

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

2386700

MOŽNOSTI VYUŽITIA VETERNEJ ENERGIE VO
VYBRANOM REGIÓNE SR

2011

Ľubomír Janek

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**MOŽNOSTI VYUŽITIA VETERNEJ ENERGIE VO
VYBRANOM REGIÓNE SR**

Bakalárska práca

Študijný program:	Prevádzková bezpečnosť techniky
Študijný odbor:	2386800 Kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra elektrotechniky, automatizácie a informatiky
Školiteľ:	Ing. Ľudovít Nagy

Nitra 2011

Ľubomír Janek

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Ľubomír Janek vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Možnosti využitia veternej energie vo vybranom regióne SR“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 2. mája 2011

Ľubomír Janek

Abstrakt

Prezentovaná bakalárska práca sa zaoberá problematikou veterných elektrární ako možného alternatívneho zdroja elektrickej energie na Slovensku, konkrétne v Trnavskom kraji. Má za úlohu zmapovať typy a delenie veterných elektrární z technologického hľadiska a spôsoby merania parametrov počasia, ktoré sú s prevádzkou úzko späté. Ďalšou úlohou bolo posúdiť technickú a ekonomickú rentabilitu výstavby nových veterných elektrární a aktuálny stav podmienok pre výstavbu v danom regióne. Hlavnou náplňou práce bolo zistiť konkrétne výhody a nevýhody, ktoré sú spojené s prevádzkou veterných elektrární a posúdiť vhodnosť výstavby veterných elektrární vzhľadom na poveternostné podmienky a charakter okolitého prostredia. V závere práce je kladený dôraz na možné vplyvy pôsobiace na bezprostredné okolie veterných elektrární.

Kľúčové slová: Alternatívny, zdroj, veterná, elektrárň

Abstract

The present work deals with the issue of wind power stations as a possible alternative source of electricity in Slovakia, namely in the region of Trnava. Has the task of mapping types and cutting wind from the technological point of view and ways to measure weather parameters, which are closely associated with the operation. Another task was to assess the technical and economic viability of building new wind power stations and the current state of conditions for construction in the region. The main task was to ascertain the specific advantages and disadvantages associated with the operation of wind power stations and to assess the suitability of the construction of wind farms with regard to weather conditions and the nature of the environment. In conclusion, this work is the emphasis on the possible influences affecting the immediate vicinity of wind power.

Keywords: Alternative, supply, wind, power station

Obsah

Obsah.....	1
Úvod.....	2
1. Prehľad o súčasnom stave.....	3
1.1. Veterná energetika.....	4
1.2. Situácia na Slovensku z poveternostného hľadiska	4
1.3. Geografické umiestnenie Trnavského regiónu.....	5
2. Princípy premeny energie.....	7
2.1. Delenie elektrární.....	7
2.1.1. Rozdelenie veterných elektrární podľa princípov.....	7
2.1.2. Rozdelenie veterných elektrární podľa inštalovaného výkonu	7
2.1.3. Rozdelenie veterných elektrární podľa polohy osi rotora.....	7
2.2. Spôsob výroby elektrickej energie vo veternej elektrárni.....	8
2.3. Základné časti veternej elektrárne.....	9
3. Vietor.....	11
3.1. Veterná energia.....	11
3.1.1. Hustota vzduchu.....	12
3.1.2. Plocha rotora.....	12
3.1.3. Rýchlosť vetra.....	13
4. Meranie vetra.....	14
4.1. Základné pojmy.....	14
4.2. Meracie prístroje na meranie vetra.....	14
5. Faktory ovplyvňujúce veterné elektrárne.....	17
6. Cieľ práce.....	20
7. Metodika práce a metódy skúmania.....	21
8. Výhody a nevýhody veterných elektrární	22
8.1. Nevýhody využívania veterných elektrární.....	22
8.2. Výhody využívania veternej energie.....	23
9. Sumarizácia nameraných hodnôt	25
10. Ekonomické hľadisko.....	26
Záver	27
Zoznam použitej literatúry.....	29
Prílohy.....	30

Úvod

Hlavný dôvod ktorý ma viedol k výberu témy bola nerozvinutá sféra využívania alternatívnych zdrojov elektrickej energie v západoslovenskom kraji. Slovensko sa v súčasnej dobe spolieha prevažne na overené zdroje elektrickej energie ako sú jadrové, vodné a paroplynové elektrárne. Väčšie rozšírenie veterných elektrární môže mať priamo za následok úsporu neobnoviteľných zdrojov energie ako sú plyn a jadrové palivo.

Výroba elektrickej energie prostredníctvom vetra by mohla hrať väčšiu úlohu v energetickom systéme Slovenska. Veterné elektrárne v dohľadnej dobe nebudú hrať prioritnú úlohu v získavaní elektrickej energie. Avšak s prihliadnutím na životné prostredie je riešenie danej problematiky čím ďalej tým aktuálnejšie.

Táto práca si kladie za účel zosumarizovať poznatky v problematike veterných elektrární a zistiť rentabilitu výstavby nových projektov v konkrétnom Trnavskom regióne ako doplnkový zdroj elektrickej energie z alternatívnych zdrojov. Chce poukázať na kladné a záporné stránky daného získavania energie a na vplyvy na životné prostredie, či už výstavbou ako takou alebo samotnou prevádzkou.

1. Prehľad o súčasnom stave

Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s. (SEPS, a.s.) zatiaľ nevydáva investorom, ktorí majú záujem stavať na území Slovenska veterné elektrárne, povolenia na pripojenie k elektrizačnej sústave SR. SEPS, a.s. V súčasnosti pritom eviduje žiadosti o pripojenie k elektrizačnej sústave od investorov veterných elektrární v celkovej výške 2 100 megawattov (MW) inštalovaného výkonu. "Prakticky všetci žiadatelia majú záujem o výstavbu veterných elektrární v najbližších rokoch. Práve pre tento extrémne rýchly a vysoký záujem nemôžeme vydať k dnešnému dňu žiadnemu subjektu kladné stanovisko k jeho žiadosti o pripojenie k elektrizačnej sústave. Ide o to, že SEPS, a.s. ako prevádzkovateľ prenosovej sústavy považuje takýto extrémne rýchly a vysoký nárast za neprípustne rizikový," uviedol pre agentúru SITA člen predstavenstva SEPS, a.s. Rudolf Kvetán.

Podľa SEPS, a.s. sú veterné elektrárne technologicky "nevyspytateľný zdroj elektriny", ktorého výroba sa podľa súčasného poznania dá prognózovať len vo veľmi nedokonalaj a nedostatočnej miere. "Medzi vlastnosti veterných elektrární totiž patrí aj to, že aby vôbec tieto zdroje mohli byť v prevádzke, je nevyhnutné, aby boli v prevádzke vo významnom podiele zároveň aj zdroje elektriny s inou technológiou výroby elektriny ako z vetra. Prevádzka výroby z veterných elektrární totiž znamená vysoký nárast potreby regulačnej elektriny," vysvetlil Kvetán. Podľa neho tak predmetný súhrnný inštalovaný výkon záujemcov o výstavbu veterných elektrární, ktorý v súčasnosti eviduje prenosová sústava, je v slovenských podmienkach problémový. SEPS, a.s. v spolupráci s ministerstvom hospodárstva v súčasnosti kvôli vysokému záujmu pripojenia nových veterných elektrární k elektrizačnej sústave začala so spracovaním štúdie. "Až na základe jej záverov bude možné stanoviť, koľko inštalovaného výkonu veterných elektrární bude elektrizačná sústava schopná v akom období absorbovať," dodal Kvetán. SEPS, a.s. doposiaľ nepovolila žiadnemu záujemcovi pripojiť svoju veternú elektráreň k elektrizačnej sieti. "SEPS, a.s. musí pristupovať ku každému záujemcovi rovnako a nediskriminačne. Najnebezpečnejšie pre bezpečnosť a spoľahlivosť prevádzky elektrizačnej sústavy a ekonomiku výroby elektriny by bolo postupné vynútené povoľovanie ďalších a ďalších veterných elektrární, bez jasnej znalosti dopadov z takéhoto postupu, len na základe nesprávne vytvoreného precedensu," konštatoval Kvetán.

1.1. Veterná energetika

V ostatných rokoch veterná energetika zaznamenala obrovský rozvoj s ročným nárastom výkonu vyše 30 %. Inštalovaný výkon veterných elektrární sveta dosiahol koncom roka 2003: 39 000 MW a ročnú výrobu vyše 90 TWh. V súčasnosti sa bežne budujú veterné elektrárne s výkonom 1,5 - 2,5 MW. Najväčšia veterná turbína na svete má výkon 4,5 MW (Nemecko). Moderné veterné turbíny produkujú minimum hluku a sú akceptovateľné aj okolím. Sú v príprave, resp. realizácii veľké veterné farmy s výkonom až do 400 MW. Obrovské perspektívy ponúkajú morské lokality, kde turbíny sú postavené priamo v mori vo vzdialenosti až 20 km od brehu. EÚ plánuje do roku 2010 vybudovať veterné elektrárne s výkonom až 75 GW.

Slovensko má skromný potenciál veternej energie (600 GWh/r) oproti prímorským štátom. Je u nás málo vhodných lokalít k inštalácii veterných turbín, kde priemerná rýchlosť vetra dosahuje aspoň 5 m/s. Dobré veterné podmienky sú často v chránených územiach prírody.

Prvý veterný park Cerová (Malé Karpaty) s výkonom 2,4 MW (4 x 660 kW) je v prevádzke od októbra 2003. Stavba bola financovaná do výšky cca 60 % nákladov z fondu PHARE. Veterná elektráreň na Ostrom vrchu (Myjava) s výkonom 500 kW bola daná do skúšobnej prevádzky v júli 2004 a dokončuje sa výstavba veterného parku Skalité (Kysuce) o kapacite 4 x 500 kW. Náklady na inštaláciu vychádzajú okolo 45 mil. Sk/MW.

1.2. Situácia na Slovensku z poveternostného hľadiska

Nakoľko je Slovensko situované vo vnútrozemí, tak nedokáže splniť podmienky, ktoré sa vyžadujú od ideálnej veternej krajiny. Napriek tomu, je možné u nás využívať energiu z vetra. Teoretické odhady sú okolo 3000TWh/rok, ale reálne využiteľná je iba tretina. Vhodné oblasti na výstavbu veterných elektrární sú tie, kde je priemerná rýchlosť vyššia než 4m/s. Na Slovensku je takýchto oblastí približne 4300km², čo je pri celkovej rozlohe Slovenska 49000km² len 8,8%. Prevažná časť týchto oblastí sa nachádza v horách nad 600m.n.m. Pri väčších elektrárňach treba počítať s pripojením do elektrizačnej siete. Vhodné oblasti s pravidelnejším prúdením vzduchu môžeme nájsť aj v Podunajskej nížine.

