

Implementace nového způsobu softwarové regulace vodní elektrárny

Martin Adámek

Katedra elektroenergetiky a ekologie

Fakulta elektrotechnická

Západočeská univerzita v Plzni

adamekm@kee.zcu.cz

New way to control hydropower plant via advanced software regulation

Abstract – The paper deals with new software regulation of huge hydropower plant in third world country. The new way of regulation is based on inclusion of power pilot curves to the normal regulation via pure PID regulation. The results showed that the implementation of mentioned power pilot curves is significantly contributing to stabilization and velocity of the hydro machine regulation. The prospective goal is to implement this kind of combined regulation to other turbine types and other hydro facilities at all.

Keywords – Hydropower plant; Regulation; PLC regulation; Power pilot curves

I. ÚVOD

Vodní elektrárny jsou jedním z mála obnovitelných zdrojů elektrické energie. Jejich obnovitelnost je dána tzv. hydrologickým cyklem (stálým oběhem povrchové a podzemní vody na Zemi). Dokud budou vodní elektrárny z tohoto systému odčerpávat jen malé množství energie, budou pro tento přírodní systém znamenat pouze rušení, se kterým se systém vypořádá. Na druhou stranu vodní nádrže mají negativní dopad na životní prostředí [1].

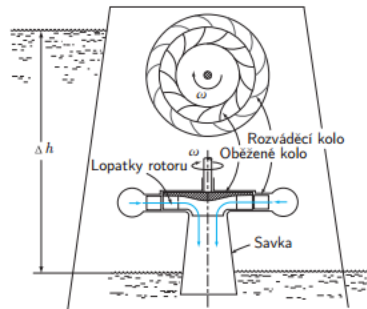
Vůči ostatním obnovitelným zdrojům jsou náklady na výstavbu elektrárny vodní podstatně menší (při porovnávání elektráren stejných výkonů), to je také jedním z důvodů pozvolného nárůstu využívání vodních toků ve světě. O globálním vývoji využívání vodních elektráren a aktuálním pohledu z globálního hlediska se lze více dočíst v [3], kde je mimo jiné uvedeno, že v rámci řízení vodních toků je řízeno 12% celkového světového vodního průtoku. Výhodou vodních elektráren je například možnost takzvaného „startu ze tmy“, kdy jsou při úplném výpadku sítě postupně startovány elektrárny jaderné a uhelné, a to právě za pomoci elektráren vodních. Samotné spuštění vodní elektrárny je typicky závislé jen na malém dieslovém generátoru.

II. ZPŮSOBY REGULACE VODNÍCH ELEKTRÁREN RŮZNÝCH TYPŮ

Druh regulace vodní elektrárny se řídí dle použitého druhu vodní turbíny. Regulační soustrojí je složeno z větší části z částí mechanických, nedílnou součástí je v dnešní době ale i část softwarová – využití výpočetní techniky pro regulaci vodních elektráren je v dnešní době na velkém vzestupu, přičemž i vodní elektrárny starších dat již podstupují rozsáhlých revitalizací a rekonstrukcí, které se týkají zejména výměny hlavních hydraulických a regulačních komponent.

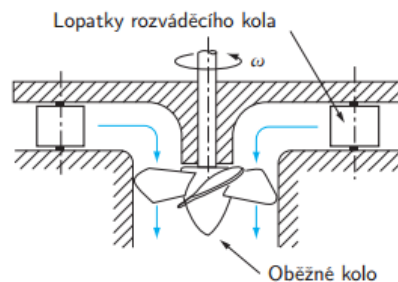
Nejčastější typy vodních turbín:

- **Francisova turbína** – jedná se o nejdéle používaný typ moderní turbíny. Využívá se pro velké průtoky a spády a umožňuje využití jako čerpadlová turbína v přečerpávacích vodních elektrárnách, kdy při opačném směru otáčení funguje jako čerpadlo. Řadí se mezi přetlakové turbíny s radiálně-axiálním prouděním vody skrze oběžné kolo. Regulace je zajištěna pomocí natáčivých rozváděcích lopatek.



