

Energie vody

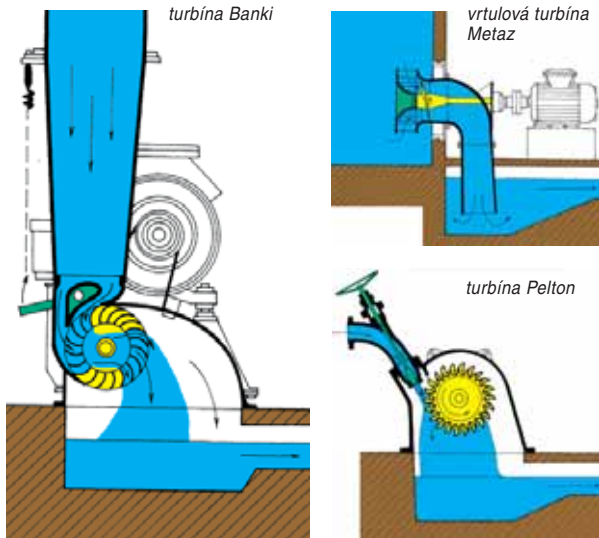
Potenciál vodní energie je u nás využíván po staletí. Před I. světovou válkou zde bylo několik tisíc malých vodních elektráren, vesměs na místech původních vodních pil a hamrů. Na rozdíl od jiných obnovitelných zdrojů se dá vodní energie dobře a účinně přeměnit na žádanou elektřinu.

Z celkové produkce elektřiny v ČR se ve vodních elektrárnách vyrobí 3 až 4 %. Vodní elektrárny (včetně přečerpávacích) představují asi 12 % instalovaného výkonu elektráren v ČR. Většina tohoto výkonu (cca 90 %) připadá na zařízení s výkonem vyšším než 5 MW. V ČR se za **malou vodní elektrárnu** (MVE) považují zařízení s výkonem pod 10 MW, v EU pod 5 MW. Toto rozdělení je důležité z hlediska podpor a podobně.

Tím, že jsou MVE rozptýleny po celé republice, snižují se ztráty v rozvodech – elektřinu není třeba daleko přenášet. Případný výpadek některé z nich je z hlediska sítě, na rozdíl od výpadku velkého centrálního zdroje, nevýznamný.

Možnosti využití a přírodní podmínky

Energii z vody je možno získat využitím jejího proudění (energie pohybová, kinetická) a jejího tlaku (energie potenciální, tlaková), nebo také obou těchto energií současně. Podle způsobu využití potom rozlišujeme i používané typy vodních strojů.



Typy nejčastěji používaných turbín. Zdroj: EkoWATT

Kinetická energie je ve vodních tocích dána rychlostí proudění; rychlost je závislá na **spádu toku**. Dříve se využívala **vodními koly**, dnes turbínami typu **Bánki** a **Pelton**.

Energie potenciální vzniká v důsledku gravitace, závisí na výškovém rozdílu hladin. Využívá se pomocí turbín typu **Kaplan**, **Francis**, **Reiffenstein** a rovněž různých typů **turbín vrcholových** a vhodných **čerpadel v turbínovém provozu**.

Typy turbín

Typy nejčastěji používaných turbín v závislosti na spádu a průtoku: Kaplan, Francis, Bánki, Pelton, Reiffenstein, čerpadlo upravené v turbínovém chodu.