Veľmi dobré lokality sú u nás len vo Vysokých a Nízkych Tatrách. Medzi najlepšie lokality patrí napr. Chopok, Krížna, Červenica- Dubník. Všetky sa však nachádzajú na území národných parkov a v nedostupnom teréne. Medzi prijateľné lokality Slovenska patrí napr. Košická kotlina, hrebene Malých a Veľkých Karpát, Malá a Veľká Fatra. Z existujúcich funkčných riešení je veterná elektrárň v lokalite Kokinda na Východnom Slovensku s výkonom 20kW a veterná farma v lokalite Cerová na Západnom Slovensku s výkonom 4x 600kW (inštalovaná 10.10.2002).

1.3. Geografické umiestnenie Trnavského regiónu

Trnavský kraj je kraj na západe Slovenskej republiky. Na západe susedí s Bratislavským krajom, na východe s Trenčianskym a Nitrianskym krajom, na severe s Českom a Rakúskom a na juhu s Maďarskom. Má rozlohu 4 158 km² a žije tu 551-tisíc obyvateľov. Tvorí 8,5% z rozlohy Slovenskej republiky. Počtom 550 tisíc obyvateľov je síce najmenším zo všetkých krajov Slovenska, ale patrí medzi najproduktívnejšie regióny v oblasti priemyslu a poľnohospodárstva.

Umiestnenie Trnavského kraja vzhľadom na celé Slovensko.



Obr.1

Mapa Trnavského kraja



Obr.2

Meteorologická stanica sa nachádza v obci Rakovice neďaleko Piešťan. V obci slúži prevažne na získavanie informácií o počasí pre miestnych pestovateľov ovocných plodín.

2. Princípy premeny energie

Energia vetra poháňa listy rotora a vzniknutá mechanická energia roztáča generátor elektrickej energie. Veterné pracujú na dvoch princípoch.

2.1. Delenie elektrární

2.1.1. Rozdelenie veterných elektrární podľa princípo

- Vztlakový princíp: Vietor obteká listy, ktoré sú podobné vrtuliam použitým v letectve. Listy vrtule majú taký tvar, aby vznikla potrebná vztlaková sila, ktorá roztočí rotor. Tento princíp sa využíva v prevažnej väčšine dnešných veterných turbín.
- Odporový princíp: Pri tomto princípe sa využíva tlak vetra na listy rotora, na rozdiel od vrtúľ použitých vo vztlakovom princípe majú listy rotora tvar plochej dosky.

2.1.2. Rozdelenie veterných elektrární podľa inštalovaného výkonu

- mikrozdroje - s výkonom do 30 kW - vyrábajú jednosmerný prúd na nabíjanie batérií
- stredne veľké elektrárne - s výkonom do 100 kW - dodávajú striedavý prúd do siete
- veľké elektrárne - s výkonom nad 100 kW - dodávajú striedavý prúd do siete. Väčší počet veterných elektrární v jednej lokalite tvorí tzv. veterný park, resp. veternú farmu.

2.1.3. Rozdelenie veterných elektrární podľa polohy osi rotora

- s horizontálnou osou - všetky väčšie zariadenia. Turbíny s horizontálnou osou môžu mať rotory aj s jedným, alebo s dvoma listami, ale v prevažnej väčšine majú trojlistové rotory.
- s vertikálnou osou - niektoré typy menších zariadení
- Osobitnú skupinu tvoria veterné elektrárne inštalované v morských pobrežných vodách vzdialených od brehov 10 - 20 km.

2.2 Spôsob výroby elektrickej energie vo veternej elektrárni

Veterné elektrárne premieňajú energiu prúdenia vzduchu na elektrickú energiu. Sila vetra sa oprie o vhodne nastavené krídla rotora turbíny a roztáča ich. Točivá sila z rotora sa prenáša cez prevodovku, alebo priamo do elektrického generátora, kde sa vyrába jednosmerný, resp. striedavý prúd. Inštalovaný výkon najväčších veterných turbín dosiahne 5 000 kW.

Dôležitou charakteristikou veternej turbíny je jej menovitý výkon. Táto hodnota má tiež súvislosť s množstvom energie (napr. v kWh), ktoré turbína vyrobí pri maximálnej účinnosti. Tak napr. 500 kW turbína vyrobí 500 kWh za hodinu činnosti pri maximálnej rýchlosti vetra napr. 15 metrov za sekundu (m/s). Na základe skúseností vyplýva, že typická turbína s menovitým výkonom 600 kW vyrobí do roka asi 500.000 kWh, pri priemernej rýchlosti vetra 4,5 m/s. Pri priemernej rýchlosti vetra 9 m/s je to až 2.000.000 kWh.

Potenciálne množstvo vyrobiteľnej energie nie je možné jednoducho vypočítať násobením výkonu a priemernej rýchlosti vetra. Pri výpočte totiž hrá dôležitú úlohu doba počas ktorej má turbína dostatok vetra pre výrobu energie. Táto doba sa môže teoreticky pohybovať od 0 do 100 %, v praxi sa pohybuje od 20 do 70 %, pričom pre väčšinu turbín je táto hodnota (vyťažiteľnosť) na úrovni 25-30%. Vyťažiteľnosť vyjadruje pomer medzi teoretickým maximom výroby (365 dní v roku po 24 hodín) a skutočnou výrobou energie v danej lokalite. Napríklad pre 600 kW turbínu, ktorá do roka vyrobí 2 milióny kWh je táto hodnota = $2.000.000 : (365,25 * 24 * 600) = 2.000.000 : 5 259 600 = 0,38$ alebo 38 %.

Z uvedeného príkladu vyplýva, že veľmi dôležitú úlohu popri menovitom výkone turbíny hrá jej umiestnenie. Vo všeobecnosti býva výhodnejšie umiestňovať turbíny na vyššie položené miesta resp. predlžovať výšku veže, nakoľko s narastajúcou výškou sa znižuje vplyv okolitých prekážok na rýchlosť vetra. Turbíny vyššie ako 50 metrov sú však mimoriadne náročné na pevnosť materiálov. Vo veterných farmách sú jednotlivé turbíny umiestňované do vzdialenosti 5-15 násobku priemeru rotora, čím sa obmedzuje ovplyvňovanie turbín v dôsledku turbulencie vetra.

2.3. Základné časti veternej elektrárne

1. Rotor: tvoria listy z nábojmi. Rotory existujú jednolistové, dvojlistové, a trojlistové. Jednoznačne prevláda trojlistová koncepcia s horizontálnou osou rotora. Priemer rotora najväčších turbín dosahuje až 112 metrov. Konce listov rotora sú tvarované tak, aby nedochádzalo k svišťaniu lopát. Znižovaním prevádzkových otáčok turbín na 15 až 25 otáčok za minútu bola docielená tiež účinná redukcia hlučnosti zariadení. Existujú koncepcie aj s vertikálnou osou rotora, ktoré sú aplikované najmä u malých domácich zdrojov. Rotory sa v súčasnej dobe vyrábajú prevažne z epoxidovej živice, vystuženej sklenenými vláknami, alebo z uhlíkových vlákien.

2. Gondola: Je to strojovňa s hlavnými agregátmi, ktorá je otočne uložená na stožiaroch. Gondola sa spolu s rotorom automaticky natáča do smeru vetra, aby listy vždy zachytili maximálnu energiu vzduchu.

3. Veža: Jej výška môže dosiahnuť až 120 metrov. Jej konštrukcia je buď oceľová kónická rúra, alebo oceľová priehradová konštrukcia, prípadne betónová, pri elektrárňach s najvyšším výkonom.

4. Generátor: Súčasťou veľkých veterných elektrární je asynchrónny generátor, ktorý dodáva striedavý prúd väčšinou s napätím 660 V, a teda nemôžu pracovať ako autonómne zdroje energie. Existujú tiež elektrárne so špeciálnym mnohopólovým generátorom, ktorý nevyžaduje rozvodnú skriňu. Väčšina elektrární má konštantné otáčky – s rastúcou rýchlosťou vetra sa zvyšuje záťaž generátora. Moderné veterné elektrárne majú rozbehovú rýchlosť vetra okolo 4 m/s. Pre zvýšenie účinnosti sú niektoré turbíny vybavené dvoma generátormi (alebo jedným generátorom s dvojitým ovinutím). Pri nízkej rýchlosti vetra je v prevádzke menší generátor, pri vyššej rýchlosti vetra sa zapne väčší generátor. Štartovacia rýchlosť pre znížený výkon je potom okolo 2,5 m/s.

5. Pomocný generátor je v činnosti pri nižších otáčkach rotora z titulu nízkych rýchlostí vetra. Zabezpečuje optimálne výstupné parametre elektrickej energie. Spravidla majú výkon 200kW.

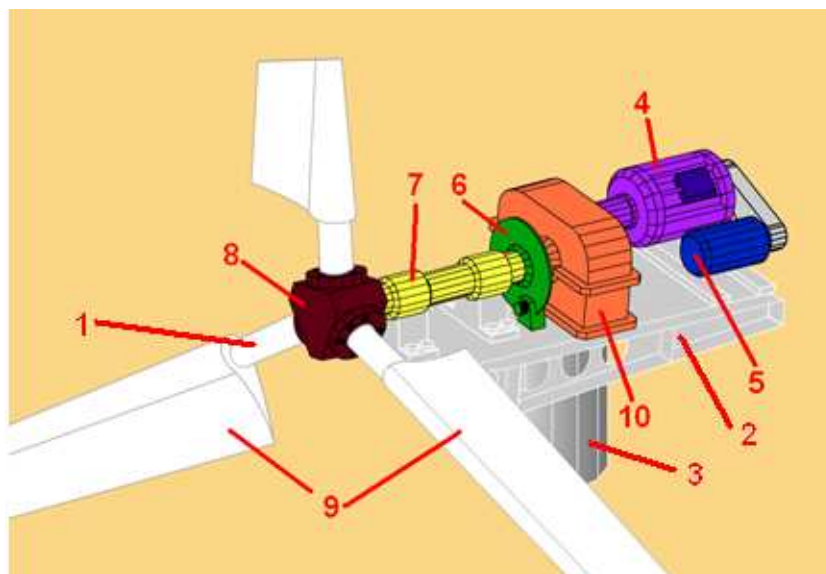
6. Kotúčová brzda: Prevažne hydraulická, slúži na zabrzdzenie a aretáciu rotora počas havárií a opráv.

