

Projekt je spolufinancovaný Európskou úniou z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu prostredníctvom VÚC Žilina v rámci Programu cezhraničnej spolupráce Poľsko – Slovenská republika 2007-2013.

Analýza možností využitia obnoviteľných zdrojov energie v poľsko-slovenskom prihraničí

Odborná expertíza pre uplatnenie potenciálu
vodnej energie



Obsah

1	ÚVOD.....	4
1.1	Charakteristika skúmaného územia	5
1.2	Vodná energia.....	13
1.2.1	Časti a zariadenia vodných diel.....	15
1.3	Malé vodné elektrárne (MVE).....	24
1.3.1	MVE umiestnená na toku	26
1.3.2	Derivačné MV.....	26
1.3.3	Výber vhodného typu technológie	27
1.3.4	Účinnosť turbíny.....	29
1.3.5	Ekonomika inštalácie, návratnosti investície	30
1.3.6	Potenciálny vplyvy na životné prostredie.....	31
1.3.7	Ekologické kritériá pre malé vodné elektrárne.....	32
1.3.8	Environmentálne a sociálno-ekonomické vplyvy MVE	33
1.4	Mikroturbíny	35
2	Zhrnutie súčasného stavu využívania vodnej energie na vodných plochách v dotknutom území ..	37
3	Zmapovanie doterajších skúmaní možností využitia vodnej energie v dotknutom území.....	41
4	SWOT analýza	42
5	Vytypovanie ďalších lokalít s predpokladmi na výstavbu vodných elektrární	44
5.1	Zhodnotenie zdrojov.....	45
5.2	Odhad zdroja na lokálnej úrovni.....	46
5.2.1	Spád.....	46
5.2.2	Prietok.....	47
5.2.3	Ďalšie potrebné údaje	50
5.2.4	Hodnotenie lokality.....	51
5.3	Prekážky netechnického charakteru pri realizácii.....	53
5.4	Postup pri zriaďovaní MVE	53
6	Príklad realizácie MVE v obci Lomná.....	55
7	Vplyvy vodných diel na riečne biotopy	57
8	Analýza chránených území v potenciálnych lokalitách.....	59

9	Prehľad príležitostí na získanie finančnej podpory pre výstavbu takýchto zariadení.....	62
10	Záver.....	65
11	Podsumowanie.....	67
12	Použitá literatúra	69

1 ÚVOD

Vzhľadom na nepriaznivé environmentálne následky dlhodobého využívania klasických uhľovodíkových zdrojov energie (uhlie, zemný plyn, ropa) musí v celoslovenskom meradle klesať ich využívanie a tým aj produkcia skleníkových plynov, hlavne oxidu uhličitého, ktoré majú za následok negatívne vplyvy na našu planétu, známe pod pojmom globálne otepľovanie. Narastajúce požiadavky na energetickú náročnosť Oravy majú byť nahradzované obnoviteľnými zdrojmi energie (Európa 2020). Využívaniu OZE u nás bránia určité nedostatky, ktoré sa dajú zhrnúť do troch skupín. Sú to zábrany technické, ekonomické a hlavne legislatívne. Bez podpory štátu v oblasti legislatívnej a ekonomickej (hlavne formou investičnej podpory) nebude možné širšie využívanie OZE v praxi.

Voda je na Zemi a taktiež v jej atmosfére v ustavičnom pohybe. V dôsledku žiarenia zo Slnka sa voda odparuje, vytvára oblaky a následne padá k Zemi vo forme dažďa alebo snehu. Množstvo energie obsiahnutej v tomto vodnom cykle je obrovské, ale jej využitie nie je vždy jednoduché.

Vzhľadom na reliéf slovenskej krajiny je značná časť energie rozptýlená v malých vodných tokoch, z čoho vyplýva že využitie takejto energie je možné v malých vodných elektrárnach, ktoré majú výkon menší ako 10 MW.

Voda je obnoviteľný energetický zdroj, ktorého využívanie nezaťažuje atmosféru žiadnymi emisiami. Dá sa využiť na okamžité pokrytie spotreby energie (výroba elektriny v prietokovej elektrárni) a je možné ho využiť aj na uskladňovanie energie (v prečerpávacej elektrárni, ktorá v čase menšej spotreby "ukladá" energiu čerpaním vody do zásobnej nádrže nad turbínami).

Všetky povrchové vody v regióne patria do úmoria Čierneho mora. Jediným zdrojom vody v našich tokoch sú atmosférické zrážky. V dlhodobom priemere pramení na slovenskom území 398 m³ · s⁻¹ vody, Hydrologický režim Oravy charakterizuje veľký pozdĺžny sklon riek s prudkým odtokom, najmä veľkých vôd. Problémy spôsobované nestálosťou prietokov a vysokou mierou povrchového odtoku si vyžadujú regulačné opatrenia. Snahou vodohospodárov vždy bolo a je zachytiť čo najväčšie množstvo vody v povodí a prerozdeliť ho tak, aby sa podľa potreby dalo využiť počas celého roka. Na tento účel slúžia predovšetkým vodné nádrže. Ich základnou úlohou je regulovanie prietokov tokov, hlavne zvýšenie minimálnych prietokov a zníženie maximálnych povodňových prietokov. V súčasnosti je na Slovensku vybudovaných 54 veľkých vodných nádrží (nad 1 milión m³) so sumárnym celkovým ovládateľným objemom 1 890 mil. m³.

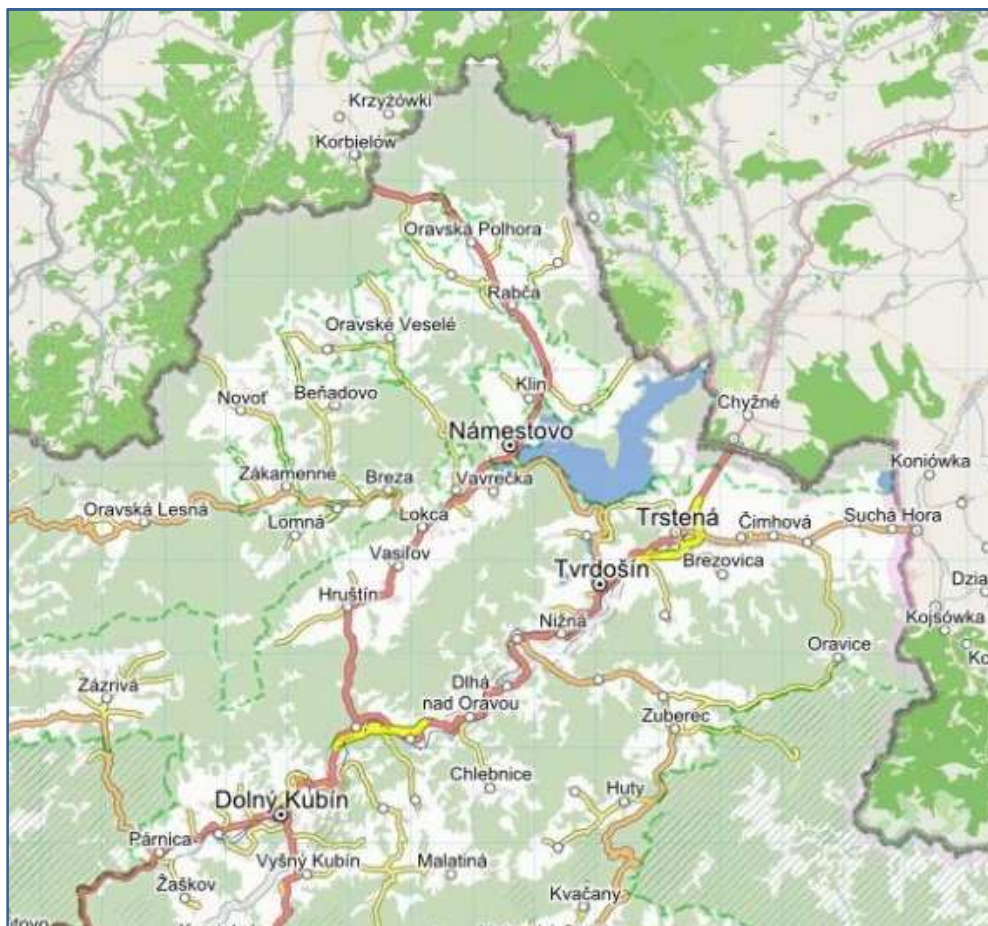
Región Oravy má bohaté možnosti využitia tejto energie. Hlavne z povrchových vôd. Riečna sieť je tu relatívne hustá, dobre vyvinutá, hydrologický režim je ovplyvnený tekutými a snehovými zrážkami a taktiež aj Vodným dielom Oravská priehrada.

Analýza bude pozostávať z troch častí. V prvej časti v krátkosti predstavíme región a najpoužívanejšie technológie pri využívaní energie z vody. Na príklade dobrej praxe prinesieme model malej vodnej elektrárne vhodnej na riečnu sieť Oravy. V druhej časti prinesieme prehľadnú SWOT analýzu, na základe ktorej pristúpime k výberu najvhodnejšieho miesta na inštaláciu technológií získavajúcich energiu z vody.

Dokument môže byť použitý ako podkladový materiál pre najrôznejšie štúdie regionálneho rozvoja, ako študijný materiál, ale aj pre laickú verejnosť, ktorej nie je ľahostajná budúcnosť regiónu, v ktorom žijú, respektíve trávia voľný čas a chcú sa dozvedieť o možnostiach využívania OZE v území čo najviac.

1.1 Charakteristika skúmaného územia

Skúmaným územím je región Orava, ktorý sa nachádza na severozápadnom Slovensku a rozprestiera sa na ploche 1661 km². Je ohraničený zo severu slovensko-poľskou hranicou a pohorím Oravských Beskýd, z východu Roháčmi, ktoré sú súčasťou Západných Tatier, na západe pohorím Malej a Veľkej Fatry a na juhu Chočskými vrchmi.



Obrázok 1 Širšie územné vzťahy regiónu Oravy

Zdroj: www.freemap.sk, 2013

Geologický a geomorfologický vývoj

Geologický a geomorfologický vývoj opisovaného územia je veľmi zložitý. Základ jednotlivým horopisným celkom dali niekoľkokrát sa opakujúce tektonické pohyby v starších a mladších treťohorách. Hrubé geomorfologické obrysy spôsobili v pohoriach a kotlinách horotvorné pohyby v mladších treťohorách, keď vyzdvihnutím vznikli horské celky a poklesom zasa kotliny. Medzi jednotlivými fázami tektonických pohybov existovali aj obdobia relatívneho pokoja, počas ktorých sa nerovnosti reliéfu zarovnávali. Zvyškami takéhoto plochého zarovnaného reliéfu sú plošiny, ktoré môžeme vidieť pozdĺž riek a na úpätí pohorí, široké ploché chrbty v pohoriach a kotlinách.

Začiatkom štvrtohôr nastali veľké zmeny v podnebí zemského povrchu. Silné ochladenie klímy viedlo ku vzniku ľadových dôb. V severnej a strednej Európe existoval rozsiahly ľadovcový štít, ktorý v čase najväčšieho rozsahu siahal zo Škandinávie až k severnému úpätiu Karpát a Sudet. Opisovaná oblasť ležala vtedy v tzv. príľadovcovej (periglaciálnej) zóne, kde vládlo studené tundrové podnebie.

V krátkych letných obdobiach sa horské potoky menili na mocné prívalové toky a z dolín vynášali materiál. Pri vyústení potokov do Oravskej kotliny sa so zmenšením spádu zmenšila aj unášať sila vody a materiál sa ukladal. Vznikli tak náplavové kužele. Zvlášť výrazný je náplavový kužeľ v Oravskej kotline. Väčšie toky, ako Orava, ukladali materiál na dne svojich dolín v podobe širokých aluviálnych nív. Ľadovú dobu v pleistocéne (staršie štvrtohory) niekoľkokrát prerušilo oteplenie podnebia v medziľadových (interglaciálnych) dobách, ktoré spôsobilo ústup ľadovcov. V medziľadových dobách mali rieky menej materiálu, ale zato väčšiu eróznú energiu, takže rozrezali a odniesli materiál, ktorý uložili v ľadových dobách. Tým sa sformovali riečne terasy. Pozdĺž rieky Oravy sa v pleistocéne vytvorilo niekoľko terasových stupňov. Najzreteľnejšie sú vo výške 4-10, 20, 70 až 80 m nad aluviálnou úrovňou Oravy. V mladších štvrtohorách sa na modelovaní a pretváraní povrchu i naďalej podieľala významnou mierou tečúca voda a povrchové toky si neustále prehlbovali svoje koryta. Okrem nej to bola erózia pôdy, najmä zosuny a vôbec procesy svahovej modelácie, ktoré sú veľmi časté vo flyšovej časti opisovanej oblasti. Čím ďalej, tým väčšiu reliéfovú úlohu v súčasnosti zohráva Človek a v posledných desaťročiach stojí medzi reliéfovými činiteľmi na prvom mieste (napr. vybudovanie vodnej nádrže Orava, regulácie tokov a podobne).

Tabuľka 1: Celé opisované územie sa geomorfologicky člení nasledovne:

Sústava	Podsústava	Provincia	Subprovincia	Oblasť	Celok
Alpsko - Himalájska	Karpaty	Západné Karpaty	Vonkajšie Západné Karpaty	Stredné Beskydy	Oravská vrchovina, Oravská Magura, Oravské Beskydy, Podbeskydská brázda, Podbeskydská vrchovina
				Podhôrno – magurská oblasť	Skorušinské vrchy, Podtatranská brázda, Oravská kotlina
			Vnútrotné Západné Karpaty	Fatransko – tatranská oblasť	Malá Fatra, Chočské vrchy, Tatry

Zdroj: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR, 1986

Klíma Oravy

Orava patrí k najchladnejším oblastiam na Slovensku a v plnom rozsahu sa to týka konkrétne aj územia Hornej Oravy. Typickým znakom podnebia je jeho kontinentálny charakter s veľkými rozdielmi medzi teplotami v januári a v júli. Najchladnejším mesiacom roka je január s priemernou teplotou – 4 °C až – 7 °C. Najteplejším mesiacom je mesiac júl s priemernou teplotou okolo 15 °C. Pri vodnej nádrži Orava dosahuje priemerná júlová teplota 16.4 °C. Územie však nie je typické len studeným, ale aj vlhkým podnebím. Množstvo zrážok sa však mení z miesta na miesto v závislosti od nadmorskej výšky a expozície svahu. Hovoríme teda o takzvaných reliéfových zrážkach. Veľa zrážok má Skorušina (1200 – 1400 mm) a Roháče (1400 – 1800 mm). V najvyšších častiach Roháčov zrážky predstavujú 1800 – 2000 mm. Najviac zrážok spadne v letných mesiacoch júl – august, najmenej vo februári, a to zväčša vo forme snehu. Prvé sneženie sa začína priemerne koncom októbra, posledné koncom apríla. Hoci snehová pokrývka v zime býva často prerušovaná vpádmi teplejšieho vzduchu a odmäkom, predsa trvá priemerne päť mesiacov. Prírodné prostredie silno ovplyvňuje cestovný ruch, možnosti turistiky a športu. Veľké zrážky v júli a auguste sťažujú letný pobyt návštevníkov pri vode. Milovníci lyžovania a zimných športov si prídu na svoje, lebo okrem vhodných terénov sa tu dostatočne dlho drží snehová pokrývka (november až apríl).

Pôdnogeografické pomery Oravy

Pôdne pomery sú veľmi pestré. Horské, prevažne lesné pôdy sú všeobecne plytšie a menej úrodné. Na území sa ako základný pôdny typ vyskytuje hnedá pôda. V závislosti od geologického podložia, výšky hladiny podzemnej vody, klimatických podmienok a narastania nadmorskej výšky prechádza tento základný pôdny typ do rôznych podtypov. V Skorušinských vrchoch a v nižších nadmorských výškach sa vyskytujú hnedé pôdy nenasýtené (kyslé), lokálne rankre a hnedé pôdy nenasýtené (okyslené). S narastaním nadmorskej výšky sa podnebie ešte ochladzuje, pribúda vlhkosť a hnedé pôdy kyslé prechádzajú do hnedých pôd podzolovaných, lokálne až do železitých podzolov (vrcholové časti Skorušiny). Časti hrebeňa Západných Tatier sú zložené z hnedých pôd podzolovaných (tzv. hrdzavé pôdy), ktoré na niektorých miestach prechádzajú do podzolov železitých až humusovo-železitých typu rankra. Skalné, hrebeňové partie Západných Tatier majú primitívne pôdy, tzv. litosoly.

V Oravskej kotline sa vyskytujú zväčša ilimerizované pôdy oglejené (napríklad v okolí Liesku, Čimhovej, Vitanovej a podobne). Pôdnogeografickou zvláštnosťou Oravskej kotliny je výskyt rašelinových pôd (na rašeliniskách, napr. na lokalite Páleniská pri toku Jelešna v katastrálnom území Liesek a pri Suche Hore). Pozdĺž tokov sa vyvinul ďalší pôdny typ, a to nívne pôdy (napríklad medzi Podbielom a Dolnou Lehotou, Dolným Kubínom). Iný podtyp – nívne pôdy glejové, resp. sprievodné gleje – sa nachádzajú pozdĺž väčších prítokov rieky Oravy (pozdĺž Studeného potoka, Oravice, Biela Orava). Z pôdných druhov sú na území najrozšírenejšie ílovité až ílovo-hlinité pôdy s menším zastúpením pôd hlinitých. Pôdnogeografické podmienky ukazujú, že oblasť poľnohospodárstva tu nemá také možnosti využitia

ako južnejšie regióny Slovenska. Z hľadiska historického sú však overené a osvedčené viaceré možnosti, príležitosti, využiteľné pre rozvoj územia do budúcnosti aj v tomto sektore.

Hydrografické pomery Oravy

Územie Oravy tvorí uzatvorený hydrologický celok – všetky prameniace toky ústia do rieky Oravy, ktorá patrí do povodia Čierneho mora. Okrem povrchových vôd je tu aj umelé jazero – Oravská priehrada (vznikla spojením vôd Bielej a Čiernej Oravy, má plochu 35,1 km² a maximálnu hĺbku 27 metrov.

Prirodzené jazerné plochy sú na území Oravy zastúpené roháčskymi plesami, nachádzajúcimi sa v roháčskej skupine Západných Tatier a množstvom menších či väčších jazierok rašeliniskového typu.

Atraktívne sú a využitie umožňujú predovšetkým Oravská priehrada a geotermálne vody v Oraviciach, ktoré sú veľkým turistickým magnetom a popri domácich návštevníkoch prichádzajú aj turisti zo zahraničia.

Základná charakteristika vybraných povrchových a podpovrchových vodných zdrojov na Orave

Rieka Orava

Je rieka na Orave, vzniká sútokom dvoch zdrojnic: pravostrannej Bielej Oravy a ľavostrannej Čiernej Oravy, ktorá priteká z Poľska. Na ich sútoku bola postavená Oravská priehrada. Pod priehradným múrom už tečie pod spoločným názvom Orava, prevažne juhozápadným smerom. Do Váhu ústi v nadmorskej výške 430,7 m n. m. pri obci Kľačany.

Geologický podklad tvoria na severe flyšové horniny, nižšie vápencové bradlá. V obale bradiel je erózna brána s množstvom drobných bradlových, vápencových tvrdošov vyčnievajúcich z miernejšieho modelovaného reliéfu. Do Váhu ústi v prielomovej kľačanskej doline.

Najväčší prietok má rieka v marci a apríli, keď sa topí sneh, najmenší v januári a februári. Historicky najnižší prietok zaznamenali ešte pred vybudovaním priehrady – 4,8 m³/s, najväčší už po vybudovaní priehrady 19. júna 1958 – 2 300 m³/s. Hodnoty prietoku a maximálnych a minimálnych hladín sú však veľmi silno ovplyvnené vodohospodárskou stavbou Oravská priehrada.

Ako sme už spomínali vyššie, za najdôležitejšie zdroje rieky Oravy možno považovať Bielu a Čiernu Oravu. Okrem týchto zdrojnic sú významné aj prítoky Hruštinka, Jelešňa, Oravica, Studený potok, Jasenovský potok, Zázrivka a Istebnianka.

Vodná nádrž Oravská priehrada

Vodná nádrž Oravská priehrada je súčasťou vodného diela Orava (súčasťou je aj vyrovnávací nádrž Tvrdošín), vybudovaného na sútoku Bielej a Čiernej Oravy. Nachádza sa na severe Slovenska, v rovnomennom regióne.

Základné údaje o Oravskej priehrade:

- rozloha pri plnom napustení: 35 km²
- objem vody: 350 mil. m³
- priemerná hĺbka: 15 m
- maximálna hĺbka pri priehradnom múre: 38 m

Prvé práce na projekte sa začali presne 24. júla 1941 a do prevádzky bola priehrada pustená v roku 1954. Po napustení ostali pod vodnou hladinou obce Slanica, Osada, Hámre, Ľavkovo, Ústie, dolná časť obce Bobrov a 2/3 Námestova. Práve preto sa v Námestove nenachádza historické centrum mesta. Priehrada so svojimi brehmi a ostrovmi patrí k najvýznamnejším lokalitám výskytu vodných vtákov na Slovensku, leží na migračnej trase vodného a pri vode žijúceho vtáctva v cezhraničnej polohe pri hraniciach s Poľskom.

Súčasťou akumulácie nádrže je aj vodná elektrárňa s dvojicou kaplanových turbín, uvedená do prevádzky v roku 1953. Ich inštalovaný výkon je 21,75 MW a prietok $2 \times 50 \text{ m}^3/\text{s}$. Ročná výroba elektrickej energie dosahuje priemerne 31 GWh.

