

Malé vodní elektrárny - proč, kde a jak?

ALTERNATIVNÍ ENERGIE 6/2001

Libor Šamánek, Česká asociace pro obnovitelné energie, o.p.s. Brno

Česká republika je svou geografickou polohou (leží na rozvodí tří moří, řeky zde pramení) přímo předurčena k využití vodní energie v malých vodních elektrárnách (MVE).

Tímto pojmem jsou označovány všechny vodní elektrárny S instalovaným výkonem do 10MW.

Voda - forma energie

Kinetická energie je ve vodních tocích dána rychlostí proudění, která je závislá na spádu toku.

Její využití je možné vodními **rovnotlakými stroji**, založenými na rotačním principu (vodní kolo, turbíny typu Bánki a Pelton). Optimální využití vyžaduje, aby obvodová rychlost stroje byla nižší než je rychlost proudění, jinak lopatky pouze ustupují proudu bez možnosti převzetí energie a jakéhokoliv zatížení. Otáčky rovnotlakých strojů jsou pomalé (tlak na lopatky, způsobený poloviční obvodovou rychlostí oproti rychlosti proudění, je po celé cestě předávání energie stejný) a voda vstupuje do turbíny pouze v některých částech jejího obvodu a nezahltí celý obvod plynule (částečný ostřík).

Energie potenciální vzniká získáním hladiny vody o větší výšce, z níž voda proudí vhodným přivaděčem do míst s nižší hladinou. Rozdíl těchto dvou výškových potenciálů vytváří tlak, který se využívá v **přetlakových (reakčních) strojích** (turbíny typu Kaplan, Francis, Reiffenstein, turbíny vrtulové a vhodná čerpadla v turbínovém provozu). V přetlakové turbíně se část tlaku vody přemění v rychlost pro zajištění požadovaného průtoku, zbylý tlak se při průchodu lopatkou turbíny postupně snižuje a v místě, kde ji opouští, je prakticky využit. Otáčky oběžného kola přetlakové turbíny jsou několikanásobně vyšší než absolutní rychlost proudění.

Podíl MVE na energetické bilanci ČR

Energie získávaná z vodních toků není v bilanci naší energetiky zdaleka rozhodující, ani příliš výrazná, zůstává však jejím velmi cenným, obnovitelným zdrojem. Vodní elektrárny se na celkovém instalovaném výkonu v republice podílejí zhruba 17% a na výrobě necelými 4%. Technicky využitelný potenciál řek ČR činí 3380 GWh/rok. Z toho potenciál využitelný v MVE je 1570 GWh/rok. Dnes využitý potenciál v MVE je málo přes 50%, když zbývající menší část potenciálu má již méně vhodné hydrologické podmínky.

V České republice by tedy měl být stále ještě dostatek lokalit pro výstavbu, nebo obnovu MVE. Z hlediska dispozice o rozložení zdrojů vodní energie na našem území, mají právě MVE nezastupitelnou roli také proto, že jsou rozptýleny po celém území. To je výhodné právě pro připojování do energetické sítě, kde nezatěžují přenosovou soustavu. Celoplošné rozšíření elektrizační soustavy potom umožňuje připojení téměř ve všech lokalitách s možností použití asynchronních generátorů, což je provozně jednodušší a levnější (není třeba nákladné a složité regulační části). Pro uplatnění MVE je však podstatné, aby jejich ekonomické ukazatele byly srovnatelné, nebo spíše výhodnější než ukazatele jiných energetických zdrojů. Právě MVE se vyznačují podstatně delší životností, než je doba návratnosti investic na zřízení. Dá

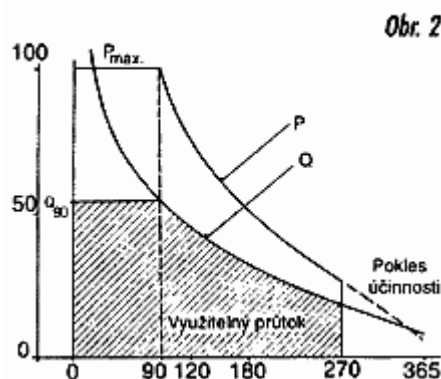
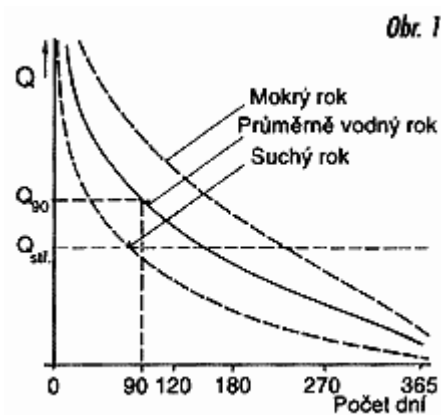
se říci, že výroba z MVE patří k nejlépeji získávané elektrické energii, která je nejen ekologicky čistá, ale v mnoho směrech i kladně ovlivňuje režim vodního toku.