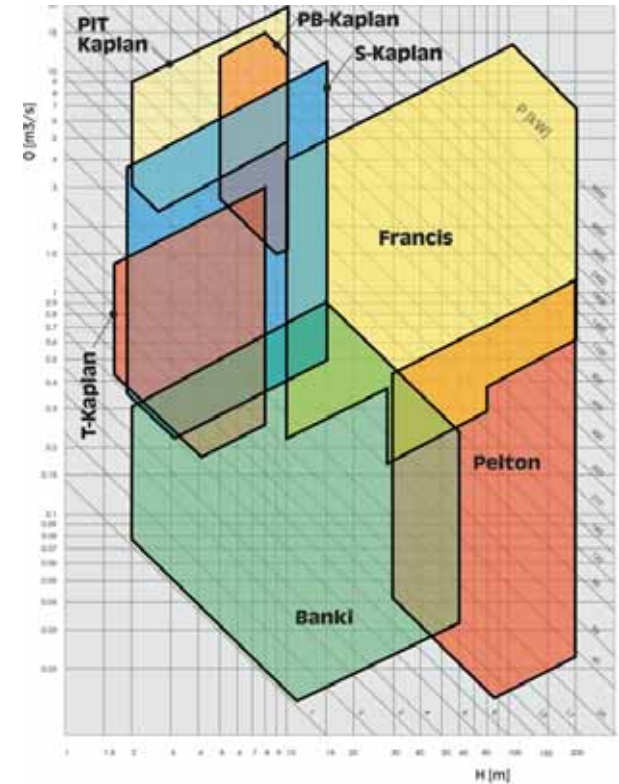
Vodní kolo je dnes už historický vodní motor, který může najít uplatnění zejména pro spády do 1 m a průtoky až do několika m³/s. Výroba je vždy individuální. **Kaplanova turbína** je klasická přetlaková turbína. V základním provedení je výborně regulovatelná, ale výrobně náročná. Dnes ji vyrábí řada firem v České republice s různými úpravami regulace i dispozičním uspořádáním (kolenové či přímoproudé turbíny). Jsou použitelné pro spády od 1 do 20 m, průtoky 0,15 až několik m³/s, individuálně až několik desítek m³/s. Je vhodná zejména pro jezové a říční malé vodní elektrárny.

Francisova turbína je v minulosti nejpoužívanější přetlaková turbína pro téměř celou oblast průtoků a spádů malých vodních elektráren. Na rekonstruovaných MVE je možné vidět Francisovu turbínu již od spádu 0,8 m. Její oprava se vyplácí zejména od spádu 3 m. Instalace nových turbín v MVE se dnes omezuje na spády od 10 m a pro větší průtoky (vyšší výkony).

Bánkiho turbína je rovnotlaká turbína s dvojnásobným průtokem oběžného kola. Výrobně je nenáročná. Turbíny jsou podle velikosti použitelné pro spády 5 až 60 m a průtoky 0,01 až 0,9 m³/s.



Nově postavená MVE na řece Otavě. Foto: Miroslav Veselovský



Oblasti použití turbín podle průtoku a spádu. Zdroj: EkoWATT

Peltonova turbína je rovnotlaká turbína vhodná pro spády nad 30 m. Využitelné průtoky jsou od 0,01 m³/s (10 l/s). Levnější náhradou mohou být v některých případech sériově vyráběná odstředivá čerpadla v reverzním chodu použitá za cenu nižší účinnosti.

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

Turbína SETUR pracuje na principu rotoru, který se odvaluje po vnitřním povrchu statoru. Lze ji využít pro spády od 3,5 do 20 m a průtoky od 0,004 m³/s (4 l/s) do 0,02 m³/s.

Výběr vhodných lokalit a zásady pro dimenzování

Výstavba velkých vodních elektráren přináší výrazný zásah do životního prostředí (přehradní hráze, zatopené oblasti, změna vodního režimu). Potenciál pro jejich stavbu už je u nás v zásadě vyčerpán. Naproti tomu MVE lze stále stavět. Další cestou je instalace moderních a účinnějších turbín a soustrojí ve stávajících MVE. Leckdy zde totiž fungují stroje staré kolem 100 let. To sice svědčí

o fortelnosti práce našich předků, moderní technologie by ovšem umožnily využít vodní potenciál efektivněji (produkce může být až o několik desítek procent vyšší). Rozhodujícími ukazateli k ohodnocení konkrétní lokality (pro využití hydro-energetického potenciálu) jsou dva základní parametry – využitelný spád a průtočné množství vody v daném profilu, který chceme využít. Kromě toho jsou důležité i následující parametry:

