <http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/mesicni_zpravy/2011/cerven/page50.htm>.
12. *Biomasa* [online]. [cit. 2011-9-14]. Dostupné na internetu: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Biomasa>>.
13. *Česká agentura pro OZE* [online]. [cit. 2011-9-18]. Dostupné na internetu: <<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/ziv-cyklus>>.
14. *Časopis Vesmír* [online]. [cit. 2012-1-29]. Dostupné na internetu: <<http://www.vesmir.cz/clanek/betelgeuse-a-radost-z-poznani>>.
15. *Historické mezníky* [online]. [cit. 2012-1-29]. Dostupné na internetu: <<http://mve.energetika.cz/uvod/stoleti.htm>>.
16. *Energie vody* [online]. [cit. 2012-1-29]. Dostupné na internetu:

- <<http://www.i-ekis.cz/?page=voda>>.
17. *Energetický poradce* [online]. [cit. 2012-1-29]. Dostupné na internetu: <<http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html>>.
 18. *Vodní elektrárny* [online]. [cit. 2012-1-29]. Dostupné na internetu: <<http://coptel.coptkm.cz/reposit.php?action=0&id=2253>>.
 19. *Úspory energií* [online]. [cit. 2012-4-6]. Dostupné na internetu: <<http://www.tzb-info.cz/>>.
 20. *Využití energie vody* [online]. [cit. 2012-4-10]. Dostupné na internetu: <<http://www.cez.cz/edee/content/file/o-spolecnosti/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>>.
 21. *Obnovitelné zdroje energie* [online]. [cit. 2012-4-12]. Dostupné na internetu: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Obnoviteln%C3%BD_zdroj_energie#cite_note-1>.
 22. KOLÁŘOVÁ, Růžena a kol. *Fyzika pro 9. ročník ZŠ*. 2008. Praha: Prométheus. 236 s. ISBN 978-80-7196-193-2.
 23. *Obnovitelné zdroje energie - Přehled druhů a technologií*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2009. 31 s. ISBN 978-80-7212-518-0.
 24. *Obnovitelné zdroje energie-úvod do problematiky* [online]. [cit. 2012-4-12]. Dostupné na internetu: <<http://www.spvez.cz/pages/zdroje.htm>>.
 25. SEQUENS, E. 2009. *Malé vodní elektrárny a životní prostředí*. České Budějovice: Calla-sdružení pro záchranu prostředí. ISBN 978-80-87267-05-9.
 26. *Rybí přechody* [online]. [cit. 2012-4-16]. Dostupné na internetu: <http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/tok1/Rybochody.pdf>.
 27. *Řeky a ryby* [online]. [cit. 2012-4-16]. Dostupné na internetu: <<http://www.koaliceproreky.cz/temata/reky-a-ryby/>>.
 28. *Zákon o vodách č.254/2011 Sb.* [online]. [cit. 2012-4-16]. Dostupné na internetu: <<http://brno3.momrs.cz/download/254-01-komentar.pdf>>.
 29. *VE mohou získat dotace na RP*. [online]. [cit. 2012-4-16]. Dostupné na internetu: <<http://www.mesicniklibereckykraj.cz/view.php?cisloclanku=2010061014>>.
 30. *Princip fungování VE*. [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu: <<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/flash-model-jak-funguje-vodni-elektrarna.html>>.
 31. *VE v ČR*. [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu: <<http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm>>.
 32. *Vodní turbíny*. [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu: <<http://www.vodni-elektrarny.cz/vodni-turbiny>>.
 33. *Energie vody-turbíny*. [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu:

