



Středoškolská technika 2011

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

NÁZEV PŘÍSPĚVKU

Jan Řanda, Jiří Hrdlička

VOŠ a SPŠE Františka Křížika
Na Příkopě 16, Praha 1

Cílem projektu je sestavení funkčního modelu větrné elektrárny s vertikální vrtulí, ověření jeho vlastností a srovnání dosažených výsledků s údaji v literatuře. Model a základní ověřovací měření na něm mají ukázat, zda je konstrukce větrné elektrárny malých rozměrů se svislým hřídelem prakticky použitelná.

Přínosem má být ověření konstrukce jednoduché větrné elektrárny malých rozměrů s vertikálním položením hřídele a srovnání dosažených výsledků s klasickým modelem větrné elektrárny. Obtížnost problému spočívá především ve výběru vhodného zdroje větru a určení parametrů pro teoretický rozbor.

Sestrojili jsme model větrné elektrárny s vertikální vrtulí. Na horní konec hřídele jsme připevnili malý stejnosměrný generátor napětí, tvořený malým modelářským elektromotorkem. Poté jsme na tomto modelu a již sestrojeném modelu větrné elektrárny klasické konstrukce provedli měření se záměrem porovnat naměřené výsledky a určit, která z těchto elektráren je účinnější pro domácí použití

Pro demonstraci výstupního napětí je použito indikace pomocí LED diod, vlastní měření nebudeme v plném výkonu prezentovat, protože potřebný ventilátor je příliš velký na transport.

Přínosem má být ověření možnosti konstrukce jednoduché větrné elektrárny malých rozměrů s vertikálním hřídelem a srovnání dosažených výsledků s publikovanými údaji. Obtížnost problému spočívá především ve výběru vhodného zdroje větru a určení jeho parametrů pro teoretický rozbor.

Získaná data nás velmi překvapila, jelikož jsme čekali větší výkon elektrárny s vertikální vrtulí. Naše výsledky totiž ukázaly, že elektrárna klasické konstrukce má výrazně větší výkon než elektrárna s vertikální vrtulí. Podle nás je toto způsobeno nedokonalostí konstrukce modelu - větší velikostí a hmotností hřídele, na kterém jsou umístěny lopatky vrtule a samozřejmě tím, že tato konstrukce má pro použitý generátor příliš nízké otáčky.

Větrná energie

Větrná energie je označení pro oblast technologie zabývající se využitím větru jako zdroje energie.

Nejobvyklejším využitím jsou dnes větrné elektrárny, které využívají síly větru k roztočení vrtule (větrná turbína). K ní je pak připojen elektrický generátor. Získaná energie je přímo úměrná třetí mocnině rychlosti proudící vzdušné masy, proto větrné elektrárny po většinu doby nedosahují nominálních hodnot generovaného výkonu.

V historii se místo převodu na elektřinu přímo konala nějaká mechanická práce. Větrný mlýn například mlel obilí, větrnými stroji se čerpala voda, lisoval olej, stloukala plst' nebo poháněly katry. Vítr se také používá k pohonu dopravních prostředků, nejvíc u lodí (plachetnice).

Větrné elektrárny v Česku

Celkový instalovaný výkon větrných elektráren k 31. 12. 2008 přesáhl 150 MW. V roce 2008 větrné elektrárny vyrobily 245 GWh, což je 0,3% celkové vyrobené energie v ČR.

Největší větrná elektrárna na světě

Zatím největší větrnou farmu na světě mají v Texasu (USA). Byla spuštěna 1. října 2009. Větrná farma Roscoe má výkon 781,5 MW a je tvořena 627 větrnými turbínami. Roscoe je schopna pokrýt spotřebu 230 000 domácností.

Nejvyšší pokrytí výroby elektřiny pomocí větru

Španělská energetika zaznamenala ráno 30. prosince 2009 rekord, energie z větrných elektráren tam pokryla přes 54 procent celkové poptávky po elektřině. To odpovídalo výkonu přes 10 000 megawattů.

Problém

Cílem našeho experimentu bylo sestavení funkčního modelu větrné elektrárny s vertikální vrtulí, ověření jeho vlastností a srovnání dosažených výsledků s výsledky větrné elektrárny klasické konstrukce s horizontální osou otáčení. Model a základní ověřovací měření na něm mají ukázat, zda je konstrukce větrné elektrárny malých rozměrů s vertikální osou otáčení prakticky použitelná.

