

5. VYUŽITÍ ENERGIE VODNÍHO SPÁDU

Jiří Škorpík, ORCID: 0000-0002-3034-1696, skorpik.jiri@email.cz

Úvod 1

- Energetický potenciál proudu vody 1
- výpočet referenčního (ideálního) výkonu vodního proudu [Ú.1028] 2

Vodní turbíny 2

- Peltonova turbína 2
- Francisova turbína 3
- Kaplanova turbína 3

Vodní elektrárny 3

- Vzdouvací stavba 3
- Strojovna a sací trouba 4
- výpočet ideální savky [Ú.597] 6
- Přivaděč 6
- Akumulační vodní elektrárna 6
- Průtočná elektrárna 7
- Přečerpávací elektrárna 7
- Regenerační vodní elektrárna 8

Potenciál vodního spádu v ČR 9

- Hydrologické charakteristiky hlavních povodí ČR [T.614] 10

Odkazy 10

Přílohy 12

- 597 Řešení úlohy 12
- 1028 Řešení úlohy 13

Úvod

Principy platné i pro jiné kapaliny

V názvu článku je sice uvedeno, že se jedná o popis využití energie vodního spádu, ale stejné principy platí i pro jiné kapaliny.

Stanovení možného výkonu pro konkrétní spád

Energetický potenciál proudu vody

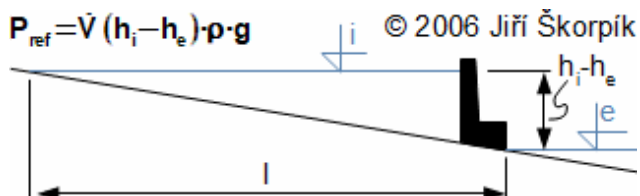
Množství práce, které lze vyrobit při průtoku vody z jednoho místa na druhé ve směru proudu (na *Obrázku 1104* a *222* se jedná o body *i* a *e*) můžeme stanovit z Bernoulliho rovnice¹¹. Budeme-li uvažovat stanovení maximálního potenciálu mezi těmito body (množství práce, které lze za ideálních podmínek pomocí proudu vody získat), pak lze zanedbat změny teplot, hustoty, tlaku a rychlosti a vyjde nám, že za takových podmínek je předaná práce funkcí změny pouze potenciální energie vody. Vynásobíme-li tuto práci hmotnostním průtokem, pak získáme výkon proudu, viz *Vzorec 222*. Výkon, který pomocí tohoto vzorce vypočítáme nazvěme referenčním výkonem, protože se jedná o maximální možný předaný výkon proudu a skutečně předaný bude muset být vždy menší. Potenciální energii vody lze transformovat na práci při jejím průtoku skrz vodní turbínu¹ a u velmi malých výkonů i vodního kola¹.

1104 Vodní dílo Vranov



Postaveno v roce 1934, instalovaný výkon $3 \times 5,4 \text{ MW}$ (Francisovy turbíny²¹) při průtoku $3 \times 15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, průměrný průtok $9,87 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Přehradní nádrž slouží k výrobě elektřiny, vodárenským účelům a k rekreaci. Foto [1].

222 Přibližný výkon vodní elektrárny



\dot{V} [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$] průtok; h [m] nadmořská výška (rozdíl $h_i - h_e$ se nazývá spád); ρ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$] hustota vody; g [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$] gravitační zrychlení; l [m] délka spádu; P_{ref} [W] referenční výkon proudu – uvedený vzorec popisuje ideální výkon vodní elektrárny, tj. beze ztrát, podrobnější popis je uveden v kapitole Energetická bilance vodní turbíny¹³.

Vodní dílo

K využití vodního spádu pro výrobu elektřiny je potřeba nejen samotné turbosoustrojí s vodní turbínou a generátorem, ale většinou i přehradní nádrž (někdy dvě a více nádrží). Veškerá tato zařízení a stavby jsou součástí vodního díla. Vodní díla téměř vždy plní i jiné úkoly než energetické, mají vliv na okolní krajinu a často se využívají k regulaci toku, splavnění toku a mívají i vodárenské a další úkoly.

1028 Úloha

Vypočítejte přibližný výkon vodní elektrárny. Průtok vody turbínou je $46 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, převýšení vodních hladin 136 m . Řešení úlohy je uvedeno v Příloze 1028, s. 13.