Pokiaľ sledujeme výdatnosť a výskyt podzemných vôd vhodných na geotermálne využitie oravského potenciálu, tak môžeme konštatovať, že oblasť je chudobnejšia na geotermálnu energiu v porovnaní s inými oblasťami Slovenska. K výdatnejšiemu využívaniu dochádza len v oblasti obce Oravice, lokalite Mihulčie. Túto oblasť poznáme aj pod názvom Skorušinská panva. Vyvierajú tu vody s teplotou 13,0 – 18,5 °C. Vrtom OZ-1 hlbokým 600 m sa na tomto mieste overilo 35 l.s⁻¹ vody teplej 28,5 °C a cca 600 m severne vrtom OZ-2 hlbokým 1601 m sa potvrdili v tej istej štruktúre vody teplé 56 °C v množstve 100 l.s⁻¹. Hodnota hustoty tepelného toku celej oblasti sa pohybuje medzi 60 – 65 mW.m⁻², jedine v juhozápadnej časti územia medzi 55 – 60 mW.m⁻². Vody overené vrtmi sa viažu na triasové karbonáty križňanského príkrovu. Ide o vody Ca(Mg)-SO₄ typu s celkovou mineralizáciou 1,26 – 1,47 g/l. Pravdepodobné obnovované využiteľné množstvo geotermálnej energie sa odhaduje na 17,1 MWt.

Spomedzi vyššie uvedených vodných tokov a ich prítokov považujeme za najvhodnejšie pre potenciálne umiestnenie MVE a pre technické využitie hydroenergetického potenciálu najmä vodné toky Biela Orava, Studený potok, rieka Orava, Polhoranka, Bystrá, Oravica, Račovský potok v katastrálnom území obce Oravský Podzámok, Dolniansky potok v katastrálnom území obce Lomná a Čierna Orava.

Na týchto miestach je predpoklad inštalácie MVE s výkonom od 0,019 MW do 1,450 MW. Rieka Orava je v tomto zmysle využiteľná prakticky v celom svojom profile až po obec Kľačany, kde sa vlieva do rieky Váh.

Račovský potok v Oravskom Podzámku bol v 17. storočí hojne využívaný na druhy hospodárskych stavieb, ktoré využívali silu vody. Nachádzali sa na ňom dva mlyny na obilie, jedna píla a jeden mlyn na pušný prach. Mlyn na pušný prach pochádzal pravdepodobne zo 17. storočia, nezachovali sa však žiadne bližšie informácie o tom, ako vyzeral, kde stál, ani žiadne dobové kresby. Slúžil však na mletie pušného prachu počas stavovských nepokojov v 17. storočí a začiatkom 18. storočia. Môžeme teda vidieť, že história využívania vodnej energie v Oravskom Podzámku siaha až do 17. storočia.

Dolniansky potok v Lomnej sa vlieva do Bielej Oravy. Výhodu vybudovania MVE vidíme hlavne v tom, že jeho hypsografická krivka (relatívne veľký spád na malej dĺžke) je v úseku pri budove obecného úradu extrémna, čo je vhodný predpoklad pre umiestnenie malej turbíny s predpokladaným tlakom 1 atmosféry.

Čiernu Oravu tu spomíname hlavne preto, že je to rieka, ktorá má bezprostredný a nezanedbateľný dopad na Oravu. Síce sa na území Slovenska nenachádza, no jej vody zásobujú Vodnú nádrž Oravská priehrada, preto je veľmi dôležitá pre poľsko-slovenské prihraničie. Pred vybudovaním vodnej elektrárne pretekala územím Oravy polovicou svojej dĺžky. Jej prítokmi sú Podsklianka, Viselec, Pekelník, Chyžník, Jelešňa, Bubenský potok, Zubrica, Sihelec, Lipnica, Kriváň, Poľanový Kriváň. Jedine Jelešňa a Poľanový Kriváň pramenia na území Slovenska. Ako najvhodnejší bod pre vybudovanie MVE na tejto cezhraničnej rieke bol určený profil Jablonka.

Okrem Čiernej Oravy sa v poľskej časti Beskydov nachádza množstvo väčších či menších riek. Najmä v bezprostrednej blízkosti štátnej hranice sa nachádzajú vodné toky so strmým tokom (hlavne v blízkosti poľskej časti Pilska – napríklad toky Krzyżówka, Glinna, Sopotnica, Koszarawa). Tieto vodné toky nie sú vhodné na výstavbu väčších vodných elektrární. Skôr sú vhodné malé, neinvazívne spôsoby využitia vodnej energie bez akýchkoľvek veľkých zásahov do brehov riek a celkového okolia, ktoré sa umiestňujú priamo do vodného profilu riečiska.

Ďalej na sever od hranice sú potenciálne využiteľné väčšie vodné toky ako napríklad Lekawka, Sola a Visla.



Obrázok 2 Vodné toky: Lekawka v blízkosti obce Żywiec (vľavo), Glinna v blízkosti obce Korbielów (vpravo)

Zdroj: archív Eko-Centra, o.z.



Obrázok 3 Horské toky z Poľskej strany Pilska

Zdroj: archív Eko-Centra, o.z.

Smerom na sever od mesta Żywiec sa nachádzajú dve veľké vodné plochy – Żywieckie jazero a Międzybrodzkie jazero, na ktorom sa nachádza vodná elektrárň Porabka.

V okolí mesta Oświęcim je vybudovaná rozsiahla sieť veľkých rybníkov. Na proces prenosu bioty medzi jednotlivými rybníkmi sa používa gravitačný samospád vody. Primárne sa využívajú na chov kaprov. Všetky tieto rybníky sú vyhlásené chránené lokality NATURA 2000, takže ich energetické využitie by bolo legislatívne veľmi náročné, ak nie nemožné.

Rastlinstvo Oravy

Podobne ako na iných územiach Slovenska aj vegetácia Oravy je činnosťou človeka značne pozmenená oproti pôvodnému stavu. Priamou činnosťou človeka boli málo ovplyvnené iba lesy najvyšších polôh, neprístupné skalné miesta a lokality, ktoré boli vyhlásené za chránené územia. Charakteristickým znakom Hornej Oravy je usporiadanie rastlinstva do niekoľkých výškových vegetačných stupňov. Oblasť polí a lúk, tzv. podhorský stupeň sa nachádza v nadmorskej výške 400 až 800 m. V pohoriach siaha do nadmorskej výšky cca 1250 m bukový stupeň, ale na svahoch stredohorí bola bučina nahradená rýchlo rastúcimi smrekovými monokultúrami.

V nadmorskej výške od 1250 m n.m. do 1550 m n.m. sa rozprestiera málo diferencovaný smrekový stupeň, pričom smrečiny sa lokálne menia na jedľové smrečiny. Kosodrevinový vegetačný stupeň siaha do nadmorskej výšky 1800 až 1850 m n.m. Najväčšou hornooravskou pozoruhodnosťou sú rašeliniská – Oravské „bory.“ Sú pozostatkom ľadovcovej činnosti z konca posledného zaľadnenia. Majú charakter vrchovísk a prechodných rašelinísk. Prevládajúcou zložkou rašelinísk sú rašelinníky, machy a na suchších miestach aj lišajníky. K najvzácnejším a zároveň najohrozenejším močiarnym druhom patrí napríklad diablík močiarny (*Calla palustris*). Rašeliniská sú vo všeobecnosti charakteristické svojou bohatou skladbou endemických a reliktných druhov rastlín.

Živočíšstvo Oravy

Prírodné podmienky a činnosť človeka ovplyvnili aj druhovú skladbu živočíšstva Oravy ako celku. Pre podhorský stupeň sú charakteristické druhy, ktoré tu hniezdia (napr. jarabica poľná, škvránok poľný, z dravcov napr. jastrab obyčajný, myšiak hôrny). V lesoch žije veľa srnčej a jelenej zveri, diviakov, lišok, jazvecov, divých mačiek a drobných hlodavcov. Pre kosodrevinový stupeň je charakteristický napríklad tetrov obyčajný alebo sluka hôrna. Nie je neobvyklé stretnúť tu medveďa hnedého. Jedinečné prírodné hodnoty Oravy boli dôvodom vyhlásenia jednej chránenej krajinej oblasti a viacerých maloplošných chránených území (národné prírodné rezervácie a prírodné rezervácie).

Dopravná sieť Oravy

Dĺžka cestnej siete na celej Orave je 464km. Z hľadiska rozloženia cestnej siete v rámci okresov môžeme regióny považovať za pomerne vyrovnané, kde podľa Slovenskej správy ciest v Dolnom Kubíne (162,2km) leží 35% cestnej komunikácie, v Námestove (170km) 37% cestnej komunikácie a v

Tvrdošíne (132km) 28%. Je to spôsobené väčším sídelným priestorovým rozmiestnením v okrese Námestovo a v okrese Dolný Kubín.

Z hľadiska hierarchizácie cestných komunikácií je na území Oravy 13,7km (3% z celej cestnej siete) dĺžky ciest európskeho významu, 120km (26%) dĺžky ciest prvej triedy, 91km (20%) dĺžky ciest druhej triedy a 239km (51%) dĺžky ciest tretej triedy.

Infraštruktúra železničnej siete v porovnaní s cestnou infraštruktúrou pri obslužnosti obcí hrá iba vedľajšiu úlohu, nakoľko obsluhuje len dva regióny: okres Dolný Kubín a Tvrdošín. Oravu obsluhuje jednou dopravnou líniou lemujúcou riekou Orava a cestnú dopravnú trasu prvej triedy, čím táto línia naberá koridorový význam. Regiónom prechádza jediná železničná trasa číslo 181 s celkovou dĺžkou 56,45km.

V sledovanom území sa nachádza celkovo 5 cestných hraničných prechodov s Poľskou republikou: Novot' - Ujsoly (do 3,5 tony), Oravská Polhora - Korbielów (do 3,5 tony), Bobrov - Winiarczykówka (osob. preprava), Trstená - Chyžne, Suchá Hora - Chocholów (do 3,5 tony).

1.2 Vodná energia

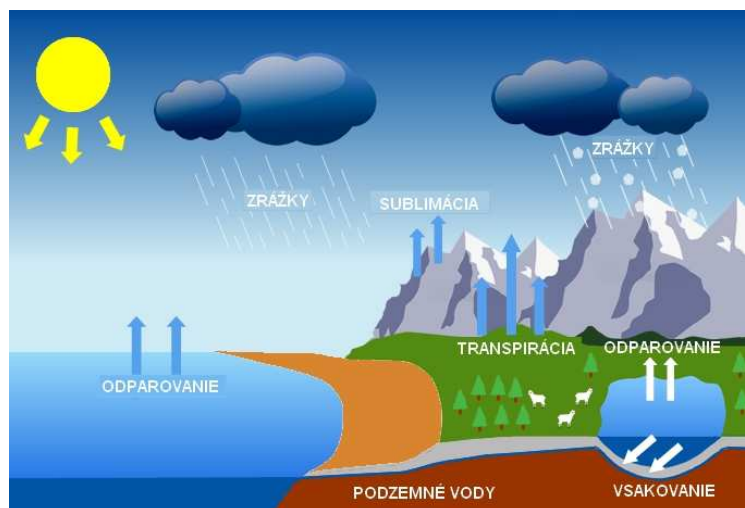
Voda tvorí 71% celkovej plochy Zeme a preto je to obnoviteľný zdroj energie, ktorý je možné dlhodobo využívať bez negatívneho vplyvu na životné prostredie. Energia vody má vysokú účinnosť premeny na elektrickú energiu, ktorá je technicky dosahovaná a preto je tento primárny zdroj energie veľmi perspektívny pre masové využívanie. Účinnosť malých vodných elektrární je až do 90 % a pri veľkých zdrojoch to môže byť aj viac ako 90 %.

Energia vody je obsiahnutá v:

- o energii atmosférických zrážok,
- o energii ľadovcov,
- o energii vodných tokov,
- o energii morí.

Energiu atmosférických zrážok a ľadovcov nie je v súčasnosti možné efektívne využívať na premenu na elektrickú energiu. Vodné elektrárne využívajú na túto premenu hydroenergetický potenciál vodných tokov (je to súčin priemerných prietokov a spádov daného úseku toku).

Následkom toho, že slnečné žiarenie dopadá na našu Zem neustále, voda je ustavične v kolobe. Vďaka slnečnému žiareniu sa voda odparuje, sublimuje a transpiruje. V atmosfére táto vodná para vytvára oblaky, pričom ochladená vodná para kondenzuje. Následne vo forme atmosférických zrážok padá naspäť na Zem a vodné toky odvádzajú tieto zrážky naspäť do morí a iných vodných plôch.



Obrázok 4 Kolobeh vody v prírode

Zdroj: <http://euroclean.cz/clanky/kolobeh-vody-na-zemi/>, vlastné spracovanie**POJMY:**

Sublimácia je fázová premena (zmena skupenstva) z pevnej látky (pevného skupenstva) priamo na plyn (plynné skupenstvo) bez predchádzajúceho topenia, teda bez prechodu cez kvapalné skupenstvo.

Transpirácia je výdaj čistej (destilovanej) vody rastlinou vo forme vodnej pary. Túto vlastnosť má každá živá suchozemská rastlina. Transpirácia sa uskutočňuje v dôsledku poklesu vodného potenciálu medzi transpirujúcim povrchom a príslušnou vrstvou vzduchu. Najintenzívnejšie transpirujú listy.

Energii vody a vodných tokov ľudstvo najskôr využívalo len na plavbu a v poľnohospodárstve na zavlažovanie. Neskôr začali využívať jej premenu na mechanickú energiu. Začiatok tohto spôsobu využívania vodnej energie sa datuje okolo roku 135 p.n.l., keď Ctébius (Kteribius Alexandrijský) vynášiel lopatkové vodné koleso. V blízkom Oriente sa na začiatku kresťanskej éry začalo používať vodné koleso na pohon mlynov. Z rokov 260 až 300 n.l. sú známe podklady o veľkomlyne pri Arles vo Francúzsku. Ten využíval spád 18 m v dvoch paralelných kanáloch s celkovo osemnástimi vodnými kolesami.

Na Slovensku má výstavba vodných diel už dlhú tradíciu. Jej začiatky siahajú do 14. storočia, kedy sa voda používala pre banícke účely v okolí banských miest a vďaka vodnému kolesu na pohon mlynov a hámrov. V 18. storočí sa začala rozvíjať výstavba vodných nádrží a vodná energia sa tak používala na pohon banských strojov. Koncom 19. storočia sa využívala voda aj na výrobu elektrickej energie. Prvá vodná elektrárňa na Slovensku bola postavená v roku 1886 v Košiciach, osadená Francisovou turbínou.

Vodná energia je na Slovensku najviac využívaným obnoviteľným zdrojom energie na výrobu elektriny. Celkový teoretický hydroenergetický potenciál vodných tokov je súčtom teoretických hydroenergetických potenciálov všetkých úsekov vodných tokov SR. Vypočítava sa z dlhodobých priemerných prietokov

v sledovaných profiloch tokov, z celkového rozdielu hladín a pri plnej účinnosti premeny energie. Výška celkového hydroenergetického potenciálu vodných tokov SR je 13 682 GWh/rok.

Technický hydroenergetický potenciál je menší ako celkový teoretický hydroenergetický potenciál o hodnoty technicky nevyužitelných úsekov tokov a o hodnoty energetických strát pri premene energie. Priemerná hodnota koeficientu účinnosti premeny energie je cca 0,85. Výška technického hydroenergetického potenciálu vodných tokov SR je 6 700 GWh/rok a prezentuje ho 625 profilov.

Stratégia vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov v SR a Stratégia energetickej bezpečnosti SR vytýčili ciele zvýšiť výrobu elektrickej energie v Malých vodných elektrárnach z 250 GWh/rok v roku 2005 na 350 GWh/rok do roku 2010 a na 450 GWh/rok do roku 2015. Konceptia vytyčuje cieľ dosiahnuť výrobu 850 GWh/rok s výhľadom do roku 2030.

Výhládový cieľ dosiahnuť výrobu 850 GWh/rok do roku 2030 je vytýčený ako ambiciózny indikatívny cieľ, ktorého plnenie je podmienené splnením záväzkov SR vyplývajúcich z cieľov rámcovej smernice o vode a ochrany území Natura 2000.

Vo vodnej elektrárni je elektrický prúd vyrábaný tak, že sa premení kinetická energia vodného toku pomocou turbíny s generátorom. Jej množstvo závisí od množstva vody, ale taktiež od spádu, čiže rozdielu hladín v mieste turbíny.

Využívať možno prirodzený spád vodného toku, čo sa používa najmä pri menších tokoch s väčším prirodzeným spádom, alebo je možné vytvoriť umelý spád prehradením toku hrádzou, haťou alebo priehradou. Veľkosti spádu sú prispôsobené rôzne typy turbín, konštruovaných tak, aby čo najefektívnejšie využívali daný spád. Základne typy turbín pomenované podľa svojich konštruktérov sú : pre malé spady - Bánkiho a Peltonova turbína a pre väčšie spady - Kaplanova a Francisova turbína.

1.2.1 Časti a zariadenia vodných diel

Vodné dielo je sústava stavebných a strojných zariadení, ktoré premieňajú energiu vody na elektrickú energiu. Premena sa uskutočňuje iba vo vodnom motore (turbíne) a úlohou ostatných častí je s minimálnym odporom doviesť k motoru požadované množstvo čistej vody a pritom maximálne zachovať získaný spád.

Vzdúvacími zariadeniami sú hrádze, hate a stavidlá. Ich funkcia je zvyšovanie vodnej hladiny v toku a taktiež usmernenie vody do privádzača.

Hrádze sú vzdúvacie zariadenia, ktoré sa vyznačujú zvyčajne väčšou výškou vzdúvania, ako aj väčším objemom zadržanej vody a taktiež plochou zaplavovaného územia. Ich výstavba kvôli prevádzkovaniu MVE je z ekologického ako aj ekonomického hľadiska veľmi nevýhodná. Pokiaľ by sa však využili už existujúce hrádze mohlo by to byť ekonomicky veľmi výhodné.

Stavidlá a hate v porovnaní s hrádzami zabezpečujú menšiu výšku vzdúvania a teda aj podstatne menší objem zadrživanej vody. Náklady na ich výstavbu rastú s ich šírkou. Z toho vyplýva, že pri širších tokoch sú nákladné, čo je spôsobené tým, že pri stavbe si vyžadujú špeciálnu mechanizáciu. Pokiaľ ide o toky v nížinách je stavidlo takmer vždy nutnou podmienkou výstavby MVE.

Privádzače (beztlakové alebo tlakové) sústreďujú spád do miesta inštalácie vodnej turbíny.

Beztlakové privádzače (náhony, kanály) sa prevažne budujú výkopom v teréne, preto náklady závisia od rozmerov výkopu. Od dĺžky, priečnej svahovitosti terénu, typu zeminy a taktiež s tým súvisiaceho druhu opevnenia stien koryta. Najvýhodnejšie je ak ide o opravu pôvodného náhonu, prípadne voľbu rovnakej trasy z dôvodu jednoduchšieho získavania a zamerania pozemku.

Tlakové privádzače sú zhotovené najčastejšie z oceľových rúr, prípadne aj zo železobetónu. Merné náklady na ich výstavbu sú v porovnaní s beztlakovými vyššie, najmä ak ide o toky v podhorských a horských oblastiach. Ekonomicky výhodnejšie než beztlakové by boli iba pri veľkom pozdĺžnom spáde toku, preto sa realizujú čo najkratšie. Často sa tieto typy privádzačov skombinujú, a tak sa dosiahne maximálny spád a minimálne náklady.

Česlá (hrablice) zhotovované väčšinou z pásovej ocele ako mreže, ktoré zabraňujú vniknutiu vodou unášaných nečistôt do turbíny. Zvyčajne sú pred turbínou minimálne dve česlá, jedno hrubé a druhé jemné, často aj s automatickým čistením.

Strojovňa je miesto, kde je umiestnené celé zariadenie elektrárne, strojové aj elektrotechnické. Stavebná časť turbíny (základy, betónová špirála atď.) spolu so strojovňou tvoria elektráreň ako celok. Pri výbere typu turbíny netreba zabudnúť zohľadniť rozmery ako aj konštrukciu stavebnej časti, pretože drahšie strojové vybavenie môže svojou kompaktnosťou znamenať zníženie celkových investičných nákladov.

Odpadové kanály vracajú vodu do koryta a budujú sa čo najkratšie. Náročnosť ich výstavby ako aj prevádzkové náklady sú teda oproti ostatným častiam vodnej elektrárne takmer nepodstatné. Ak by bolo potrebné vybudovanie dlhších kanálov, potom je treba posúdiť podobné kritériá ako pri beztlakových privádzačoch.

1.2.1.1 VODNÉ KOLESÁ

Vodné koleso je najstarším a najjednoduchším vodným strojom. Dnes je to už historické zariadenie, ktoré využíva hlavne potenciálnu energiu vody. Princíp je to, že voda pôsobí na koleso svojou váhou, z čoho vyplýva, že polohová energia sa mení na mechanickú energiu otáčajúceho sa kolesa. Vodné kolesá v súčasnosti už nahradili vodné turbíny, avšak aj kolesá majú stále veľa výhod. Sú to veľmi nenáročné, spoľahlivé a lacné vodné motory, ktoré dokážu bez problémov využiť aj znečistenú vodu.

Pracujú na spádoch od 0,1m a s prietokmi 0,1m/s a zmena ich výkonu pri zmene plnenia je malá. Jednou z veľkých výhod je aj zotrvačnosť vodného kolesa a vďaka prevodom tiež stabilita otáčok. Konštrukcia takéhoto vodného diela je oveľa lacnejšia proti vodnému dielu s turbínou. Nevýhodou je iba to, že tieto vodné motory majú nízke otáčky a tak na pohon generátora je potrebná prevodovka s veľkým prevodom. Ďalšou nevýhodou je, že voda pri 0°C zamrzá, ale dá sa tomu zabrániť umiestnením kolesa do drevenej alebo murovanej strojovne. Priemer vodného kolesa a tvar lopatiek závisí iba od výšky spádu a šírka kolesa od prietoku.