7. Ložisko: zachytáva axiálne a radiálne zaťaženie rotora a prenáša ho do konštrukcie gondoly.

8. Náboj rotora: slúži na pevné, resp. otočné uchytenie listov na hriadeli rotora.

9. Rotorové listy: sú z epoxidového laminátu, spevnené sklenenými alebo uhlíkovými vláknami. Moderné listy majú krídlový profil a pracujú na princípe vztlaku. Dĺžku majú až do 50 metrov. Pre dosiahnutie optimálnej energetickej premeny sú rotorové listy natáčateľné. Pri veľkom vetre sú listy automaticky nastavené do polohy mimo záberu, aby nedošlo k enormnému zvýšeniu otáčok.

10. Prevodovka: slúži na zvýšenie pomerne nízkych otáčok rotora (20-30ot./min) na vysoké nominálne otáčky generátora (1000-1500 ot./min). Bežne sú používané prevodovky s čelným alebo planétovým súkolesím. Osvedčila sa aj koncepcia s priamym pohonom generátora bez prevodovky.



Obr. 3

3. Vietor

Vietor je presun vzduchu z oblastí vysokého atmosférického tlaku do oblastí nízkeho tlaku. Je to prízemný horizontálny prúd vzduchu prúdiaci z tlakovej výše do tlakovej níže. Jeho príčinou je predovšetkým cirkulácia vzduchu. Rozoznávame smer, odkiaľ vietor prúdi, rýchlosť, a nárazovosť. Nerovnaký tlak vzniká na základe toho, že Slnko nezohrieva atmosféru a Zem rovnomerne. Vetry z tlakovej výše do tlakovej níže nevanú priamo - ich dráha sa stáča. Na obidvoch pologuliach sú tri hlavné oblasti a typy prevládajúcich vetrov

- Pasáty
- Západné vetry
- Východné polárne vetry

Všetky výrazne ovplyvňujú oceánske prúdy. Pozdĺž rovníka, kde sa stretávajú severovýchodné pasáty s juhovýchodnými, sú "oblasti bezvetria". Pri plavbách na západ boli námorníci závislí od pasátov. V niektorých oblastiach sa smer vetra mení podľa ročného obdobia; tento jav sa nazýva monzún. Okrem ročných období súvisí charakter vetrov aj s terénnymi prvkami, čo platí najmä v prípade miestnych vetrov, ako sú chladný letný mistrál, vejúci údolím francúzskej rieky Rhône, a horúce jarné scirocco, vanúce v Taliansku od Sahary. Na morskom pobreží sa nezriedka mení smer vetra každý deň. Víchrice často prichádzajú počas prílivu, čo vedie k záplavám na pobreží.

3.1. Veterná energia

Najlepšie poveternostné podmienky pre výstavbu veterných turbín sú v blízkosti morských pobreží a na kopcoch. Dostatočnú intenzitu využiteľnú veternými agregátmi však vietor dosahuje aj na iných miestach. Nevýhodou je, že vietor je menej predvídateľný ako napr. slnečná energia, avšak jeho dostupnosť počas dňa je zvyčajne dlhšia ako v prípade slnečného žiarenia. Intenzita vetra je do výšky asi 100 metrov ovplyvnená hlavne terénom a prekážkami. Veterná energia je teda viac miestne špecifická ako slnečná energia. V kopcovitom teréne sa dá očakávať, že napr. dve miesta majú rovnakú intenzitu dopadajúceho slnečného žiarenia avšak intenzita vetra sa môže vzhľadom na smer prevládajúcich vetrov veľmi líšiť. Z tohto dôvodu je potrebné venovať oveľa väčšiu pozornosť umiestňovaniu veterných turbín ako

slnečných kolektorov alebo článkov. Veterná energia taktiež vykazuje sezónne zmeny intenzity a je najväčšia v zimných mesiacoch a najnižšia v lete. Je to presne opačne ako v prípade slnečnej energie, a preto sa slnečná a veterná technológia vhodne dopĺňajú. Príkladom môžu byť podmienky v Dánsku, kde intenzita slnečného žiarenia dosahuje 100% v lete a len 18 % v januári. Veterné elektrárne tu produkujú 100% energie v januári a asi 55% v júli.

Pre výpočet energie vyrobenej veterným agregátom je potrebné poznať niekoľko vzťahov. Energia je priamo úmerná ploche rotora, tretej mocnine rýchlosti vetra a hustote vzduchu.

3.1.1. **Hustota vzduchu**

Tlak na listy rotora turbíny spôsobuje jeho krútenie. Čím viac vzduchu - tým rýchlejšie sa krúti a tým je výroba energie väčšia. Z fyzikálnych zákonov vyplýva, že kinetická energia vzduchu je priamo úmerná jeho hmotnosti, z čoho vyplýva že energia vetra závisí na hustote vzduchu. Hustota vyjadruje množstvo molekúl v jednotke objemu vzduchu. Pri normálnom atmosférickom tlaku a pri teplote 15° Celzia jeden m³ vzduchu váži 1,225 kg. Hustota mierne rastie s narastajúcou vlhkosťou, čím sa vzduch stáva hustejší v zime ako v lete a preto je aj výroba energie pri rovnakej rýchlosti vetra v zime väčšia ako v lete. Hustota vzduchu je však jediný parameter, ktorý nie je v daných podmienkach možné meniť. Na Zem Slnko vyžiari energiu 10x10¹⁵kWh z toho sa 1-2% menia na energiu vetra. To, čo práve Slnko ohrieva, je priamo závislé od polohy, ročného obdobia a poveternostných podmienok.

3.1.2. **Plocha rotora**

Rotor veternej elektrárne prenáša energiu vetra, ktorý naň dopadá na listy rotora. Čím je plocha listov rotora väčšia, tým viac energie je schopná elektráreň vyrobiť. Nakoľko plocha zabraná rotorom narastá s druhou mocninou priemeru rotora, je dvakrát väčšia turbína schopná vyrobiť štyrikrát viac energie. Zväčšovanie priemeru rotora avšak nie je jednoduché. Zväčšujúci sa priemer vrtule má za následok väčší tlak na celý systém pri danej rýchlosti vetra. Aby mohla turbína tento tlak vydržať je potrebné použiť pevnejšie mechanické časti, čo zvyšuje cenu celého systému.

3.1.3. Rýchlosť vetra

Rýchlosť vetra je najdôležitejším parametrom ovplyvňujúcim množstvo energie, ktoré je turbína schopná vyrobiť. Narastajúca intenzita vetra znamená vyššiu rýchlosť rotora a teda väčšiu produkciu energie. Množstvo vyrobenej energie závisí na tretej mocnине rýchlosti vetra. Z uvedeného vyplýva, že ak sa rýchlosť vetra zvýši dvojnásobne, tak sa výroba energie zvýši osemnásobne. Príroda nám poskytuje rozdielne poveternostné podmienky, pričom rýchlosť vetra sa neustále mení. Veterné turbíny sú špeciálne stavané tak, aby boli schopné využiť rýchlosti vetra od 3 do 30 m/s. Vyššia rýchlosť by mohla turbínu poškodiť, a preto sú väčšie turbíny vybavené brzdami, ktoré v prípade potreby zastavia otáčanie rotora. Menšie turbíny sú často stavané tak, aby boli schopné využiť aj rýchlosti vetra nižšie ako 3 m/s, pričom niektoré z nich sú riešené tak, že v prípade veľmi silného vetra sa natočia do bezpečnej polohy.

4. Meranie vetra

4.1. Základné pojmy

Smer vetra

Smer vetra zisťujeme veternou smerovkou umiestnenou na stožiaroch vo voľnom teréne, mimo meteorologickej stanice ho odhaľuje napr. podľa dymu za pomoci buzoly. Vždy zaznamenávame smer, odkiaľ vietor veje, nie kam veje.

Nárazovosť vetra

Nárazovosť vetra je prakticky okamžitá rýchlosť vetra.

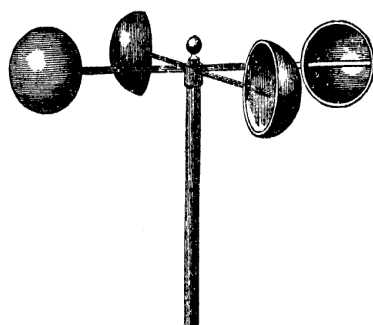
Rýchlosť vetra

Rýchlosť vetra je daná dráhou, ktorú prejde častica vzduchu za jednotku času. Udáva sa v metroch za sekundu alebo v kilometroch za hodinu. Rýchlosť vetra meriame anemometrami rozličnej konštrukcie. Na bežných staniách pozorovateľ odhaľuje rýchlosť vetra podľa pôsobenia na okolitú prírodu. Na odhad sa používa Beaufortová stupnica sily vetra.

4.2. Meracie prístroje na meranie vetra

Anemometer

- Miskový: Je to najčastejšie používaný anemometer. Základom prístroja sú štyri misky upevnené na štyroch otáčavých ramenách – Robinsonov kríž. Misky sú vystavené vetru z rôznych strán, takže kladú rozdielny odpor vzduchu a ramená sa spolu s nimi otáčajú. Rýchlosť otáčania závisí od rýchlosti vetra.



Obr.4

- Univerzálny: meria a registruje v dvadsaťštyrihodinovom zázname smer vetra, dráhu vetra a okamžitú rýchlosť vetra (nárazovosť). Skladá sa z meracej hlavice, registračnej a indikačnej časti prístroja a z montážneho i prevádzkového príslušenstva. Meracia hlavica sa skladá sa z odberových trubíc celkového a statického tlaku (rýchlostná trubica) na meranie okamžitej rýchlosti vetra diferenčnou manometrickou metódou, ďalej z veternej smerovky, ktorá stále udržuje rýchlostnú trubicu rovnobežne so smerom prúdenia vzduchu a z miskového Robinsonov kríža. Veľmi citlivá veterná smerovka je vyrobená z ľahkých kovov. Jej pohyby sa prenášajú na registračnú časť, ktorá udáva smer vetra. Robinsonov kríž na meranie dráhy vetra je trojmiskový, z ľahkého kovu s malou zotrvačnosťou. Misky sú orientované v jednom smere otáčania, takže vetrom, ktorý pôsobí na dutú stranu misiek väčším tlakom ako na stranu vypuklú sa kríž roztočí. Meracia hlavica je pripevnená na montážnej rúre, ktorou prechádza k registračnému prístroju potrebné tlakové potrubie a predlžovacie tiahla. Celá meracia časť je uložená v puzdre, ktoré ju chráni pred poveternostnými vplyvmi. V registračnej časti prístroja sa pôsobenie vetra na meráciu časť anemometra prenáša celým komplexom prevodov na perá, ktorých pohyb sa zaznamenáva na pásku navinutú na valec, ktorý poháňa hodinový stroj. Horná dvojica pier zapisuje smer vetra, stredné pero dráhu vetra a spodné pero okamžitú rýchlosť vetra (nárazy). Indikačná časť je podobná ako pri anemoindikátore a dovoľuje zisťovať okamžitý smer a rýchlosť vetra.