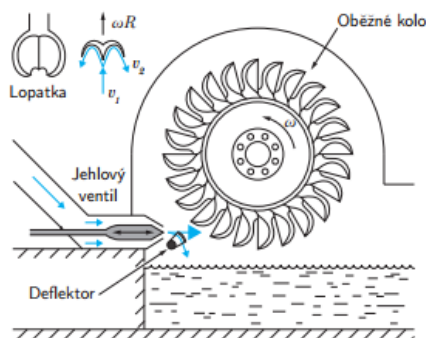
Obrázek I. Nákres Francisovy turbíny [4]

- **Kaplanova turbína** – tato turbína vznikla vylepšením vrtulové turbíny profesora Kaplana a konstrukčně je složitější než Francisova. Jedná se o přetlakovou axiální turbínu. Lopatky oběžného kola je možné regulovat hydraulicky, případně mechanicky u menších turbín, Kaplanova turbína díky tomu dosahuje vysoké účinnosti v širokém pásmu průtoků.



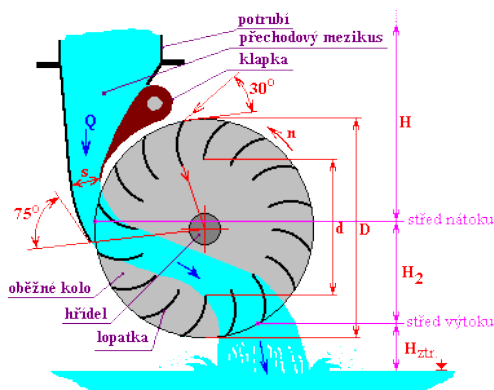
Obrázek II. Nákres Kaplanovy turbíny [4]

- **Peltonova turbína** – rovnotlaká turbína využívající tzv. dýzy, ve které se tlaková energie vody mění na kinetickou energii paprsku vstříkovaného na lopatky turbíny. Regulace je zajištěna změnou výtokového otvoru dýzy. Lopatky jsou korečkového typu (miskovitý tvar) a jsou umístěny po obvodu turbíny. Díky svému tvaru je vhodná pro velké spády.



Obrázek III. Nákres Peltonovy turbíny [4]

- **Bánkiho turbína** – rovnotlaká turbína využívaná pro malé a střední spády. Zajímavostí u této turbíny je, že voda prochází přes lopatky dvakrát, při vstupu do oběžného kola a následně i při jeho opuštění.

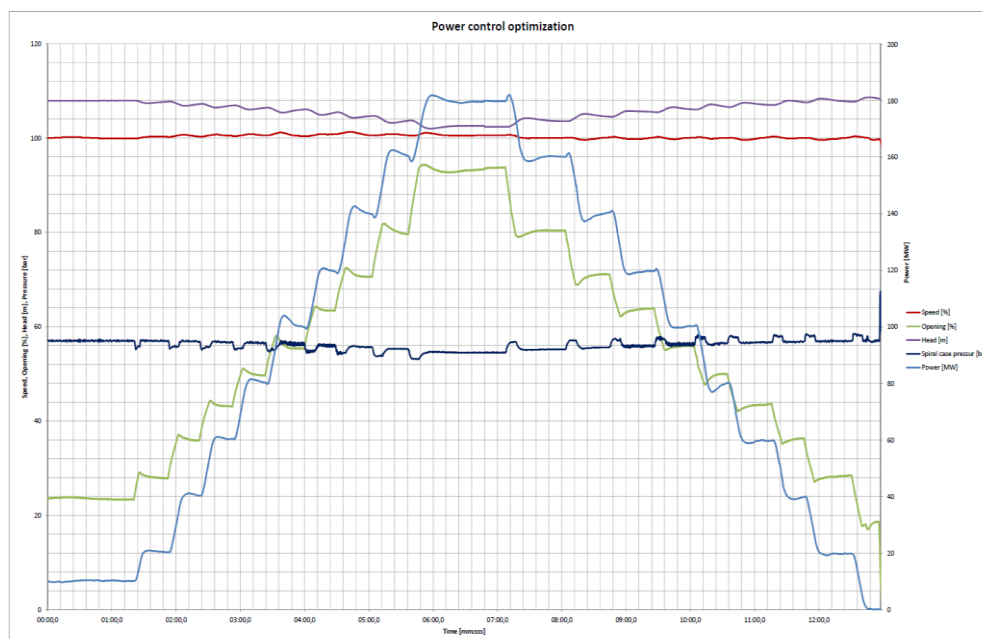


Obrázek IV. Nákres Bánkiho turbíny [4]