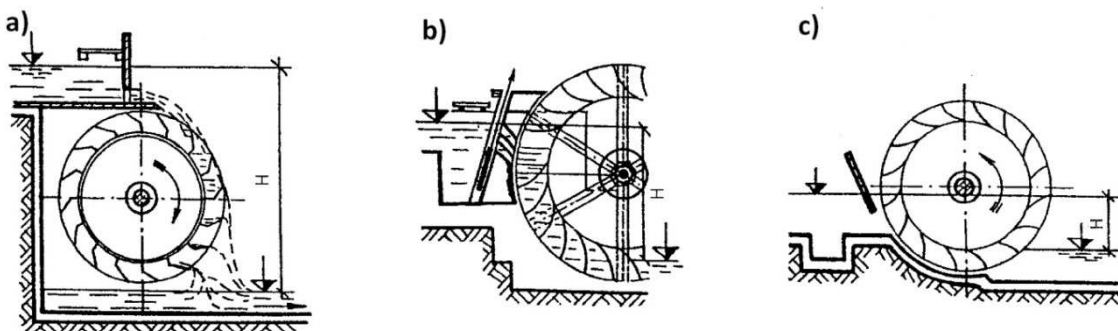
V súčasnosti je vhodné použiť vodné kolesá na miestach s nízkym spádom (do 1,5m) a s premenlivým prietokom.

Podľa konštrukcie delíme vodné kolesá na:

- o korčekové – využívajú potenciálnu energiu vody,
- o lopatkové – využívajú kinetickú energiu vody.

Podľa pôsobenia vodného prúdu:

- o s horným náhonom,
- o so stredným náhonom,
- o s dolným náhonom.



Obrázok 5 Typy vodných kolies: a) s horným, b) so stredným, c) s dolným náhonom

Zdroj: www.oze.stuba.sk/oze/vodna-energia/

Podľa smeru otáčania:

- o otáčanie v smere prúdu dolnej vody,
- o otáčanie v smere proti prúdu dolnej vody.

Korčekové vodné kolesá

Využívajú potenciálnu energiu vody. Ide o kolesá s horným náhonom, teda voda sa na koleso privádza zhora pomocou privádzača (náhonu) a následne dopadá do truhličiek (korčiekov). Tieto vodné kolesá majú veľký priemer a dosahujú teda aj najvyššie otáčky zo všetkých typov vodných kolies. Ich smer

otáčania je väčšinou v smere prúdu vody a ich využitie je na malých a stredných prietokoch (sú schopné spracovať aj najmenšie prietoky). Dosahujú veľmi vysokú účinnosť a využívajú sa pre spády od 3 do 15m.

Typy korčekových vodných kolies:

- o s obráteným chodom – účinnosť až do 85%,
- o s horným náhonom s priamym chodom – účinnosť do 80%,
- o zo zadným dopadom – účinnosť 65 – 75%.

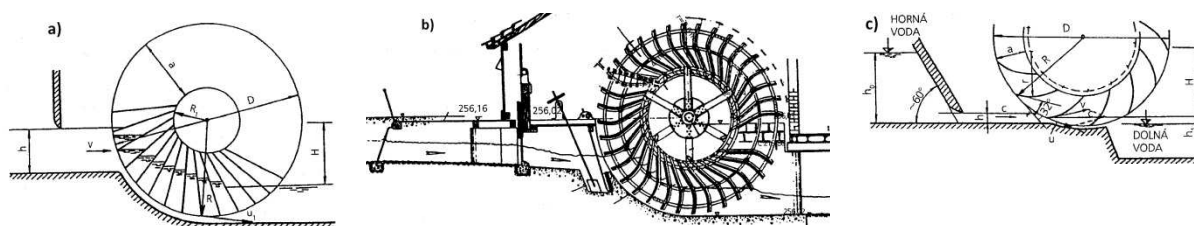
Lopatkové vodné kolesá

Je to najstarší typ vodných kolies a využíva kinetickú energiu vody. Tieto kolesá sú obvykle s dolným náhonom (vyskytovali sa aj so stredným náhonom) a majú jednoduchú konštrukciu, ktorú tvoria z lopatky. Spodná časť kolesa je ponorená vo vode, pričom prúd vody pôsobí na lopatky a otáča kolesom proti smeru prúdu vody. Okolo kolesa je vytvorený tesný drevený alebo betónový žľab, tak aby voda lopatky neobtekala.

Lopatkové vodné kolesá sú vhodné pre stredné a veľké prietoky a pre veľmi malé spády od 0,1 po 2,5m. Tieto kolesá sú závislé od stabilnej výšky hladiny, pretože pri nízkej hladine koleso nezostane ponorené a teda sa prestane točiť.

Typy lopatkových kolies:

- o Sagebienove koleso – účinnosť až do 80%, vid' obrázok a),
- o Zuppingerove koleso – účinnosť až do 78%, vid' obrázok b),
- o Ponceletove koleso – účinnosť až do 65%, vid' obrázok c).



Obrázok 6 Typy lopatkových kolies

Zdroj: www.oze.stuba.sk/oze/vodna-energia/

1.2.1.2 VODNÉ TURBÍNY

Vodné turbíny sú rotačné vodné motory, ktoré premieňajú kinetickú, alebo kinetickú spolu s tlakovou časťou mechanickej energie na mechanickú energiu rotujúceho hriadeľa obežného kola. Tá je ďalej premieňaná na elektrickú energiu. Turbíny z hľadiska tlakových pomerov rozdeľujeme do dvoch základných skupín:

- o rovnotlakové turbíny (impulzné) – využívajú kinetickú energiu vody (napr. Peltonova, Bánkiho),
- o pretlakové turbíny (reakčné) – využívajú tlakovú energiu vody (napr. Kaplanova, Francisova).

Voda, ktorá tečie do turbíny vstupuje najskôr do rozvádzacieho kola a tam sa usmerní jej prúdenie. Ďalej prechodom cez lopatky obežného kola sa energia vody mení na mechanickú energiu a na lopatky vyvoláva silové pôsobenie, ktoré uvádza do pohybu obežné koleso.

Rozdelenie z hľadiska smeru prúdenia vody:

- o Axiálna turbína - voda tečie rovnobežne s osou turbíny.
- o Radiálna turbína - voda tečie v smere kolmom na os turbíny.
- o Radiálna turbína s vnútorným vtokom (centripetálna) - voda prúdi od hriadeľa, pričom obežné koleso je na vonkajšej strane rozvádzacieho kola.
- o Radiálna turbína s vonkajším vtokom (centrifugálna) - voda prúdi ku hriadeľu, pričom obežné koleso je vo vnútri rozvádzacieho kola.
- o Radiaxiálna turbína - voda mení smer z radiálneho na axiálny až v obežnom kolese.
- o Diagonálna (kužeľová) turbína - voda preteká turbínou šikmou vzhľadom na jej hriadeľ (Dériazova turbína).
- o Tangenciálna turbína - voda dopadá na obežné koleso ako lúč (Peltonova turbína).

Rozdelenie podľa polohy hriadeľa:

- o turbína s vertikálne uloženým hriadeľom,
- o turbína s horizontálne uloženým hriadeľom,
- o turbína so šikmo uloženým hriadeľom.

Rozdelenie podľa vtoku do turbíny

- o turbína s plným vtokom,
- o turbína s parciálnym vtokom.

Rovnotlakové turbíny:

Peltonova turbína

Tento typ turbíny vychádza z konštrukcie vodného kola. Voda sa v turbíne privádza na obežné koleso tangenciálne cez jednu alebo viacero dýz.

Pri konštruovaní tejto turbíny je možné pre určitý rozsah výkonov navrhnuť priemer obežného kola tak, že zodpovedá menovitým obrátkam generátora a vtedy nie je potrebná prevodovka. Celý agregát je tak jednoduchší, spoľahlivejší, lacnejší, ale zároveň má aj vyššiu účinnosť, pretože sa odrátajú straty v prevodovke.

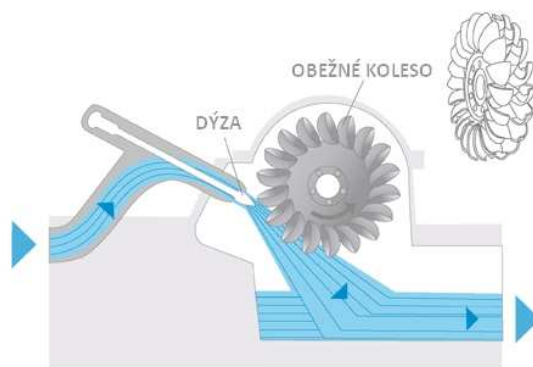
Lopatiek na obežnom kolese býva zväčša 12 až 40. Hriadeľ turbíny spolu s generátorom môžu byť uložené horizontálne, ak je dýza jedna alebo sú dve. Pokiaľ má agregát štyri až šesť dýz, potom mávajú vertikálnu os hriadeľa. Lopatky sú kolmé na lúč dopadajúcej vody kvôli zvýšeniu účinnosti. Na lopatkách sú výrezy, ktoré slúžia na lepšie prerozdelenie vody.

Obežné koleso je uložené v turbínovej skrini, a tým sa zabraňuje rozstrekavaniu vody a zároveň sa usmerňuje voda do odpadu.

Pokiaľ ide o menšie prietoky, potom je turbína väčšinou budovaná ako horizontálna, pričom aj obežné koleso je inštalované horizontálne. Obežné koleso je v tomto prípade zavzdušnené a ložiská sa nachádzajú mimo vodu. Vertikálne sú umiestnené iba väčšie Peltonove turbíny, s výkonmi do 200 MW a priemerom obežného kola až 5 m. Takéto veľké turbíny majú okrem hlavných dýz aj pomocné dýzy slúžiace na rozbeh a brzdenie kola.

Peltonova turbína sa používa pre spády od 10 m a pre prietoky od 1,5 l/s až do 34000 l/s. Je vhodná v malých vodných tokoch s veľkým spádom. Dokáže spracovať aj mierne znečistenú vodu a vďaka plochej charakteristike turbíny dosahuje dobrú účinnosť pri zmenách prietoku.

Celé zariadenie je pomerne zložité a drahé, preto sa táto turbína v malých vodných elektrárňach obvykle nepoužíva.



Obrázok 7 Peltonova turbína

Zdroj: www.landeskraftwerke.de/turbinenarten.htm, vlastné spracovanie

Bánkiho turbína

Je to rovnotlaková turbína s jednoduchou konštrukciou. Horizontálne umiestnené zavzdušnené obežné koleso sa skladá z dlhých zahnutých lopatiek na koncoch uzavretých diskami a týchto sekcií môže byť viacero. Prívod vody do turbíny je realizovaný cez obdĺžnikové vtokové potrubie. Táto turbína využíva dvojnásobný prietok obežným kolesom. Voda pri prechádzaní cez turbínu dopadne na lopatky, ktoré sa snažia odkloniť vodu smerom k hriadeľu turbíny. Ďalej voda prechádza cez voľný zavzdušnený priestor turbíny a následne dopadá na lopatky na opačnej strane obežného kolesa a je opäť nútená zmenou smeru odovzdať energiu obežnému kolesu. Po opustení lopatiek voľne vyteká pod obežné koleso.

Bánkiho turbína má široké použitie. Je vhodná pre spády od 2m až po 50 m a s prietokom od 0,5 l/s až do 20000 l/s. Preto našla využitie hlavne v malých vodných elektrárňach a je vhodná aj pre toky s premenlivým prietokom vďaka jej plochej charakteristike. Dosahuje účinnosť až 85%.

Šírka obežného kolesa závisí od jeho použitia a to tak, že pre veľké spády sa použije úzke koleso a pre malé spády zase široké. Pre premenlivé prietoky sa obežné koleso rozdeľuje na sekcie $3 \times \frac{1}{3}$ šírky. Bánkiho turbína je schopná spracovať znečistené vodné toky.

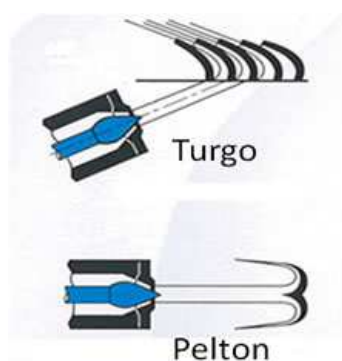


Obrázok 8 Bánkiho turbína

Zdroj: www.oze.stuba.sk/oze/vodna-energia/, vlastné spracovanie

Turgo turbína

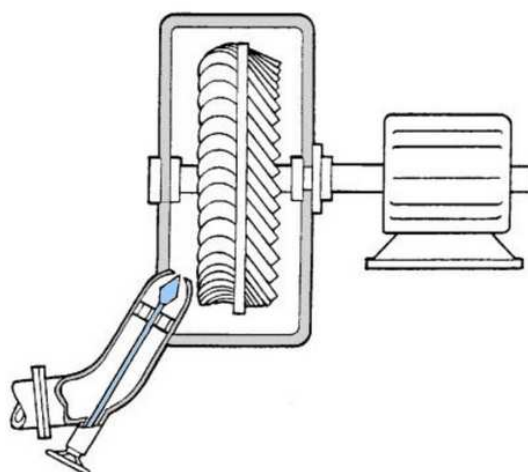
Táto turbína je schopná prevádzky pri spáde v rozpätí od 30 do 300 m. Podobne ako Peltonova turbína je aj táto turbína impulzná. Jej lyžicové lopatky sú však odlišného tvaru a prúd vody zasahuje rovinu obežného kolesa pod 20° uhlom. Voda sa dostáva do obežného kolesa z jednej strany kotúča tohto kolesa a vychádza z druhej.



Obrázok 9 Rozdiel medzi Peltonovou a Turgo turbínou

Zdroj: <http://www.tanasui.co.jp/productsTurbinesEn.html>

Vyššia rýchlosť obežného kolesa Turgo turbíny, ktorá je spôsobená menším priemerom kolesa v porovnaní s inými typmi turbín, zvyšuje pravdepodobnosť priameho prepojenia turbíny a generátora. Turgo turbína sa môže osvedčiť pri stredne veľkých spádoch, pri ktorých by sa inak použila Francisova turbína. Na rozdiel od Peltonovej turbíny u Turgo turbíny voda pretekajúca cez obežné koleso vytvára axiálnu silu, ktorá si vyžaduje inštaláciu axiálneho ložiska na hriadeľ.



Obrázok 10 Turgo turbína

Zdroj: http://www.see.ed.ac.uk/~mzaiser/4thyear/websites05/Bressard/Website%20Bress/A%20modern%20assessment%20of%20hydraulic%20design%20-%20Bressard%20J._fichiers/page0003.htm

Pretlakové turbíny:

Kaplanova turbína

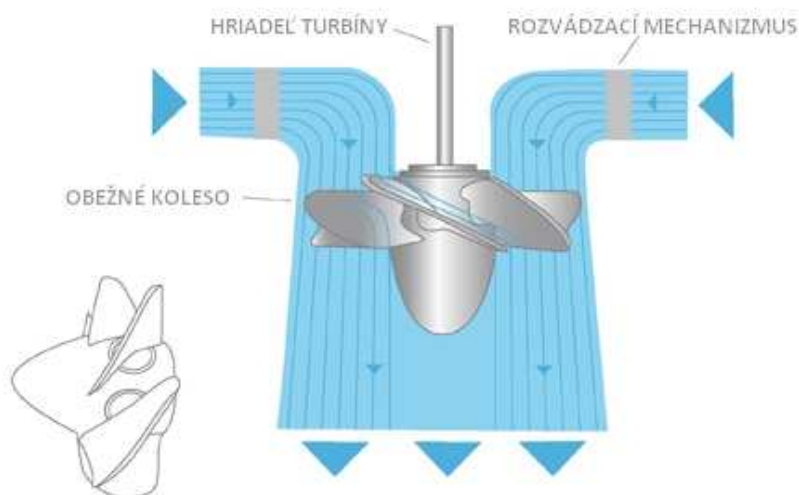
Táto turbína má široký rozsah použitia, teda pre malé, stredné ale aj veľké vodné elektrárne. Dosahuje veľmi vysokú účinnosť, viac ako 90%. Používa sa pre spády od 1 m až do 80 m a pre prietoky od 200 l/s. Jej hlavné využitie je pre väčšie prietoky a menšie spády.

Zakladané časti turbíny sú pevné rozvádzacie koleso s polohovateľnými lopatkami a obežné koleso taktiež s polohovateľnými lopatkami. Vďaka takýmto lopatkám je turbína dobre regulovateľná, a preto aj pri premenlivom prietoku dosahuje maximálnu účinnosť. Umožňuje to, aby táto turbína bola použitá na vodných tokoch s premenlivým prietokom.

Táto konštrukcia je zložitá a preto aj drahá. Na základe tohto majú malé Kaplanove turbíny pre MVE pevné lopatky obežného aj rozvádzacieho kolesa, z čoho ale vyplýva, že dosahujú nižšiu účinnosť. Počet lopatiek obežného kolesa je vždy párny, najčastejšie sú štyri.

Privádzaná voda získa na lopatkách rozvádzacieho kolesa potrebný smer a rýchlosť a ďalej postupuje na lopatky obežného kolesa. Tam odovzdá svoju tlakovú a kinetickú energiu.

Kaplanova turbína môže byť umiestnená vertikálne v akumulčných a haťových elektrárnach alebo horizontálne v prietokových elektrárnach. Výhodou tejto turbíny je malá stavebná výška a z toho vyplývajúce nižšie náklady na stavbu elektrárne.



Obrázok 11 Kaplanova turbína

Zdroj: www.landeskraftwerke.de/turbinenarten.htm, vlastné spracovanie

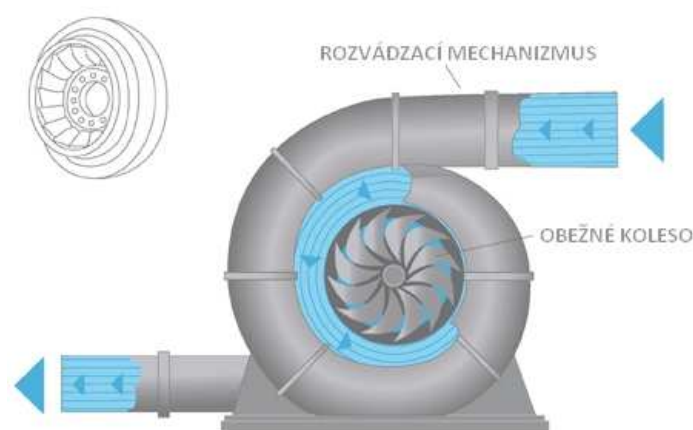
Francisova turbína

Používa sa najmä pre veľké vodné elektrárne. Je vhodná pre prietoky od 600 l/s a pre spády od 10 m. Dosahuje veľké výkony, až 800 MW. Účinnosť tejto turbíny býva cez 90 %.

Voda pri prechode turbínou mení svoj tlak a svoju tlakovú energiu odovzdá lopatkám obežného kolesa. Na nasmerovanie toku a získanie rýchlosti slúži rozvádzacie koleso s pohyblivými lopatkami. Voda tak dopadá na obežné koleso po celom obvode, prechádza cez lopatky a odovzdáva svoju energiu. Následne po prechode obežným kolesom má voda nízky tlak. Tieto turbíny je možné osadiť

s horizontálnym aj vertikálnym (vhodné pre MVE, pretože sú schopné využiť spád od 2 m a prietok od 100 l/s) umiestnením rotora.

Je v minulosti najpoužívanejšia pretlaková turbína vhodná pre takmer celé spektrum prietokov a spádov. Na rekonštruovaných MVE je možné vidieť ju už od spádu 0,8 m. Jej oprava sa oplatí najmä od spádu 3 m. Inštalácia nových turbín v MVE sa dnes obmedzuje na spády od 10 m a pre väčšie prietoky (vyššie výkony).



Obrázok 12 Francisova turbína

Zdroj: www.landeskraftwerke.de/turbinenarten.htm, vlastné spracovanie

1.3 Malé vodné elektrárne (MVE)

Za malé vodné elektrárne (MVE) sa označujú také, ktoré majú inštalovaný výkon do 10 MW. Ich úlohou je popri veľkých VE využiť primárny hydroenergetický potenciál na území Slovenska na výrobu elektrickej energie. Vyznačujú sa rôznorodosťou v konštrukcii, ktorá zohľadňuje miestne podmienky ako sú spád a prietok vody. MVE sú charakteristické tým, že ich prevádzka ani výstavba nie je spojená s negatívnymi dopadmi na životné prostredie. Je možné ich inštalovať v odľahlých oblastiach čím poskytujú možnosť rozvoja a často aj energetickej sebestačnosti hlavne na vidieku.

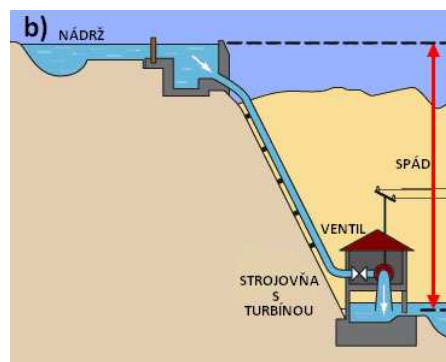
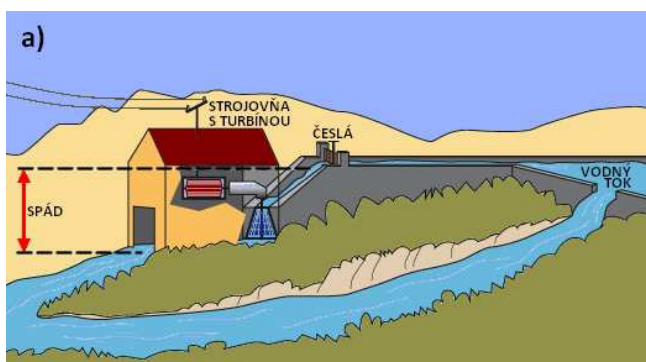
Väčšina MVE je prietokových, čiže nemajú rezervoár a vyrábajú elektrickú energiu len vtedy keď je vody dostatok. Energiu môžu však dodávať aj do systému elektrickej siete. V prípade nedostatku energie je možné použiť aj zariadenie na zmenu jednosmerného prúdu vyrábaného MVE na striedavý, ktorý využíva väčšina elektrospotrebičov.