Obr. 5

Veterné vrece

Je to kónická textilná rúrka, ktorá udáva smer a orientačne aj silu vetra . Typicky sa používa na letiskách a v chemických závodoch , kde je riziko plyných únikov.

Niekedy sú umiestnené pozdĺž cesty na veterných miestach. Smer vetra je opačný smer, než veterné vrece ukazuje. Silu vetra indikuje uhol vzhľadom k upevneniu tyče.

Pri slabom vetre poklesáva a v silnom vetre letí vodorovne .



Obr. 6

5. Faktory ovplyvňujúce veterné elektrárne

Veterné elektrárne musia konkurovať rôznym iným zdrojom energie. Základný predpoklad je, aby boli hlavne ekonomicky konkurencieschopné. Vyžaduje sa, aby pokrývali spotrebu energie počas celého dňa a pri minimálnych nákladoch. Pri navrhovaní turbín je zvyčajne potrebné zistiť aká je priemerná rýchlosť vetra v danom mieste vo výške rotora turbíny. Veterné turbíny kriticky závisia na polohe a dostatku vetra. Niekedy sa pozorovateľovi môže zdať, že miesto je skutočne veterné, avšak bez podrobného celoročného monitorovania rýchlosti vetra sa žiadna väčšia investícia do turbíny zvyčajne nerobí. Keďže takéto monitorovanie môže byť dosť drahé, robí sa hlavne pri výstavbe väčších turbín. Pre malé turbíny je možné spoľahnúť sa aj na odhad. Rýchlosť vetra je však v danom mieste ovplyvňovaná aj prekážkami a drsnosťou terénu. Pred umiestnením veternej turbíny je preto potrebné analyzovať vplyv aj týchto parametrov.

Drsnosť terénu

So zvyšujúcou sa výškou nad terénom sa drsnosť znižuje a prúdenie vzduchu sa stáva laminárne, čo znamená aj vyššiu rýchlosť vetra. Vysoko nad zemou (vo výške okolo jedného kilometra) rýchlosť vetra prakticky nie je ovplyvňovaná terénom. Naproti tomu v nižších výškach je ovplyvňovaná veľmi silno. Pre využívanie veternej energie je podstatné, že čím je drsnosť terénu vyššia, tým je vietor viac spomaľovaný. Rýchlosť vetra je najviac spomaľovaná lesmi a veľkými mestami, kým na rovinách alebo vodných plochách prakticky nie je ovplyvňovaná. Budovy, lesy a iné prekážky nielen spomaľujú rýchlosť vetra, ale často vytvárajú aj jeho turbulencie, ktoré nepriaznivo vplývajú na chod turbíny. Pri určovaní charakteru terénu je často jeho drsnosť rozdeľovaná do tried. Čím vyššia je trieda drsnosti, tým väčšie sú prekážky a tým väčšie spomalenie rýchlosti vetra. Morská hladina je braná za základ a má triedu drsnosti 0. Vzďialenosť medzi prekážkami v teréne a turbínou je veľmi dôležitá s ohľadom na vytvorenie závetria, ktoré ovplyvňuje výrobu energie. Vo všeobecnosti sa tienenie znižuje, keď sa zväčšuje vzdialenosť medzi prekážkou a turbínou, podobne ako sa dym z komína rozptyľuje vo väčšej vzdialenosti od neho. Aj na otvorenom mori dochádza k ovplyvňovaniu rýchlosti vetra a to až do vzdialenosti 20 km od prekážok, ktorým môže byť napr. ostrov. Vo všeobecnosti platí, že ak je turbína umiestnená bližšie ako je 5-násobok výšky prekážky, je výsledná situácia veľmi neistá a závisí na presnej geometrii prekážky. Drsnosť terénu medzi prekážkou a turbínou má

tiež vplyv na tieniaci efekt. Terén s nízkou drsnosťou dovoľuje vetru prechádzať okolo prekážok bez toho, aby dochádzalo k jeho ovplyvňovaniu za prekážkou.

Umiestňovanie turbín

Bežne sa veterné turbíny umiestňujú na kopcoch a miestach vyčnievajúcich nad okolitým terénom. Býva výhodné, keď je turbína umiestnená v smere prevládajúcich vetrov s minimom prekážok v jej okolí. Na kopcoch je síce rýchlosť vetra najvyššia, avšak často tu dochádza k tomu, že vietor sa stáča, kým dosiahne vrchol kopca. Vietor tu tiež býva dosť nepravidelný, keď prechádza turbínou. V prípade strmých kopcov alebo nerovných povrchov môže dochádzať k značným turbulenciám, ktoré môžu znížiť pozitívny efekt z vyššej rýchlosti vetra.

Tienenie turbín

Keďže veterná turbína vyrába energiu z vetra, musí mať vietor za turbínou menšiu energiu ako pred turbínou. Táto skutočnosť priamo vyplýva z pravidla, že energia sa nemôže ani vytvárať ani spotrebovať. Môže byť len premieňaná z jednej formy na druhú. Veterná turbína bude vždy predstavovať prekážku pre iné turbíny umiestnené za ňou resp. v jej blízkosti. Za jej chrbtom sa vytvára dlhý prúd turbulentného a spomaleného vetra. Turbíny vo veterných parkoch sú z tohto dôvodu rozmiestňované vo vzdialenosti min. trojnásobku priemeru rotora, aby sa vplyv turbulencií obmedzil na minimum. V smere prevládajúceho vetra sú turbíny rozmiestňované v ešte väčších vzdialenostiach. Turbulencie nielen obmedzujú výrobu energie turbínou, ale znamenajú pre ňu aj väčšiu mechanickú záťaž a rýchlejšie opotrebovanie niektorých jej častí.

Priemerná rýchlosť vetra

Informácia o rýchlosti vetra v danej lokalite je nesmierne dôležitá z hľadiska správneho umiestnenia turbíny. V praxi sa využíva hlavne údaj o priemernej celoročnej rýchlosti vetra. Kratšie obdobia ako napr. mesačné alebo denné priemery sa využívajú pri veľmi precíznej analýze podmienok hlavne v prípadoch kedy je dôležitá doba medzi dostatkom vetra a požadovanou výrobou energie. Časové zmeny rýchlosti vetra v danom mieste sa udávajú ako relatívna pravdepodobnosť vyššej či nižšej rýchlosti vo vzťahu k priemernej rýchlosti. Hoci priemerná rýchlosť vetra je dôležitý parameter, význam má aj sledovanie iných veličín, ako sú maximálna rýchlosť alebo

počet dní s rýchlosťou vetra väčšou ako 5m/s. Rýchlosť vetra sa vždy mení a preto sa mení aj množstvo energie vyrobenej turbínou. Aké veľké sú tieto zmeny, závisí na okolitom povrchu a prekážkach. Okamžité zmeny rýchlosti sú však bežne kompenzované zotrvačnosťou turbíny.

Určenie výkonu turbíny

Určenie typu a potrebného výkonu turbíny je veľmi dôležitá a náročná úloha. Nielen kvalita turbíny, ale aj jej vhodnosť pre dané podmienky ako sú rýchlosť vetra a spotreba energie sú rozhodujúce. Pri výbere turbíny nebýva vhodné porovnávanie na základe ich menovitého výkonu. Súvisí to s tým, že výrobcovia majú možnosť sami si zvoliť rýchlosť vetra, pre ktorú udávajú výkon turbíny. Ak nie sú tieto rýchlosti pre dve turbíny rovnaké, nie je možné ani ich korektné porovnanie. Výrobcovia okrem výkonu turbíny udávajú aj údaj o potenciálnej výrobe energie pri rôznych rýchlostiach vetra. Tieto údaje síce umožňujú vzájomné porovnávanie jednotlivých turbín avšak nehovoria nič o tom aká bude skutočná výroba v danom mieste.

Výška turbíny

Energia obsiahnutá vo vetre je okrem iných parametrov funkciou tretej mocniny rýchlosti vetra. Preto najjednoduchšou cestou ako zvýšiť výrobu energie turbínou je zvýšenie rýchlosti vetra. Túto je možné zvýšiť buď umiestnením turbíny na veternejšie miesto alebo zväčšením výšky stožiaru. Rýchlosť vetra výrazne narastá s pribúdajúcou výškou. Napríklad energia vetra môže byť až o 100 % väčšia vo výške 30 metrov ako vo výške 10 metrov. Podstatné je, že jedna 30 metrov vysoká turbína je lacnejšia ako napr. dve 10 metrové turbíny. Pravidlom je, že turbíny by mali mať minimálnu výšku asi 10 metrov nad okolitými prekážkami v okruhu 100 metrov. Realistické minimum je asi 15 metrov nad úrovňou prekážok a potom ísť tak vysoko ako je to možné.

Menšie turbíny sa zvyčajne umiestňujú na nižšie stožiare ako veľké turbíny.

Napríklad 250 W turbína má zvyčajne stožiar vysoký 15-20 metrov, kým 10 kW turbína si vyžaduje výšku 20-30 metrov. Turbína tiež musí mať masívny stožiar, aby vydržala turbulencie vetra.

6. Ciel práce

Cieľom práce je zosumarizovať aktuálnu situáciu na Slovensku. Získať technické informácie o veterných elektrárňach a diagnostike parametrov počasia využívaných pred výstavbou a pri prevádzkovaní veternej elektrárne. Zhodnotiť súčasný stav využitia veternej energie na Slovensku a posúdiť možnosti využitia vetra v Trnavskom regióne z technického a ekonomického hľadiska. Zhodnotiť výhody a nevýhody prevádzky veterných elektrární a vyhodnotiť výsledky meraní, ktoré boli vykonávané počas dvoch rokov v Rakoviciach.

7. Metodika práce a metody skúmania

Pri vypracovávaní bakalárskej práce som postupoval podľa nasledujúcich krokov:

- Zhromažďovanie odbornej literatúry a článkov z internetu zaoberajúcimi sa problematikou vetra všeobecne
- Štúdium odbornej literatúry a triedenie vhodných článkov a obrázkov
- Popísanie problematiky merania fyzikálnych vlastností vetra
- Všeobecná charakteristika vplyvov, ktoré na veterné elektrárne pôsobia
- Popísanie základných parametrov veternej elektrárne
- Popis kladných a záporných vlastností veterných elektrární.
- Základný popis princípov premeny energie
- Popis základných častí veternej elektrárne
- Zhodnotenie veternej energetiky
- Popis situácie na Slovensku z rôznych hľadísk
- Geografické umiestnenie Trnavského regiónu
- Zhromaždenie nameraných údajov
- Vyhodnotenie zistených výsledkov a nameraných hodnôt.