Vodní turbíny

Princip vodní turbíny

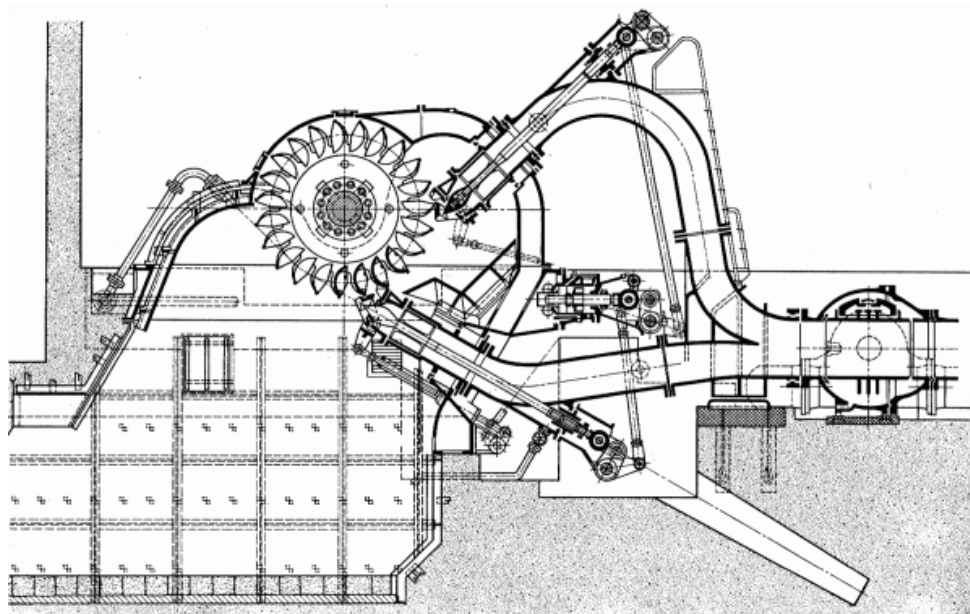
Vodní turbíny jsou lopatkové stroje¹¹ schopné transformovat kinetickou, tlakovou energii⁴³ a potenciální energii vody odpovídající vodnímu sloupci. Technické specifikace a popis principu základních typů vodních turbín jsou uvedeny v článku Vodní turbíny a hydrodynamická čerpadla²¹. V tomto článku jsou představeny pouze obecné rysy nejčastěji používaných typů vodních turbín.

Který typ vodní turbíny je ten správný?

Vhodnost konkrétního typu turbíny pro danou lokalitu lze určit pomocí měrných otáček¹⁸ turbíny a celkového spádu.

Peltonova turbína*Velmi vysoké spády,
menší průtoky*

Peltonova turbína²¹ je vhodná pro velké výškové (několik stovek metrů i kilometr) nebo tlakové spády (viz podkapitola *Regenerační vodní elektrárna*, s. 8).

1109 Peltonova turbína

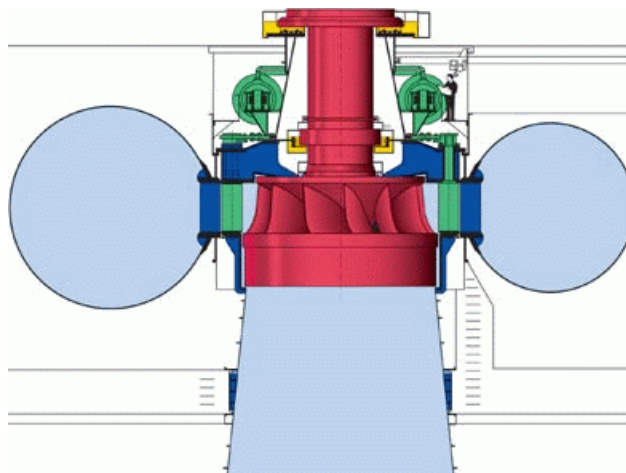
Peltonova turbína se dvěma tryskami s horizontální osou rotace, výrobce Escher – Wyss. Zdroj: [6].

Francisova turbína

Široký rozsah spádů a průtoků

Francisovy turbíny²¹ jsou vhodné pro široký rozsah spádů a průtoků. Nevýhodou je, že při menších průtocích než, pro které byly navrženy klesá výrazně jejich účinnost.

1110 *Soustrojí s Francisovou turbínou*



Francisova turbína pro elektrárnu Xingu, Brazílie. Zdroj: [4], autor: Voith Siemens Hydro Power.