Posouzení hydroenergetického potenciálu

Hydroenergetický potenciál určují dva základní parametry:

Využitelný spád - Hrubý spád zjistíme nivelací na úseku od vtokového objektu (obvykle nad jezem) po úroveň spodní hladiny na odpadu z turbíny. Odečtením všech ztrát na trase před turbínou (v česlích, v přiváděcím kanálu, v potrubí atp.) získáme spád čistý, tj. pro turbínu užitečný. Větší spád znamená výhodnější investici.

Průtok (průtočné množství vody v daném profilu, který chceme využít) získáme od Českého hydrometeorologického ústavu, nebo od Správy toku povodí. Získáme tzv. roční odtokovou závislost nebo také M-denní závislost (křivku). Data se uvádějí číselně v obvyklém členění po 30 dnech v roce (viz obr.1).



Odtoková křivka (závislost) udává průtok zaručený v daném profilu toku po určitý počet dní. Vodní elektrárny se obvykle dimenzují na množství 90.ti až 180 ti denní, což opět ovlivňuje technická úroveň technologie . hlavně schopnost turbíny přizpůsobit se regulací průtočným změnám. Zde je také potřeba brát zřetel na tzv. asanační množství vody, které je nutno ponechat v řečišti. Asanační množství bývá předepsáno při vodoprávním řízení.

O využití průtoku o dosažitelném výkonu dává přehled obr. 2. Roční výroba je úměrná ploše ohraničené křivkou výkonu.

Výkon vodní turbíny se stanoví zjednodušeným vzorcem

$$P=Q.H.k$$

kde je P výkon [kW]

Q průtočné množství vody [m^3/s]

H spád využitelný turbínou [m]

k je bezrozměrná konstanta uváděná v rozsahu od 6,5 do 8,5 (ovlivňuje účinnost soustrojí - technická úroveň použité technologie).

Příklad:

Spád $H = 2$ m. Po dobu 90 dní v průměrně vodném roce je průtok $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Turbína bude mít pro $k = 7,5$ výkon $P = 15$ kW jehož bude dosahovat po dobu 90 dní.

Ve zbývající části roku bude výkon současně s účinností klesat až do zastavení.

Roční výrobu elektrické energie lze v uvedeném případě odhadnout na 50000 kWh.

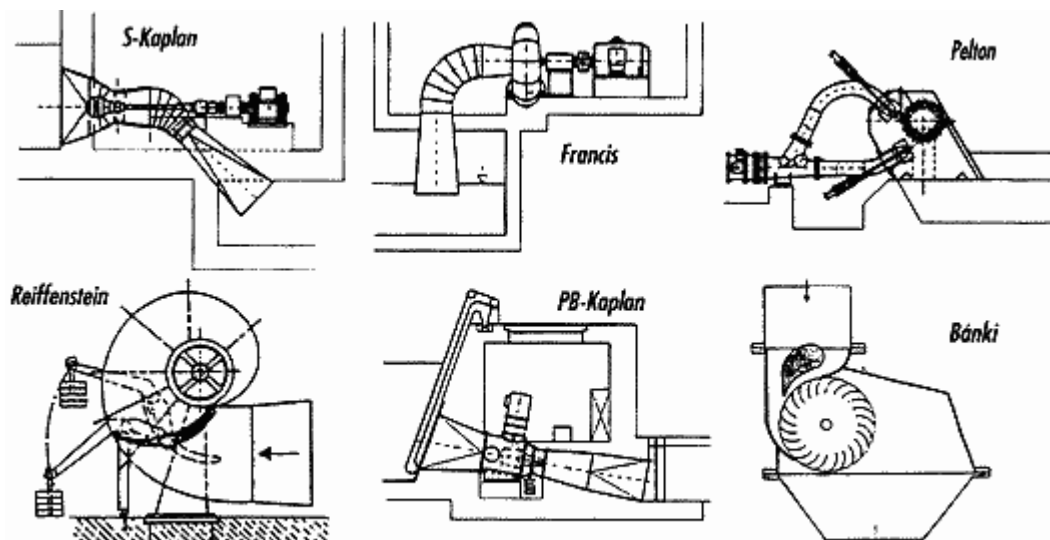
Výběr vhodného turbosoustrojí

I když tento problém je nutno ponechat odborníkům, projektantům MVE, je vždy dobré umět se orientovat alespoň v zásadních podmínkách, k čemuž slouží základní charakteristika typů turbín dle průtoku a spádu (obr. 3).