MVE využívajú energiu vody k roztočeniu turbíny, ktorá následne poháňa generátor elektriny. K dispozícii je niekoľko typov turbín, ktorých konštrukcia je neustále vylepšovaná. Najväčšie MVE používajú konštrukčne náročnú Kaplanovu turbínu, ktorá sa hodí pre výkony od 5 kW do 1 MW, pri spáde do 20 m. Najčastejšie sa u MVE stretávame s Francisovou turbínou, pre výkony od 20 kW do 5

MW, pri spáde od 10 m. V niektorých MVE sa dodnes používajú desiatky rokov staré a stále funkčné turbíny, ktorých životnosť a účinnosť sa dá zvýšiť repasáciou. U menších MVE sa často využíva Bánkiho turbína, ktorá je konštrukčne jednoduchá, takže si ju niekedy majitelia MVE vyrábali svojpomocne. Používa sa pre výkony od 1 do 100 kW, pri spáde od 2 m. V horských MVE sa môže použiť Peltonova turbína, ktorá sa hodí pre spády nad 30 m a výkon 10 kW až 1 MW.

DELENIE MVE:

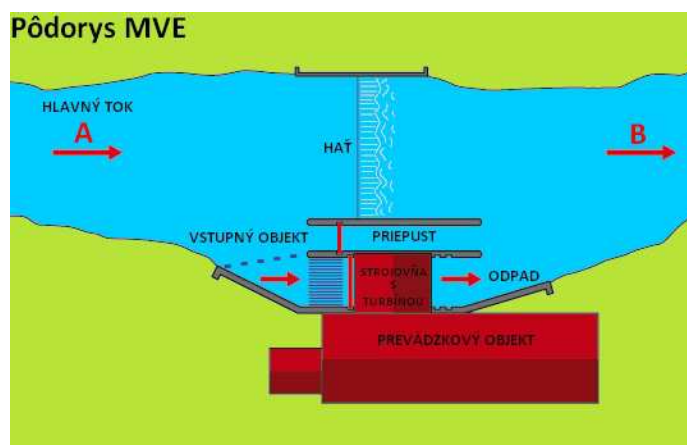
- o podľa inštalovaného výkonu:
 - priemyselné (od 1000 kW do 10 000 kW),
 - závodné alebo verejné (od 100 kW do 1000 kW),
 - drobné alebo minielektrárne (od 35 kW do 100 kW),
 - mikrozdroje (pod 35 kW).
- o podľa prevádzkovateľa:
 - verejné,
 - závodne,
 - domáce.
- o podľa hospodárenia s vodou:
 - prietokové (priebežné) – bez akumulácie vody, využívajúce prirodzený prietok,
 - akumulačné – s prirodzenou alebo umelou akumuláciou, so schopnosťou odberu vody podľa potreby energie počas určitého času.
- o podľa veľkosti spádu:
 - nízkotlakové (so spádom do 20 m),
 - strednotlakové (so spádom do 100 m),
 - vysokotlakové (so spádom nad 100 m).
- o podľa usporiadania:
 - vertikálne,
 - horizontálne,
 - šikmé,
 - derivačné.



Obrázok 13 a) Nízkotlaková MVE, b) Vysokotlaková MVE

Zdroj: www.priateliazeme.sk/cepa/eportal/princip-vyroby-energie-z-vody/, vlastné spracovanie

1.3.1 MVE umiestnená na toku



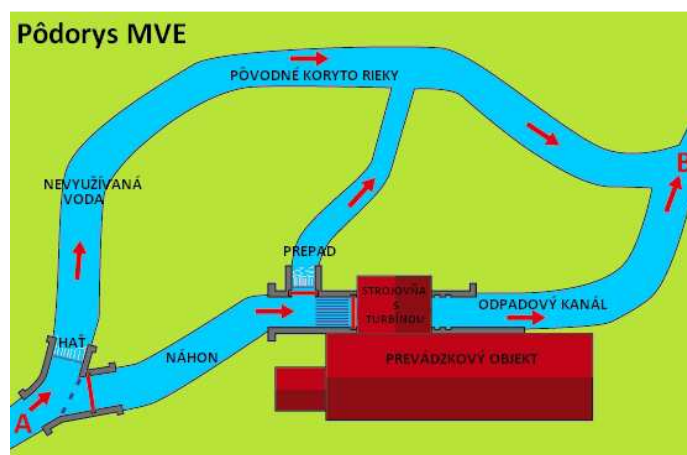
Obrázok 14 MVE umiestnená na toku

Zdroj: www.priateliazeme.sk/cepa/eportal/princip-vyroby-energie-z-vody/, vlastné spracovanie

MVE, ktorá je umiestnená na toku využíva rozdiel hladín medzi bodmi A a B. Pomocou prehradenia haťou, ktorá musí byť vysoká sa získa potrebný spád vzduťm vody. Strojovňa pri tomto type stojí na brehu hlavného toku. Voda, ktorá poháňa turbínu je odoberaná na hati a následne sa za strojovňou vracia do toku. Pri tomto riešení nie je potrebný dlhý náhon a odpadový kanál. Tento typ MVE je vhodný pri malých spádoch a veľkých prietokoch (obyčajne v nížinách).

Pri porovnaní s derivačnou MVE si môžeme všimnúť, že toto riešenie si nevyžaduje veľkú plochu zastavaných pozemkov. Prevádzkový objekt ako aj všetky priestory takejto elektrárne sú konštrukčne jednoduché, no sú vystavené riziku povodní. Stavba a tiež opravy sa musia realizovať počas trvalého prietoku vody v toku.

1.3.2 Derivačné MV



Obrázok 15 Derivačná MVE

Zdroj: www.priateliazeme.sk/cepa/eportal/princip-vyroby-energie-z-vody/, vlastné spracovanie

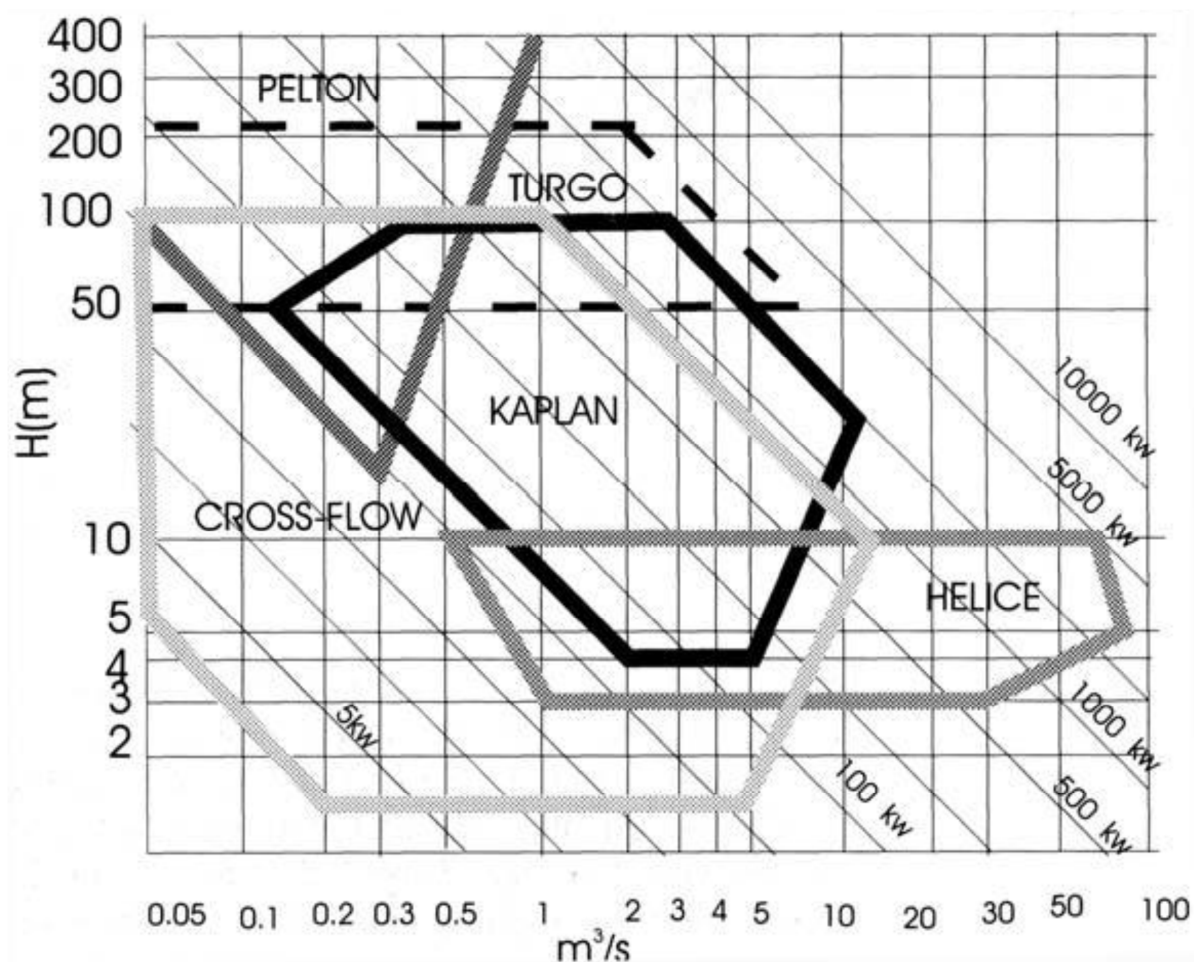
Derivačné MVE taktiež využívajú rozdiel hladín medzi bodmi A a B avšak strojovňa MVE v tomto prípade stojí mimo pôvodného vodného toku. Voda sa privádza náhonom a späť do toku sa vracia odpadovým kanálom. Na hlavnom toku sa tu nemusia robiť výrazné zásahy, okrem umiestnenia hate a odberného objektu. Hať je potrebná iba aby sa ňou bolo možné vodu odoberať do náhonu a preto nemusí byť taká vysoká ako v prípade MVE umiestnenej na toku (stačí výška 20 cm a viac). Potrebný spád sa pre pohon turbíny získa pomocou takmer vodorovného vedenia náhonu, pričom pôvodné riečište klesá rýchlejšie. Podobne sa rieši aj odpadový kanál.

Výhodou tohto typu je to, že k prevádzkovému objektu sa privádza iba potrebný objem vody a objekt je počas povodní lepšie chránený. Výraznou nevýhodou je ale náročná údržba dlhého náhonu.

1.3.3 Výber vhodného typu technológie

Problematiku výberu technológie je vhodné nechať na odborníkov, ale taktiež je užitočné vedieť sa v zásadných podmienkach orientovať. K tomuto slúži základná charakteristika typov turbín rozdelených podľa prietoku a spádu, čo môžeme vidieť na grafe. V súčasnosti je teória vodných turbín na stupni vývoja, u ktorého už ťažko očakávať výraznejšie zdokonalenie, ak ide o bežné prietoky a spády. Vývoj skôr smeruje k prefabrikácii jednotlivých častí, tak aby sa čo najviac obmedzila rozsiahla a nákladná montáž priamo v lokalite. Firmy sa zvyčajne zaoberajú výrobou množstva turbín, z ktorých sa vyberá tá, ktorá najviac vyhovuje podmienkam lokality. Avšak pri tomto je potrebné porovnať a zvážiť ponuky minimálne troch, alebo aspoň piatich dodávateľov.

Základnou charakteristikou vodných turbín je dosiahnuteľný výkon P a vymedzenie ich oblasti použitia v závislosti na dispoziáciách vodného toku, čiže jeho prietoku Q a spádu H .



Obrázok 16 Graf závislosti typu turbíny od prietoku a spádu

Zdroj: literatúra [8]

Obrázok 16 predstavuje prevádzkové rozpätia rôznych typov turbín ako funkciu čistého spádu a prietoku. Samotný čistý spád predstavuje prvé kritérium pre výber typu turbíny, ktorá sa má nainštalovať.

Tabuľka 2: Rozpätie vhodných čistých spádov pre rôzne typy turbín

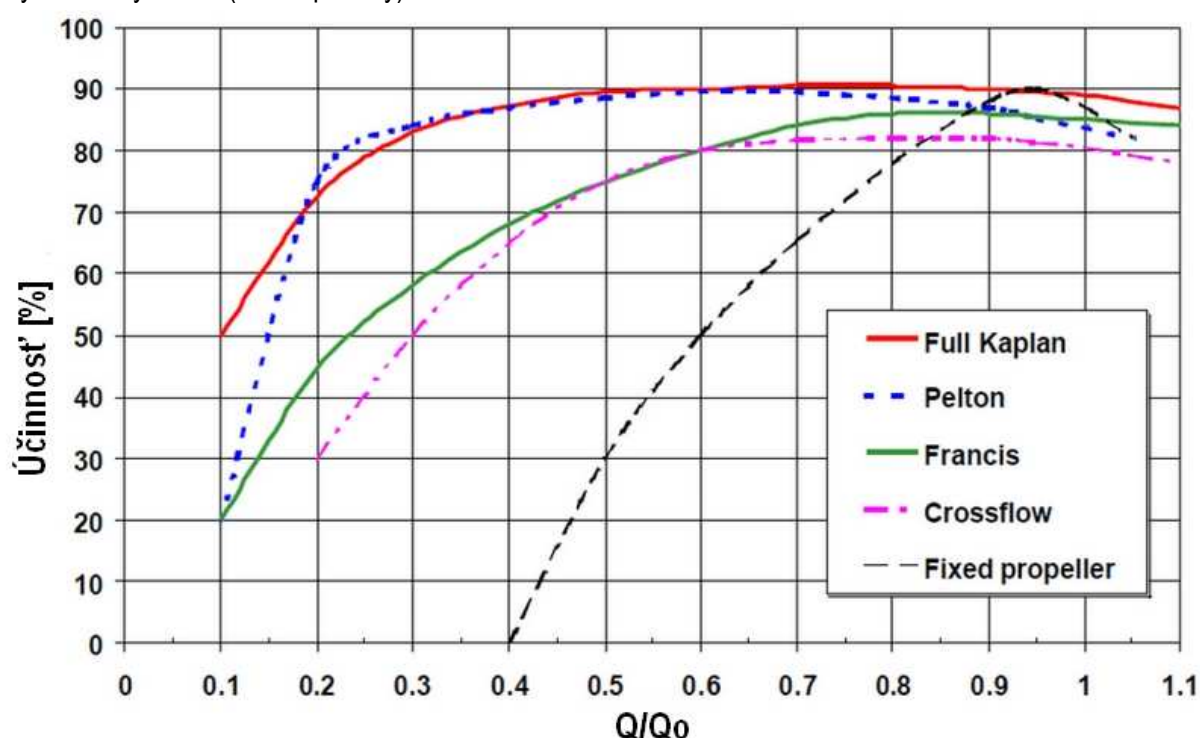
Typ turbíny	Rozpätie spádov [m]
Kaplanova a vrtuľová	$2 < H < 15$
Francisova	$4 < H < 100$
Peltonova	$30 < H < 1000$
S priečnym prietokom	$1 < H < 150$
Turgo	$50 < H < 250$

Zdroj: literatúra [8]

Pre ten istý čistý spád môžu existovať určité turbíny, ktoré je oproti ostatným náročnejšie vyrobiť a tým sa stávajú drahšími. Pri malých spádoch je napríklad lacnejšia vrtuľová turbína ako Kaplanova určená pre rovnaké rozpätie menovitého prietoku. Pri vodnej sústave so stredne veľkým spádom bude lacnejším variantom turbína s priečnym prietokom než Francisova turbína, ktorej obežné koleso je zložitejšie aj napriek tomu, že jej účinnosť je vyššia. Čo sa týka prietoku, je potrebné pamätať na to, že turbíny nemôžu bežať od nulového až po naprojektovaný prietok.

1.3.4 Účinnosť turbíny

Účinnosť turbíny je definovaná ako pomer energie dodávanej turbínou (mechanická energia prenášaná hriadeľom turbíny) a absorbovanej energie (hydraulická energia rovnajúca sa nameranému prietoku pri čistom spáde). Na odhadnutie celkovej účinnosti turbíny je potrebné účinnosť vynásobiť účinnosťami zvyšovača rýchlosti (ak bol použitý) a alternátora.



Obrázok 17 Účinnosti prietokov

Zdroj: literatúra [8]

LEGENDA:

- Full Kaplan - úplná Kaplanova turbína,
- Cross-flow - turbína s priečnym prietokom,
- Fixed propeller - napevno osadená vrtuľová turbína.

Na obrázku, ktorý uvádza priemernú účinnosť niekoľkých typov turbín, je možné vidieť ako účinnosť rapídne klesá pod určitým percentom menovitého prietoku. Návrh turbíny by mal byť taký, aby bežala na hodnote svojej najlepšej účinnosti alebo blízko tejto hodnoty. Väčšinou ide o 80% maximálnej prietokovej rýchlosti. Ako sa prietok odchyľuje od tejto konkrétnej hodnoty, odchyľuje sa i hydraulická účinnosť turbíny.

Rozpätie prietokov, ktoré sa má použiť a následne i vytvorená energia sa líši, ak:

- o má sústava dodávať elektrinu do malej siete (vtedy je potrebné zvoliť prietok, ktorý umožní vyrábať elektrinu takmer po celý rok),
- o bola sústava navrhnutá tak, aby sa napojila na veľkú rozvodnú sieť (vtedy je potrebné zvoliť taký menovitý prietok, aby sa maximalizoval čistý výnos z predaja elektriny).

Kaplanove alebo Peltonove turbíny s dvojstupňovou reguláciou sú schopné uspokojivého chodu pri širokom rozpätí prietokov - a to pri rozpätiach presahujúcich jednu pätinu menovitého prietoku. Kaplanove turbíny s jednostupňovou reguláciou majú akceptovateľnú účinnosť od jednej tretiny tejto kapacity a Francisove turbíny od polovice menovitého prietoku. Pri menej ako 40% menovitej vypúšťanej kapacity vykazujú Francisove turbíny nestabilitu, ktorá vyúsťuje do vibračných alebo mechanických otrasov. Vrtuľové turbíny s napevno osadenými lopatkami sú schopné uspokojivého chodu len v rámci veľmi obmedzeného rozpätia, ktoré sa blíži k ich menovitému prietoku. Pri vrtuľových turbínach s jednostupňovou reguláciou si je treba uvedomiť, že ich účinnosť je vo všeobecnosti lepšia, keď je ich obežné koleso nastaviteľné.

1.3.5 Ekonomika inštalácie, návratnosti investície

MVE sú charakteristické z ekonomického hľadiska vysokými investičnými a nízkymi prevádzkovými nákladmi. Platí, že investičné náklady klesajú so zväčšujúcim sa inštalovaným výkonom, pričom závisia od lokálnych podmienok. Každú MVE je potrebné navrhnuť s ohľadom na špecifiká toku a požiadavky ochrany prírody v danej oblasti. Výstavba nových MVE je vzácna, pretože väčšinou sa stretávame s obnovou MVE v mieste, kde už kedysi bol vodný mlyn alebo iné zariadenie. Ďalšou využívanou možnosťou je rozšírenie kapacity postavených MVE (inštalácia ďalších turbín pre využitie sezónnych prietokov alebo výmena starých turbín za účinnejšie typy). Pri rekonštrukcii potom záleží na stave pôvodného vodného diela, prípadne využiteľnosti pôvodných budov a stavieb.

Ekonomika každej MVE je teda vždy veľmi individuálna. Pri výstavbe novej alebo obnove úplne zničenej MVE, kedy je potrebné vybudovať celé nové vodné dielo sú náklady veľmi vysoké a návratnosť môže byť dlhšia. Naopak tam, kde ide napríklad iba o inštaláciu ďalšej turbíny do úplne funkčnej MVE, sú náklady nie také veľké a návratnosť býva výrazne kratšia. Ekonomickou bariérou býva dlhšia doba návratnosti, ktorá je však vyvážená vysokou životnosťou elektrárne (aj nad 70 rokov).

Náklady sa delia na:

- o stavebné
 - vzdúvacie zariadenie,
 - privádzacia časť (otvorený alebo krytý náhon, potrubie a podobne),
 - objekt elektrárne,
 - odpadová časť (prevažne otvorený odpadový kanál),
 - stavebná časť pre prevedenie elektrického pripojenia.
- o technologické:
 - strojná časť (uzávery, turbína, prevodovka a technologické príslušenstvo),
 - elektrická časť (generátor, rozvádzač, elektrické vývody, pripojenie),
 - automatika (hladinová regulácia, riadiaca a zabezpečovací systém).

1.3.6 Potenciálny vplyvy na životné prostredie

Obmedzenie biodiverzity

MVE nezanedbateľným spôsobom ovplyvňujú vodný tok, pretože v prirodzenom toku tvorí prekážku. V niektorých prípadoch môže tiež dôjsť k zatopeniu cenných biotopov. Obnova starého vodného diela na malom toku môže ale taktiež naopak vhodne podporiť jeho revitalizáciu a zvýšiť lokálnu biodiverzitu. Pri rekonštrukciách MVE sa obvykle buduje tzv. rybí prechod, ktorý pri už postavených vodných dielach často chýba. Vďaka tomu sa tok stáva prestupnejším pre migrujúce vodné živočíchy. Pre investora to znamená vyššie výdaje. Pri povoľovanom riadení k stavbe MVE je takmer vždy vyžadované spracovanie biologického hodnotenia.

Zaistenie minimálneho zostatkového prietoku

V snahe vyrobiť čo najviac elektriny niektorí prevádzkovatelia nenechávajú v pôvodnom koryte predpísane minimálne množstvo vody, čo negatívne ovplyvňuje ryby a ďalšie vodné živočíchy. Všetka voda potom preteká cez turbínu a príľahlá časť koryta je bez vody. To je v rozpore s prevádzkovým poriadkom a malo by to byť pokutované. Treba dodržiavať minimálny sanačný prietok pôvodného koryta.

Ochrana rýb

Proti vnikaniu rýb do turbíny sa inštalujú jemné hrablice pred turbínou a elektronický odpudzovač na vtok do náhonu. Častými opatreniami na ochranu rýb je budovanie rybochodov, ktoré slúžia ako migračné trasy rýb v riečnom koryte.

