

# WIND POWER STATION WITH SAVONIUS ROTOR FOR PRODUCTION OF ELECTRIC POWER

**Jiří Klečka**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT  
E-mail: xkleck08@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Mastný

E-mail: mastny@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

Savonius rotor is ranked to power stations with a vertical axis which operates on aerodynamic lift principle with no need of rotor turning in the direction to wind blowing. It can be put into effect as a power for low-energy buildings, where it will form an energy reserve in case of highest load.

Analyzing this project we created a design and a construction of simple type of Savonius rotor on which a value of attainable electrical power, following from theoretical calculations of rotor, will be verified.

## 1. ÚVOD

Savoniův rotor se řadí k elektrárnám se svislou osou pracujících na vztlakovém principu, bez nutnosti natáčení do směru převládajícího větru. Své uplatnění může tento zdroj nalézt u nízkoenergetických staveb, kde bude tvořit energetickou zálohu v době špičkové zátěže.

Cílem práce je návrh a konstrukce funkčního modelu Savoniova rotoru jednoduchého typu, na kterém bude ověřena hodnota dosažitelného elektrického výkonu, vycházející z teoretických výpočtů rotoru.

## 2. SAVONIŮV ROTOR

Tento rotor se skládá ze dvou navzájem opačně přesazených půl-válcových lopatek a osy, která mezi nimi prochází. Kinetická energie větru působí na návětrnou lopatku rotoru a závětrnou lopatku naopak brzdí, tzn., že na tvorbě krouticího momentu se podílí jen polovina celkové plochy rotoru [1].

### 2.1. ÚČINKY VZDUCHU NA ROTOR

Při teoretických úvahách popisujících rychlost proudění větru se uvažuje s okamžitou rychlostí větru (označovanou  $u$ ), při určování parametrů větrných zařízení se uvažuje se střední rychlostí proudění větru označovanou  $v$  [1].

Zavedeme výkonový součinitel  $c_p$  (tzv. Betzův limit), který udává jaká část energie obsažená ve vzdušném proudu je přeměňována v energii mechanickou.

Výkon turbíny potom zjistíme ze vztahu:

$$P = \frac{1}{2} \cdot c_p \cdot S \cdot \rho \cdot v^3 \quad (1)$$

kde:

P [W]	výkon turbíny
$c_p$ [-]	výkonový součinitel
S [m <sup>2</sup> ]	½ plochy rotoru
$\rho$ [kg.m <sup>-3</sup> ]	hustota vzduchu
v [m.s <sup>-1</sup> ]	střední rychlost vzduchu

Velikost výkonového součinitele  $c_p$  je závislá na rychloběžném čísle lambda  $\lambda$ , které je dáno poměrem obvodové rychlosti rotoru  $v_{ob}$ , k rychlosti větru  $v$ .

Pro otáčky rotoru platí:

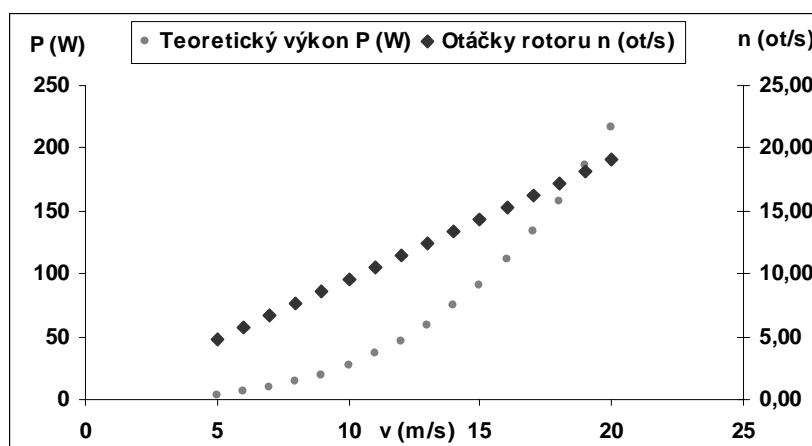
$$\lambda = \frac{v_{ob}}{v} = \frac{\omega \cdot R}{v} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot R}{v} \Rightarrow n = \frac{\lambda \cdot v}{2 \cdot \pi \cdot R} \quad (2)$$

kde:

$\lambda$ [-]	rychloběžnost
$v_{ob}$ [m.s <sup>-1</sup> ]	obvodová rychlost rotoru
n [ot.s <sup>-1</sup> ]	otáčky rotoru za sekundu
v [m.s <sup>-1</sup> ]	střední rychlost vzduchu
R [m]	poloměr rotoru

## 2.2. TEORETICKÝ VÝKON

Výpočet výkonu pro nezatížený rotor, kde uvažujeme, že obvodová rychlost je stejná jako rychlost větru.