8. Výhody a nevýhody veterných elektrární

8.1. Nevýhody využívania veterných elektrární

Technické nevýhody

- Závislosť na aktuálnych poveternostných podmienkach, ak aj máme rýchlosť vetra ktorá je vhodná na prevádzku veternej elektrárne, tak stále nie je zaručená dostatočná efektivita využitia veternej energie. Veľký vplyv má smer vetra, gondola nie je schopná dostatočne pružne na túto zmenu reagovať. V tomto prípade je výhodnejšie využiť elektrárne s horizontálnou orientáciou.
- Malý inštalovaný výkon veterných elektrární. Výkon najväčších veterných elektrární vo svete sa pohybuje od 1 do 3,2 MW. Na porovnanie, atómová elektráreň v Jaslovských Bohuniciach, ktorá sa tiež nachádza v Trnavskom regióne, má inštalovaný výkon 2x500MW. Ak by sme chceli dosiahnuť podobný výkon museli by sme využiť neporovnateľne väčšiu plochu, než zaberajú bežné elektrárne.
- Pomerne vysoké náklady na výstavbu. Technológia veterných elektrární sa stále vyvíja. Z tohto titulu sú investori veľmi konzervatívni pri poskytovaní nemalých prostriedkov na výstavbu.
- Môžu spôsobiť elektromagnetické rušenie vo svojom okolí. Táto negatívna vlastnosť sa dá kompenzovať tým, že sa na listy rotora vyrobia z materiálov ako drevo alebo sklolaminát.

technologické nevýhody

- Veterné elektrárne v dnešnej dobe nie sú prakticky schopné využiť rýchlosť vetra väčšiu ako 30 m/s. Ak je vietor rýchlejší ako 30m/s, potom je nutné elektráreň zastaviť, aby nedošlo k jej poškodeniu. V niektorých prípadoch sa pri vysokej rýchlosti vetra sa gondola natočí tak, aby boli rotorové listy proti smeru prúdenia vetra. Zníži sa tým namáhanie brzdového systému rotora. Väčšina veterných elektrární zároveň nie je schopná využiť energiu vetra s rýchlosťou nižšou ako 3 m/s.
- Veterné elektrárne sú náročné na pevnosť použitých materiálov. Čím je rotor vo vyššej výške, tým je to z technického hľadiska lepšie. No čím je stožiar vyšší tým sú väčšie

nároky na pevnosť jeho konštrukcie. Pri rotorových listoch je to podobne čím sú väčšie tým sú sily ktoré na ne pôsobia väčšie.

Enviromentálne nevýhody

Pri otáčaní listov rotora vzniká hluk. Akustické emisie veterných elektrární sú veľmi pozorne sledované z hľadiska vplyvu na životné prostredie. V prípade nečinnosti elektrárne je hluk vyvolaný len obtekaním konštrukčných prvkov veternej elektrárne. Pri prevádzke veternej elektrárne vznikajú dva druhy hluku - mechanický a aerodynamický.

- Zdrojom mechanického hluku je pohyb mechanických častí strojovne, čo je hlavne prevodovka, a elektrických častí strojovne, čo je generátor vrátane jeho ventilátora.
- Aerodynamický hluk vzniká pri obtekaní vzduchu okolo listov rotora. Tento hluk má typický charakter svišťania. Aerodynamický hluk zahŕňa široký rozsah frekvencií a je ovplyvnený konštrukčnými prvkami listov.

Podľa frekvencie zvuku potom tento hluk môže mať charakter:

- zvuku - pre človeka voľným uchom počuteľné frekvencie od 20 Hz do 20 kHz,
- infrazvuku - pre človeka nepočuteľné frekvencie pod 20 Hz.

Počuteľné zvukové emisie na silu vnemu vyvolaného určitým hlukom, má veľký vplyv pomer medzi jeho intenzitou a intenzitou ostatných hlukov, ktoré sa označujú ako hluk pozadia. Ako rušivý sa konkrétny hluk javí až vtedy, ak je jeho hladina o niekoľko dB vyššia než hladina hluku pozadia.

8.2. Výhody využívania veternej energie

- pri výrobe elektriny vo veterných elektrárňach nevznikajú emisie ani žiadny škodlivý odpad,
- nemá negatívny vplyv na zdravie ľudí.

- výroba elektriny nie je závislá od ceny vstupnej suroviny (na rozdiel od tepelných, plynových, jadrových elektrární),
- zanedbateľne nízke prevádzkové náklady, v prípade bezporuchovej prevádzky sú náklady na prevádzku minimálne.
- pre nenáročnosť obsluhy a nízke prevádzkové náklady sa ponúka možnosť využitia veterných elektrární v rozvojových alebo zaostalých krajinách,
- verejná mienka je pozitívne naklonená výstavbe a využívaniu veterných elektrární (žiadne emisie, žiadne významnejšie ohrozenie životného prostredia v prípade havárie).
- môžu vyrábať jednosmerný aj striedavý prúd. Jednosmerný prúd má výhodu v ostrovných prevádzkach, napr. na akumuláciu batérii pre chaty a záhradné domčeky. Pre striedavý prúd pre pripojenie spotrebičov na 230V je potrebný striedač napätia. Pri prevádzke do distribučnej siete sú vhodnejšie generátory striedavého prúdu. Tie sa delia na synchronne, vhodnejšie pre vysokohorské chaty bez verejnej siete; a asynchronne generátory, ktoré sú pre distribučné siete vhodnejšie. Menšie výkony sú vyvedené na napäťovej úrovni 0,4 kV, odoberané aj na vlastnú spotrebu. Väčšie výkony sú transformované na 22 kV.
- Listy turbíny sa vyrábajú z uhlíkových a kevlarových laminátov (predtým sklolaminát). Majú priemer 20~50 m. Pri nebezpečných veľkých rýchlostiach vetra sa listy turbín dokážu otočiť proti vetru a tak brzdia rotor. Najväčšie straty, až 60%, vznikajú na rotore.

9. Sumarizácia nameraných hodnôt

Tab. 1
Priemerné hodnoty za jednotlivé mesiace

Dátum	Teplota [°C]	Priem. Vietor[m/s]	Nárazový vietor[m/s]
Január 2009	2,04	2,35	3,61
Február 2009	3,32	2,54	3,95
Marec 2009	5,18	2,42	3,65
Apríl 2009	10,84	2,23	3,57
Máj 2009	15,93	1,99	3,34
Jún 2009	20,49	1,68	2,70
Júl 2009	20,54	2,26	3,55
August 2009	20,13	1,60	2,82
September 2009	15,01	2,11	3,47
Október 2009	10,88	1,60	2,62
November 2009	7,16	1,93	3,09
December 2009	3,15	2,23	3,63
Január 2010	-2,65	1,66	2,82
Február 2010	0,59	2,52	3,96
Marec 2010	4,90	2,81	4,29
Apríl 2010	14,75	2,41	3,75
Máj 2010	15,44	2,03	3,30
Jún 2010	17,38	1,99	3,20
Júl 2010	21,20	2,37	3,43
August 2010	21,44	2,69	3,78
September 2010	16,17	1,56	2,58
Október 2010	5,75	2,13	3,47
November 2010	4,49	1,76	2,98
December 2010	-0,82	1,89	2,92

Tab.2
Priemerné hodnoty za jednotlivé roky

Dátum	Teplota [°C]	Priem. Vietor[m/s]	Nárazový vietor[m/s]
2009	11,22	2,08	3,33
2010	9,89	2,15	3,37

Tab. 3
Priemerné hodnoty za celé obdobie meraní

Dátum	Teplota [°C]	Priem. Vietor[m/s]	Nárazový vietor[m/s]
1.1.2009-31.12.2010	9,65	2,12	3,36

10. Ekonomické hľadisko

Z ekonomického hľadiska sú veterné elektrárne pre vybraný región veľmi nevýhodné. Skúmaním sme zistili, že kvôli meteorologickej situácii sú v danom regióne veterné elektrárne na hranici použiteľnosti. Z tohto titulu nemá zmysel podrobne mapovať ceny spojené s výstavbou a návratnosť. Zo zistených výsledkov je zrejmé, že investícia do veterných elektrární v Trnavskom kraji je prakticky nenávratná. Ďalším faktorom je, že v danom regióne sa v porovnaní s ostatnými Slovenskými regiónmi, nachádza veľmi veľa elektrární pracujúcich na iných princípoch.

Záver

Cieľom mojej práce bolo zosumarizovať aktuálne poznatky o veterných elektrárnach, zistiť či je vhodná výstavba veterných elektrární v Trnavskom regióne. Využívanie veterných elektrární je v súčasnej dobe vo svete čoraz častejšie. Dôvodov je viacero, hlavne však obmedzené množstvo prírodných neobnoviteľných zdrojov. Veterné elektrárne sa postupne dostávajú do pozornosti väčšieho množstva ľudí, či už ide o verejnosť, alebo odborníkov. Vytráca sa nedôvera v tento zdroj elektrickej energie a postupom času štúdie dokazujú, že niektoré, zdanlivo veľké nepriaznivé vlastnosti boli veľmi nadhodnotené.

Slovensko má len mizivé percento elektrickej energie vyrobenej pomocou energie vetra. Situácia na Slovensku je taká, že hlavné slovo pri výrobe má "klasika" ,čiže získavanie elektrickej energie z bežných zdrojov. Pomerne veľkú tradíciu má u nás jadrový priemysel. V Jaslovských Bohuniciach máme funkčnú jednu z troch jadrových elektrární a už v dnešnej dobe sa schvaľuje výstavba ďalšej dvojblokovvej elektrárne. Ďalší príklad podpory výstavby konvenčných elektrární je novovybudovaná paroplynová elektráreň v Malženiciach.

Vďaka rozsiahlym meraniam som sa dopracoval k nasledovným výsledkom. Počas dvoch rokov bolo iba 11 dní kedy celodenná priemerná rýchlosť vetra presiahla hraničných 5m/s. Percentuálne je to iba 1,5% dní, ktoré majú predpoklad byť vhodné na prevádzku veternej elektrárne. Dokonca ani v zimných mesiacoch, kedy je predpoklad vyšších rýchlostí vetra sme nenamerali radikálne vyššie hodnoty. Aj keby sme brali do úvahy najvyššie denné rýchlosti vetra (nárazovosť) namiesto priemerných, tak by sme sa nedostali na požadované minimálne hodnoty, ktoré majú predpoklad pre správne fungovanie veternej elektrárne. Rýchlosti vetra boli tak malé, že sa neprejavil ani vzťah medzi nižšou teplotou a vyššou rýchlosťou vetra.