- možnost umístění vhodné technologie,
- vhodné geologické podmínky a dostupnost lokality pro těžké mechanismy, případně vhodnost pro vybudování potřebné zpevněné komunikace,
- vzdálenost od elektrorozvodné sítě s dostatečnou kapacitou,
- minimalizace možného rušení obyvatel hlukem, jinak je nutno provést odhlučnění,
- míra zásahu do okolní přírody a vhodné začlenění do reliéfu lokality, předepsáno stavebním úřadem či urbanistou, zátěž při výstavbě elektrárny, zátěž budováním přípojky, ohrožení vodních živočichů,
- dodržování odběru sjednaného množství vody – využitím spolehlivého automatického řízení v souvislosti s hladinovou regulací se vyloučí nevhodný vliv obsluhy MVE,
- způsob odstraňování naplavenin vytažených z vody – je nutno zajistit odvoz a likvidaci zachycených naplavenin dle zákona o odpadech
- majetkoprávní vztahy k pozemku – vlastnictví či dlouhodobý pronájem pozemku, postoj místních úřadů.

Spád

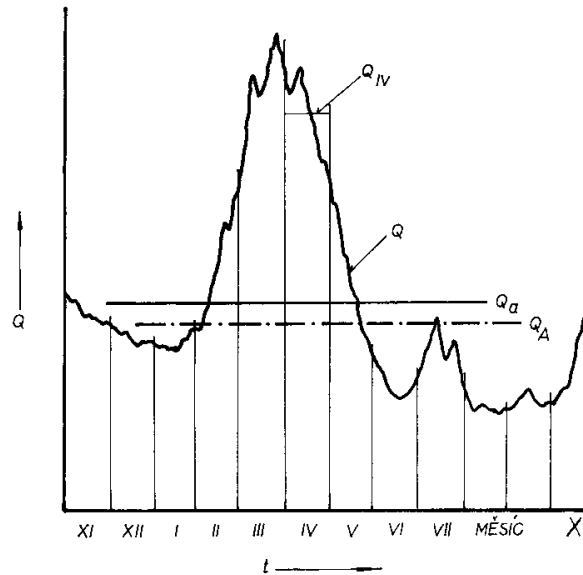
Spád je výškový rozdíl vodních hladin. V praxi se většinou rozlišují dva druhy spádů:

- **hrubý (celkový) spád H_b** (brutto) je celkový statický spád daný rozdílem hladin **při nulovém průtoku** vodní elektrárny. Pro velmi hrubé odhady jej lze stanovit z mapy. Spád lze stanovit výškovou nivelací na úseku od vtokového objektu (nad jezem) po úroveň spodní hladiny na odpadu z turbíny. Pro relativně přesný odhad postačí lať s centimetrovým dělením. Přesné měření, zejména u delších přivaděčů, lze objednat u specialisty.
- **užitný (čistý) spád H** (netto), se liší od hrubého spádu odečtením hydraulických ztrát těsně před vodním motorem a za ním (v přivaděči a odpadu) vzhledem ke vzduchové hladině spodní vody, poklesu hladiny horní vody při provozu, změnám směru a objemovým ztrátám (v česích, v přivaděcích kanálech, v potrubí atp.). Tím získáme spád pro turbínu užitný.

Průtok

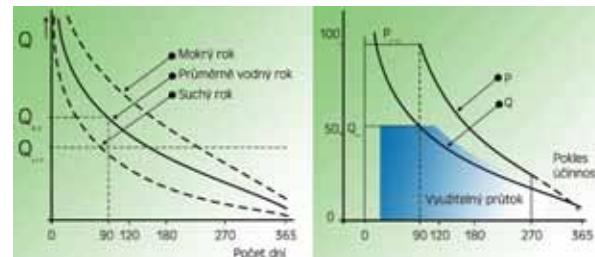
Průtok je průtočné množství vody v daném využitelném profilu. Přesný průtok lze zjistit za úplaty u Českého hydrometeorologického ústavu nebo příslušné

správy toku jako tzv. **dlouhodobý průměrný průtok Q_a , N-leté průtoky a M-denní průtoky**. Pro využití energie vody jsou nejdůležitější M-denní průtoky (**křivka překročení průtoků v průměrně vodném roce** neboli M-denní odtoková závislost). Ty udávají průtok zaručený v daném profilu toku po určitý počet dní. MVE se obvykle dimenzují na 90-ti až 180-ti denní průměrný průtok, podle technické úrovně technologie – zejména schopnosti turbíny přizpůsobit se regulaci změnám průtoků. Pro výpočet využitelného průtoků v elektrárně je potřeba počítat s **minimálním hygienickým** (sanitárním,