- <http://ok1zed.sweb.cz/s/el_vodniel.htm#kaplan>.
34. *Viktor Kaplan*. [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Viktor_Kaplan>.
35. *Kaplanova turbína*. [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kaplanova_turb%C3%ADna>.
36. *Francisova turbína-horizontální*. [online]. [cit. 2012-4-20]. Dostupné na internetu:
<<http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/francis-horiz.htm>>.
37. *Francisova turbína*. [online]. [cit. 2012-4-20]. Dostupné na internetu:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Francisova_turb%C3%ADna>.
38. *Vodní turbíny*. [online]. [cit. 2012-5-29]. Dostupné na internetu:
<http://alfa.ftp.ssto.cz/i.masa/EM3b/Vodn%C3%AD%20turb%C3%ADny/pri-str-10.01_vodniturbiny.pdf >
39. *Turbína*. [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
<<http://www.quido.cz/objevy/turbina.htm>>.
40. *Přidej se – Dlouhé Stráně*. [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
<<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1129337346-pridej-se/411235100161008-voda-a-vitr-na-hrebenech-jeseniku/titulky/>>.
41. *Šumný důl a vodní elektrárna*. [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
<<http://www.tretiruka.cz/news/sumny-dul-muze-za-par-let-zcela-zmenit-obri-vodni-elektrarna/>>.
42. *Energie vody*. [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
<<http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vody>>.
43. *Bánkiho turbína*. [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/B%C3%A1nkiho_turb%C3%ADna>.
44. *Další turbíny*. [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%AD_turb%C3%ADna>.
45. *Vltavská kaskáda*. [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Vltavsk%C3%A1_kask%C3%A1da >.
46. *Biomasa a její využití*. [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
< <http://www.alternativni-zdroje.cz/vyroba-energie-biomasa.htm>>.
47. *Vodní díla*. [online]. [cit. 2012-5-31]. Dostupné na internetu:
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%AD_d%C3%ADlo#cite_ref-0>.
48. *Vodní díla-MVE*. [online]. [cit. 2012-5-31]. Dostupné na internetu:
< <http://mve.energetika.cz/vodnidilo/voddilo-casti.htm>>.

49. *Vodní elektrárny* [online]. [cit. 2012-5-31]. Dostupné na internetu:
< <http://automatizace.hw.cz/clanek/2006121301>>.
50. *Vodní elektrárny* [online]. [cit. 2012-5-31]. Dostupné na internetu:
< <http://www.spvez.cz/pages/voda.htm>>.
51. *Vodní díla* [online]. [cit. 2012-5-31]. Dostupné na internetu:
< http://dpp.kr-vysocina.cz/dpp/prilohy/vd_1-3.pdf>.
52. *Tří soutěsky v Číně* [online]. [cit. 2012-6-6]. Dostupné na internetu:
< http://byznys.lidovky.cz/giganticke-vodni-dilo-tri-soutesky-stalo-vice-nez-sest-temelinu-p8q-/firmy-trhy.asp?c=A090914_141402_firmy-trhy_abc>.
53. *Dlouhé Stráně* [online]. [cit. 2012-6-6]. Dostupné na internetu:
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Přečerpávací_vodní_elektrárna_Dlouhé_stráně>.
54. *10 největších vodních elektráren* [online]. [cit. 2012-6-6]. Dostupné na internetu:
< <http://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/10-nejvetsich-vodnich-elektraren-sveta.aspx>>.
55. *Výkon elektráren v ČR* [online]. [cit. 2012-6-6]. Dostupné na internetu:
< <http://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/vodni-elektrarny-v-ceske-republice-kolik-vyrobi-elektriny.aspx>>.
56. HAVRLAND, Bohumil. *Využívání alternativních zdrojů energie*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 38 s.
57. CHEMIŠINEC, Igor a kol. *Obchod s elektřinou*. 2010. Praha: CONTE, s.r.o. 201 s. ISBN 978-80-254-6695-7.
58. *Zelený bonus a výkupní cena* [online]. [cit. 2012-6-8]. Dostupné na internetu:
< <http://www.s-fotovoltaika.cz/zeleny-bonus.php>>.
59. *Novela vodního zákona* [online]. [cit. 2012-6-8]. Dostupné na internetu:
<<http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/novela-vodniho-zakona-prinese-vykupni-ceny-jen-pro-nekoho-a-zeleny-bonus-pro-vsechny>>.

Obrázky:

60. Obr. 3: *Sluneční záření jako zdroj energie* [online]. [cit. 2011-3-12]. Dostupné na internetu: < <http://oei.fme.vutbr.cz/jskorpik/slunecni-zareni-jako-zdroj-energie.html#63>>.
61. Obr. 4 : *Princip fotovoltaického článku* [online]. [cit. 2011-3-12]. Dostupné na internetu:
< <http://www.nemakej.cz/fotovoltaicky-clanek.php> >.
62. Obr. 5 : *Seebeckův jev* [online]. [cit. 2011-3-12]. Dostupné na internetu:
< <http://www.converter.cz/tabulky/seebeck.htm>>.