Zlepšenie kvality vody

Prevádzkovatelia často zdôrazňujú, že MVE okysličujú vodu, a tak zvyšujú jej samočistiacu schopnosť. To je však pravda len pri niektorých turbínach, napríklad pri obľúbenej a často sa vyskytujúcej Bánkiho turbíne. U iných turbín naopak môže dochádzať k zníženiu obsahu vzduchu vo vode. Je nutné dodržiavať minimálny prietok v koryte. Vodu môžu okysličovať aj niektoré typy rybích prechodov. Obecne vtedy MVE k okysličovaniu vody prispievajú.

Vypúšťanie nečistôt do toku

Prevádzkovateľ niekedy nedodržiava povinnosť likvidovať nečistoty zachytené na hrabliciach MVE a púšťa ich späť do toku. Opäť ide o porušenie predpisov, ktoré môže byť pokutované.

1.3.7 Ekologické kritériá pre malé vodné elektrárne

- o MVE by nemali zásadne ovplyvňovať vodný tok a ekosystémy, ktoré sú na toku závislé, preto je lepšie stavať mikroelektrárne, resp. zdroje, ktoré neprehradia tok v celom jeho profile.
- o Ak už je nevyhnutné tok prehradiť, tak treba otvorene komunikovať so všetkými dotknutými stranami a snažiť sa projekt umiestňovať nenásilne, navrhovať ho architektonicky citlivo a aktívne riešiť zhoršené podmienky migrácie rýb (rybovody) a pod.

Najčastejšie diskutované témy zaoberajúce sa ekológiou výstavby MVE sú:

- Kontaminácia vody ropnými produktmi

Určitá časť technológie MVE (hlavne turbína a jej technologické príslušenstvo ako ložiská či uzávery) vždy prichádza do priameho kontaktu s vodou. Škodiť ale môže aj technológia, ktorá nie je v priamom kontakte ako napríklad generátory, regulátory, transformátory, čistiace stroje a pod.). Pri týchto častiach je potrebné používať mazivá a ku kontaminácii môže dôjsť buď technickou chybou na zariadení alebo nevhodnou manipuláciou. Preto je vhodné požadovať test technickej nezávadnosti, zvlášť ak ide o novú technológiu alebo po väčších opravách a rekonštrukciách. Tiež je potrebné vyberať vhodný druh maziva, najlepšie ekologicky nezávadného, na báze rastlinných olejov a kde je to možné použiť samomazacie ložiská.

- Ovplyvnenie hydrológie vodného toku

Ide o dôsledné dodržiavanie predpísaného množstva vody. Pri jeho nedodržaní môže dôjsť v niektorých úsekoch k úhynu rýb a inej fauny. Na druhej strane môže dôjsť ale aj k zaplaveniu územia pri zlej manipulácii, zle nastavenej hladiny regulácie alebo pri odvádzaní veľkých vôd. V snahe o čo najvyššie získanie energie sa stáva, že prevádzkovateľ nerešpektuje dohodnuté

minimálne množstvo vody, čomu sa však dá zabrániť iba dôkladnými kontrolami príslušných orgánov. Pokiaľ je ale MVE správne prevádzkovaná podľa príslušných smerníc a zákonov, potom nemôže nijako škodiť životnému prostrediu.

- **Akustické prejavy prevádzky MVE**

Príčinou hluku chvenia a vibrácií v prevodovkách, generátoroch a čerpadlách sú väčšinou ložiská, ventily alebo prevodové súkolia (nesprávne zostavené, alebo opotrebované). Podobné prejavy môžu taktiež vychádzať zo stavebnej časti. Pokiaľ ide o staršie elektrárne, často býva zdrojom hluku prevod z vertikálneho na horizontálny hriadeľ. U určitého typu turbín napríklad pri Kaplanovej sa zvýšená hladina hluku prejavuje ak je zle nastavená väzba medzi privádzacím a obežným kolesom. Hluk môže taktiež spôsobovať príliš nízka hladiny vody v turbíne, alebo prechodovými stavmi u turbíny (pri jej rozbehu alebo odstavení).

Akustické prejavy MVE je potrebné kontrolovať a čo najviac obmedziť. Ak to nie je možné, je potrebná inštalácia protihlukových bariér.

- **Dopad prevádzky na faunu a flóru prostredia**

Prejavuje sa to hlavne deficitom kyslíku, na ktorý má vplyv:

- odber vody pomocou turbín zo spodných vrstiev pod hladinou toku, ktorá absorbuje kyslík z atmosféry,
- tlak pod hladinou, ktorý v dôsledku zvyšujúcej sa hĺbky znižuje rozpustnosť kyslíku,
- teplota vody,
- rýchlosť prúdenia vody,
- biologické pochody na dne toku pred MVE.

- **Vplyv realizácie MVE na prostredie**

Prejavuje sa už na začiatku výstavby, pri budovaní komunikácií, inžinierskych sietí alebo ich preloženie, čím môžu byť ovplyvnené spodné aj povrchové vody. Tu je činiteľom ľudský faktor.

1.3.8 Environmentálne a sociálno-ekonomické vplyvy MVE

MVE sú relatívne jednoduché, technicky nenáročné energetické stavby. No napriek tomu sa s nimi spájajú aj environmentálne a sociálno-ekonomické vplyvy. Závislé sú hlavne od umiestnenia a typu danej vodnej elektrárne. Je potrebné zdôrazniť, že popri negatívnych vplyvoch ide aj o vplyvy veľmi pozitívne.

Hlavné pozitívne vplyvy:

- o Využívanie hydroenergetického potenciálu vodných tokov na výrobu elektrickej energie je pozitívnym globálnym, dlhodobým opatrením na znižovanie významných negatívnych vplyvov na životné prostredie a zdravie, pretože predstavuje environmentálne najpriateľnejší spôsob

získavania elektrickej energie. Výroba elektrickej energie vo vodných elektrárnach zaťažuje životné prostredie neporovnateľne menej, než výroba na báze tradičných fosílnych palív.

- o Zvýšenie využívania hydroenergetického potenciálu vedie k znižovaniu emisií skleníkových plynov a škodlivín, čím predstavuje významný prvok v balíku opatrení na dosiahnutie cieľov Kjótskeho protokolu.
- o Zastávajú významnú úlohu pri regulácii výkyvov spotreby v energetickej sieti.
- o Využívajú domáce energetické zdroje - netreba ich dovážať z politicky a ekonomicky často nestabilných oblastí.
- o Majú pozitívny vplyv na zvyšovanie energetickej bezpečnosti SR a zahraničnú obchodnú bilanciu.
- o Využívajú nedeštruktívny spôsob získavania energie z obnoviteľného zdroja (bez ťažby).
- o Vyrábajú elektrinu bez ťažkých pracovných rizík.
- o Neprodukujú skleníkové plyny, čím priamo prispievajú k zmierňovaniu klimatických zmien.
- o Energetický zdroj nie je zaťažovaný vysokými prepravnými nákladmi.
- o Vylúčením prepravy energetického zdroja sekundárne prispievajú k znižovaniu environmentálnej záťaže z dopravných prostriedkov.

Hlavné negatívne vplyvy:

- o Vodná elektráreň spôsobuje zmenu prietoku vody v rieke, zmeny kvality vody v rieke, zmeny životných podmienok vodných organizmov, hlavne rýb.
- o Môže spôsobiť zmeny miestnej klímy a hladiny podzemných vôd.
- o Priečna stavba oddeľuje populácie rýb žijúcich v dolnej a hornej časti toku a blokuje ich migračné cesty.
- o Zmeny v prietoku môžu mať za následok zmeny v prenose sedimentov.
- o Sedimentácia v nádrži môže viesť k erózii v dolnej časti toku.
- o Stavba vodného diela spôsobuje zvýšený prenos bahna a sedimentov a tým zníženie kvality vody v dolnom toku rieky.
- o Môže spôsobiť narušenie plavby v dotknutých tokoch.
- o Realizácia vodných elektrární si vyžiada záber pozemkov.
- o Môže byť negatívnym urbanistickým zásahom do okolitej prírody.
- o Môže mať vplyv na sústavu chránených území (chránené vtáčie územia, územia európskeho významu alebo súvislú európsku sústavu chránených území Natura 2000).

1.4 Mikroturbíny



Obrázok 18 Mikroturbína

Zdroj: <http://www.hbi.cz/cs/nabidky/mikroturbina-reiffenstein-387.html>

Mikroturbíny je možné umiestniť tam, kde inštalácia elektrárne dosiaľ nebola technicky možná alebo ekonomicky výhodná. Sú to zariadenia s výkonom menším ako 1 kW, ktoré sú schopné zabezpečiť energiu pre jednu domácnosť vybavenú energeticky úspornými spotrebičmi. Umiestňujú sa v lokalitách, kde je malý spád (do 2 m), alebo nedostatočný prietok vody (do 20 l/s), alebo oboje.

Mikroturbína má veľkosť prenosného kufrika vybaveného alternátorom produkujúcim jednosmerný prúd. Takéto typické zariadenie využíva časť vodného toku privádzanú do zásobníka, ktorým môže byť napr. 200 litrový sud. Ten funguje ako usadzovacia nádrž filtrujúca vodné nečistoty. Voda zo suda sa k turbíne privádza potrubím s priemerom 5 až 10 cm a po vypustení z turbíny je odvádzaná naspäť do vodného toku. Treba dbať na dôkladný výpočet dĺžky a priemeru potrubia, pretože práve tu dochádza k najväčším stratám energie. Pri použití dlhých potrubí s malým priemerom sa znižuje výkon zariadenia, čo spôsobilo zvýšené trenie. Preto sú investície do kvalitného potrubia a turbíny zvyčajne efektívnejšie než investície do kvalitných batérií.

Mikroturbíny sa dodávajú v dvoch prevedeniach. Jedno využíva permanentný magnet (vhodné pre systémy s výkonom menším ako 80 W), druhé zas alternátor podobný zariadeniu v automobiloch (vhodné pre väčšie systémy s výkonom 100 až 1000 W). Mikroturbíny sa často využívajú na dobíjanie série batérií. Batérie sú dobíjané okamžite po odbere energie z nich a preto nie je potrebné používať tzv. solárne batérie s hlbokým cyklom vybíjania, ale stačí použiť klasické automobilové batérie, ktoré sú lacnejšie.

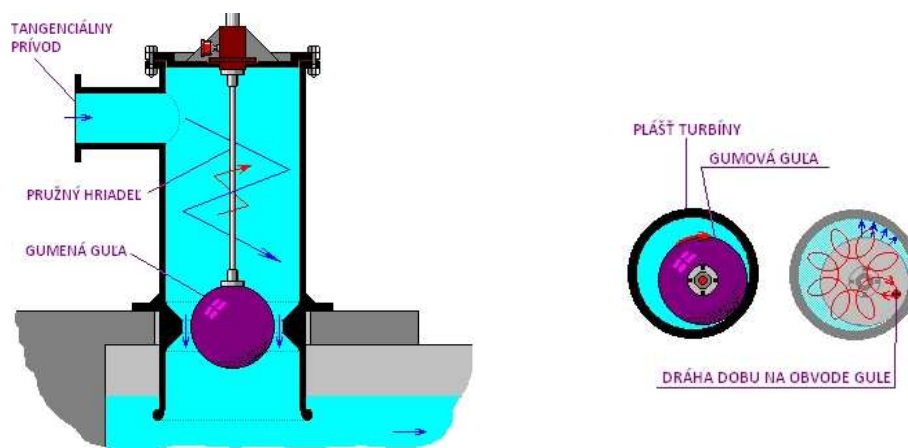
Medzi tieto zariadenia patrí napríklad hydromotor SETUR.

Bezlopatková mikroturbína SETUR:

Túto turbínu vyvinul česko-slovenský tím a je patentovo chránený vo vybraných zemiach. Vynašili ju Ing. Miroslav Sedláček, CSc. a doc. Ing. Stanislav Hostin, PhD. Názov je akronymom pre **SE**dláčkovo**TUR**bínu.

Ide o vertikálny bezlopatkový vodný motor, ktorý pracuje na princípe odvažovania rotačného telesa vo výtokovom statore (využitie princípu hydrodynamického paradoxu). Účinnosť podľa prevedenia je od 40 až do 75%. Pre spády od 0,6 až do 20m pri prietoku 4 - 500 l/s.

Tento vodný motor pracuje na úplne odlišnom princípe, ako ostatné turbíny. Vlastná funkcia turbíny je založená na hydrodynamickom paradoxe. Je to jav, ktorý spôsobuje, že guľa je priťahovaná k stene tým viac, čím rýchlejšie medzi ňou a stenou prúdi kvapalina. (Obdobný efekt nastane, ak dáte niekoľko centimetrov rovnobežne od seba dva listy papiera. Následne ak medzi ne fúknete, tak sa neoddiaľia, ale naopak sa pritisnú k sebe). Keď sa do turbíny vpustí voda, prúdi najvyššou rýchlosťou medzi guľou a hranou statora. Keby guľa visela ideálne uprostred, nič by sa nestalo. Lenže guľa je zavesená pružne. Tangenciálne vstupujúca voda do turbíny spôsobí miernu rotáciu a tým dôjde k vychýleniu gule z jej polohy. V mieste, kde je guľa bližšie k stene, vzrastie rýchlosť vody a klesne tlak. Guľa sa tak ešte viac vychýli a pritisne sa k stene a následne sa dostane do rotácie. Sila ktorá priťahuje guľu k stene je tým väčšia, čím vyššia je rýchlosť prúdenia kvapaliny.

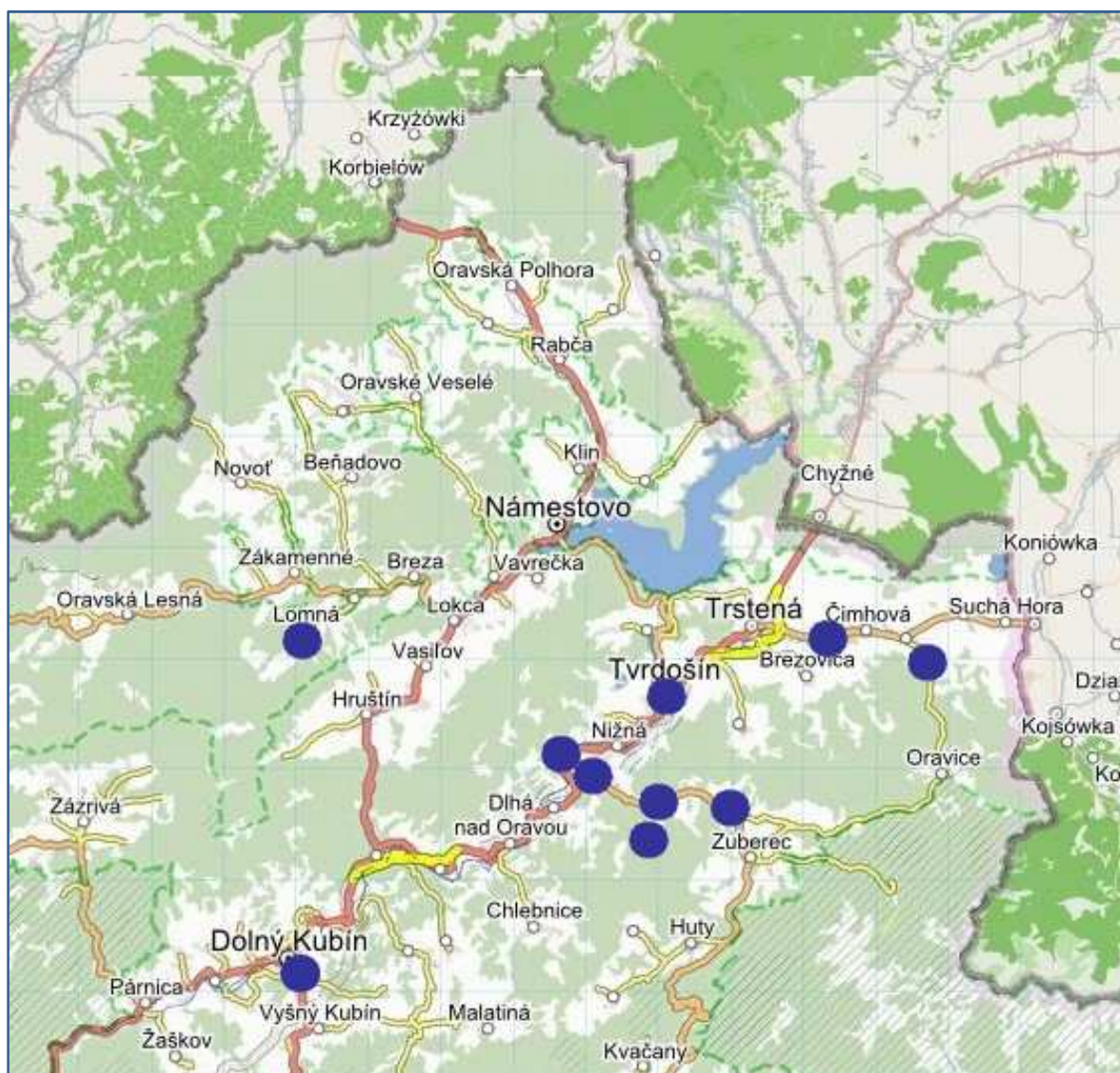


Obrázok 19 Turbína SETUR

Zdroj: <http://mve.energetika.cz/jineturbiny/setur.htm>, vlastné spracovanie

2 Zhrnutie súčasného stavu využívania vodnej energie na vodných plochách v dotknutom území

V regióne Orava je zastúpenie v tomto odvetví v porovnaní s celým Slovenskom malé. Je to hlavne z dôvodu, že väčšia časť toho územia patrí do chránenej krajinskej oblasti. Na základe tohto je komplikovanejšie vybaviť povolenie na stavbu. Napriek tomu sa aj tu nachádzajú príklady dobrej praxe a je tu niekoľko MVE.



Obrázok 20 Miesta kde sa nachádza MVE

Zdroj: www.freemap.sk, 2013, vlastné spracovanie

MVE Dolný Kubín

Táto MVE sa nachádza v blízkosti Hviezdoslavovho námestia na Jasenovskom potoku. Uvedená do prevádzky bola v marci 2009 s inštalovaným výkonom 0,022 MW. Prevádzkovateľom je spoločnosť ENERGY 5, s.r.o. v Dolnom Kubíne. Predpokladaná výroba elektriny je 80 MWh/rok.

MVE Habovka

MVE v Habovke je na Studenom potoku, ktorý má 11 riečnych kilometrov. V prevádzke je už od júna 1992, pričom v septembri 2009 prebehla rekonštrukcia. Inštalovaným výkonom má 0,03 MW. Prevádzkovateľom je Ing. Peter Tekel' – MVE.

MVE Tvrdošín

Táto elektrárň je v prevádzke od marca 2009 s inštalovaným výkonom 0,037 MW. Predpokladaná výroba elektriny za rok je 320 MWh. Prevádzkovateľom je Oravská vodárenská spoločnosť, a.s.

MVE Vitanová

Na rieke Oravica dlhej 32 riečnych kilometrov sa nachádza MVE vo Vitanovej. V prevádzke je od februára 2009 s inštalovaným výkonom 0,037 MW. Predpokladaná výroba elektriny je 320 MWh/rok. Prevádzkovateľom je Oravská vodárenská spoločnosť, a.s.

MVE Podbiel 1

MVE na Studenom potoku je v prevádzke od roku 2013 a má inštalovaný výkon 0,022 MW.

MVE Podbiel 2

Vodná elektrárň na rieke Orava je v prevádzke od roku 1992 s inštalovaným výkonom 0,044 MW. Rekonštrukcia bola prevedená v septembri 2009. Predpokladaná výroba elektriny je 372 MWh/rok. Prevádzkovateľom je Anna Krupová KRUP.

MVE Lomná

Elektrárň sa nachádza na rieke Biela Orava v obci Lomná a je v prevádzke od januára 2009. Jej inštalovaný výkon je 0,096 MW a predpokladaná výroba elektriny 330 MWh/rok. Prevádzkovateľom je obec Lomná.



Obrázok 21 MVE v Lomnej

Zdroj: archív Eko-Centra, o.z.

MVE Oravice - Peciská

Elektrárň sa nachádza na rieke Oravica v obci Liesek a v prevádzke je od novembra 2009. Inštalovaný výkon má 0,015 MW. Predpokladaná výroba elektriny je 81 MWh/rok.

MVE Široká

Vodná elektrárň sa nachádza na rieke Oravica v obci Oravský Biely Potok. V prevádzke je od apríla 2009 s inštalovaným výkonom 0,4 MW a predpokladaná výroba elektriny je 1810 MWh/rok. Prevádzkovateľom je spoločnosť RODACH, s.r.o.

MVE Roveň

Táto MVE je na rieke Studený potok v obci Oravský Biely Potok. V prevádzke je od mája 2006 s inštalovaným výkonom 0,3 MW. Predpokladaná výroba elektriny je 1600 MWh/rok. Prevádzkovateľom je spoločnosť RODACH, s.r.o.

MVE Široká

Vodná elektrárň sa nachádza na toku, ktorý je odklonený zo Studeného potoka smerom do obce Oravský Biely Potok. Jej inštalovaný výkon je 0,4 MW, pričom je v prevádzke od roku 2009 a prevádzkovateľom je spoločnosť RODACH, s.r.o.



Obrázok 22 MVE Široká v Oravskom Bielom Potoku

Zdroj: archív Eko-Centra, o.z.

3 Zmapovanie doterajších skúmaní možností využitia vodnej energie v dotknutom území

Doterajších skúmaní možností využitia vodnej energie bolo viacero, avšak všetky boli zamerané komplexne na celé územie Slovenska, ale ani jedno nebolo špecializované konkrétne na región Oravy.

Vo všeobecnosti jedno z najaktuálnejších zmapovaní vodných elektrární v rámci Slovenska je napríklad publikácia Atlas obnoviteľných zdrojov na Slovensku v roku 2012 (spracovalo Energetické centrum v Bratislave).

4 SWOT analýza

SWOT analýza je nástroj strategického plánovania používaný na hodnotenie silných a slabých stránok, príležitostí a hrozieb, ktoré spočívajú v danom projekte alebo obchodnej príležitosti.