Hypotéza

Naší hypotézou je, že elektrárna s vertikální osou otáčení umístěná do uzavřeného prostoru bude dodávat větší výkon než větrná elektrárna klasické konstrukce. Inspiraci jsme získali ve středověkých mlýnech podobné konstrukce které jak se nedávno dokázalo byly výkonnější než větrné mlýny běžné konstrukce. Úspěch těchto mlýnů podle nás spočívá v cirkulaci vzduchu v uzavřeném prostoru válcového tvaru. Naše měření má ukázat, jestli se tato konstrukce, která byla původně vyvinuta k otáčení těžkých mlýnských kamenů, bude hodit i k výrobě elektřiny. Pro porovnání nám bude sloužit malý model větrné elektrárny s horizontální osou otáčení.

Postup práce - modely

První model (elektrárna se svislou osou otáčení)

Z pětilitrového PET barelu jsme odřízli dno, hrdlo a vyřízli jsme otvor pro proudění vzduchu. Použili jsme ho na celkový obal modelu. Ze čtyřhranu jsme udělali hřídél, na který jsme umístili lopatky vrtule vyrobené z PET lahví. Pro připevnění jsme použili součástky ze

stavebnice Merkur, protože nám to přišlo jako neekonomičtější řešení. Na vrchol modelu jsme umístili modelářský stejnosměrný motor, který použijeme jako zdroj.

Druhý model (elektrárna s vodorovnou osou otáčení)

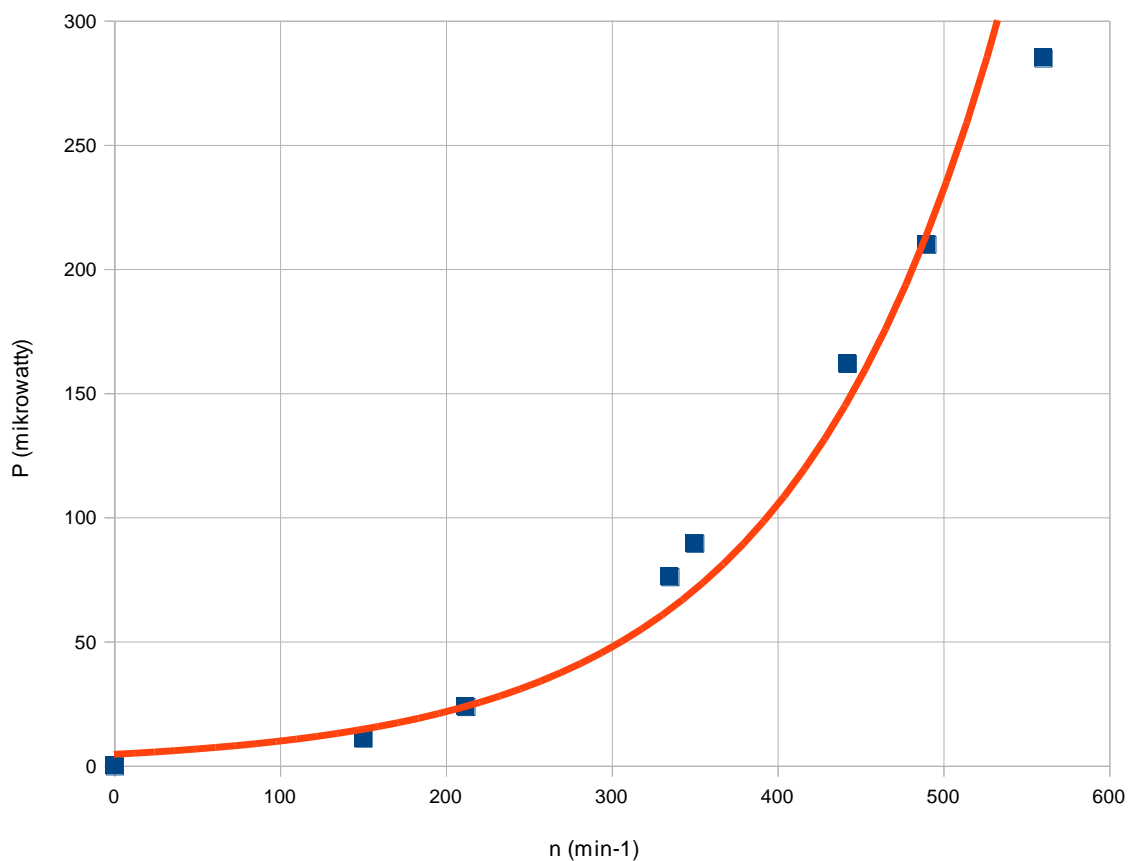
Model jsme si vypůjčili ve škole od kroužku robotiky. Vrtule má zhruba stejný průměr jako u modelu číslo 1 a je použit i stejný typ motorku ve funkci generátoru.