63. Obr. 7 : *Kolektor* [online]. [cit. 2011-3-12]. Dostupné na internetu:
< <http://www.ecomont.cz/shop/index.php?5,solarni-kolektor-suntime-2.1> >.
64. Obr. 8: *Průřez větrného stroje* [online]. [cit. 2011-9-6]. Dostupné na internetu:
< <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vetru.html>>.
65. Obr. 9: *Instalované větrné elektrárny v ČR celkem* [online]. [cit. 2011-9-6]. Dostupné na internetu: < <http://www.csve.cz/cz/clanky/statistika/281> >.
66. Obr. 6: *Princip termoelektrického článku* [online]. [cit. 2012-4-6]. Dostupné na internetu: < http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=2&slovn_ik_page=termoel_cl.html>.
67. Obr. 10: *Koloběh vody* [online]. [cit. 2012-4-6]. Dostupné na internetu:
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Kolob%C4%9Bh_vody>.
68. Obr. 1 a Obr. 2. LADENER H., SPATE, F. Solární zařízení. 2003. Praha: Grada Publishing a.s. 268 s. ISBN 80-247-0362-9.
69. Obr. 29 a 30: *Rybí přechody na Blatném jezeře a na Jizeře* [online]. [cit. 2012-4-16]. Dostupné na internetu: < <http://www.dotace.nature.cz/galerieoparteni/?arrangementId=37&pictureId=89>>.
70. Obr. 31 a 32: *Tuňový rybí přechod a štěrbínový RP* [online]. [cit. 2012-4-6]. Dostupné na internetu: < http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/tok1/Rybochody.pdf>.
71. Obr. 17: *Schéma vodní elektrárny* [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu:
< <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=95>>.
72. Obr. 18: *Průřez vodní elektrárny* [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu:
< http://www.svetfyziky.souepl.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=99:vodni-energie&catid=48:obnovitelne-zdroje&Itemid=76>.
73. Obr. 21: *Kaplanova turbína* [online]. [cit. 2012-4-19]. Dostupné na internetu:
< http://cs.wikipedia.org/wiki/Kaplanova_turb%C3%ADna>.
74. Obr. 19: *Schéma Francisovy turbíny-vertikální* [online]. [cit. 2012-4-20]. Dostupné na internetu: < <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/francis-vertik.htm>>.
75. Obr. 20: *Schéma Francisovy turbíny-horizontální* [online]. [cit. 2012-4-20]. Dostupné na internetu: < <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/francis-horiz.htm>>.
76. Obr. 22: *Originální Peltonův patent z 10/1880* [online]. [cit. 2012-5-29]. Dostupné na internetu: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Pelton_wheel_%28patent%29.png>.
77. Obr. 23: *Peltonova turbína* [online]. [cit. 2012-5-29]. Dostupné na internetu:
< <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/pelton.htm>>.

78. Obr. 27: *Dlouhé Stráně* [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
< <http://www.jeseniky.net/dlouhe-strane>>.
79. Obr. 33: *Pokrytí denního diagramu zatížení* [online]. [cit. 2012-5-30]. Dostupné na internetu:
< http://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/prezentace/elektroenergetika/4_rocnik/elnny_1.pps >.
80. Obr. 11, 12, 13: *Části vodních děl* [online]. [cit. 2012-5-31]. Dostupné na internetu:
< <http://mve.energetika.cz/vodnidilo/voddilo-casti.htm>>.
82. Obr. 25, 26: *Jiné turbíny* [online]. [cit. 2012-6-6]. Dostupné na internetu:
< <http://mve.energetika.cz/jineturbiny/setur.htm>>.
83. Tab. 5: *MVE výkupní ceny*[online]. [cit. 2012-6-11]. Dostupné na internetu:
< http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2011/ER%20CR%207_2011OZEKVETDZ.pdf>.