Kaplanova turbína

Menší a střední spády a proměnné průtoky

Kaplanova turbína²¹ je vhodná pro menší až střední spády. Pro tento typ turbíny jsou charakteristické natáčivé lopatky rotoru, které umožňují turbíně pracovat s vysokou účinností i při proměnlivém průtoku (sezónní výkyvy). Kaplanovy turbíny někdy doplňují elektrárny s Francisovými turbínami v místech, kde dochází k dlouhodobějšímu sezónnímu snížení průtoku.

Vrtulová turbína

U malých vodních elektráren se používají tzv. vrtulové turbíny, které jsou konstrukčně blízké Kaplanovým turbínám akorát nemají natáčivé rotorové lopatky.

Vodní elektrárny

Nejen vodní turbína

Klasická vodní elektrárna není tvořena jen turbosoustrojí, ale vyžaduje i systém přivaděčů a odvodních potrubí a často i vzdouvací stavbu. Dále se konfigurace stavebních a strojních částí elektráren mění podle širšího účelu elektrárny a celého vodního díla.

Vzdouvací stavba

Zkracuje vzdálenost mezi hladinou a turbínou

Vzdouvací stavba je potřeba vždy, jednak zlepšuje vtok do přivaděče k turbíně, a jednak zkracuje vzdálenost mezi bodem *i* a turbínou, případně zadržuje vodu i za jiným vodohospodářským účelem. Zkrácení vzdálenosti mezi bodem *i* a turbínou totiž snižuje tlakovou ztrátu³⁸ při proudění vody.

Výbavení vzdouvací stavby

Za vzdouvací zařízení považujeme jez (přebytek vody přetéká přes hřeben) nebo hráz, kdy přebytečná voda hráz obtéká.

Nevyužitá energie, která není před vzdouvací stavbou odvedena přivaděčem k turbíně je mařena ve vývaru vířením – ty jsou dobře patrné u jezů nebo spodních částí hrází. Takto je mařena energie veškeré vody v případě odstávky turbíny. Hráze jsou navíc vybaveny přelivem pro případ, že nádrž za hrází je plná a přítok vody je větší, než lze řádně odpouštět přes vývar.

Konstrukce vzdouvací stavby

Konstrukce vzdouvací stavby bývá různá včetně použitých materiálů. U jezů to mohou být kombinace kamenů, dřeva i betonu, u velkých hrází převažuje beton a mohutné sypané hráze. Jedná se o náročné stavby jak technologicky a projektansky, tak i v přípravě – nezbytný průzkum podloží pro určení konstrukce základů, tak aby kolem hráze nedocházelo k průsakům (špatný hydrogeologický průzkum byl i příčinou protržení hráze přehrady Desná v Jizerských horách, viz *Obrázek 1103*).

1103 Přehrada Desná



vlevo kolaudace 18.8.1915 [4]; **vpravo** hráz krátce po protržení [8]. Hráz přehrady byla sypaná s betonovou odpouštěcí štolou, kterou bylo možné uzavřít šoupátkem jehož ovládní bylo v šoupátkové věži, která je dobře patrná na obou fotografiích. K protržení došlo vlivem průsaku podloží dne 18.9.1916 a v záplavové oblasti zemřelo 65 lidí [7].

Rybí přechod

Kolem vzdouvací stavby bývá někdy i rybí "přechod", pomocí kterého se migrující druhy ryb mohou pohybovat jak na dolní, tak horním toku stavby.

Strojovna a sací trouba

V místě nejnižšího bodu vodního díla

Ve strojovně se nachází jedno či více turbosoustrojí. Jedná se o halu umístěnou v nejnižším bodě elektrárny, protože tam se právě musí nacházet i turbína (například strojovna na *Obrázku 1104*, s. 1). Takové místo často bývá i několik kilometrů od vzdouvací stavby, viz *Obrázek 1226* dispozice vodní elektrárny Sedlice.

Sací trouba

Na druhou stranu musí být strojovna dostatečně vysoko nad hladinou, aby byl k turbíně pohodlný přístup a strojovnu neohrožily záplavy, a tak, aby nedošlo ke snížení využitelného disponibilního spádu daný rozdílem výšek hladin $h_i - h_e$, bývají turbíny vybaveny sací troubou. Sací trouba je kanál od turbíny, který sahá těsně pod hladinu spodní nádrže a je zaplněn vodou, *Obrázek 258* (dobře patrná je i sací trouba na *Obrázku 1110*, s. 3).