Měření

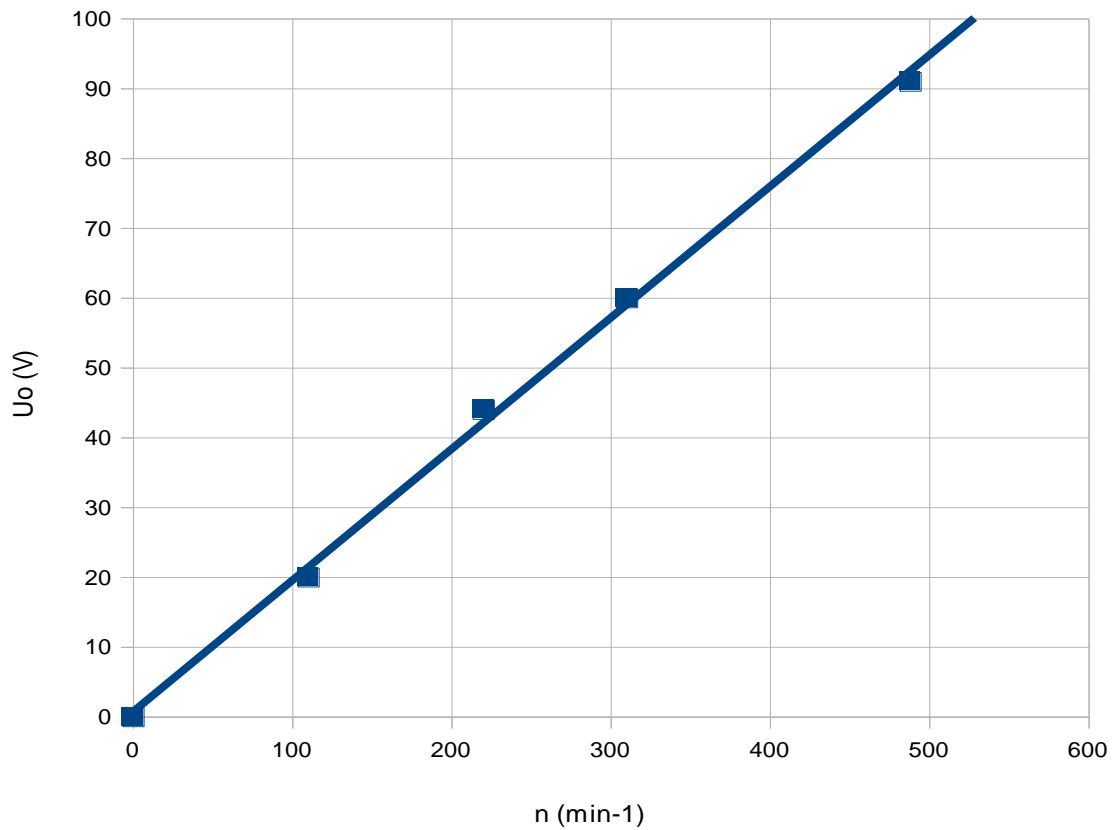
Měření bylo prováděno v laboratoři školy. Nejprve jsme změřili napětí naprázdno a poté napětí a proud do zátěže, kterou představoval digitální multimetr na proudovém rozsahu. Měření jsme udělali pro různé otáčky vrtule. Na obou modelech jsme vypočítali výkon dle vzorečku