Silné stránky	Slabé stránky
- existencia veľkého množstva povrchových tokov (rieka Orava, Biela Orava) - Vodná nádrž Oravská priehrada s medzinárodným významom - dlhoročne priaznivá demografická krivka regiónu - existujúca sieť vodných elektrární aj malých vodných elektrární - udržateľný proces výroby obnoviteľného zdroja energie - vysoká rentabilita - ekonomický prínos v regióne - pozitívny model obnoviteľného zdroja energie - posilňovanie energetickej sebestačnosti samospráv - inovatívny prvok v diferenciácii výroby elektrickej energie - systematická údržba a starostlivosť o hlavné vodné toky - možnosť plnoautomatickej prevádzky	- negatívny postoj verejnosti k výstavbe takéhoto druhu OZE - vysoké náklady na vybudovanie - nedostatok vlastných finančných zdrojov na vybudovanie - nedostatočná propagácia malých vodných elektrární na Orave - prakticky neexistencia a nemožnosť využitia geotermálnej energie vo väčšom meradle - legislatívne prekážky - nedostatočné protipovodňové opatrenia - narastajúce znečisťovanie vodných tokov - nedostatočné zadržiavanie vody v čiastkovom povodí znížením prirodzenej retenčnej schopnosti na území mesta - straty v energetickej produkcii spôsobené neenergetickými odbermi vody - náročnosť na výber vhodnej lokality - existencia lokalít NATURA 2000 a Ramsarských lokalít viažucich sa na vodné plochy a toky v regióne
Príležitosti	Ohrozenia
- možná turistická a výučbová zaujímavosť - potenciál regiónu vo zvyšovaní vstupov do vodných elektrární - nárast významu využitia OZE v podmienkach Oravy - možnosť získania dotácií zo štrukturálnych fondov EÚ na výstavbu - príchod nových investorov do regiónu - politika EÚ k trvalo udržateľnému rozvoju	- znížený výkon vodných elektrární v období sucha - zlyhanie ľudského faktora počas riadenia - nedostatočné finančné zdroje na realizáciu výstavby - zlé, respektíve nedostatočné povedomie o vodných elektrárnach v regióne Oravy - negatívne vyjadrenie orgánov ochrany ŽP k výstavbe

- začiatok nového programového obdobia 2014 – 2020 - dobrá návratnosť investovania - možnosti využívania na veľkej časti územia Oravy - zmiernenie erozívneho procesu na horských a stredných úsekoch tokov	- zlá a neprehľadná legislatíva - ekonomická hrozba determinovaná zvýšenou cenou za výrobu el. energie - ukončenie podnikateľských aktivít spoločností zaoberajúcich sa vodnými elektrárnami - odliv kvalifikovaných a vzdelaných pracovníkov z regiónu - byrokracia - nekvalitne spracovaná a nadimenzovaná /poddimenzovaná projektová dokumentácia - nebezpečenstvo záplav - prekračovanie limitov vypúšťaných látok do vodných tokov a havárie podnikov na vodných tokoch - zvyšovanie sedimentačnej činnosti toku - nevysporiadané vzťahy (pozemky)
--	--

5 Vytypovanie ďalších lokalít s predpokladmi na výstavbu vodných elektrární

Lokalitu vhodnú pre výstavbu MVE treba vybrať s ohľadom na limity prírodného prostredia. Pri ich plánovaní je vhodné pokiaľ sa dá využiť miesta bývalých vodných mlynov a píl. Je to preto, že pozostatky starého vodného diela (odtokový kanál, stavidlo, atď.) môžu výrazne znížiť náklady na výstavbu. Príkladom takéhoto miesta je píla v Oravskom Bielom Potoku, kde sa v minulosti využívala energia z vodnej turbíny. Prevádzka píly stále funguje, avšak v súčasnosti je turbína nefunkčná. V tomto mieste je teda veľký potenciál na obnovenie tohto zdroja energie, pričom by však bolo potrebné urobiť návrh a pravdepodobne vymeniť aj starú turbínu.



Obrázok 23 Bývala MVE pri píle v Oravskom Bielom Potoku

Zdroj: archív Eko-Centra, o.z.

Najvhodnejšie toky pre potenciálne využitie hydroenergetického potenciálu sú Biela Orava, Studený potok, rieka Orava, Polhoranka, Bystrá, Oravica, Račovský potok v katastrálnom území obce Oravský Podzámok, Dolniansky potok v katastrálnom území obce Lomná a Čierna Orava. Je tu predpoklad inštalácie MVE s výkonom od 0,019 MW do 1,450 MW, pričom rieka Orava je využiteľná v celom svojom profile.

Dolniansky potok v obci Lomná má relatívne veľký spád na malej dĺžke pri budove obecného úradu, čo je vhodný predpoklad pre umiestnenie malej turbíny s predpokladaným tlakom 1 atmosféra. Čierna Orava je rieka, ktorej vody zásobujú Vodnú nádrž Oravská priehrada, preto je dôležitá pre poľsko-slovenské prihraničie. Ako najvhodnejší bod pre vybudovanie MVE na tejto cezhraničnej rieke bol určený profil Jablonka.

Vďaka technológii tzv. mikroturbín možno využiť aj toky s veľmi malým energetickým potenciálom alebo aj vodovodné zariadenie.

Ponúknuť čitateľom konkrétne miesto pre výstavbu MVE nie je prakticky možné. Do výberu najvhodnejšieho miesta vstupuje množstvo premenných, ktoré vytvárajú celkový pohľad na vhodnosť miesta výstavby. Veľmi dôležité je poznať spád rieky, jej prietok v jednotlivých mesiacoch, šírku riečišťa, existenciu chránených území. Všetky tieto údaje môžu záujemci zistiť v sídlach správcov povodí jednotlivých riek. V tomto prípade je to Slovenský vodohospodársky podnik, Správa povodia horného Váhu.

V existujúcich MVE je možná inštalácia moderných a účinnejších turbín a agregátov. V prevádzke totiž nájdeme aj storočné zariadenia, čo však svedčí o precíznosti prác a kvalite zariadenia. Modernizáciou je možné využiť vodný potenciál efektívnejšie a energetická produkcia by bola o niekoľko desiatok percent vyššia.

5.1 Zhodnotenie zdrojov

Objem dosiahnuteľnej vodnej energie z danej hydroenergetickej stavby je funkciou **spádu** turbíny a odpovedajúceho **prietoku**. Preto si využívanie vodnej energie vyžaduje zhodnotenie vodného zdroja, ktoré závisí od prírodných procesov s lokálnym výskytom a od charakteristiky resp. vlastností terénu. Dosiahnutie spoľahlivého zhodnotenia je však problematické.

Obyčajne sa na odhad vodných zdrojov berú do úvahy historické údaje odpovedajúce pevne stanovenému miestu. Zdrojom údajov o nameraných prietokoch na významnejších riekach je Ministerstvo životného prostredia alebo ústav hydrológie, či iné organizácie podobného charakteru. Záznamy je možné použiť na vyhodnotenie prietokov týchto tokov v mieste navrhovanej výstavby, pokiaľ sa patrične zohľadní umiestnenie diela vo vzťahu k meracej stanici (pred alebo za stanicou).

Z dôvodu zložitosti sú pochybnosti ohľadne presnosti a spoľahlivosti zhodnocovania založeného na historických údajoch špecifických pre konkrétne miesto. Možné následky nepresných informácií hodnotiacich vodné zdroje:

1. podhodnotenie môže byť príčinou slabej motivácie k využívaniu vodnej energie,
2. vyhodnocovaním vychádzajúcim z pozorovania konkrétneho vybraného miesta sa môžu opomenúť potenciálne udalosti na iných miestach, čo môže viesť k chybnému plánovaniu,

3. zozbieranie údajov z väčšieho počtu miest, ktoré pokrývajú široké územie je drahé a časovo náročné.

Vďaka geografickému informačnému systému (GIS - Geographical Information System), či modelom s diaľkovo snímanými údajmi alebo hydrologickým modelom, je možné komplexne riešiť vyššie spomenuté obmedzenia. Vďaka tomu je dnes možná nielen priestorová, ale aj časová simulácia skutočnej hydrologie voči dostupnosti vody v regióne.

Hydrologické modely sú zjednodušenými a koncepčnými interpretáciami časti hydrologického cyklu. Využívajú sa na hydrologickú prognózu ako aj na pochopenie hydrologických procesov. Tieto modely vo všeobecnosti využívajú matematické a štatistické koncepcie na prepojenie určitých vstupov (napr. zrážok, teploty atď.) na modelový výstup (napr. odtok).

Aj keď existuje veľa prínosov hydrologických modelov založených na procesoch, ktoré sú integrované do GIS, sú známe aj určité ich obmedzenia. Jedným je požiadavka veľkého objemu dát týkajúcich sa využitia pozemkov, pôdy a klímy.

5.2 Odhad zdroja na lokálnej úrovni

Jediný zdroj potrebný pre malú vodnú elektrárňu či mikroelektrárňu je tečúca voda dostupná pri určitom sklone. Plánovanie pre ktorúkoľvek z malých vodných elektrární začína čo najpresnejším odhadom spádu a prietoku dostupného na navrhovanom mieste.

5.2.1 Spád

Spád je výškový rozdiel vodných hladín a v praxi sa väčšinou rozlišujú dva druhy:

o Hrubý spád (celkový):

- ide o celkový statický spád, ktorý je daný rozdielom hladín pri nulovom prietoku vodnou elektrárnou, teda vertikálna vzdialenosť medzi vrcholom potrubia alebo kanála odvádzajúceho vodu z toku a bodom, v ktorom sa z turbíny vypúšťa.
- meranie:
 - o nivelačné prístroje a teodolity - v prípade, ak potrebujeme vedieť presný údaj, najmä ak ide o dlhšie privádzače, toto meranie je potrebné objednať u špecialistu, ktorý ho vykoná pomocou profesionálnych zariadení,
 - o zameriavacie zariadenia - prenosné zariadenia, ktoré merajú uhol sklonu svahu (tieto sa zvyknú nazývať sklonomery alebo Abneyove vodováhy). Ide o malé a kompaktné zariadenia, ktoré môžu byť vybavené i diaľkomerom, ktorý eliminuje problém merania lineárnej vzdialenosti. Chyba pri odhade je tu obvyčajne niekde medzi 2 až 10% v závislosti na zručnosti používateľa zariadenia,

- o latka s centimetrovým delením - používa sa pre relatívne presný odhad, pričom využijeme výškovú niveláciu na úseku od vtokového objektu po úroveň spodnej hladiny na odpade z turbíny,
- o mapa - ak postačuje veľmi hrubý odhad, ten je možné určiť aj z mapy,
- o pomocou záhradnej hadice - jednoduchá metóda stanovenia spádu je pomocou hadice (6-10 m dlhej). Spočíva v tom, že dvaja ľudia postupujú v smere toku od miesta umiestnenia turbíny do miesta odberu vody tak, že človek držiaci hadicu na vyššom konci ju ponorí do vody a druhý držiaci spodný koniec ju postupne vydvihuje do výšky a sleduje, kedy voda z hadice prestane vytekať. Táto výška sa zaznačí a obaja postúpia vyššie v smere toku a celý postup opakujú až do najvyššieho bodu odberu vody. Nakoniec sa všetky parciálne namerané výšky sčítajú a dajú celkovú výšku spádu.
- o výškomery (altimetre) - sú celkom užitočné pri predprojektových štúdiách na miestach s veľkým spádom. Geodetické výškomery vykazujú vo všeobecnosti chybovosť len 3% na úseku 100 m. Tu je však potrebné počítať i s kolísaním atmosférického tlaku. Preto sa táto metóda neodporúča ako všeobecná, ale skôr len na približné merania (predprojektové štúdie).
- o **Využitelný spád (čistý):**
 - od hrubého spádu sa líši len odčítaním hydraulických strát. Tie vznikajú tesne pred vodným motorom a za ním (v privádzači a odpade), čo je spôsobené vplyvom poklesu hladiny hornej vody pri prevádzke, vplyvom vzdúvania hladiny spodnej vody a taktiež zmenami smeru toku a objemovými stratami (v česliach, v privádzacom kanáli, v potrubí a podobne).

Hodnota hrubého spádu sa používa len ako približný odhad ale pre presný výpočet je potrebné poznať hodnotu čistého spádu.

5.2.2 Prietok

Prietok je množstvo vody, ktoré pretečie za časovú jednotku v danom profile. Ide o premenlivú veličinu, ktorá závisí od viacerých parametrov. Mení sa často zo dňa na deň a taktiež sú typické sezónne variácie. Presný údaj je možné zistiť z databáz Slovenského hydrometeorologického ústavu alebo z údajov príslušnej správy toku, resp. na miestnych úradoch. Je to dlhodobý priemerný prietok Q_a (M - denné prietoky, N - ročné prietoky). V prípade, ak tento údaj nie je možné takto získať, je potrebné urobiť meranie, ktoré sa vykonáva vo viacerých miestach pozdĺž toku. Výber týchto miest je veľmi dôležitý, nakoľko vodný tok naberaá vodu pozdĺž toku. Ak je možné vybudovať zásobník vody

(rezervoár), potom sa tieto zmeny vylúčia a poskytnú konštantný prietok počas celého roku. Avšak výstavba takéhoto zásobníka môže predstavovať aj viac ako polovicu investičných nákladov celej MVE.

Najdôležitejšie pre stanovenie využiteľnej energie vody sú M - denné prietoky, pričom tieto hodnoty udávajú zaručený prietok v danom profile toku po určitý počet dní. Údaje sa uvádzajú číselne v obvyklom členení po 30 dní v roku.

MVE sa zvyčajne navrhujú na 90-dňový až 180-dňový priemerný prietok, čo závisí od úrovne plánovanej technológie, čiže najmä od schopnosti turbíny prispôbiť sa pomocou regulácie zmenám prietoku. Pri výpočte využiteľného prietoku v elektrárni treba počítať s minimálnym sanačným prietokom pôvodného koryta. Je nevyhnutné ho ponechať v riečišti a nie je možné s ním kalkulovať pre energetické využitie. Sanačné množstvo sa stanovuje vo vodoprávnom konaní a zodpovedá obvykle 330, 355 alebo 364-dňovému dennému prietoku vody.

Existuje niekoľko metód merania prietoku:

- o pomocou vedra - meranie založené na prehradení toku brvnami a odvedení vody do meracej nádoby (vedra alebo suda). Je to najjednoduchší a najrýchlejší spôsob merania prietoku u veľmi malých tokov. Celý prietok je odvedený do vedra alebo sudu a zaznamenaná sa čas potrebný na naplnenie nádoby. Údaje o prietokovej rýchlosti je tak možné získať jednoduchým vydelením objemu nádoby časom potrebným na jej naplnenie. Prietoky do 20 l/s je možné merať pomocou 200-litrového suda. Vybavením potrebným na túto metódu sú vedro/sud a stopky. Meranie sa opakuje viackrát, aby bolo možné vylúčiť nepresnosti spojené s týmto postupom.
- o metóda merania prietoku pomocou plávajúcich telies - zameraná na meranie rýchlosti prúdenia (m/s) a prierezu plochy toku (m²), pričom prenásobením týchto dvoch údajov získame prietok (m³/s). Rýchlosť sa môže stanoviť napríklad pomocou plaváku, pričom sa meria čas, za ktorý prekoná stanovenú dĺžku toku a následne sa spriemerujú výsledkov z veľkého počtu pokusov. Táto rýchlosť sa následne musí znížiť o korekčný faktor, ktorý odhaduje priemernú rýchlosť na rozdiel od rýchlosti povrchovej. Vynásobením spriemerovanej a skorigovanej rýchlosti prietoku je možné uskutočniť odhad objemovej prietokovej rýchlosti. Meranie prierezu je zložité pokiaľ ide o členité toky. V takomto prípade je potrebné rozdeliť si tok na jednoduché časti a pre každú prenásobíme jej šírku s dĺžkou. Hodnotu prietoku je ešte ale potrebné prenásobiť koeficientom, ktorý zohľadňuje trenie v dôsledku nerovností toku. Tento koeficient je 0,8 pre pieskovité dno, 0,7 pre dno s malými kameňmi a 0,6 pre dno s veľkým počtom veľkých kameňov.
- o hydrometrické vrtule - táto metóda je presnejšia ako metóda merania prietoku pomocou plávajúcich telies. Hydrometrická vrtuľa pozostáva z hriadeľa s vrtulou alebo otočných kalíškov pripevnených ku koncu. Vrtuľa voľne rotuje a rýchlosť rotácie závisí od rýchlosti toku. Jednoduchý mechanický čítač

zaznamenáva počet otáčok vrtule, ktorá sa umiestni do želanej hĺbky. Spriemerovaním načítaných hodnôt odobratých rovnomerne po celej dĺžke priečného profilu je možné získať údaj o priemernej rýchlosti toku.

- o metóda merania prietoku soľným oblakom - bola vyvinutá z metódy merania prietoku indikátorom s rádioaktívnymi stopovačmi používanými pre rieky. Je ju ľahké uskutočniť a je dostatočne presná (pravdepodobnosť chyby je menšia ako 7%) a spoľahlivá pre širokú škálu typov tokov.

Vedro naplnené silným vodným roztokom sa naleje do toku. Mrak vodného roztoku sa pri svojom posune dolu prúdom začne šíriť tokom. Po prekonaní určitej vzdialenosti po toku vyplní celú šírku toku. Mrak bude mať úvodný úsek s malým obsahom soli, strednú časť so silným obsahom soli a konečný úsek bude opäť obsahovať menej soli. Slanosť (obsah soli) vo vode je možné zmerať pomocou elektrického merača vodivosti. Ak je tok slabší, nedôjde k veľkému zriedeniu soľného roztoku. Tým bude elektrická vodivosť mraku (ktorá je väčšia, čím slanšia je voda) vysoká. Z toho vyplýva, že pomalé toky sú indikované vysokou vodivosťou a naopak.

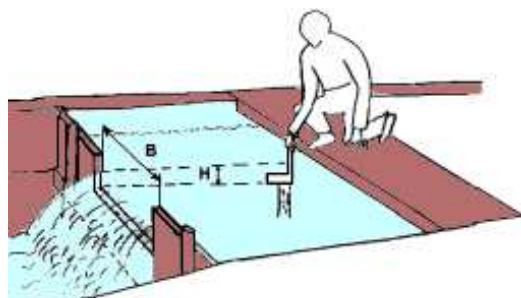
Prietoková rýchlosť je preto nepriamo úmerná stupňu vodivosti mraku. Vyššie uvedený fenomén vychádza z predpokladu, že mrak prejde cez sondu v tom istom čase v každom z prípadov. Pri pomalších prietokoch však mraku trvá dlhšie prejsť sondou. Preto je prietok nepriamo úmerný času prechodu mraku sondou. Zariadenia potrebné na meranie prietoku metódou soľného mraku sú vedro, kuchynská soľ, teplomer a merač vodivosti (s rozpätím 0-1000 mS).

- o prelivy s výrezom na meranie prietoku - (viď. obrázok 24) preliv s výrezom na meranie prietoku je vlastne haťou s prielivovou hranou určitého výrezu, cez ktorú je nútená pretekať voda v toku. Prietoková rýchlosť sa môže stanoviť z rozdielu vo výške medzi hladinou hornej vody a spodkom výrezu. Na účely dosiahnutia spoľahlivých výsledkov musí byť koruna prelivu ostrá a musí sa zabrániť hromadeniu usadenín za ním.

Takéto prelivy či hate môžu byť postavené z betónu, kovu alebo dokonca z dreva a musia byť vždy inštalované pod pravým uhlom voči toku. Mali by sa umiestňovať do bodu, v ktorom je tok priamy a na ktorom nevznikajú žiadne víry. Na hornom toku by mal byť rozdiel medzi bodom merania a korunou hate prinajmenšom dvojnásobkom spádu, ktorý sa má merať. V blízkosti zárezu by nemal byť prietok ničím obmedzovaný, hradený a hať musí byť dokonale utesnená proti pretekaniu.

Medzi vzdutím hladiny H za prepádovou hranou s prietokom Q existuje závislosť, ktorá je znázornená v tabuľke. Tieto údaje platia pre prepádovú hranu $B=1\text{m}$.

H (m)	Q (l/s)	H (m)	Q (l/s)	H (m)	Q (l/s)
0,02	5	0,28	265	0,68	1005
0,04	14	0,32	324	0,72	1095
0,06	26	0,36	387	0,76	1188
0,08	40	0,40	453	0,80	1283
0,10	56	0,44	523	0,90	1530
0,12	74	0,48	596	1,00	1793
0,14	93	0,52	672	1,10	2069
0,17	125	0,56	751	1,20	2360
0,20	160	0,60	833	1,30	2660
0,24	210	0,64	918	1,40	2970



Obrázok 24 Meranie prietoku vody

Zdroj: literatúra [7]

5.2.3 Ďalšie potrebné údaje

Na posúdenie vhodnosti lokality sú dôležité aj tieto aspekty:

- o vzdialenosť od prípojky vysokého napätia (VN) alebo veľmi vysokého napätia (VVN) s dostatočnou kapacitou,
- o možnosť umiestniť vhodnú technológiu, čiže sú potrebné vhodné geologické podmienky a dostupnosť lokality pre ťažké mechanizmy (prípadne vhodnosť pre vybudovanie potrebnej spevnenej komunikácie),
- o minimalizovať prípadný hluk, ktorý môže rušiť obyvateľov, alebo uskutočniť odhlučnenie,
- o miera zásahu do prírody a začlenenie do reliéfu danej lokality, záťaž prírody pri výstavbe, ohrozenie vodných živočíchov,
- o dodržiavanie odberu dohodnutého množstva vody (možnosť využiť automatické riadenie s hladinovou reguláciou, ktorým sa vylúči nevhodný vplyv obsluhy MVE),
- o spôsob odstraňovania naplavenín vyťažených z vody, nutnosť zabezpečenia ich odvozu a likvidácie,
- o vysporiadané majetkové vzťahy k pozemku, vlastníctvo alebo jeho prenájom a postoj miestnych úradov.