Průběh průtoků v roce a průměrný roční a měsíční průtok. Zdroj: EkoWATT

sanačním) **průtokem** původním korytem. Sanační množství bývá předepsáno při vodoprávním řízení a odpovídá obvykle 330, 355 nebo 364 dennímu průtoku vody, který je nutno ponechat v řečišti a nelze s ním kalkulovat pro energetické využití.



Roční odtoková závislost a výkon dosažený v průběhu roku. Zdroj: EkoWATT

Hodnocení lokality

Pro předběžný odhad dosažitelného výkonu MVE lze použít zjednodušený vztah, kde je výkon uveden již v kW (ve vztahu je již brán zřetel na měrnou hmotnost vody, která je 1000 kg/m³):

$$P = k \times Q \times H$$

kde:

P je výkon [kW]

Q je průtočné množství vody, průměrný průtok [m³/s]

H je spád využitelný turbínou v [m]

k je konstanta uváděná v rozsahu 5–7 pro malé a 8–8,5 pro střední a velké vodní elektrárny; její velikost ovlivňuje účinnost soustrojí a technická úroveň použité technologie

Výroba elektřiny ve vodní elektrárně potom bude:

$$E = P \times T$$

kde:

E je množství vyrobené energie během roku [kWh]

P je výkon [kW]

T je počet provozních hodin během roku [h]

Počet provozních hodin během roku se stanoví podle počtu dní M , ve kterých může turbína se zvoleným regulačním rozsahem pracovat (alespoň 4 000 h).



Náhon MVE jsou důležitou součástí české krajiny. Foto Jitka Klínerová.

Ekonomika provozu

Elektřinu z MVE je možno dodávat do sítě. Výkupní ceny předepisuje Energetický regulační úřad (www. eru.cz) pro každý rok zvlášť. Zákonem je garantováno, že tato cena se nezmění po dobu 30 let od uvedení MVE do provozu (resp. od její rekonstrukce). U průtokových MVE lze dodávat do sítě celý den za jednotnou cenu. Tam, kde je možné vodu zadržet, je výhodnější dodávku rozdělit na špičku, kdy je vyšší cena (MVE pracuje na vyšší výkon) a mimo špičku,

kdy je cena nižší, výkon MVE snížit. Je-li MVE například součástí průmyslového areálu, je obvykle výhodnější elektřinu spotřebovat na místě a uplatnit tzv. zelené bonusy. Ty vyplácí místně příslušný distributor elektřiny (ČEZ, E.ON) stejně jako výkupní ceny. Existuje i možnost prodat elektřinu z MVE třetí osobě.



Strojovna moderní MVE. Foto Miroslav Veselovský

Kč/kWh	Výkupní cena elektřiny do sítě			Zelené bonusy		
	celodenní	VT	NT	celodenní	VT	NT
MVE uvedená do provozu						
po 1. 1. 2010	3,00	3,80	2,60	2,03	2,45	1,805
po 1. 1. 2009	2,76	3,80	2,24	1,79	2,45	1,445
po 1. 1. 2007	2,60	3,80	2,00	1,63	2,45	1,205
po 1. 1. 2005	2,35	3,470	1,79	1,38	2,12	0,995
před 1. 1. 2005	1,83	2,700	1,40	0,86	1,35	0,605

Výkupní ceny za elektřinu z MVE pro r. 2010. Zdroj: ERÚ

Až do roku 2013 by měly být k dispozici peníze z fondů EU. Podnikatelským subjektům je určen program EKO-ENERGIE, spravovaný agenturou Czechinvest (www.czechinvest.org). Obce a neziskové subjekty mohou využít Operační program Životní prostředí (www.opzp.cz).