Teorie vodních turbín je v současnosti již na takovém stupni vývoje, že nelze pro běžné průtoky o spádu očekávat výraznější zdokonalení a zvýšení účinností. Vývoj směřuje k prefabrikaci jednotlivých částí MVE, zejména v konstrukci kompaktních soustrojí, čímž se podstatně omezí rozsáhlé a nákladné montáže přímo na vodním díle. Firmy zabývající se výrobou obvykle nabízejí ucelené řady turbín, z nichž se pochopitelně vybírá ta, která vyhoví nejvíce parametrům zvolené lokality.

Doporučujeme vždy provádět výběr v soutěži minimálně mezi třemi dodavateli.

Charakteristika na obr. 3 názorně ukazuje, že nejvhodnější a nejčastěji použítou turbínou v našich podmínkách s malými spády od 1,5 m do 10 m je turbína typu Kaplan.



Typy některých používaných turbín

Turbíny se rozlišují:

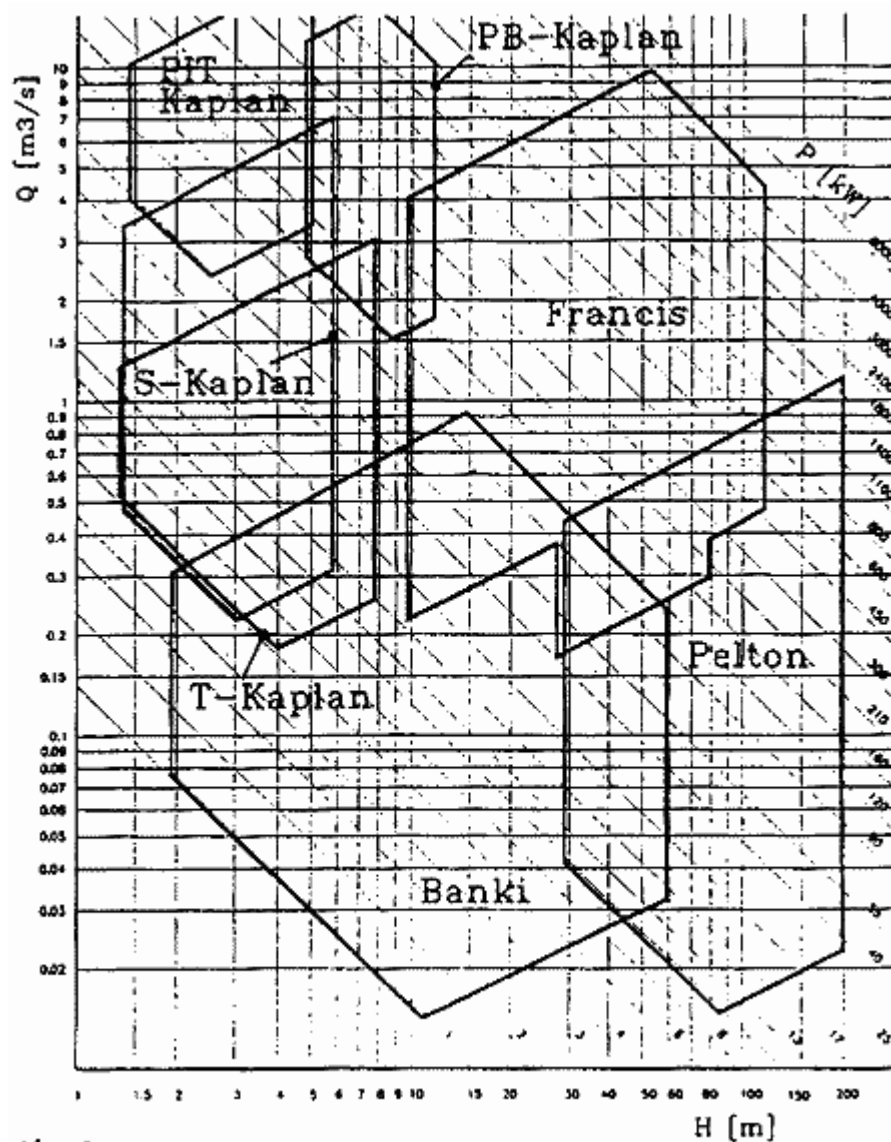
- podle uspořádání na vertikální, horizontální, šikmé;

- podle způsobu přivádění vody na přímoproudé, kolenové, kašnové, spirální, kotlové;
- podle spádu na nízkotlaké (do 10 m), středotlaké (do 100 m), vysokotlaké (nad 100 m);

Členění malých vodních elektráren

Za malou vodní elektrárnu je považována každá s výkonem do 10 MW. Podrobněji se MVE dělí podle výkonu na:

- průmyslové (od 1 do 10 MW);
- závodní, nebo veřejné (od 100 do 1000 kW);
- drobné, nebo minielektrárny (od 35 do 100 kW);
- mikro zdroje, nebo také mobilní zdroje (pod 35 kW).