Pri dôslednom zohľadnení všetkých uvedených parametrov by MVE svojou prevádzkou nemala vážne narušiť životné prostredie. Je veľmi dôležité sledovať dodržiavanie odberu vody z pôvodného koryta, tak aby nedošlo k zníženiu minimálneho sanačného množstva vody cez stavidlo.

5.2.4 Hodnotenie lokality

Predbežný odhad dosiahnuteľného výkonu MVE vypočítame pomocou vzťahu:

$$P = k \cdot Q \cdot H,$$

kde:

P	- výkon [kW],
k	- konštanta, ktorá je uvádzaná v rozsahu od 5 do 7 pre MVE a od 8 do 8,5 pre stredné a veľké. Tento údaj ovplyvňuje účinnosť agregátu a technickú úroveň použitej technológie,
Q	- prietokové množstvo vody alebo priemerný prietok [m ³ /s],
H	- spád využiteľný turbínou v [m].

Množstvo vyrobenej elektriny vo vodnej elektrárni vypočítame pomocou vzťahu:

$$E = P \cdot T,$$

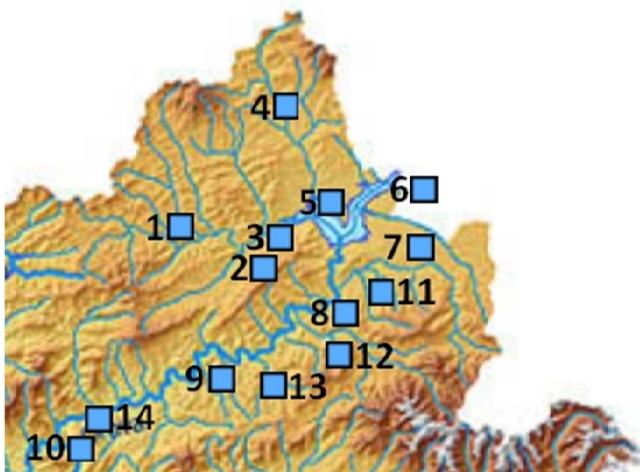
kde:

E	- množstvo vyrobenej energie počas roka [kWh],
P	- výkon [kW],
T	- počet prevádzkových hodín počas roka [h].

Počet prevádzkových hodín počas roka sa stanoví podľa počtu dní M, v ktorých môže turbína so zvoleným regulačným rozsahom pracovať (aspoň 4 000 h).

Tabuľka 3: Priemerné mesačné prietoky v roku 2008

	Tok	Stanica	$Q_{r,2008}$	$Q_{max,d,2008}$	$Q_{min,d,2008}$	Priemerné mesačné prietoky v roku 2008											
						I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Biela Orava	Zákamenné	1,602	40,03	0,235	2,518	1,877	3,761	2,456	0,635	0,603	2,377	0,544	0,568	0,914	0,958	1,975
2	Biela Orava	Lokca	5,998	125,6	0,402	9,563	7,965	15,160	8,362	3,426	1,521	8,300	2,544	2,188	2,756	2,820	7,207
3	Veselianka	Oravská Jasenica	1,112	13,75	0,188	1,156	1,390	2,760	1,352	0,856	0,524	1,218	0,692	0,518	0,666	0,758	1,429
4	Polhoranka	Oravská Polhora	1,53	25	0,338	1,147	1,213	1,958	1,477	0,691	0,480	2,486	0,800	1,050	0,854	0,546	1,104
5	Polhoranka	Zubrohlava	2,694	31,38	0,555	3,538	3,663	5,461	3,021	1,851	1,006	3,999	1,507	1,940	1,965	1,566	2,776
6	Čierna Orava	Jablonka	1,563	36,72	0,339	1,682	1,769	3,328	1,320	0,801	0,534	2,380	0,669	1,618	1,721	1,140	1,750
7	Jelešňa	Trstená	0,702	77,61	0,203	0,562	0,658	0,952	0,575	0,351	0,267	2,263	0,564	0,493	0,744	0,367	0,592
8	Orava	Tvrdošín	13,537	92,34	3,18	14,450	20,430	28,350	32,920	9,762	7,079	8,254	10,820	7,899	6,963	7,546	8,459
9	Orava	Oravský Podzámok	22,092	241,3	7,39	23,120	27,850	41,200	42,150	18,390	12,510	26,910	18,500	13,020	14,500	12,450	14,600
10	Orava	Dierová	27,33	248	8,755	31,230	35,710	55,750	49,390	21,900	14,800	30,670	21,840	15,280	16,650	14,670	20,130
11	Oravica	Trstená	2,285	157	0,721	1,622	1,389	2,769	2,195	1,606	1,100	7,224	2,300	1,799	2,383	1,224	1,658
12	Studený potok	Oravský Biely Potok	3,015	94,55	1,219	1,652	1,829	2,631	3,029	3,685	2,157	8,373	3,445	2,151	3,155	1,783	2,126
13	Chlebnický potok	Chlebnice	0,311	7,161	0,052	0,213	0,372	0,759	0,347	0,158	0,116	0,500	0,364	0,214	0,172	0,142	0,363
14	Zázrivka	Párnica	1,906	42,91	0,557	2,443	2,154	4,502	2,956	1,583	0,867	2,204	1,017	0,739	0,869	1,068	2,370

Zdroj: http://www.shmu.sk/File/kvantPV2008/mes_extrQ2008_Vah.pdf

5.3 Prekážky netechnického charakteru pri realizácii

Pri prevádzke MVE je potrebné vlastniť licenciu pre podnikanie v energetike (živnostenský list sa nevydáva). Ak prevádzkovateľ nemá vzdelanie v obore, potom je potrebné absolvovať rekvalifikačný kurz (pre MVE do 1 MW).

V čase prevádzky MVE je najdôležitejšie dodržať podmienky stanovené vodoprávnym úradom. Tie sú v povolení k nakladaniu s vodami (hlavne dodržiavanie odberu dohodnutého množstva vody). Nedodržiavanie minimálneho prietoku cez stavidlo je pokutované.

Legislatívne prekážky

- vodohospodárske orgány schvaľujú stavbu bez väčších problémov v miestach, kde už takéto dielo je v prevádzke, alebo aspoň bolo v minulosti.

Prekážky súvisiace s charakterom lokality

- ide o miesta v chránenom území a keďže veľká časť Oravy je chránenou krajinou oblasťou, s touto prekážkou sa často môžeme stretnúť.

Majetkové prekážky

Ekonomické prekážky

- najviac ovplyvňujú výstavbu MVE. Za súčasných podmienok je ťažko uskutočniť realizáciu s optimálnou dobou návratnosti, čo je pod 10 rokov.

5.4 Postup pri zriaďovaní MVE

Predprojektová príprava

V rámci predprojektovej prípravy je potrebné posúdiť možnosti realizácie MVE a pripraviť všetky podklady potrebné na získanie povolenia k jej zriadeniu. Záujemcovia sú povinní:

- nájsť vhodnú lokalitu a vyriešiť otázku kúpy alebo prenájmu,
- zaevidovať sa ako záujemca o stavbu MVE na oddelení životného prostredia na príslušnom úrade,
- overiť hydrologické podmienky vytipovanej lokality,
- overiť si nutné podmienky, ktoré budú v danej lokalite na základe predpisov pravdepodobne povinné pri realizácii (obmedzenia vyplývajúce z predpisov o ochrane pôdneho fondu, ochrane lesa, ochrane životného prostredia, alebo obmedzenia vo vodnom či stavebnom zákone apod.),
- opatriť si technicko-ekonomickú štúdiu energetického využitia lokality spolu s návrhom technologického zariadenia a s odhadom celkových investícií a tiež návratnosti stavby,
- získať povolenie k nakladaniu s vodami vo vodohospodárskom orgáne a zaistiť podmienky pre získanie stavebného povolenia.

Spracovanie projektu a získanie stavebného povolenia

Cieľom tejto etapy je získať stavebné povolenie na príslušnom stavebnom úrade. Záujemca musí podniknúť tieto kroky:

1. Dohodnúť možnosť pripojenia MVE do siete a dohodnúť podmienky výkupu vyrobenej elektriny.
2. Vybrať najvhodnejšiu technológiu a výrobcu zariadenia.
3. Zaisťiť si projektovú dokumentáciu.
4. Získať stavebné povolenie.

Nasleduje technická realizácia diela.

6 Príklad realizácie MVE v obci Lomná

Predstavitelia obce Lomná v zastúpení starostom obce sa rozhodli podporiť zámer rozvoja obnoviteľných zdrojov energie. MVE v obci Lomná je zrealizovaná na rieke Biela Orava. Okrem dosiahnutého cieľa, skvalitnenie verejného osvetlenia a tým zabezpečenia rovnomernosti na cestách a verejných priestranstvách, sa zvýšila bezpečnosť v obci pri kalamitných situáciách. V jarých mesiacoch pri topení snehu v horských oblastiach, ako aj pri silných búrkach dochádzalo k vylievaniu toku, následne narušeniu časti lesného územia a poškodeniu siete vysokého napätia smerujúceho do obce. Výstavbou MVE sa zabránilo stavu, kedy by do obce neprúdila žiadna energia. MVE tiež slúži, vzhľadom na polohu obce, na zadržiavanie nánosov, čím sa prispelo k skvalitneniu životného prostredia v obci Lomná.

Realizáciou tohto projektu sa dosiahli nasledovné ciele:

- o zvýšenie podielu využívania alternatívnych zdrojov energie,
- o využitie energetického potenciálu vodného toku Biela Orava na výrobu elektrickej energie v MVE,
- o propagácia ekologických technológií k zásobovaniu el.energie,
- o zvýšenie atraktivity územia,
- o motivácia ďalších subjektov v záujme rozšírenia využívania alternatívnych zdrojov energie.

MVE v obci Lomná je vo vlastníctve obce, pričom jej inštalovaný výkon je 96 kW. Celý projekt by stál obecnú pokladnicu 848 344 €, ale z väčšej časti (69 %) bola výstavba financovaná z fondu INTERREG IIIA SR-ČR, ktorý podporuje cezhraničnú spoluprácu medzi Slovenskou a Českou republikou. V elektrárni je inštalovaná Kaplanova turbína.

Celkový ročný príjem, ktorý prináša MVE je 33 843 € z čoho vyplýva doba návratnosti 7,8 roku pre obec, a 25 pre celkovú investíciu.

MVE v Lomnej

Celková investícia:	848 344 €
Financovanie z fondov:	584 279 €
Dotácia získaná z programu:	INTERREG IIIA SR-ČR
Investícia obce:	264 065 €
Maximálny prietok:	2,35 m ³ /s
Maximálny spád:	4,60 m
Minimálny prietok:	0,23 m ³ /s
Minimálny spád:	2 m
Výstavba vedenia:	investor SSE Žilina
Cena turbíny:	321 980 €
Spôsob odvodu vody:	postavená hať na rieke



**Obrázok 25 Kaplanova turbína v MVE
v Lomnej**

Zdroj: archív Eko-Centra, o.z.



Obrázok 26 MVE v Lomnej

Zdroj: archív Eko-Centra, o.z.

7 Vplyvy vodných diel na riečne biotopy

So zvyšovaním intenzity ekonomickej aktivity človeka sa voda stáva čoraz reálnejším limitujúcim činiteľom rozvoja spoločnosti. Existencia ľudstva závisí aj napriek všestrannému technickému pokroku a civilizačnej úrovni hlavne od zachovania obnoviteľných prírodných zdrojov ako aj racionálneho využívania a nahradzovania neobnoviteľných prírodných zdrojov. Je nepochybné, že časť týchto zdrojov bude nenávratne exploatovaná. U nevyčerpatelných zdrojov (patrí tu aj voda) toto nebezpečenstvo nehrozí pokiaľ ide o samotnú materiálnu podstatu, avšak vplyvom sústavného poškodzovania sa môže podstatne obmedziť jej využiteľnosť.

Pre normálne fungovanie riečného ekosystému je nevyhnutné zachovanie riečného kontinua, teda pozdĺžnej spojitosti jednotlivých úsekov vodného toku. Mnohé druhy rýb migrujú a preto je dôležité, aby v riekach neboli bariéry, ktoré by im v tom bránili. Je tu ale aj iný, už menej známy dôvod. Hlavným energetickým zdrojom riečnych ekosystémov je v ich horných častiach lístie, ktoré sa do riek dostáva z brehových porastov. Riečny ekosystém si nevystačí s tým, čo sám vyprodukuje v procese fotosyntézy, napr. riasy či machy, ale je energeticky závislý od prísunu energie (viazanej v lístí) zo suchozemského prostredia. Lístie, ktoré sa dostane do vodného toku, je postupne organizmami, hlavne živočíchmi, žijúcimi na dne vodných tokov (tzv. drviče), rozdrobované a konzumované. Postupne sa mení z hrubého detritu na jemnejší detrit, a ten je transportovaný vodným tokom do nižších úsekov, kde sa ním živí iné živočíchy (tzv. zbierače). Tie, ktoré žijú z tohto rozdrobeného a transportovaného lístia sú teda závislé od toho, čo sa deje v toku nad miestom kde žijú. Výstavba vodného diela na vodnom toku tieto procesy naruší. Detrit, ktorý by sa za normálnych podmienok dostal po prúde oveľa nižšie, je zachytený vo vodných nádržiach. Tu sa ukladá na dne a za istých okolností môže zhoršovať kvalitu vody no hlavne, chýba organizmom v toku pod nádržou. V prípade vybudovania vodných diel viacerých za sebou nemá vodný tok šancu tieto straty nahradiť. A hlavne ak sa vyrúbu brehové porasty, napr. v rámci tzv. protipovodňového opatrenia. V praxi sa to prejaví nižšou produkciou rôznych drobných živočíchov, ktoré sa na dne živia transportovaným detritom. Tie sú zasa potravou iných rýb, takže v konečnom dôsledku sa vplyv vodného diela prejaví napríklad nižšími úlovkami rýb.

Pri vybudovaní vodného diela ide taktiež o narušenie migračných trás rýb, pretože mnohé druhy v čase rozmnožovania plávajú proti prúdu a do prítokov, kde sa neresia. Niektoré, napr. úhory, plávajú dole prúdom. Rybovody sú síce riešením, avšak môže sa stať, že keď sa ryby nimi dostanú nad hať, stratia v stojatej vode orientáciu, keďže tu neexistuje prúd, pomocou ktorého by sa orientovali.

Vo vode nad haťami sa ukladajú anorganické sedimenty (štrky, piesky, íly), ktoré následne chýbajú v koryte pod nádržou (vzniká efekt tzv. hladnej vody). Voda zbavená sedimentov má stále energiu na erodovanie dna vodného toku. Keďže odnášaný materiál nie je dopĺňaný materiálom prinášaným z vyšších častí toku, rieka sa zarezáva. Rieky v podhorských úsekoch zvyčajne tečú na svojich náplavoch v riečnej nive. Hladina podzemnej vody je plytko pod povrchom, a je spojená s hladinou vody

vo vodnom toku. Ten ak sa zarezáva, klesá aj hladina podzemnej vody v riečnej nive. Pôvodne vlhká niva s dobre zavodnenými pôdami a mokraďami sa vysúša, mokrade sa menia na step, či lesostep. Namiesto topoľov a vrb nastupujú šípky, trnky, hlohy, agáty.

Vo vodných nádržiach sa mení aj teplota vody. V prípade hatí MVE je doba zdržania vody relatívne krátka, takže voda sa v lete iba viac zohreje. V prípade väčších nádrží, kde je doba zdržania vody dostatočne dlhá, sa vytvárajú podmienky ako v jazerách. Voda má vlastnosť, že s rastúcou teplotou, klesá jej hustota. Teplá voda je teda ľahšia, drží sa hore. Zmeny teploty úplne menia spoločenstvo organizmov pod nádržou. Priehrady menia aj zloženie potravy dostupnej vodným živočíchom. Ak je nádrž dosť veľká na to, aby sa v nej vytvorili podmienky podobné jazeru, vytvára sa v nej planktón.

Vplyvy vodných tokov na biotopy:

Zmena vodného režimu

- o stojatá voda a jej režim preferujú druhové zloženie generalistov na úkor špecialistov,
- o migrácia druhu, či už v rámci toku, alebo pre ryby, ktoré migrujú z morí do vrchných častí tokov a/alebo naopak je obmedzená až znemožnená,
- o rozdrobenie populácie, zníženie genetickej biodiverzity.

Pohyb živín hore a dole po toku

- o narúšanie potravinového reťazca vymiznutím migrujúcich druhov, ktoré prinášajú živiny,
- o sedimentácia koloidov a pevných častíc nesených prúdom.

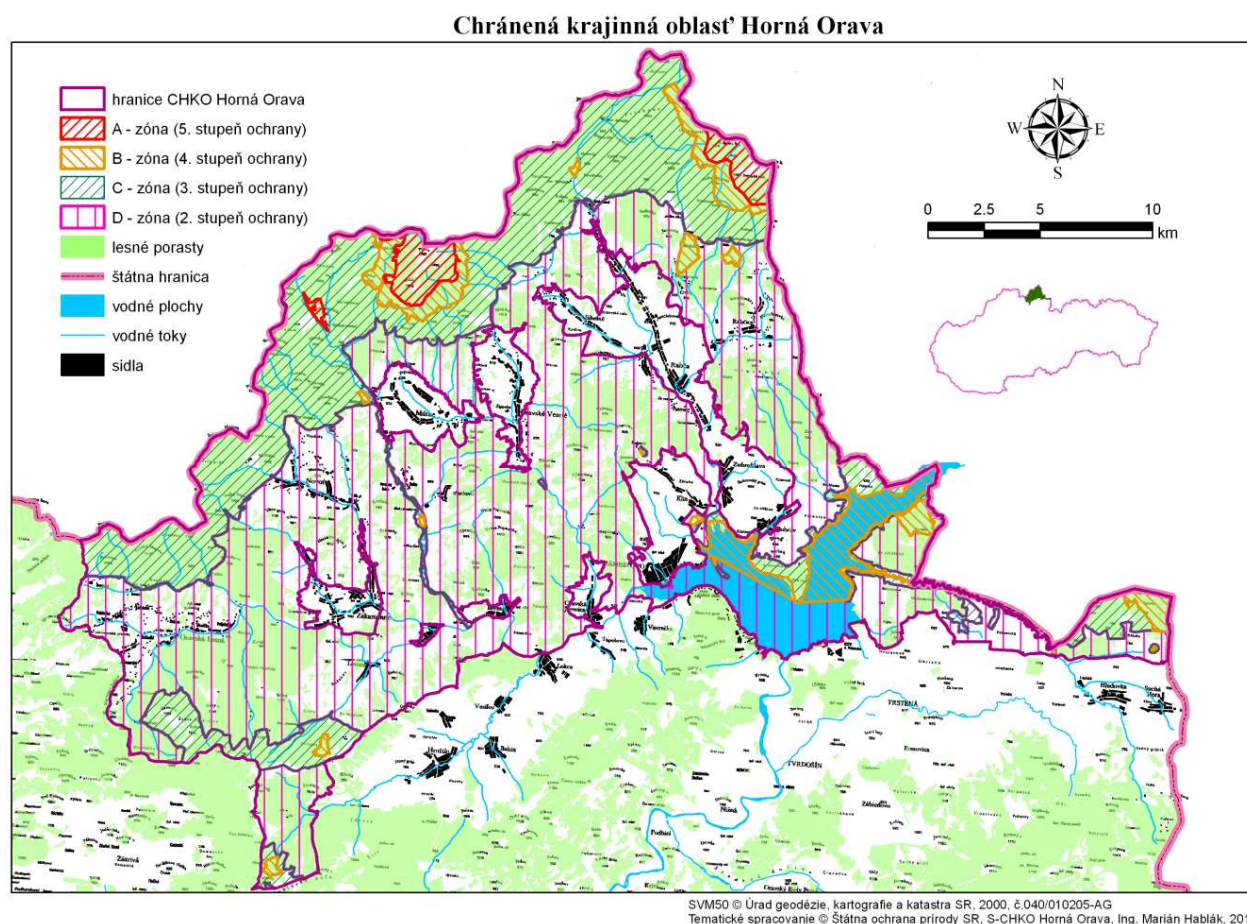
Zmena hladiny podzemnej vody

- o mení sa druhové zloženie rastlínstva, podmáčané pôdy vyhovujú rastlinám prispôsobeným periodickým záplavám/koreňom ponoreným vo vode.

Zabratie veľkého územia na úkor pôvodných biotopov

- o strata porastov okolo brehov riek.

8 Analýza chránených území v potenciálnych lokalitách



Obrázok 27 Chránená krajinná oblasť Horná Orava

Zdroj: Správa CHKO Horná Orava 2013

Zákon o ochrane prírody a krajiny 543/2002 Z.z. prijala Národná rada Slovenskej republiky dňa 26. 9. 2002. Účinnosť tohto zákona je od 1.1.2003. Zverejnený bol v Zbierke zákonov č. 212/2002 strana 5410 (<http://www.cemba.cz/543r02sk.html>).

Tento zákon upravuje pôsobnosť orgánov štátnej správy a obcí, ako aj práva a povinnosti právnických osôb a fyzických osôb pri ochrane prírody a krajiny s cieľom prispieť k zachovaniu rozmanitosti podmienok a foriem života na Zemi, utvárať podmienky na trvalé udržiavanie, obnovovanie a racionálne využívanie prírodných zdrojov, záchranu prírodného dedičstva, charakteristického vzhľadu krajiny a na dosiahnutie a udržanie ekologickej stability (<http://www.ba-lesy.sk/zakony/files/543.pdf>).

Národná sústava chránených území

Národnú sústavu chránených území tvorí v súčasnosti 9 národných parkov, 14 chránených krajinných oblastí, 388 prírodných rezervácií, 219 národných prírodných rezervácií, 217 prírodných pamiatok, 11

národných prírodných pamiatok a 166 chránených areálov. K prírodným pamiatkam patrí aj 79 jaskýň a 5 prírodných vodopádov. Národná sústava chránených území pokrýva 24,95 % územia Slovenska.