Legislativa provozu

Pro provoz MVE je nutno získat licenci pro podnikání v energetice (živnostenský list se nevydává). Pokud nemá provozovatel vzdělání v oboru, je nutno absolvovat rekvalifikační kurz (pro MVE do 1 MW).

Současný vodní zákon 254/2001 Sb. a další předpisy vyžadují, aby provozovatel MVE zachovával tzv. minimální zůstatkový průtok v toku. To znamená, že se nikdy nesmí veškerá voda použít pro turbínu, ale část je nutno nechat protékat původním tokem, např. přes jez. Zůstatkový průtok se stanovuje obvykle jako množství vody, které protéká korytem nejméně 355 dní v roce, u menších toků dokonce 330 dní. Průtok stanovuje vodoprávní úřad individuálně pro každou MVE zvlášť. Někteří provozovatelé tento průtok nedodržují, aby zvýšili výrobu elektřiny. Nedodržování minimálního průtoku může být pokutováno, nebo dokonce sankcionováno odebráním povolení pro nakládání s vodami, což znamená konec provozu MVE.

MVE se obvykle dimenzují na 90-ti až 180-ti denní průměrný průtok podle technické úrovně technologie – zejména schopnosti turbíny přizpůsobit se regulací změnám průtoku. Tento průtok je nutno vždy snížit o předepsaný zůstatkový průtok.

Dále je nutné zabránit vnikání ryb do turbíny, k tomu slouží jemné česle (mezera mezi pruty česlí může být široká max. 2 cm) nebo se používá elektronický odpuzovač na vtoku do náhonu.



Česle je nutno doplnit odpuzovačem ryb. Foto Jitka Klinkerová

Často se zdůrazňuje, že MVE okysličují vodu a tak zvyšují její samočisticí schopnost. Je třeba zdůraznit, že voda se okysličuje jen v některých turbínách (Peltonova, Bánkiho). U jiných naopak může docházet ke snížení obsahu vzduchu ve vodě. Významným prvkem pro okysličení vody je jez, kde se voda provzdušňuje při přepadu. Aby ovšem jez mohl vodu okysličovat, musí přes něj protékat voda. I proto je důležité dodržovat předepsaný minimální průtok. Vodu mohou okysličovat i některé typy rybích přechodů.

Další povinností provozovatelů MVE je odstraňování naplavenin vytažených z vody. Listí, dřevo, plastové lahve a předměty zachycené na česlích je zakázáno pouštět zpět do toku. Přesto se tento zákaz často porušuje.

V současnosti se při stavbě nebo rekonstrukci MVE obvykle vyžaduje vybudování tzv. rybích přechodů. Je důležité, aby MVE nevytvořila na toku překážku nepřekonatelnou pro vodní živočichy. Rybí přechod znamená zvýšení nákladů na stavbu i údržbu MVE.



Rybí přechod formou biokoridoru. Foto Edvard Sequens

Vydal:

EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie

Švábky 2 180 00 Praha 8 tel.: 266 710 247
 Žižkova 1 (budova PVT) 370 01 České Budějovice tel.: 389 608 211
 Rumunská 655/9 460 01 Liberec tel.: 486 123 478

e-mail: info@ekowatt.cz

www.ekowatt.cz, www.energetika.cz

Foto na titulní straně: MVE Herbertov, vodní pila; Foto: EkoWATT. Texty: EkoWATT: Karel Srdečný, Jan Truxa, Jiří Beranovský. Sazba a tisk: Sdružení MAC, spol. s r.o. © EkoWATT, 2010

Podrobnější informace lze získat také v celostátní síti Energetických informačních a konzultačních středisek EKIS, <http://www.mpo-efekt.cz>.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2010 – část A – Program EFEKT.



Energie vody



Centrum pro
obnovitelné
zdroje a úspory
energie