Podobne je to v prípade, ak by sme chceli inštalovať elektrárne stavané na rýchlosti vetra od 3m/s. Priemerná rýchlosť vetra za obidva roky len málo prekročila rýchlosť 2m/s.

Z výsledkov nameraných hodnôt sme zistili, že podnebie v Trnavskom kraji a prakticky aj v takmer celom západoslovenskom kraji sú na výstavbu bežných veterných elektrární nevhodné. V regióne je nová paroplynová elektráreň v Malženiciach s inštalovaným výkonom približne 430MW, neďaleko v Jaslovských Bohuniciach je atómová elektráreň EBO V2, ktorá má po minuloročnom zdvihnutí výkonu momentálne výkon presahujúci 1TW. Okrem týchto elektrární spadá do Trnavského kraja aj časť Vážskej kaskády. S tohto titulu môžeme

povedať, že v danom regióne je dostatok konvenčných zdrojov elektrickej energie rôznych typov.

Keď aj opomenieme vysoké náklady na výstavbu veterných elektrární, tak tu máme viacero nepriaznivých vplyvov, ktoré v tejto konkrétnej situácii presahujú výhody, ktoré na výhodnejších miestach veterné elektrárne ponúkajú.

Zoznam použitej literatúry

1. Balák, R. 1989. Nové zdroje energie. Praha: SNTL, 1989
2. Vozár, L.-Daniš, D.: Obnovitelné zdroje energie 1, ISBN 978-80-969777-0-3, 2007 Bratislava
3. HALLENGA, U. 1998. Malá větrná elektrárna. Ostrava: HEL, 1998, ISBN 80-86167-00-3.
4. Energetické zdroje zeme. Výučbový počítačový materiál na CD ROM. Slovenské elektrárne, a.s., 2001
5. Firemná literatúra výrobcov moderných veterných elektrární.
6. “Veterné elektrárne majú zatiaľ stopku“ <http://ekonomika.sme.sk>
7. “Veterná energia“ <http://www.seps.sk/>
8. “Veterná energia” [http:// www.windpower.sk](http://www.windpower.sk)

Prílohy

Tab.4

Každodenné merania teploty vzduchu, priemernej rýchlosti a najvyššej rýchlosti vetra.

Tieto hodnoty sú merané každú hodinu. Pre veľký objem dát, uvádzam priemerné hodnoty teploty a priemernej rýchlosti vetra vždy za 24hodín a najvyššiu nameranú rýchlosť vetra.

Január 2009				Február 2009			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.1.2009	-2,76	1,61	2,45	1.2.2009	2,86	2,89	5,05
2.1.2009	-1,50	1,65	2,82	2.2.2009	4,06	1,81	2,85
3.1.2009	-3,26	2,18	3,61	3.2.2009	2,97	2,05	3,33
4.1.2009	-4,20	3,61	6,23	4.2.2009	6,46	4,31	7,60
5.1.2009	-3,45	3,58	5,84	5.2.2009	5,44	5,12	10,02
6.1.2009	-0,16	1,77	2,89	6.2.2009	3,96	4,54	5,00
7.1.2009	-1,94	0,88	1,30	7.2.2009	5,15	3,62	5,42
8.1.2009	-1,78	0,69	1,09	8.2.2009	4,62	4,90	7,28
9.1.2009	-0,83	1,77	2,72	9.2.2009	2,00	3,76	6,91
10.1.2009	0,44	1,59	2,54	10.2.2009	1,40	4,85	5,02
11.1.2009	2,26	2,15	3,65	11.2.2009	0,39	0,97	1,58
12.1.2009	5,34	2,67	4,58	12.2.2009	-1,25	0,86	1,33
13.1.2009	3,07	0,84	1,28	13.2.2009	-1,84	1,31	2,10
14.1.2009	1,59	1,85	2,92	14.2.2009	1,18	3,03	4,35
15.1.2009	2,54	2,96	5,26	15.2.2009	0,15	3,41	5,24
16.1.2009	4,32	4,39	7,95	16.2.2009	-3,72	4,08	6,48
17.1.2009	3,88	1,45	2,29	17.2.2009	-4,83	1,13	1,85
18.1.2009	4,20	1,42	2,22	18.2.2009	0,84	1,82	2,69
19.1.2009	4,11	3,95	3,96	19.2.2009	5,33	2,84	4,05
20.1.2009	10,13	4,53	4,94	20.2.2009	3,29	1,25	1,98
21.1.2009	8,77	2,54	3,72	21.2.2009	2,25	0,87	1,32
22.1.2009	5,88	3,49	5,23	22.2.2009	6,99	1,57	2,27
23.1.2009	1,43	2,76	4,14	23.2.2009	9,36	2,64	3,86
24.1.2009	0,61	0,97	1,50	24.2.2009	7,81	1,07	1,62
25.1.2009	2,36	1,38	2,00	25.2.2009	8,28	1,78	2,60
26.1.2009	3,28	2,22	3,31	26.2.2009	6,91	1,16	1,81
27.1.2009	6,86	6,47	9,81	27.2.2009	6,68	2,61	3,69
28.1.2009	3,06	2,92	4,34	28.2.2009	6,27	2,23	3,19
29.1.2009	2,06	0,87	1,43				
30.1.2009	3,20	1,95	3,40				
31.1.2009	3,59	1,77	2,60				

Marec 2009				Apríl 2009			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.3.2009	3,45	0,82	1,29	1.4.2009	10,36	1,52	2,56
2.3.2009	7,38	5,22	7,64	2.4.2009	9,74	2,40	3,82
3.3.2009	7,72	4,78	7,01	3.4.2009	7,79	1,75	2,70
4.3.2009	9,46	2,27	3,35	4.4.2009	7,25	2,05	3,13
5.3.2009	4,61	2,84	4,02	5.4.2009	7,89	3,64	5,73
6.3.2009	2,50	3,25	4,88	6.4.2009	7,49	2,57	3,84
7.3.2009	0,90	1,35	2,08	7.4.2009	7,39	1,70	2,68
8.3.2009	2,09	1,28	2,10	8.4.2009	6,80	2,88	4,83
9.3.2009	5,27	2,29	3,39	9.4.2009	6,10	1,78	2,86
10.3.2009	6,14	1,32	2,14	10.4.2009	13,11	2,48	4,19
11.3.2009	8,07	2,29	3,95	11.4.2009	15,39	2,09	3,46
12.3.2009	8,01	1,74	2,72	12.4.2009	17,35	2,91	4,65
13.3.2009	6,11	2,27	3,34	13.4.2009	10,67	3,29	4,94
14.3.2009	6,69	4,76	6,86	14.4.2009	9,15	0,89	1,35
15.3.2009	5,46	2,43	3,74	15.4.2009	10,85	1,90	3,29
16.3.2009	6,83	1,69	2,51	16.4.2009	10,59	2,79	4,26
17.3.2009	8,78	1,81	2,98	17.4.2009	8,11	3,55	5,29
18.3.2009	7,50	2,92	4,28	18.4.2009	6,20	1,03	1,64
19.3.2009	3,39	3,47	5,01	19.4.2009	12,24	1,95	3,28
20.3.2009	2,08	1,97	2,92	20.4.2009	12,75	2,50	4,13
21.3.2009	0,97	2,37	3,34	21.4.2009	12,42	1,98	3,10
22.3.2009	3,56	3,62	5,45	22.4.2009	15,13	2,23	4,32
23.3.2009	4,84	1,29	1,88	23.4.2009	13,85	2,05	3,34
24.3.2009	3,93	1,33	2,17	24.4.2009	11,52	3,52	5,55
25.3.2009	3,31	3,68	5,47	25.4.2009	11,26	1,84	2,94
26.3.2009	1,41	2,96	4,22	26.4.2009	9,07	1,69	2,70
27.3.2009	2,11	2,95	4,40	27.4.2009	12,81	2,95	4,52
28.3.2009	5,12	1,27	2,07	28.4.2009	13,88	1,50	2,48
29.3.2009	6,96	1,73	2,98	29.4.2009	13,83	1,53	2,59
30.3.2009	7,91	1,24	1,98	30.4.2009	14,08	1,82	3,02
31.3.2009	7,96	1,69	2,96				

Máj 2009				Jún 2009			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.5.2009	14,16	1,80	3,25	1.6.2009	22,66	3,19	3,29
2.5.2009	13,45	1,39	2,23	2.6.2009	21,56	1,30	2,19
3.5.2009	13,75	2,14	2,99	3.6.2009	21,88	1,23	2,25
4.5.2009	13,47	2,35	3,62	4.6.2009	21,03	1,32	2,21
5.5.2009	12,17	2,31	3,97	5.6.2009	20,66	2,13	3,59
6.5.2009	13,16	1,59	2,63	6.6.2009	20,37	1,75	2,97
7.5.2009	13,27	2,36	4,09	7.6.2009	20,11	1,55	2,66
8.5.2009	14,29	2,52	4,08	8.6.2009	19,02	1,33	2,30
9.5.2009	14,89	3,71	5,43	9.6.2009	17,37	1,41	2,33
10.5.2009	15,35	1,73	2,93	10.6.2009	20,13	1,13	1,87
11.5.2009	15,69	1,50	2,67	11.6.2009	21,11	1,32	2,16
12.5.2009	15,53	1,25	2,07	12.6.2009	19,48	1,50	2,45
13.5.2009	15,79	1,55	2,49	13.6.2009	18,74	2,39	3,74
14.5.2009	16,96	1,44	2,39	14.6.2009	16,02	4,64	8,01
15.5.2009	16,40	1,34	2,27	15.6.2009	16,01	3,21	4,02
16.5.2009	17,39	1,39	2,23	16.6.2009	16,90	1,02	1,74
17.5.2009	17,63	1,08	1,75	17.6.2009	16,54	1,88	3,11
18.5.2009	18,89	4,18	10,16	18.6.2009	17,94	1,44	2,34
19.5.2009	18,17	2,86	2,99	19.6.2009	19,67	2,20	3,54
20.5.2009	15,57	2,41	3,91	20.6.2009	20,00	1,07	1,81
21.5.2009	10,87	4,12	7,09	21.6.2009	21,38	1,31	2,09
22.5.2009	12,25	1,25	2,04	22.6.2009	22,82	1,31	2,20
23.5.2009	14,55	2,37	3,90	23.6.2009	24,91	1,83	3,04
24.5.2009	15,29	2,08	3,40	24.6.2009	25,23	1,01	1,59
25.5.2009	15,76	1,38	2,20	25.6.2009	23,01	1,40	2,27
26.5.2009	16,94	2,25	3,68	26.6.2009	23,32	1,78	2,93
27.5.2009	17,28	1,59	2,92	27.6.2009	21,79	1,34	2,19
28.5.2009	21,19	1,32	2,19	28.6.2009	21,97	1,19	2,02
29.5.2009	23,67	1,71	3,03	29.6.2009	20,62	1,24	2,16
30.5.2009	19,10	1,48	2,51	30.6.2009	22,57	1,11	1,83
31.5.2009	21,06	1,34	2,41				