Princip a velikost sací trouby

Její maximální délka, respektive výška je limitována tlakovým spádem mezi koncem turbíny a tlakem nad hladinou spodní nádrže.

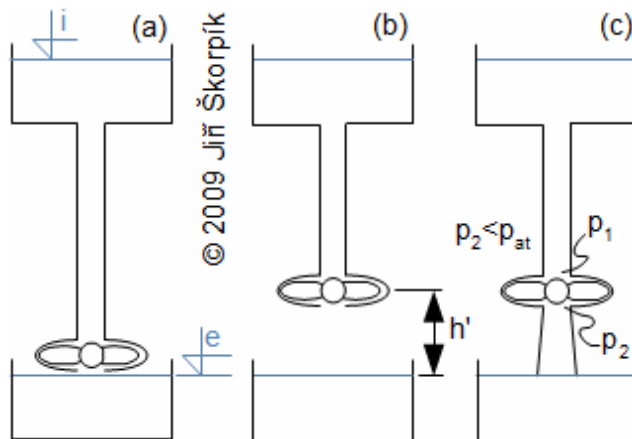
1226 Dispozice vodní elektrárny Sedlice



h hráz; **p** přivaděč; **s** strojovna. Strojovna této elektrárny se nachází několik kilometrů po proudu toku řeky Želivky, ale turbíny jsou napájeny vodou odebíranou do přivaděče těsně před hrází. Samotný přivaděč nekopíruje tok řeky, ale je veden podzemní štolou nejkratší trasou. Tím se sníží ztráty i potřebná výška vzduťi pro daný spád. Hráz způsobuje vzduťi jen 14 m, ale tím, že je strojovna mnohem níže pod hrází, je disponibilní spád na turbíny 35 m [9]. Podobným způsobem je zvýšen i spád vodní elektrárny Lipno 1. Zdroj mapy [10], upraveno autorem.

Z principu U-trubice je zřejmé, že tlak těsně za turbínou musí být menší než tlak nad hladinou spodní nádrže. Přičemž tlak za turbínou p_2 nesmí být menší než tlak syté vody v daném bodě (tlak, při kterém voda o teplotě t_2 začne vřít). V takovém případě hrozí přetržení vodního sloupce v důsledku vzniku páry. Protože tlak p_2 je menší než tlak atmosférický nad hladinou, je měrná vnitřní práce turbíny teoreticky stejná, jako pro případ turbíny bez savky umístěné těsně nad hladinou. Samozřejmě tím, že v ústí je vyšší tlak, musí v něm být i menší rychlost a podle Bernoulliho rovnice tedy i větší průtočný průřez.

258 Popis funkce sací trouby



(a) turbína je těsně nad hladinou spodní nádrže – maximální využití disponibilního spádu h_i-h_e ; **(b)** turbína je výše nad hladinou spodní nádrže – disponibilní spád je snížen o výšku h' ; **(c)** sací trouba sníží tlak za turbínou, který odpovídá vodnímu sloupci h' (teoreticky zůstává zachována možnost využití celého disponibilního spádu h_i-h_e). p_1 [Pa] tlak odpovídající vodnímu sloupci mezi hladinou i a vstupem do turbíny; p_2 [Pa] tlak za turbínou; p_{at} [Pa] tlak atmosféry nad hladinou.

Sací trouba jen u přetlakových turbín

Podmínkou užití sací trouby je taková konstrukce turbíny, která dokáže využít i tlakový spád mezi vstupem a výstupem oběžného

kola, což jsou jen tzv. přetlakové typy turbín¹³, jako Francisova a Kaplanova. Naopak u Peltonových turbín sávku nelze použít a energetický spád mezi oběžným kolem a spodní hladinou není využit (v uvedeném prostoru je atmosférický tlak), viz *Obrázek 1109, s. 2*.

597 Úloha

Vypočítejte maximální možnou délku sávky vodní turbíny pro případ *Úlohy 1028, s. 2*. Neuvažujte ztráty. Řešení úlohy je uvedeno v *Příloze 597, s. 12*.

Přivaděč

Přivaděče otevřené i uzavřené Česla

Jak už bylo několikrát výše naznačeno, přivaděče (náhony) jsou kanály, které přivádí vodu ke strojovně, respektive k turbínám. Přivaděče mohou být realizovány jako otevřené nebo uzavřené kanály. Na začátku přivaděče jsou česla, která zabraňují tomu, aby se do přivaděče dostaly předměty, které voda sebou unáší.