PŘÍLOHY

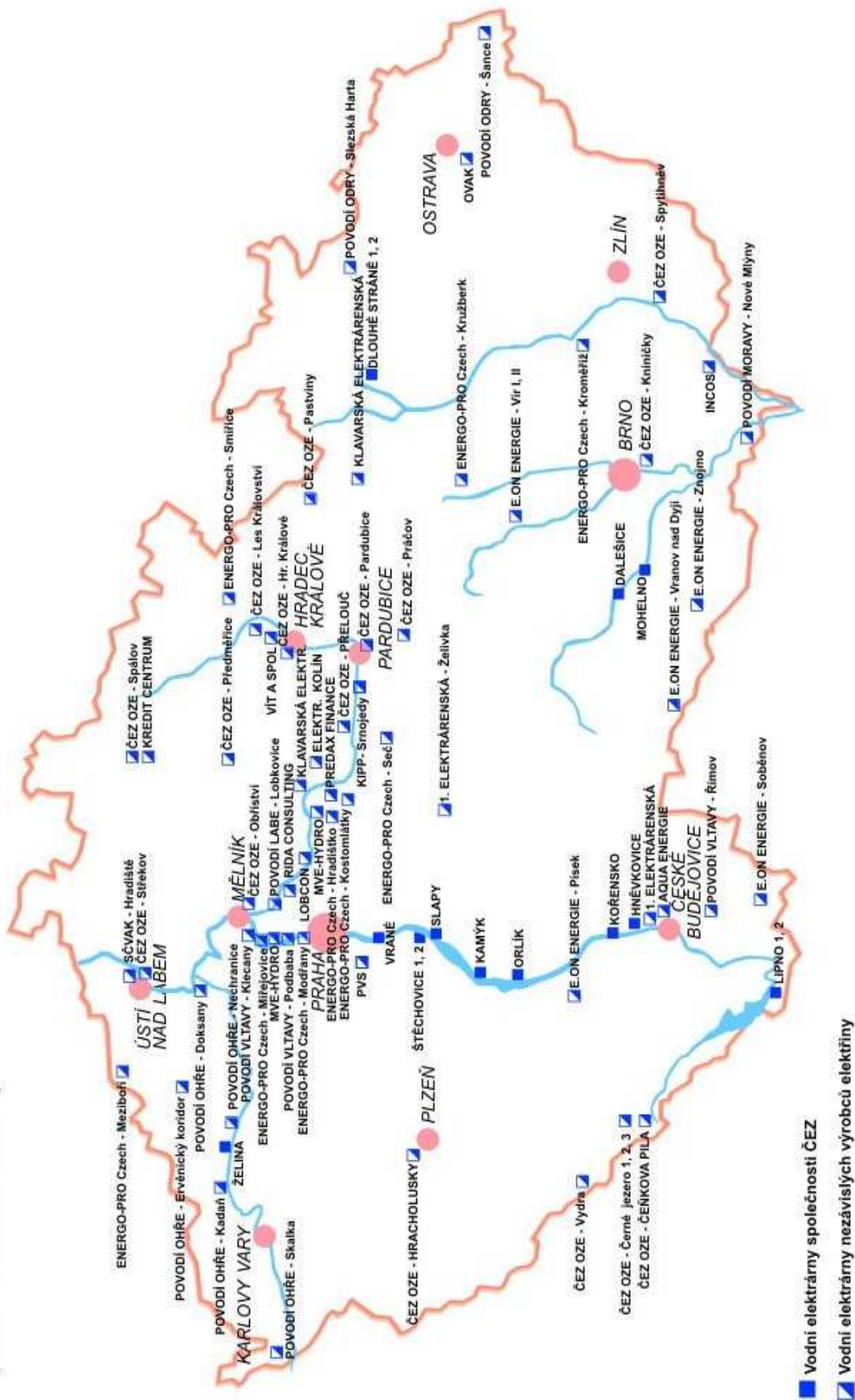
Příloha č. 1: Mapa 1 vodní elektrárny v ČR (81)

Příloha č. 2: Dotazník „Co víš o elektrárně Dlouhé Stráně?“

Příloha č. 3: Dotazník „Obnovitelné zdroje energie s využitím na vodní energii“

Příloha č. 4: Dotazník „Obnovitelné zdroje energie ve výuce pro učitele“

VODNÍ ELEKTRÁRNÝ ES ČR - nad 1 MW. součtového instalovaného výkonu
 (stav k 31. 12. 2006)



Příloha č. 2: Dotazník „Co víš o elektrárně Dlouhé Stráně?“

DOTAZNÍK

Co víš o elektrárně Dlouhé stráně?