Júl 2009				August 2009			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.7.2009	20,59	1,43	2,39	1.8.2009	23,05	1,14	1,95
2.7.2009	22,06	1,50	2,51	2.8.2009	23,57	1,66	2,64
3.7.2009	23,39	1,17	2,05	3.8.2009	22,13	1,14	1,84
4.7.2009	24,59	1,90	3,37	4.8.2009	22,78	1,11	1,84
5.7.2009	20,12	2,61	4,54	5.8.2009	21,96	1,80	2,94
6.7.2009	19,17	2,32	3,92	6.8.2009	19,87	1,80	3,23
7.7.2009	20,59	1,37	2,38	7.8.2009	19,11	0,95	1,57
8.7.2009	19,83	1,34	2,24	8.8.2009	21,01	1,70	2,79
9.7.2009	18,69	1,70	2,84	9.8.2009	20,70	1,76	2,86
10.7.2009	17,78	2,03	3,53	10.8.2009	17,26	1,79	2,95
11.7.2009	18,41	1,10	1,87	11.8.2009	17,48	1,00	1,64
12.7.2009	23,45	2,17	3,59	12.8.2009	20,43	1,84	3,00
13.7.2009	24,68	1,84	2,97	13.8.2009	23,32	2,48	4,59
14.7.2009	23,24	1,99	3,26	14.8.2009	21,97	1,26	2,03
15.7.2009	17,43	2,73	4,33	15.8.2009	22,28	1,20	1,98
16.7.2009	18,30	3,28	5,18	16.8.2009	22,45	2,38	3,95
17.7.2009	21,54	2,00	4,39	17.8.2009	15,32	2,82	4,95
18.7.2009	17,87	1,46	2,37	18.8.2009	16,99	1,22	2,08
19.7.2009	18,13	1,07	1,84	19.8.2009	18,28	1,22	2,05
20.7.2009	20,33	1,54	2,52	20.8.2009	20,85	1,83	2,91
21.7.2009	19,26	1,24	2,01	21.8.2009	19,82	1,63	2,72
22.7.2009	17,53	1,91	3,30	22.8.2009	20,21	1,02	1,70
23.7.2009	15,71	1,97	3,33	23.8.2009	22,20	1,59	2,76
24.7.2009	14,97	4,77	7,43	24.8.2009	19,47	1,94	3,38
25.7.2009	18,13	3,72	5,79	25.8.2009	16,85	1,83	3,14
26.7.2009	22,29	2,78	4,67	26.8.2009	16,47	1,15	1,84
27.7.2009	22,93	3,44	5,85	27.8.2009	19,07	1,23	2,09
28.7.2009	26,79	8,63	8,65	28.8.2009	20,23	1,21	2,00
29.7.2009	22,92	2,71	3,20	29.8.2009	20,79	1,12	1,97
30.7.2009	23,32	1,04	1,76	30.8.2009	20,22	1,97	7,31
31.7.2009	22,58	1,22	2,09	31.8.2009	17,98	2,93	4,74

September 2009				Október 2009			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.9.2009	16,61	1,73	2,75	1.10.2009	11,93	1,65	2,58
2.9.2009	17,90	1,94	3,10	2.10.2009	12,98	2,24	3,50
3.9.2009	19,52	1,30	2,07	3.10.2009	12,91	0,90	1,33
4.9.2009	21,64	1,65	2,58	4.10.2009	11,31	1,76	2,70
5.9.2009	21,79	1,23	2,01	5.10.2009	9,60	3,06	4,89
6.9.2009	22,67	1,80	2,87	6.10.2009	8,59	1,77	2,90
7.9.2009	24,76	2,01	3,46	7.10.2009	10,69	0,90	1,52
8.9.2009	23,31	1,40	2,36	8.10.2009	13,40	1,03	1,63
9.9.2009	18,19	1,81	2,88	9.10.2009	13,65	1,23	2,16
10.9.2009	17,78	1,23	2,10	10.10.2009	13,20	1,24	2,01
11.9.2009	19,65	1,76	2,79	11.10.2009	13,41	1,49	2,34
12.9.2009	20,95	1,17	1,98	12.10.2009	12,49	0,87	1,41
13.9.2009	20,13	2,55	4,23	13.10.2009	10,41	1,16	1,90
14.9.2009	14,06	4,19	7,53	14.10.2009	11,01	1,20	1,92
15.9.2009	11,52	2,36	3,98	15.10.2009	12,15	0,82	1,30
16.9.2009	9,45	2,98	5,12	16.10.2009	13,43	0,87	1,36
17.9.2009	9,12	4,23	6,52	17.10.2009	13,75	1,31	1,99
18.9.2009	9,22	3,97	6,07	18.10.2009	9,44	2,39	3,94
19.9.2009	10,28	2,14	3,26	19.10.2009	7,27	1,28	2,06
20.9.2009	9,79	3,06	6,37	20.10.2009	7,43	1,09	1,72
21.9.2009	10,19	3,92	6,16	21.10.2009	7,84	1,13	1,77
22.9.2009	9,80	2,30	3,52	22.10.2009	11,23	1,18	1,88
23.9.2009	10,51	1,84	2,86	23.10.2009	12,58	1,30	2,23
24.9.2009	11,40	1,33	2,08	24.10.2009	8,88	3,30	5,08
25.9.2009	12,11	1,41	2,16	25.10.2009	7,19	1,16	1,91
26.9.2009	12,21	2,25	3,90	26.10.2009	6,22	1,24	2,03
27.9.2009	11,95	2,27	3,82	27.10.2009	4,52	0,84	1,34
28.9.2009	12,57	1,48	2,44	28.10.2009	9,65	1,92	3,46
29.9.2009	10,67	0,97	1,62	29.10.2009	11,53	1,56	2,98
30.9.2009	10,49	1,02	1,65	30.10.2009	13,62	2,93	5,60
				31.10.2009	15,05	4,77	7,88

November 2009				December 2009			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.11.2009	11,48	2,29	3,67	1.12.2009	6,60	3,14	5,56
2.11.2009	14,45	2,38	4,40	2.12.2009	8,14	3,13	5,50
3.11.2009	12,13	0,93	1,43	3.12.2009	4,48	0,93	1,31
4.11.2009	14,07	2,27	4,00	4.12.2009	4,63	1,36	2,10
5.11.2009	14,48	1,81	3,08	5.12.2009	4,74	1,43	2,18
6.11.2009	15,54	2,03	3,51	6.12.2009	6,04	2,71	4,44
7.11.2009	13,38	1,15	1,78	7.12.2009	2,41	1,02	1,51
8.11.2009	13,06	1,82	3,08	8.12.2009	3,21	2,01	2,92
9.11.2009	11,97	1,92	3,29	9.12.2009	3,02	2,10	3,03
10.11.2009	11,36	1,65	2,64	10.12.2009	0,38	1,02	1,62
11.11.2009	10,19	1,72	2,87	11.12.2009	2,42	2,55	4,56
12.11.2009	8,50	2,31	3,99	12.12.2009	5,92	2,68	4,89
13.11.2009	7,88	0,90	1,37	13.12.2009	5,68	1,78	2,94
14.11.2009	8,45	0,83	1,03	14.12.2009	4,26	1,47	2,47
15.11.2009	8,46	0,93	1,33	15.12.2009	5,06	2,95	5,32
16.11.2009	5,86	1,18	1,69	16.12.2009	7,16	2,56	4,50
17.11.2009	5,08	1,43	2,15	17.12.2009	6,61	2,81	4,88
18.11.2009	5,05	3,00	4,37	18.12.2009	7,35	2,26	3,97
19.11.2009	0,55	1,45	2,25	19.12.2009	4,95	2,49	3,71
20.11.2009	3,27	1,11	1,64	20.12.2009	3,22	3,42	5,03
21.11.2009	8,43	3,06	4,76	21.12.2009	3,48	2,75	3,93
22.11.2009	5,22	3,90	5,83	22.12.2009	3,97	3,63	5,13
23.11.2009	-0,20	2,68	4,05	23.12.2009	5,19	2,40	3,52
24.11.2009	-0,24	4,31	6,48	24.12.2009	4,86	4,16	6,36
25.11.2009	0,21	1,46	2,47	25.12.2009	0,37	1,13	1,70
26.11.2009	0,50	1,05	1,52	26.12.2009	0,51	2,68	4,74
27.11.2009	-0,11	1,56	2,18	27.12.2009	0,23	2,83	5,02
28.11.2009	1,63	0,97	1,55	28.12.2009	-0,91	1,85	3,15
29.11.2009	1,42	2,76	4,83	29.12.2009	-4,24	1,31	2,26
30.11.2009	2,82	3,09	5,55	30.12.2009	-5,89	1,10	1,84
				31.12.2009	-6,35	1,61	2,59

Január 2010				Február 2010			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.1.2010	-5,73	2,87	4,98	1.2.2010	0,18	2,62	3,90
2.1.2010	-5,25	2,30	3,47	2.2.2010	-0,42	2,23	4,16
3.1.2010	-3,18	1,30	1,83	3.2.2010	3,69	2,75	4,97
4.1.2010	-6,82	1,03	1,63	4.2.2010	3,59	2,73	4,89
5.1.2010	-8,38	0,62	0,96	5.2.2010	4,71	1,45	2,46
6.1.2010	-3,82	0,81	1,27	6.2.2010	3,78	1,10	1,70
7.1.2010	-5,16	0,96	1,60	7.2.2010	7,10	2,30	4,03
8.1.2010	-5,38	1,35	2,10	8.2.2010	8,43	3,15	5,52
9.1.2010	-7,49	1,59	2,38	9.2.2010	5,64	2,96	4,52
10.1.2010	-10,75	1,31	2,12	10.2.2010	1,60	3,69	5,60
11.1.2010	-11,68	0,96	1,51	11.2.2010	-0,21	1,78	3,14
12.1.2010	-12,14	0,92	1,48	12.2.2010	1,21	3,88	5,64
13.1.2010	-6,09	2,16	3,76	13.2.2010	-0,36	3,96	5,93
14.1.2010	-5,92	1,74	2,85	14.2.2010	-1,72	4,36	6,69
15.1.2010	-4,90	0,83	1,34	15.2.2010	-0,88	4,03	6,21
16.1.2010	-2,87	1,78	2,65	16.2.2010	-1,71	3,97	5,95
17.1.2010	-0,98	2,36	3,55	17.2.2010	-2,40	1,48	2,17
18.1.2010	-5,86	0,94	1,50	18.2.2010	-1,52	2,82	4,40
19.1.2010	-2,48	1,59	2,50	19.2.2010	-2,85	4,08	6,07
20.1.2010	0,22	1,12	1,76	20.2.2010	-3,90	3,14	4,68
21.1.2010	6,49	3,03	5,67	21.2.2010	-3,48	0,86	1,27
22.1.2010	6,79	1,39	2,32	22.2.2010	-2,17	1,68	2,58
23.1.2010	2,71	0,69	1,02	23.2.2010	-5,34	1,60	2,53
24.1.2010	2,61	1,94	3,23	24.2.2010	-1,47	0,90	1,43
25.1.2010	2,58	0,76	1,23	25.2.2010	-0,19	1,07	1,62
26.1.2010	1,36	1,56	2,65	26.2.2010	0,37	1,28	1,87
27.1.2010	1,13	1,07	1,78	27.2.2010	1,73	2,08	3,08
28.1.2010	2,83	1,26	2,02	28.2.2010	3,00	2,67	3,75
29.1.2010	3,50	2,29	6,21				
30.1.2010	1,53	5,14	9,46				
31.1.2010	1,04	3,76	6,56				