Otevřené přivaděče

Otevřené přivaděče se používají pouze u elektráren s velmi malým spádem, tzv. průtočné elektrárny. Jedná se většinou o betonová koryta, viz *Obrázek 1227*.

1227 *Letecký snímek vodní elektrárny Bulhary*



Elektrárna je zbudována na řece Dyji. Strojovna na pravém břehu hned vedle elektrárenského jezu. Před strojovnou jsou dobře patrné koryto betonového přivaděče i zachycené nečistoty na česlech. Všimněte si rybiho přechodu. Zdroj mapy [10].

Uzavřené přivaděče

Uzavřené přivaděče jsou mnohem častější a v drtivé většině případů se jedná o ocelové potrubí, protože v nejnižším bodě odpovídá tlak vody tlaku vodního sloupce. Tento typ přivaděčů může být dlouhý i několik kilometrů.

Akumulační vodní elektrárna

Akumulace vody (energie) za hrázi

Součástí vodního díla s akumulací je objemná vodní nádrž (tento typ elektráren je obvykle velmi náročný na délku spádu, respektive velikost hráze, viz *Obrázek 1106*). Tento typ elektrárny se spouští v případech nedostatku el. energie v přenosové soustavě. Spouští se po určitou část dne na průtok větší než střední, a zbytek dne se nádrž postupně opět dopouští.

1106 Hráz akumulální vodní elektrárny Orlik (Vltava)



Instalovaný výkon $4 \times 91 \text{ MW}$, Kaplanovy turbíny pro spád $70,5 \text{ m}$, Výška hráze $91,5 \text{ m}$. Foto: [2].

Průtočná elektrárna

Malé průtoky, malé spády

Vodní díla s průtočnou elektrárnou mají mnohem menší nádrž než akumulální elektrárny. Jedná se o elektrárny s malým spádem, ale stálým průtokem (v provozu i celý den), viz *Obrázek 1227*, *Obrázek 1228*.

1228 Strojovna Kaplanových turbín elektrárny Kořensko



Všimněte si, že turbíny jsou s horizontální osou rotace, což je pro průtočných elektráren s malým spádem typické. Instalovaný výkon je $2 \times 1,9 \text{ MW}$. Foto [3].

Přečerpávací elektrárna

Umožňuje i čerpadlový provoz

Přečerpávací elektrárny mají podobnou funkci jako akumulální elektrárny, doplněnou o možnost "uskladňovat elektrickou energii" čerpáním vody zpět do nádrže. Tyto elektrárny jsou součástí vodního díla minimálně se dvěma nádržemi, viz *Obrázek 1108*.

Princip akumulace elektriny v přečerpávací elektrárně

V době přebytku el. energie pracuje elektrárna v čerpadlovém režimu (vnitřní účinnost¹³ cca 90%), ve kterém čerpá vodu z dolní nádrže do nádrže horní a tím spotřebovává elektrinu. V době velké poptávky po elektřině pracuje elektrárna v turbínovém režimu (vnitřní účinnost cca 95%), kdy voda z vrchní nádrže je přepouštěna přes turbínu do dolní nádrže. Přečerpávací elektrárny jsou vybaveny turbínami (pro turbínový provoz) i čerpadly (pro čerpadlový provoz) nebo speciální tzv. reverzní neboli čerpadlovou

turbínou, která je schopna pracovat v turbínovém i čerpadlovém provozu.

1108 *Přečerpávací vodní elektrárna dlouhé stráně (Jeseníky)*



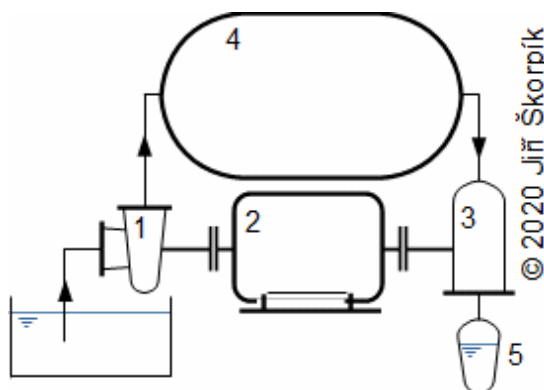
Instalovaný výkon $2 \times 325 \text{ MW}$ (při čerpání 312 MW), Francisovy turbína pro spád $510,7 \text{ m}$ – největší reverzní turbíny v Evropě (2008). Jedná se o vodní elektrárnu s největším instalovaným výkonem v ČR. Foto: [3].