Hlavním úkolem elektrárny je zabezpečit stabilitu elektrizační soustavy, pro kterou je nezbytná rovnováha mezi aktuální spotřebou a výkonem dodávaným energetickými zdroji. Několikrát denně tak přechází z čerpadlového do turbínového režimu a naopak. Vlivem nástupu větrných a slunečních elektráren se výrazně zvýšila nestabilita systému. Proto v poslední době elektrárna přechází do čerpadlového režimu i během dne, zatímco dříve přecházela do tohoto režimu nejčastěji pouze v noci.

V internetové anketě deníku iDnes se v roce 2005 přečerpávací elektrárna Dlouhé Stráně zařadila mezi 7 největších divů České republiky (zdroj: idnes.cz). V samotném finále ankety získala tato unikátní stavba nejvíce hlasů a stala se tak vítězem. V čem je tato elektrárna tak výjimečná a co o ní víte?

- 1. V katastru, které obce leží elektrárna Dlouhé stráně?**
 - Loučná nad Desnou
 - Sobotín
 - Kouty nad Desnou

- 2. Elektrárna Dlouhé stráně je nejvýkonnější elektrárnou v ČR, víš jaký je její nejvyšší instalovaný výkon?**
 - 3 x 48MW
 - 2 x 325 MW
 - 480 MW

- 3. Elektrárna Dlouhé stráně je v rámci Evropy unikátní dílo, víš jaké má tato stavba prvenství?**
 - Má největší reverzní vodní turbínu v Evropě
 - Je nejvýše položenou vodní elektrárnou v Evropě
 - Má největší instalovaný výkon mezi vodními elektrárnami v Evropě.

- 4. Elektrárna Dlouhé stráně má největší spád v ČR, víš kolik je to metrů?**
 - 1010,7
 - 310,7
 - 510,7

- 5. Dolní nádrž se nachází na říčce Divoká Desná v nadmořské výšce 824,7 m. Během napouštěcích a vypouštěcích operací hladina vody kolísá o 22,2 m. Víš jak vysoká je hráz dolní nádrže?**
 - 36 m
 - 56 m
 - 76 m

- 6. Víš jaký je celkový objem vody dolní nádrže?**

- 3,4 mil. m³
- 500 tisíc m³
- 10 mil. m³

7. Elektrárna plní v elektrizační soustavě několik významných funkcí - statickou, dynamickou a kompenzační. Víš co tyto funkce znamenají? Pokus se přiřadit správný význam k jednotlivým pojmům.

- | | |
|----------------------|---|
| ○ Statická funkce | ○ Provoz sloužící k regulaci napětí v soustavě. |
| ○ Dynamická funkce | ○ Přeměna nadbytečné energie v soustavě na energii špičkovou - v době přebytku elektrické energie v síti (především v noci) se voda čerpá z dolní nádrže do horní a ve špičkách, v době nedostatku elektřiny, se v turbínovém režimu vyrábí elektrický proud. |
| ○ Kompenzační funkce | ○ Schopnost plnit funkci výkonové rezervy systému, vyrábět regulační výkon a energii a podílet se na řízení kmitočtu soustavy. |

8. Stavba elektrárny byla velice problematická a nebylo vůbec jasné, zda projekt dospěje do úspěšného finále. Po zvážení velkého množství lokalit byla výstavba v masivu Mravenečniku nakonec přeci jen zahájena. O několik let později však vláda rozhodla o útlumu stavby a osud elektrárny nebyl jasný. Roku 1985 byl projekt elektrárny modernizován – namísto původně plánovaných čtyř soustrojí s oddělenými turbínami a čerpadly byly navrženy dvě reverzní turbíny o vyšším výkonu. O dokončení elektrárny bylo rozhodnuto až v roce 1989, po protestech ochránců přírody a technických problémech s jednou turbínou byla elektrárna uvedena do ostrého provozu. Víš, v kterých letech byla výstavba elektrárny zahájena a dokončena?