Veľkoplošné chránené územia

Do sledovaného územia zasahuje nasledovné veľkoplošné chránené územie: Národný park Malá Fatra, Národný park Veľká Fatra, Tatranský národný park.

Maloplošné chránené územie

V študovanom území sa nachádzajú nasledovné maloplošné chránené územia (tabuľka č. 4).

Tabuľka 4: Maloplošné chránené územia vybranej časti regiónu

Kategória	Názov maloplošného chráneného územia
CHKO	Horná Orava
CHA	Orava, Oravská priehrada, Vtáčí ostrov, Hviezdoslavova aleja, Ostrá a Tupá skala
PR	Paráč, Veľká Lučivná, Mútnianska pila, Beňadovské rašelinisko, Tisovnica, Ťaskovka, Kozinská, Javorinka, Kunovo, Mačie diery, Medzi Bormi, Rudné, Úplazíky
NPR	Bielska skala, Minčol, Rozsutec, Sokolec, Šrámková, Spálený Grúnik, Šútovská dolina, Babia Hora, Klinské rašelinisko, Pilsko, Choč, Šíp, Bielska skala, Jelešňa, Juráňova dolina, Kotlový žľab, Osobitá, Roháčske plesá, Sivý vrch, Sosnina
PP	Bôrická mláka, Kraľoviansky meander, Pucovské zlepenice, Puchmajerovej jazierko, Slanický ostrov, Bôriková mláka
NPP	Oravské hradné bralo, Brestovská jaskyňa

Zdroj: ŠOP SR, vlastné spracovanie, 2014

NATURA 2000

NATURA 2000 je názov sústavy chránených území členských krajín Európskej únie a hlavným cieľom jej vytvorenia je zachovanie prírodného dedičstva, ktoré je významné nielen pre príslušný členský štát, ale najmä pre EÚ ako celok.

Sústavu NATURA 2000 tvoria 2 typy území:

1. osobitne chránené územia - vyhlasované na základe smernice o vtákoch - v národnej legislatíve: **chránené vtáčie územia**;
2. osobitné územia ochrany - vyhlasované na základe smernice o biotopoch - v národnej legislatíve: **územia európskeho významu**.

NATURA 2000 predstavuje doposiaľ najkomplexnejšiu právnu normu na ochranu prírody vo svete (<http://www.sopsr.sk/natura/index1.php?p=3&lang=sk>).

V území sa nachádzajú nasledovné lokality NATURA 2000 (tabuľka č. 5).

Tabuľka 5: Lokality NATURA 2000 v sledovanom území

Kategória	Názov lokality NATURA 2000
územie európskeho významu (ÚEV)	Pramene Hruštinky, Rašeliniská Oravských Beskyd, Pilsko, Babia hora, Slaná voda, Rašeliniská Bielej Oravy, Oravská vodná nádrž, ústie Bielej Oravy, Koleňová, Macangov Beskyd, Hruštínska hoľa, Veľká Fatra, Orava, Malá Fatra, Váh, Rašeliniská Oravskej kotliny, Medzi Bormi, Zimník, Jeľešňa,
chránené vtáčie územie (CHVÚ)	Horná Orava, Malá Fatra, Tatry

Zdroj: ŠOP SR, vlastné spracovanie, 2014

Chránené stromy

Do maloplošnej ochrany možno zahrnúť aj chránené stromy, ktoré majú určitú historickú alebo kultúrnu hodnotu a zaslúžia si osobitný prístup v rámci ochrany prírody. V sledovanom území sa nachádzajú nasledovné chránené stromy (tabuľka č. 6).

Tabuľka 6: Chránené stromy v priestore sledovaného územia

Miesto	Druh stromu
Dlhá nad Oravou	Lipa oproti budove kultúrneho strediska
Chlebnice	Smrekovec na cintoríne
Istebné	Lipy pri kostole, Duby pred budovou detskej ambulancie, Jaseň pri kaštieli
Oravský Podzámok	Topoľ pri SOU, Topoľ na nábreží pri parkovisku
Oravská Poruba	Skupina líp na cintoríne
Párnica	Lipa pri budove lesnej správy, Jaseň pri budove lesnej správy
Krušetnica	Brest na cintoríne
Oravské Veselé	Brest na cintoríne, Lipa na súkromnom pozemku
Rabča	Smrekovec na cintoríne
Rabčice	Lipa na cintoríne, Brest na súkromnom pozemku
Oravská Polhora	Smrekovec na Slanej vode
Horný Štefanov	Lipy na cintoríne
Medvedzie pri Tvrdošíne	Skupina líp pri budove galérie Márie Medveckej
Podbiel	Lipa pri bývalom pivovare
Tvrdošín	Lipa pri pošte

Zdroj: ŠOP SR, vlastné spracovanie, 2014

9 Prehľad príležitostí na získanie finančnej podpory pre výstavbu takýchto zariadení

Pred spustením výroby energie z obnoviteľných zdrojov je potrebné, aby každý potenciálny investor splnil legislatívne podmienky voči Úradu pre reguláciu sieťových odvetví SR. Rozsah investície závisí od rôznych faktorov ako je napríklad dispozičná vybavenosť podniku alebo kvalita zhodnotenia projektu v prípravnej fáze. Preto sa výška nedá jednoznačne určiť, je to individuálne.

Legislatívne podmienky voči Úradu reguláciu sieťových odvetví SR:

1. Podat' žiadosť o vydanie povolenia na podnikanie v energetike.
2. Podat' žiadosť o vydanie povolenia na podnikanie v tepelnej energetike.
3. Podat' žiadosť o vydanie potvrdenia o pôvode elektriny z obnoviteľných zdrojov.
4. Vyplniť formulár na vydanie potvrdenia o splnení oznamovacej povinnosti.

Podľa zákona č. 112/2008 Z.z. (mení a dopĺňa zákon č.656/2004 Z.z. o energetike) bol zmenený text, z ktorého vyplýva, že povolenie sa nevyžaduje napríklad na tieto činnosti (vybrané sú len tie, ktoré sa týkajú vodnej energie):

- Výroba a dodávka elektriny vyrobenej z obnoviteľných zdrojov výrobným zariadením s celkovým inštalovaným výkonom do 1 MW, ak ide o výrobu a dodávku elektriny v: Napr. malých vodných elektrárnach.

Osoby, ktoré vykonávajú činnosti, na ktorú sa povolenie nevyžaduje majú povinnú iba oznamovaciu povinnosť o začatí každej činnosti. Podľa nej musia oznámiť úradu začiatok výkonu činnosti jej ukončenie a tiež každú zmenu vykonávania činnosti vždy v lehote do 30 dní. Dokladom o oprávnení podnikat' je potvrdenie o splnení oznamovacej povinnosti, ktoré úrad vydá.

Ostatné povinné povolenia sú štandardné ako pri všetkých druhoch stavieb podľa stavebného zákona, bez ktorých nie je možné začať s výstavbou.

Deklarované druhy podpory v zákone č. 309/2009 Z.z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie:

- stanovenie cien elektriny Úradom pre reguláciu sieťových odvetví,
- garancia tejto ceny minimálne na tejto úrovni po dobu 15 rokov,
- podpora aj pre zariadenia, ktoré elektrinu nedodávajú do distribučnej siete,
- povinný odber elektriny (bioenergia uprednostňovaná pred tradičnou energiou),
- prednostné pripojenie a povinnosť rozšíriť distribučnú sústavu,
- podpora výroby biometánu.

Cena elektriny vyrobenej z obnoviteľných zdrojov energie sa určuje ako pevná cena v eurách na 1 MWh (výšku upravuje výnos č. 7/2009 Úradu pre regulácie sieťových odvetví SR):

- z vodnej energie s celkovým inštalovaným výkonom zariadenia výrobcu elektriny
 - o do 1 MW vrátane 109,08 €/MWh,
 - o od 1 MW do 5 MW vrátane 97,98 €/MWh,
 - o nad 5 MW 61,72 €/MWh.

Novela v zákona č. 309/2009 Z.z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie:

Výrobcovia elektriny z obnoviteľných zdrojov poberajúci podporu si budú musieť dať po novom pozor na dodržiavanie pravidiel. Môžu totiž natrvalo stratiť podporu. A to v prípade, ak by boli výrobcovia elektriny počas doby podpory dvakrát právoplatne uložené pokuty presahujúce sumu 80 tisíc eur. Podporu môže stratiť aj ten výrobca elektriny, ktorému zistia daňové nedoplatky, nedoplatky poisťného na zdravotné poistenie alebo nedoplatky na sociálne poistenie a príspevkov na starobné dôchodkové sporenie.

Úrad pre reguláciu sieťových odvetví dostane vďaka novele zákona právomoc znížiť výkupnú cenu "zelenej" elektriny až o 30 % oproti predchádzajúcemu obdobiu (doteraz to bolo o 20 %).

Možnosti financovania projektov zameraných na využívanie OZE:

SR podporuje investície do OZE týmito formami:

- Všeobecná štátna pomoc,
- Štrukturálne fondy 2007 -2013,
- Národné programy a fondy.

Investičná pomoc nemôže prekročiť 60% oprávnených investičných nákladov. Výšku podpory je možné zvýšiť o ďalších 10% v prípade stredných podnikov a o 20% v prípade malých podnikov. Národný strategický referenčný rámec bol pre využívanie fondov Európskej únie v rokoch 2007 -2013 základný strategický dokument SR. Taktiež stanovuje priority, ktoré budú spolufinancované. Hlavný strategický cieľ je zreteľne pozdvihnúť do roku 2013 konkurencieschopnosť, výkonnosť regiónov a slovenskej ekonomiky a zamestnanosť. To všetko pri rešpektovaní trvalo udržateľného rozvoja. Popri tomto ešte existuje Národný strategický plán rozvoja vidieka.

Národný strategický rámec má k dispozícii tieto operačné programy:

- Operačný program Životné prostredie (OPŽP), ktorý je financovaný spoločne z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a Kohézneho fondu. Obsahuje samostatné prioritné osi pre každý z uvedených fondov a samostatný záväzok za každý fond.

- Operačný program Konkurencieschopnosť a hospodársky rast (OP KaHR), ktorý predstavuje základný dokument formulujúci smerovanie a podporu rozvoja inovácií, priemyslu, cestovného ruchu a ďalších vybraných služieb. Využíva pri tom rastový potenciál regiónov so zameraním na splnenie globálneho - strategického cieľa NR SR v programovom období 2007-2013. Pre OP KaHR boli určené finančné prostriedky z ERDF vo výške 772 mil. EUR.

10 Záver

Potenciál vodnej energie na Orave je daný dvoma veličinami: množstvom vody (prietok) pretekajúcim za jednotku času a vertikálnou výškou spádu vody. Spád môže byť prirodzený v dôsledku sklonu terénu alebo môže byť umelo vytvorený napr. priehradou. Výška spádu na rozdiel od prietoku vody je nemenná. Prietok sa mení v dôsledku premenlivej intenzity, rozloženia a trvania zrážok. Okrem toho závisí aj na odparovaní alebo infiltrácii do zeme. Prietok, najmä rieky Oravy, je silno ovplyvnený Vodnou nádržou Oravská priehrada, ktorá je najväčším vodným dielom vyrábajúcim elektrickú energiu v opísanom území.

V rámci opísaného územia Oravy sme vytipovali niekoľko vodných tokov, ktorých riečny profil a množstvo pretekajúcej vody umožňuje využitie ich hydroenergetického potenciálu. Sú nimi vodné toky Biela Orava, Studený potok, rieka Orava, Polhoranka, Bystrá, Oravica, Račovský potok v katastrálnom území obce Oravský Podzámok, Dolniansky potok v katastrálnom území obce Lomná. Z toho vyplýva potenciál budovania MVE v katastroch obcí Oravský Podzámok, Lomná, Oravský Biely Potok, Oravská Polhora a podobne. Inštalovaný výkon týchto elektrární by bol v rozmedzí 0,019 MW – 1,450 MW. Za najvhodnejší priestor pre vybudovanie malej vodnej elektrárne na toku cezhraničnej rieky Čierna Orava bol určený profil Jablonka.

Malé vodné elektrárne sú z hľadiska geografických daností vhodným zdrojom „zelenej energie“ na Orave, pretože dostatok povrchových vodných zdrojov predurčuje tento región na ich využívanie. Prakticky v skoro každej obci sa nachádza vodný zdroj v blízkosti intravilánu, ktorého potenciál ostáva dodnes nevyužitý. Samozrejme v súlade s trvalo udržateľným prístupom ku krajine.

V súčasnosti sa do popredia v diskusiách dostávajú aj environmentálne aspekty výstavby takýchto diel na riekach. Či už ich deklarovaný negatívny vplyv na migráciu rýb, narušenie riečneho koryta, na umelé regulovanie výšky vodnej hladiny v riečnom profile, na hlučnosť v okolí MVE, na zmenu mikroklimatických podmienok a podobne. V súčasnosti však už existujú technológie a inžinierske modely, ktoré tieto najčastejšie uvádzané argumenty proti výstavbe vodných diel na riekach stavajú do úzadia a predstavujú minimálne zásahy do ekosystému. Najnovšie malé vodné elektrárne sú citlivo osadzované do prostredia, využívajú najprepracovanejšie modely turbín a rybochodov, ktoré nepredstavujú žiadny väčší problém pre migrujúce živočíchy. Na druhej strane treba však uviesť aj požiadavku na trvalo udržateľný prístup k budovaniu malých vodných elektrární a iných zariadení využívajúcich vodnú energiu. Teda tak, aby nedochádzalo ku konfliktom a narúšaniu životného prostredia na úkor ekonomických záujmov investorov.

SWOT analýza nám priniesla hodnotné informácie o silných stránkach územia, no aj o ohrozeniach, ktoré by mohli koncepciu využívania OZE z vody narušiť. Na základe analýzy sme mohli čitateľom

ponúknuť šablónu na postup pri vytipovaní najvhodnejšieho miesta pre postavenie malej vodnej elektrárne.

Región Orava je bohatý na veľké množstvo povrchových vôd s pomerne vyrovnaným ročným prietokom, čím spĺňa jednu z najdôležitejších podmienok pre existenciu malých vodných elektrární.

Ako najväčší nedostatok regiónu hodnotíme slabé zdroje podpovrchovej vody. Jediný väčší zdroj sa nachádza v Oraviciach. Ďalší potenciálny zdroj geotermálnej energie v poľsko-slovenskom prihraničí sa nachádza v Oravskej Polhore - Slaná voda. Jej potenciál nie je komerčne využívaný. Ostatné vrty s podpovrchovými zásobami vody majú len nevýrazný lokálny charakter bez ďalšieho využitia (slabé výdatnosti prameňov vo veľkej hĺbke). Tento typ geotermálnej energie má pre prihraničný región však len okrajový energetický význam.

Výlučnú zodpovednosť za obsah tejto publikácie nesie Eko-Centrum, o.z. a v žiadnom prípade tento obsah nemôže byť stotožňovaný s oficiálnym stanoviskom Európskej únie a VÚC Žilina.

11 Podsumowanie

Potencjał energii wodnej na Oravie określają dwie wielkości: ilość wody (przepływ) przepływająca w jednostce czasu oraz poziom spadku wody. Spadek może być naturalny w wyniku nachylenia terenu lub może być stworzony sztucznie np. przez zaporę. Wysokość spadku w odróżnieniu od przepływu nie zmienia się. Przepływ zmienia się w wyniku zmiennej intensywności, rozłożenia i trwania opadów. Ponadto zależy także od parowania lub przepuszczalności podłoża. Przepływ, zwłaszcza rzeki Oravy, jest silnie uwarunkowany przez zbiork Oravská priehrada (*Zapora Oravska*), który jest największym obiektem inżynierii wodnej produkującym energię elektryczną na opisywanym terenie.

Na opisywanym terenie Oravy wytypowaliśmy kilka cieków wodnych, których profil rzeczny oraz ilość przepływającej wody umożliwiają wykorzystanie ich potencjału hydroenergetycznego. Są nimi ciek wodny: Biela Orava, Studený potok, rzeka Orava, Polhoranka, Bystrá, Oravica, Račovský potok na terenie gminy Oravský Podzámok, Dolniansky potok na terenie gminy Lomná. Stąd też na terenie gmin Oravský Podzámok, Lomná, Oravský Biely Potok, Oravská Polhora itp. wynika potencjał odpowiedni do budowania MVE (*malá vodná elektrárň - mała elektrownia wodna MEW*). Zainstalowana moc tych elektrowni mieściłaby się w przedziale 0,019 MW – 1,450 MW. Za miejsce najdogodniejsze dla zbudowania małej elektrowni wodnej w korycie granicznej rzeki Czarna Orava został uznany profil Jablonka.

Małe elektrownie wodne z punktu widzenia właściwości geograficznych są na Oravie dobrym źródłem „zielonej energii”, ponieważ wystarczająca ilość powierzchniowych źródeł wody predestynuje ten region do ich wykorzystywania. Praktycznie w prawie każdej miejscowości w pobliżu terenów zabudowanych znajduje się źródło wody, którego potencjał jest dotychczas niewykorzystany. Oczywiście zgodnie z długofalowym zrównoważonym podejściem do krajobrazu.

Obecnie w dyskusjach wysuwają się na czoło także aspekty środowiskowe budowania takich obiektów na rzekach. Zarówno jeśli chodzi o ich deklarowany wpływ na migrację ryb, naruszenie koryta rzeki, sztuczną regulację poziomu lustra wody w profilu rzeczny, hałas w pobliżu MEW, zmianę warunków klimatycznych itp. Istnieją już jednak technologie oraz modele inżynierskie, które te najczęściej przytaczane argumenty przeciwko budowie obiektów wodnych na rzekach obalają i stanowią minimalną ingerencję w ekosystem. Najnowsze małe elektrownie wodne są z dużą rozważą umieszczane w środowisku, wykorzystują najbardziej dopracowane modele turbin i przepławek dla ryb, które nie stanowią żadnego większego problemu dla migrujących zwierząt. Z drugiej strony należy jednak wspomnieć o wymogu długofalowego podejścia podczas budowania małych elektrowni wodnych oraz innych urządzeń wykorzystujących energię wodną, czyli takiego, które nie dopuszczałoby do konfliktów oraz naruszania środowiska naturalnego na rzecz interesu ekonomicznego inwestorów.

Analiza SWOT dostarczyła nam cennych informacji na temat silnych stron tego terenu, ale także zagrożeń, które mogłyby być niebezpieczne dla koncepcji wykorzystywania OZE z wody. Na podstawie analizy mogliśmy udostępnić czytelnikom schemat postępowania podczas typowania najkorzystniejszego miejsca do zbudowania małej elektrowni wodnej.

Region Oravy obfituje w dużą ilość wód powierzchniowych ze stosunkowo wyrównanym przepływem rocznym, dzięki czemu spełnia jeden z najważniejszych warunków funkcjonowania małych elektrowni wodnych.

Za największy mankament regionu uważamy słabe źródła wód głębinowych. Jedyne większe źródło znajduje się w Oravicach. Kolejne potencjalne źródło energii geotermalnej na polsko-słowackim pograniczu znajduje się w Oravskej Polhorze-Slanej vodzie. Jego potencjał nie jest wykorzystywany komercyjnie. Pozostałe odwierty podziemnych zasobów wód mają jedynie niewielkie lokalne znaczenia bez możliwości szerszego ich wykorzystania (mała wydajność źródeł na dużej głębokości). Ten rodzaj energii geotermalnej ma jednak dla regionu przygranicza jedynie marginalne znaczenie.

Wyłącznie odpowiedzialność za treść niniejszej publikacji ponosi Eko-Centrum, o.z (*občianske združenie - stowarzyszenie*) i w żadnym przypadku jej treść nie może być utożsamiana z oficjalnym stanowiskiem Unii Europejskiej i VÚC (*Vyšší územný celok - Wyższa Jednostka Terytorialna*) Żyłina.

12 Použitá literatúra

- [1] Ing. Josef Šťastný: Malé vodní elektrárny, Energy Centre České Budějovice, máj 2004
- [2] Tomáš Boleman, Jozef Fiala: Obnoviteľné zdroje energie, táto publikácia bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja, Trnava 2009
- [3] Ing. Jan Motlík, CSc., Lebor Šamánek, RNDr. Josef Štekl, CSc., Ing. Tomáš Pařízek a kolektiv autorov: Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice, vydal ČEZ, a.s., 2007
- [4] Ing. Jaroslav Chlubný, Ing. Jaroslav Lednický, Ing. Radek Sedlačík, Mgr. Lenka Slezáčková: Obnovitelné zdroje energie, Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s, v rámci projektu „Energetická efektivita v souvislostech vzdělávání“
- [5] EkoWATT - Karel Srdecný, Jeroslav Knápek, Jitka Klinkerová, Monika Kašparová: Obnovitelné zdroje energie – Přehled druhů a technologií, vydalo Ministerstvo životního prostředí, 2009
- [6] Ing. Andrej Fáber a kol.: Atlas využívania obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku, Energetické centrum Bratislava, občianske združenie, október 2012
- [7] Emil Bédi.: Obnovitelné zdroje energie, Fond pre alternatívne energie - SZOPK, Bratislava, február 2001
- [8] Prof. Giovanni Riva, Prof. Ester Foppapedretti, Phd. Carla de Carolis a ďalší: Manuál o obnoviteľných zdrojoch energie

Elektronické zdroje:

<http://www.oze.stuba.sk/oze/vodna-energia/>

03.01.2014

<http://www.platforma.ekofond.sk/moderne-vyucovanie/teoria/55-vodna-energia>

07.01.2014

<http://www.landeskraftwerke.de/turbinenarten.htm>

07.01.2011

<http://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/vlastny-material-pdf-387-kb.pdf>

10.01.2014



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA



<http://www.seps.sk/zp/fond/1998/3.htm>

10.01.2014

<http://www.priateliazeme.sk/cepa/eportal/vodna-energia>

13.01.2014

<http://www.posterus.sk/?p=3649>

16.01.2014



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA



Projekt je spolufinancovaný Európskou úniou z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu prostredníctvom VÚC Žilina v rámci Programu cezhraničnej spolupráce Poľsko – Slovenská republika 2007-2013.