Obr. 3

Zdroj energie pro podnikání - příklad

Výše investice do MVE závisí na místních podmínkách.

Kolik bude stát malé vodní turbosoustrojí o výkonu 150 kW na dvou odlišných tocích?

Porovnejme dvě turbosoustrojí TG1 a TG2 o stejném výkonu $P = 150 \text{ kW}$ (vypočteném ze vzorce $P=Q.H.k$) a s různými hodnotami spádu a průtočného množství vody:

TG1: $H = 2\text{m}$, $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$, $k = 7,5$

průměr oběžného kola turbíny OK = 1600 mm

cena technologie u TG1 bude 7 mil. Kč

TG2: $H = 20 \text{ m}$, $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$, $k = 7,5$

průměr oběžného kola turbíny OK = 350 mm

cena technologie u TG2 bude do 1 mil. Kč

Průměr oběžného kola je ovlivněn požadovanou hltností turbíny (nejvyšší průtok turbínou) a určuje celkovou velikost a technickou náročnost technologického zařízení MVE (v návaznosti na to také stavební části a tím i celého investičního záměru). V důsledku se vše projeví na celkových investicích. V podobném poměru budou také investice na stavební část.

Je zřejmé, že rozdíl dvou výkonově stejných MVE se bude cenově značně lišit, proto investice nelze posuzovat pouze podle instalovaného výkonu.

Postup pro získání stavebního povolení

- ro zvolenou lokalitu zjistěte, zda je pro váš záměr volná, tj. zda není obsazena jiným subjektem, nebo zda v ní nejsou jiné vyšší zájmy (Okresní úřad, útvár ŽP)
- Zjistěte, zda lze získat potřebné pozemky do vlastnictví, nebo dlouhodobého pronájmu (Okresní úřad, útvár výstavby).
- Opatřete si technicko ekonomické posouzení svého záměru (projektant, poradenské středisko EKIS nebo ČEZ, a.s.)
- Opatřete si mapovou dokumentaci - snímky z pozemkové mapy (Katastrální úřad).
- Požádejte o souhlas z vodohospodářského hlediska (Správce toku povodí).
- Požádejte o souhlas a podmínky k připojení MVE na veřejnou distribuční síť (rozvodná energetická společnost).
- Získejte stanovisko z hlediska územního plánu a požádejte o zahájení územního a vodoprávního řízení (Okresní úřad útvár výstavby a útvár životního prostředí).
- Zadejte vypracování projektové dokumentace (projektant).
- S vyhotovenou projektovou dokumentací požádejte o stavební povolení (Okresní, stavební úřad).
- Objednejte technologické zařízení MVE (dodavatelská firma).
- Zadejte stavební práce po dohodě s dodavatelem technologie.
- Získejte licenci "výrobce elektrické energie" (Energetický regulační úřad).

Závěr

Aby byla elektrická energie vyrobená v MVE opravdu "čistá", je třeba dodržovat některá pravidla již při výběru lokality, přípravě projektové dokumentace, vlastním provádění stavby a hlavně při provozu. Nejčastěji diskutovaná problematika:

Vhodné začlenění do reliéfu lokality - ve fázi projektové dokumentace je vždy nutné dodržet způsob provedení a typ objektu, jak bylo předepsáno stavebním

úřadem, event. urbanistou, aby stavbou nebyl narušen místní krajinný ráz.

Dodržování odběru sjednaného množství vody - nejvhodnějším opatřením je využívání spolehlivých automatik v součinnosti s hladinovou regulací.

Odstraňování naplavenin vytažených z vody podle směrnice MŽP je nutno zajistit jejich odvoz a likvidaci, v žádném případě je nelze vracet do toku.

Kontaminace vody ropnými produkty u nových technologií se předpokládá maximální využití samomazných ložisek a používání ekologicky nezávadných maziv na bázi rostlinných olejů, u starších technologií je vždy možné řešení, které nepoškodí přírodu.

Akustický projev MVE - pokud by MVE za provozu narušovala nepřijatelným hlukem prostředí, je nutno v lokalitě provést opatření na odhlučnění na náklady provozovatele.

Při dodržení všech uvedených opatření nemůže MVE svým provozem narušit živelní prostředí, naopak často přispěje v lokalitě a jejím okolí k revitalizaci místního říčního systému (čistí a provzdušňuje tok).