- 1960 – 1990
- 1978 – 1996
- 1983 – 2000

9. Horní nádrž se nachází na hoře Dlouhé Stráně, má celkový objem 2,72 mil. m³. Víš v jaké nadmořské výšce leží?

- 950 m
- 1100 m
- 1350 m

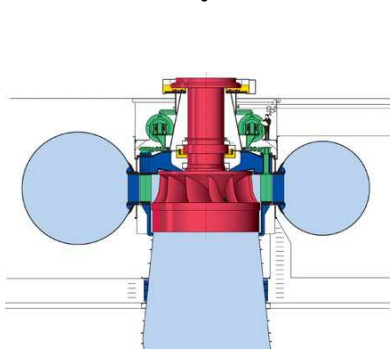
10. Víš, jak velká je zatopená plocha horní nádrže při svém maximu?

- 15,4 ha
- 5,4 ha
- 5,4 a

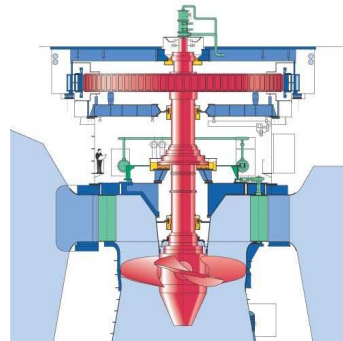
11. V případě potřeby dokáže elektrárna přejít velice rychle z klidu do maximálního turbínového výkonu a energii dodávat nepřetržitě šest hodin. Víš za jakou dobu to dokáže?

- Za 2 hodiny
- Za 100 sek
- Za 100 min

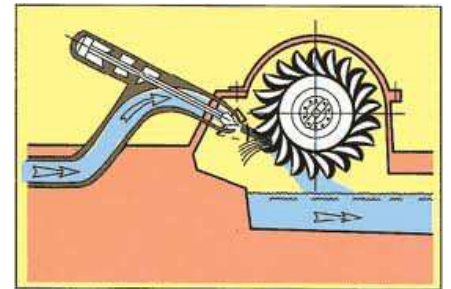
12. Technologický proces zajišťují dvě reverzní turbosoustrojí s Francisovými turbínami. Průtok jednou turbínou je $68,5 \text{ m}^3/\text{s}$ s otáčkami $428,6 \text{ ot}/\text{min}$. Vznik energie je dán činností oběhového kola turbíny, každý typ turbíny má charakteristický tvar oběžného kola. Víš, jak vypadá takové srdce turbíny na Dlouhých Stráních?



(A – Francisova turbína)



B – Kaplanova turbína



C – Peltonova turbína)

13. Víš jak vysoké je celé turbosoustrojí?

- 4 m
- 14 m
- 24 m

14. Víš, kde se nachází komora se soustrojím, transformátory, rozvodna a ostatní zařízení nutné pro výrobu energie?

- V podzemí
- V úrovni horní nádrže
- V úrovni dolní nádrže

15. S horní nádrží je komora s turbosoustrojímí spojena dvěma přivaděči o průměru $3,6 \text{ m}$ a délce 1547 a 1499 m , s dolní nádrží dvěma tunely o průměru $5,2 \text{ m}$ a délce 354 a 390 m , na obou koncích mají přivaděče kulové uzávěry; při plném výkonu protéká každým přivaděčem _____ vody za sekundu; celý objem nádrže je možné načerpat za _____ hodin.

- $22,8 \text{ m}^3$, 21 hodin
- $68,5 \text{ m}^3$; 7 hodin
- 137 m^3 ; 14 hodin

Příloha č. 3: Dotazník „Obnovitelné zdroje energie s využitím na vodní energii“

DOTAZNÍK:

OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE S VYUŽITÍM NA VODNÍ ENERGII

CÍL:

Zmapování úrovně současných vědomostí žáků 9. tříd ZŠ o tématu **obnovitelné zdroje energie** (dále jen **OZE**) s využitím na vodní energii.

Pohlaví:

- Muž,
- Žena.
-

1. Setkal(a) jsi se s pojmem obnovitelné zdroje energie (OZE)?

- Ano.
- Ne.

2. Jak bys definoval(a) OZE?

- „Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebování částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.“
- „Obnovitelné přírodní zdroje jsou zdroje jako uhlí, ropa a zemní plyn a můžou se za přispění člověka těžit.“
- Nevím

3. Vyber co patří do OZE? (označit lze více možností)

- Větrná energie.
- Geotermální energie.
- Uhlí.
- Biomasa (nefosilizovaná).
- Ropa.
- Fotovoltaické články.
- Uran.