Regenerační vodní elektrárna

Princip regenerace tlakové energie kapalin

V průmyslových provozech s velkou spotřebou vysokotlaké kapaliny (například pro čištění) se používá turbosoustrojí Peltonova turbína-el. motor-čerpadlo, *Obrázek 1107*. Taková sestava snižuje spotřebu el. energie na čerpání kapaliny tak, že v turbíně je transformována tlaková energie⁴³ vody vycházející z procesu zpět na práci, mluvíme o regeneraci tlakové energie.

1107 *Princip regenerace tlakové energie vody*



1 hydrodynamické čerpadlo⁴⁴; 2 elektrický motor; 3 Peltonova turbína; 4 tlaková nádoba, ve které se využívá voda o vysokém tlaku, přičemž při tomto procesu nedochází k velké ztrátě tlaku vody; 5 odpadní beztlakový kanál.

Princip regenerace pot. energie kapalin

Lze regenerovat i potenciální energii vody, pokud je provoz v dostatečné nadmořské výšce. Například se takto regeneruje

potenciální energie vody v jaderné elektrárně Temelín. Ta spotřebovává velké množství vody, kterou získává z čerpací stanice Hněvkovice [11]. Část této vody se po použití v elektrárně nejprve filtruje a pak shromažďuje a ředí v nádržích a pak vypouští zpět do Vltavy. Regenerace energie spočívá v tom, že voda je vypouštěna daleko níže po proudu Vltavy a to v Kořensku. V Kořensku je průtočná elektrárna v jejíž areálu se mimo strojovny s Kaplanovými turbínami pro využití spádu Vltavy nachází i strojovna s Peltonovou turbínou využívající vodu z el. Temelín (strojovna formálně spadá pod areál Jaderné elektrárny Temelín [3]), viz *Obrázek 530*. Voda z elektrárny Temelín má totiž velmi vysoký tlak odpovídající rozdílu nadmořské výšky areálu elektrárny Temelín a hladiny Vltavy v Kořensku, který činí 141 m při délce potrubí přivaděče 6,47 km a průměru 700 mm [11].

530 Peltonova turbína pro regeneraci potenciální energie v jaderné elektrárně Temelín



V Temelínské elektrárně jsou dva bloky, proto je přivaděč zdvojen a Peltonova turbína obsahuje dvě regulační trysky – jestliže je v provozu jen jeden blok, pak je jedna z trysek uzavřena). Instalovaný výkon generátoru Peltonovy turbíny je 980 kW při průměru oběžného kola 850 mm a voda z této turbíny je dále odváděna dále do společné výpustě Kaplanových turbín. Autorem fotografií je Ing. Jiří Kohout.

Potenciál vodního spádu v ČR

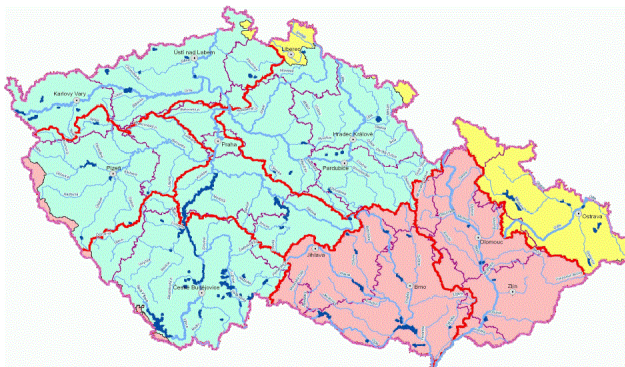
Tři povodí

V České republice se vodní toky postupně vlévají do řeky Labe, Odry nebo Moravy, odtud je plocha republiky rozdělena do tří povodí, viz *Obrázek 1113*, s. 10.

Energetický potenciál povodí

Celkový průtok všemi řekami v ČR je přibližně $446 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, viz *Tabulka 614*, s. 10. Průměrný spád je přitom přibližně 200 m, což odpovídá teoretickému výkonu 880 MW. Skutečný instalovaný výkon na řekách v ČR je 1093,7 MW [12] (bez přečerpávacích elektráren), proto mohou být vodní elektrárny spouštěny pouze krátkodobě dokud nevyčerpají zásobu vody v nádržích. Podíl

1113 Mapa hlavních povodí ČR, [5]



výroby elektrické energie z vodních elektráren na celkové výrobě elektřiny v ČR je přibližně 2 % (2019) [12].