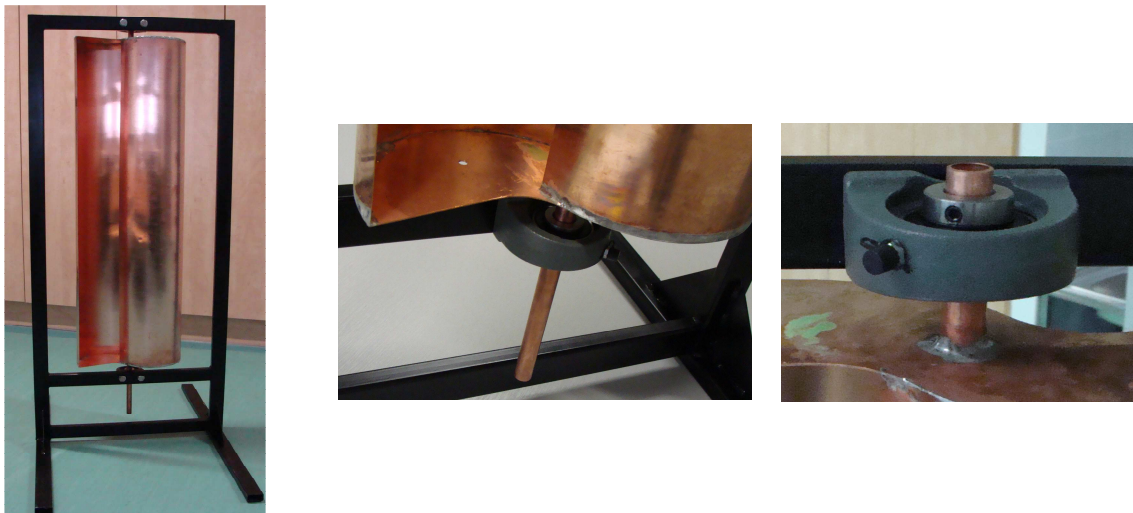
Obrázek 1: Závislost výkonu a otáček na rychlosti větru.

## 2.3. REALIZACE ROTORU

Samotný rotor sestává z měděné trubky o průměru 15 mm, která prochází rotorem a jejíž konce jsou uloženy ve výkyvných ložiscích. Konce samotného rotoru tvoří měděné plechy

o šířce 1 mm a průměru 300 mm. Lopatky rotoru jsou vyrobeny z měděného plechu tloušťky 0,55 mm a rozměrů 1000 x 300 mm a zakřiveny do poloměru 180mm.

Uložení rotoru je provedeno přes dvě výkyvná ložiska, která jsou přichycena na ocelovou konstrukci typu H.



**Obrázek 2:** *Provedení Savoniova rotoru s detaily uložení.*

### 3. ZÁVĚR

Předností Savoniova rotoru je jednoduchá konstrukce a velký krouticí moment vhodný zejména pro čerpadla a kompresory. Pro své nízké otáčky při malých rychlostech větru se u těchto větrných motorů používají výhradně generátory s permanentními magnety.

Teoretické výpočty budou porovnány s naměřenými hodnotami prototypu a povedou ke zpřesnění výpočtů při návrhu, a následně k dalším zlepšením konstrukce rotoru vedoucí ke zvýšení účinnosti. Ze získaných dat se dále bude vycházet při návrhu generátoru s permanentními magnety, jakož i návrhu vodního čerpadla nebo vzduchového kompresoru.

### PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory vedoucího práce Ing. Petra Mastného, Ph.D. Na realizaci modelu se podílel a finančně zaštil Ústav Elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně.

### LITERATURA

- [1] KUDELAS, D., RYBÁR, R., *Technická analýza vhodnosti využitia rôznych typov veterných rotorov pre pohon kompresora akumuláčného systému umožňujúceho využitie nízkoenergetickej veternej energie*. Acta Montanistica Slovaca [online]. 2005 [cit. 2008-12-10], s. 5. Dostupný z WWW: <acta-mont.tuke.sk/pdf/2005/n1/8Kudelas.pdf ->. Orság, F.: Vision für die Zukunft. Biometrie, Kreuztal, DE, b-Quadrat, 2004, s. 131-145, ISBN 3-933609-02-X
- [2] SCHULZ H., *Savoniův rotor – návod na stavbu*. nakladatelství HEL, Ostrava - Plesná, 2005, ISBN: 80-86167-26-7