4. Patří do OZE i vodní energie?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

5. Vyber jaké druhy vodních elektráren znáš, či o kterých si slyšel? (označit lze více možností)

- Průtočné.
- Akumulační.
- Přečerpávací.
- Přílivové.
- Derivační.

6. V jakých jednotkách se udává výkon vodních elektráren?

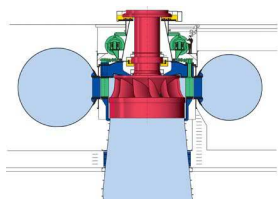
- MA,
- MW,
- MJ.

7. Znáš nějaké vodní dílo využívající obnovitelnou energii vody? (označit lze více možností)

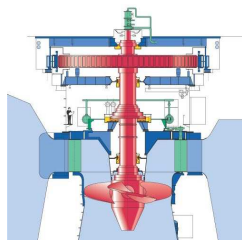
- Vltavské vodní kaskády.
- Dlouhé Stráně.
- Vodní elektrárna Štěchovice.

- Vodní elektrárna Malešice.
- Uveď jiné:

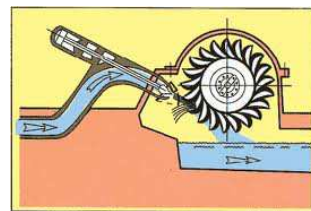
8. Přiřaď typ vodní turbíny ke správnému obrázku.



Kaplanova turbína



Peltonova turbína



Francisova turbína

9. Navštívil(a) jsi v minulosti vodní elektrárnu Dlouhé Stráně?

- Ano.
- Ne.

10. Jaký typ vodní elektrárny jsou Dlouhé Stráně?

- Průtočná.
- Přečerpávací.
- Akumulační.

11. Na jakém principu funguje přečerpávací vodní elektrárna?

- Využívá vzdouvacího zařízení.
- Pracuje na principu odvedení vody přivaděčem (kanál, štola, potrubí, náhon) z vodního koryta do turbíny.
- Principem je přečerpání vody v době přebytku elektrické energie (např. v noci) a následný levný provoz ve špičce.

12. Slyšel jsi někdy o malých vodních elektrárnách?

- Ano.
- Ne.

13. Odhadni kolik % z celkové produkce el. energie v ČR je využíváno ve vodních elektrárnách?

- Do 5 %.
- Nad 10 %.
- Nad 50 %.

14. Zajímáš se o problematiku OZE?

- Ano.
- Ne.

15. Považuješ za důležité, vzhledem k budoucnosti, využívat OZE?

- Ano.
- Ne.
- Je mi to jedno.

16. Využil(a) bys možnost podpořit rozšíření OZE (jako např. účasti na projektech, vybudování nějaké formy OZE ve své domácnosti, atd.)?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

Příloha č. 4: Dotazník „Obnovitelné zdroje energie ve výuce pro učitele“

DOTAZNÍK:

OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE VE VÝUCE PRO UČITELE

CÍL:

Prosím pomozte mi, v rámci mé bakalářské práce, zmapovat zapojení tématu **obnovitelných zdrojů energie** (dále jen **OZE**) ve výuce na ZŠ.

Pohlaví:

- Muž.
- Žena.

Věk:

- 20 – 30 let,
- 30 – 40 let,
- 40 – 50 let,
- 50 – 60 let.

Aprobace (prosím vypište slovy):

.....

Počet let praxe:

- Méně než 5 let.
- 5 – 10 let.
- 10 – 15 let.
- 15 – 20 let.
- Více než 20 let.

14. Realizujete ve svém předmětu výuku problematiky (OZE)?

- Ano. (Pokud odpovíte ano, prosím, pokračujte otázkou č. 2)
- Ne. (Pokud odpovíte ne, prosím, pokračujte otázkou č. 8)

15. V jakém vyučovacím předmětu?

.....

16. V jakém rozsahu (kolik vyučovacích hodin)?

.....