$$P = U \cdot I \quad (1)$$

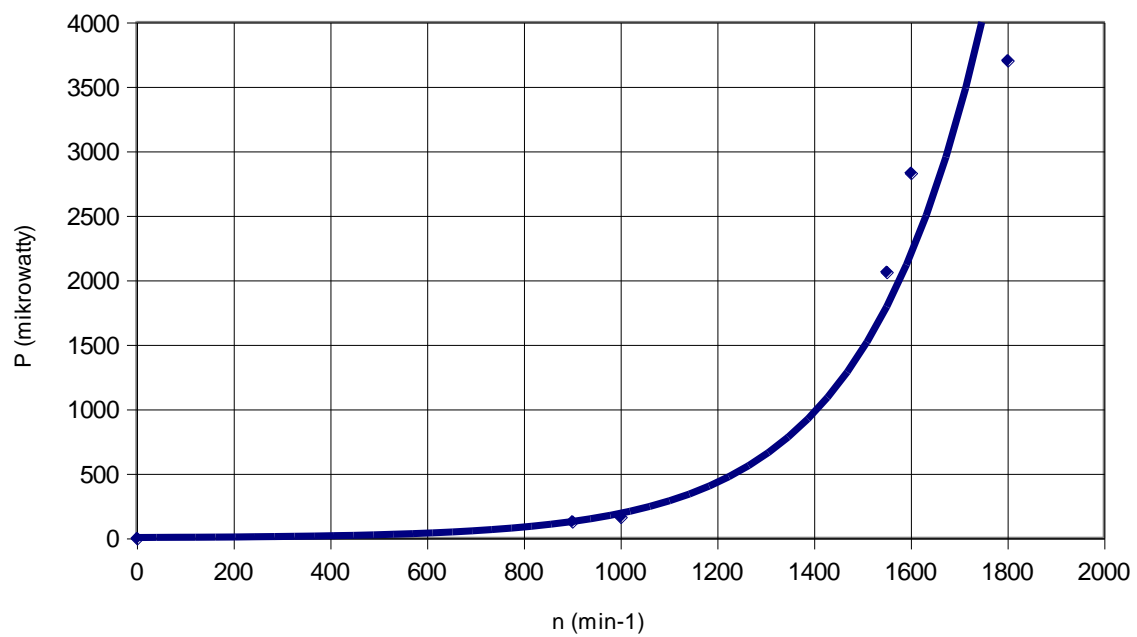
Jako zdroj větru bylo použito axiálního ventilátoru ze záložního zdroje a běžného vysoušeče vlasů. Otáčky jsme snímali pomocí stroboskopu. Výsledky jsme zaznamenali do tabulek a grafů. Uvádíme změřené grafy závislosti na otáčkách pro oba modely.



Obr. 1: Model se svislou hřídelí. Závislost výkonu na otáčkách.



Obr. 2: Model se svislou hřídelí. Závislost napětí naprázdno na otáčkách.



Obr. 3: Model s vodorovnou hřídelí. Závislost výkonu na otáčkách.

Závěr

Při experimentech jsme zjistili, že model s vodorovnou osou otáčení má vyšší otáčky a dodává větší výkon než model s svislou osou otáčení.

Měření nás velice zklamalo, protože naše hypotéza se ukázala jako mylná, alespoň při porovnávání našich dvou modelů. Myslíme si, že příčinou neúspěchu je, že svislá hřídel musí být upevněna v kvalitních ložiscích na dvou místech, aby tím vzniklé tření bylo co možná nejmenší. Možným řešením by mohlo být použití dvou motorů. Tím by model teoreticky dodával 2× větší výkon.

Použitá literatura

[1] - Kutil domácí

<http://domaci-radce.ic.cz/index.php?id=6&n=vetrny-motor-z-kanystru-od-oleje>

[2] - Kutil domácí

<http://domaci-radce.ic.cz/index.php?id=7&n=vyroba-vlastniho-alternatoru-pro-velmi-male-otacky>

[3] - Wikipedie, otevřená encyklopedie

http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C4%9Btrn%C3%A1_energie

[4] - Wikipedie, otevřená encyklopedie

http://cs.wikipedia.org/wiki/V%C4%9Btrn%C3%A1_turb%C3%AD

[5] – TV seriál Znovuobjevitelé (televize Spektrum) Díl:10. Islámský větrný mlýn