614 Hydrologické charakteristiky hlavních povodí ČR [5]

ukazatel	povodí Labe	povodí Odry	povodí Moravy	ČR celkem
1 h	446	443	397	432
2 V	313	32	101	446
3 v	6,1	10,8	4,8	6,1
4 H	653	808	640	661
5 I	192	341	152	195

h [m n.m.] průměrná nadmořská výška povodí; **V** [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$] dlouhodobý průměrný průtok v hlavním toku povodí v hraničním profilu; **v** [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$] specifický odtok; **H** [mm] průměrný roční úhrn srážek; **I** [mm] roční odtoková výška (vrstva vody rovnoměrně rozložená na ploše povodí, která odeče za rok).

Užití vodních elektráren v ČR pouze k primární regulaci sítě

Vzhledem k malému energetickému potenciálu vodního spádu v ČR se vodní elektrárny používají především ke krytí špiček spotřeby elektřiny. K takové roli jsou vhodné díky schopnosti rychlého najetí na plný výkon a snadné regulace na rozdíl od tepelných elektráren⁶.

Ekologické dopady vodních elektráren

Výroba elektřiny ve vodních elektrárnách je většinou považována za ekologicky čistou vzhledem k nízké produkci škodlivých látek do okolí (spaliny, záření, odpad...). Za negativní lze považovat vliv na vodní režim řeky, okolí nádrže a uvolňování metanu ze dna nádrží v důsledku hnilobných procesů. Metan totiž dočasně zesiluje skleníkový efekt⁷.

Odkazy

- [1] Státní zámek Vranov nad Dyjí. Web: <http://www.zamekvranov.cz>, [cit. 2010].
- [2] Power plants around the world. [on-line] fotoalbum energetických staveb. Web: <http://www.industcards.com>, [cit. 2010].
- [3] ČEZ, a.s., 2011. Majitel a provozovatel elektráren. Adresa: Praha 4, Duhová 2/1444, PSČ 140 53, Česká republika, <http://www.cez.cz>. [cit. 2020-08-27]
- [4] Wikimedia Commons – úložiště volného multimediálního obsahu. [on-line]. [2010]. Dostupné z <http://commons.wikimedia.org>.

5. Využití energie vodního spádu

[5] *Plán hlavních povodí České republiky*. Schválený usnesením vlády České republiky ze dne 23. května 2007 č. 562, Ministerstvo zemědělství ČR. Dostupné z <http://eagri.cz>, [2010].

[6] MILLER, Rudolf, HOCHRAINER, A., LÖHNER, K., PETERMANN, H. *Energietechnik und Kraftmaschinen*, 1972. Hamburg: Rowohlt taschenbuch verlag GmbH, ISBN 3-499-19042-7.

[7] ŠVIHÁLEK, Milan. *Stavitel přehrad: putování legendárního moravského vodohospodáře Jana Čermáka 20. stoletím*. Praha: Grada, 2013. TEN. ISBN 978-80-247-4465-0.

[8] Autor neuveden. *Projekt obnovy Kulturní památky ČR Protržená přehrada na Bílé Desné v Jizerských horách*. Dostupné z <http://www.osadajizera.cz/>. [cit. 2020-08-25].

[9] *Povodí Vltavy, státní podnik*. Adresa: Holečkova 3178/8, 150 00 Praha 5 - Smíchov. Web: <http://www.pvl.cz/>. [cit. 2020-08-26].

[10] *Mapy.cz*. Mapová aplikace provozována společností Seznam.cz, a.s., Radlická 3294/10, 150 00 Praha 5. Web: <https://mapy.cz/>. [cit. 2020-08-26].

[11] Autor neuveden. *Kořensko: elektřina z použité vody*, *Technický týdeník*, č. 3, ročník 2015. ISSN 0040-1064.

[12] *Energetický regulační úřad*. Web: <http://www.eru.cz>.

Bibliografická citace článku

ŠKORPÍK, Jiří. Využití energie vodního spádu, *Transformační technologie*, 2006-10, [last updated 2020-10-27]. Brno: Jiří Škorpík, [on-line] pokračující zdroj, ISSN 1804-8293. Dostupné z <https://www.transformacni-technologie.cz/05.html>.