4. Zaslouhuje toto téma dle Vašeho názoru větší rozsah hodin?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

5. Používáte pro tuto výuku pouze předepsané učebnice?

- Ano, pouze učebnice.
- Používám i internet.
- Používám i odborné a jiné knihy.
- Používám i letáky.
- Používám i vlastní výukový materiál.
- Uveďte jiné:

6. Jaké formy výuky používáte?

- Klasická výuka.
- Projektová výuka.
- Exkurze.
- Uveďte jiné:

7. Jakým tématům se ve výuce souvisejících s OZE věnujete?

- Vodní energie.
- Větrná energie.
- Solární energie.
- Biomasa.
- Geotermální energie.
- Uveďte jiné:

8. Považujete za důležité seznámit žáky s problematikou OZE?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

9. Uvítali byste možnost rozšířit přehled žáků vzhledem k problematice OZE (např. formou exkurzí, projektové výuky atd.)?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

10. Zapojili jste někdy do výuky exkurzi, která souvisí s OZE?

- Ne.
- Ano (pokud takto odpovíte čeho se týkala):
 - vodní energie,
 - větrné energie,
 - uveďte jiné:

11. Považujete vy osobně, vzhledem k budoucnosti, za důležité aktivně se zajímat o OZE?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Dagmar Chemišincová
Katedra:	Katedra technické a informační výchovy
Vedoucí práce:	Mgr. Martin Havelka, Ph.D.
Rok obhajoby:	2012

Název práce:	Obnovitelné zdroje energie se zaměřením na využití vodní energie
Název v angličtině:	Renewable energy sources focusing on hydropower
Anotace práce:	<p>Teoretická část bakalářské práce nás všeobecně seznamuje s přírodními zdroji charakteristickými svou nevyčerpatelností. Primárně se práce zabývá využitím energie Slunce, větru a hlavním tématem je využití energie proudící vody.</p> <p>Krátce se zmiňuje o historii využití energie vodních toků, charakterizuje vodní díla a uvádí konkrétní vodní díla v České republice i ve světě. Nejpodrobněji se teoretická část věnuje vodním elektrárnám (VE), které dělí podle mnoha kritérií. Vymezuje i zvláštní druh VE, a to malou vodní elektrárnu, v které se pro Českou republiku do budoucna skrývá velký potenciál. Popisuje strojní zařízení VE a jednotlivé turbíny. Práce také zvažuje, zda stavba a provoz VE má vliv na okolní přírodu a v neposlední řadě zkoumá i finanční podporu tohoto druhu obnovitelných zdrojů energie (OZE).</p> <p>Aplikační část zkoumá znalosti, názory a postoje žáků 9. tříd ZŠ v oblasti OZE se zaměřením na energii vody a porovnává je s názory jejich učitelů.</p>
Klíčová slova:	Obnovitelné zdroje energie, voda, vodní elektrárny, vodní díla, malá vodní elektrárna, rybí přechod, turbíny.

Anotace v angličtině:	<p>Theoretical part of the bachelor thesis describes in general natural resources characterized by their immensity. The thesis focuses primarily on use of solar energy, wind and making use of the flowing hydropower as the main topic.</p> <p>The thesis briefly introduces the history of using the energy of rivers and streams, characterizes hydroelectric dams and describes dams in the Czech Republic and abroad. The theoretical part deals with hydropower plants divided by many criteria in detail. There is also a special kind of hydro power plant introduced, i.e. small hydropower plant, which may have the great importance in the Czech Republic in the future. The machinery of hydropower plant and different kinds of turbines as well as other equipment are described as well. Thesis is also considering whether the construction and operation of hydropower plants has an impact on the surrounding countryside and finally examines the financial support of this type of renewable energy sources (RES).</p> <p>The application part is focused on the knowledge, opinions and attitudes of pupils of 9th school classes regarding RES, especially water energy, and compares them with the opinions of their teachers.</p>
Klíčová slova v angličtině:	Renewable energy, water, hydroelectric power, water works, small hydroelectric power, fish migration, turbine.
Přílohy vázané v práci:	Příloha č. 1: Mapa 1 vodní elektrárny v ČR (81) Příloha č. 2: Dotazník „Co víš o elektrárně Dlouhé Stráně?“ Příloha č. 3: Dotazník „Obnovitelné zdroje energie s využitím na vodní energii“ Příloha č. 4: Dotazník „Obnovitelné zdroje energie ve výuce pro učitele“ 1 CD ROM
Rozsah práce:	89 stran textu (74 stran vlastního text, 15 stran příloh) 58 normostran
Jazyk práce:	český jazyk