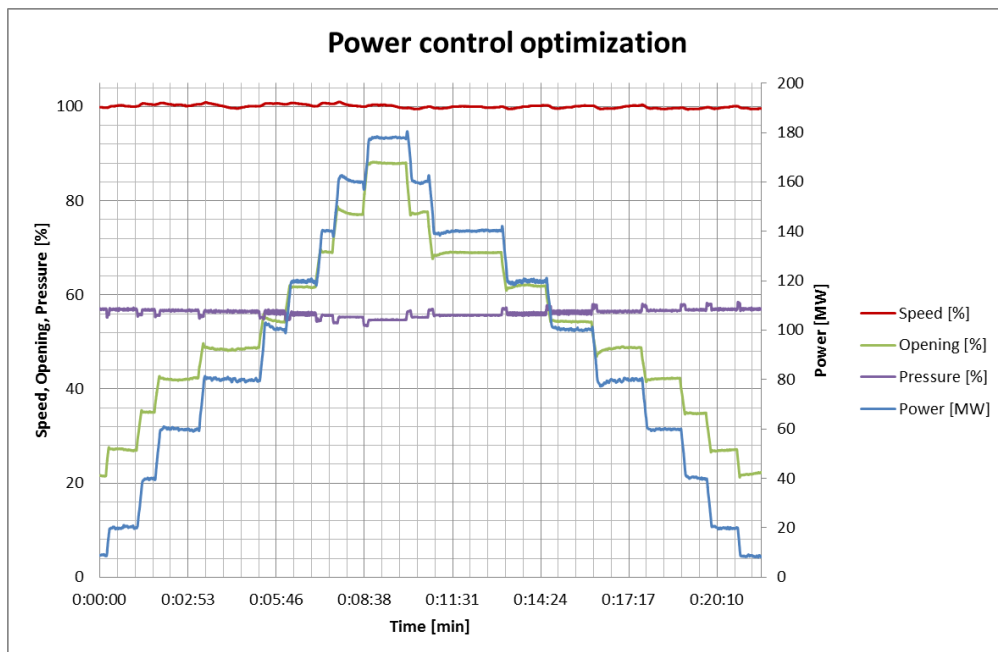
III. IMPLEMENTACE NOVÉHO ZPŮSOBU SOFTWAREVÉHO ŘÍZENÍ

Možností softwarové regulace je několik. Klasickým způsobem je využití softwarově namodelovaného PID regulátoru. Z hlediska kvality a rychlosti regulace se však tento způsob v nově navrhovaných systémech začíná nahrazovat způsobem kombinovaným, kde dle zadané váhy (podílu na regulaci) se reguluje ještě navíc s přihlédnutím na tzv. výkonové interpolační křivky (power pilot curves).

K testu tohoto způsobu regulace byla vybrána reálná elektrárna v zemi třetího světa. Elektrárna skýtá 4 Francisovy turbíny, kde každá má výkon bezmála 200MW. Z důvodu velice citlivých dat zde nelze uvést přesnější informace o dané vodní elektrárně. Následující grafy obsahují výkonovou regulaci před a po implementaci již stručně popsaného způsobu kombinované regulace.



Obrázek V. Regulace bez výkonových interpolačních křivek



Obrázek VI. Regulace s interpolačními výkonovými křivkami

IV. ZHODNOCENÍ

Z důvodu povahy daných údajů zde nelze uvést konkrétní výsledky. Důležitým výstupem tohoto experimentu však bylo, že regulace je s využitím kombinovaného způsobu podstatně rychlejší a stabilnější. Z důvodu velkých výkyvů frekvence velmi slabé přenosové sítě bylo složité danou regulaci patřičně nastavit, a to tak, aby docházelo jen k pouze malým přeběhům regulovaných hodnot. Dalším z důvodů těchto malých přeběhů byla nekonstantní vodní sloupec (head).

V. ZÁVĚR

V práci je shrnuta problematika regulace vodních elektráren. Jsou zde stručně popsány nevíce se vyskytující vodní turbíny. K ověření funkčnosti kombinovaného způsobu regulace výkonu byla vybrána reálná vodní elektrárna v zemi třetího světa. Typ turbíny dané elektrárny je turbína Francisova.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory SGS-2015-031.

LITERATURA

- [1] R. KORNIJÓW. „*Controversies around dam reservoirs: benefits, costs and future*“. In: *Ecohydrology and Hydrobiology* (2009). issn: 1642-3593. do i: 10.2478/v10104-010-0001-4
- [2] J.-M. MARTIN-AMOUROUX. „*The economics of hydroelectricity*“. In: *HYDRO* 21 (2004).
- [3] SAURABH SANGAL, ARPIT GARG, DINESH KUMAR, „*Review of Optimal Selection of turbines for Hydroelectric Projects*“, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* Volume 3, Issue 3, March 2013).
- [4] W. S. JANNA. *Introduction to Fluid Mechanics*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2010. isbn: 978-1420085242.