Marec 2010				Apríl 2010			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.3.2010	3,97	1,65	2,31	1.4.2010	8,94	1,99	3,24
2.3.2010	3,12	0,91	1,37	2.4.2010	8,64	1,75	3,14
3.3.2010	3,13	0,93	1,26	3.4.2010	14,72	1,30	2,09
4.3.2010	4,16	1,00	1,53	4.4.2010	13,07	1,75	2,84
5.3.2010	6,05	3,05	5,62	5.4.2010	14,41	1,42	2,40
6.3.2010	8,09	2,65	5,51	6.4.2010	15,89	1,83	3,03
7.3.2010	7,21	1,72	2,74	7.4.2010	17,07	2,08	3,64
8.3.2010	5,78	4,42	6,72	8.4.2010	15,14	3,26	3,45
9.3.2010	5,92	5,04	5,78	9.4.2010	15,93	1,81	2,85
10.3.2010	6,05	3,65	5,22	10.4.2010	16,28	1,36	2,22
11.3.2010	4,41	2,67	3,85	11.4.2010	16,66	1,38	2,32
12.3.2010	3,87	0,72	1,12	12.4.2010	16,46	2,22	3,31
13.3.2010	4,31	7,52	11,69	13.4.2010	16,44	6,83	8,85
14.3.2010	5,03	3,67	5,47	14.4.2010	14,42	6,24	6,54
15.3.2010	3,94	1,00	1,55	15.4.2010	15,32	1,77	2,92
16.3.2010	3,64	0,59	0,95	16.4.2010	15,59	1,29	2,15
17.3.2010	6,36	2,70	4,37	17.4.2010	16,00	1,78	3,12
18.3.2010	3,17	2,09	3,01	18.4.2010	12,92	4,58	4,80
19.3.2010	5,33	4,96	7,48	19.4.2010	12,73	1,22	1,97
20.3.2010	2,27	2,76	4,37	20.4.2010	15,02	1,48	2,58
21.3.2010	2,39	3,68	6,15	21.4.2010	15,92	1,60	2,65
22.3.2010	1,36	3,11	4,66	22.4.2010	16,37	2,71	4,77
23.3.2010	2,79	3,12	4,53	23.4.2010	14,13	1,58	2,52
24.3.2010	7,13	4,76	7,37	24.4.2010	12,45	3,50	5,30
25.3.2010	4,52	4,28	5,54	25.4.2010	14,88	1,91	3,27
26.3.2010	0,36	3,96	5,89	26.4.2010	14,71	1,64	2,99
27.3.2010	1,73	0,52	0,92	27.4.2010	14,62	2,99	5,83
28.3.2010	7,11	1,51	2,30	28.4.2010	15,37	3,77	7,41
29.3.2010	11,30	3,36	5,51	29.4.2010	16,50	3,54	7,10
30.3.2010	9,66	1,42	2,50	30.4.2010	16,00	1,80	3,20
31.3.2010	7,88	3,67	5,58				

Máj 2010				Jún 2010			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.5.2010	15,95	2,28	3,56	1.6.2010	11,74	2,11	3,36
2.5.2010	3,60	2,87	4,60	2.6.2010	12,63	1,05	1,73
3.5.2010	13,65	3,13	5,23	3.6.2010	13,98	1,88	3,00
4.5.2010	15,09	1,50	2,41	4.6.2010	14,98	3,14	4,95
5.5.2010	13,31	2,39	3,81	5.6.2010	12,28	1,30	2,13
6.5.2010	12,66	3,49	5,27	6.6.2010	13,96	1,36	2,26
7.5.2010	12,32	2,30	3,77	7.6.2010	18,33	2,51	4,50
8.5.2010	14,20	2,42	3,72	8.6.2010	17,15	1,16	1,85
9.5.2010	16,11	1,79	2,94	9.6.2010	18,74	1,27	2,02
10.5.2010	18,55	1,77	2,80	10.6.2010	22,71	2,69	4,47
11.5.2010	19,59	1,18	1,91	11.6.2010	19,36	1,54	2,45
12.5.2010	20,54	2,11	3,61	12.6.2010	16,20	1,49	2,46
13.5.2010	15,07	2,72	4,45	13.6.2010	13,67	2,49	4,02
14.5.2010	12,19	1,78	2,92	14.6.2010	18,16	2,98	5,07
15.5.2010	10,09	1,08	2,00	15.6.2010	17,43	1,37	2,23
16.5.2010	14,93	1,14	2,16	16.6.2010	22,14	1,24	2,02
17.5.2010	15,96	1,81	2,94	17.6.2010	20,34	2,16	3,40
18.5.2010	17,38	1,43	2,42	18.6.2010	18,25	1,38	2,19
19.5.2010	20,75	1,60	2,56	19.6.2010	20,58	1,82	2,97
20.5.2010	19,24	2,49	3,82	20.6.2010	21,26	2,48	3,80
21.5.2010	11,30	2,50	3,99	21.6.2010	13,37	3,33	5,30
22.5.2010	19,30	1,41	2,36	22.6.2010	14,77	3,16	5,47
23.5.2010	19,31	1,38	2,23	23.6.2010	14,65	3,70	5,91
24.5.2010	16,25	2,33	3,62	24.6.2010	18,26	3,13	5,38
25.5.2010	15,92	1,17	1,99	25.6.2010	17,96	0,98	1,60
26.5.2010	20,61	1,86	3,01	26.6.2010	18,24	2,85	3,12
27.5.2010	21,43	1,53	2,93	27.6.2010	20,26	1,52	2,41
28.5.2010	17,38	3,04	4,72	28.6.2010	19,67	1,46	2,28
29.5.2010	14,93	2,67	4,27	29.6.2010	19,54	1,08	1,71
30.5.2010	9,96	2,70	4,31	30.6.2010	20,67	1,21	1,95
31.5.2010	10,97	1,19	2,01				

Júl 2010				August 2010			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.7.2010	21,57	1,29	2,11	1.8.2010	23,46	2,52	3,86
2.7.2010	23,07	9,54	9,58	2.8.2010	24,07	1,70	2,85
3.7.2010	21,90	1,92	2,47	3.8.2010	27,14	4,96	5,47
4.7.2010	22,82	2,07	3,22	4.8.2010	23,26	1,65	2,62
5.7.2010	22,85	1,96	3,02	5.8.2010	20,02	3,46	5,76
6.7.2010	22,05	1,51	2,39	6.8.2010	21,23	3,31	5,08
7.7.2010	21,16	1,36	2,31	7.8.2010	21,90	2,71	4,73
8.7.2010	21,99	1,38	2,21	8.8.2010	23,79	6,13	6,15
9.7.2010	17,78	1,98	3,39	9.8.2010	20,86	3,89	4,41
10.7.2010	16,50	1,32	2,25	10.8.2010	20,49	1,20	1,92
11.7.2010	14,81	0,93	1,48	11.8.2010	22,46	4,03	4,27
12.7.2010	15,91	1,76	2,68	12.8.2010	19,74	1,23	1,94
13.7.2010	17,79	1,45	2,41	13.8.2010	20,36	1,23	2,00
14.7.2010	20,78	1,33	2,25	14.8.2010	18,89	1,18	1,90
15.7.2010	24,68	1,82	3,08	15.8.2010	20,15	1,17	1,91
16.7.2010	26,86	1,72	2,81	16.8.2010	20,58	1,14	1,95
17.7.2010	24,95	2,49	3,80	17.8.2010	22,36	1,37	2,31
18.7.2010	25,91	1,63	2,79	18.8.2010	24,03	1,21	1,97
19.7.2010	19,40	2,80	4,81	19.8.2010	22,66	2,32	3,52
20.7.2010	18,02	2,56	4,23	20.8.2010	20,86	7,12	11,80
21.7.2010	18,77	1,64	2,64	21.8.2010	21,77	1,47	2,45
22.7.2010	21,51	1,16	1,92	22.8.2010	23,17	5,16	5,90
23.7.2010	25,26	1,93	3,19	23.8.2010	21,63	8,91	9,49
24.7.2010	26,90	2,40	3,46	24.8.2010	19,47	3,21	5,50
25.7.2010	22,95	9,48	9,75	25.8.2010	18,31	1,16	2,01
26.7.2010	18,46	2,38	3,76	26.8.2010	20,35	1,90	2,86
27.7.2010	17,74	1,95	3,11	27.8.2010	22,26	1,58	2,48
28.7.2010	19,37	1,67	2,81	28.8.2010	23,72	1,18	1,96
29.7.2010	20,98	2,01	3,11	29.8.2010	24,12	1,56	2,25
30.7.2010	21,62	3,81	6,13	30.8.2010	15,28	2,24	3,53
31.7.2010	22,98	2,08	3,24	31.8.2010	16,36	1,52	2,37

September 2010				Október 2010			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.9.2010	16,90	1,19	2,04	1.10.2010	7,41	6,22	9,54
2.9.2010	18,59	1,81	2,77	2.10.2010	4,40	6,14	9,56
3.9.2010	17,73	1,15	1,87	3.10.2010	2,78	4,05	6,95
4.9.2010	21,98	2,36	3,06	4.10.2010	3,44	2,38	4,00
5.9.2010	17,75	0,78	1,28	5.10.2010	4,53	1,41	2,11
6.9.2010	15,37	2,36	4,08	6.10.2010	2,69	1,37	2,05
7.9.2010	14,18	2,03	3,07	7.10.2010	2,80	2,33	3,72
8.9.2010	15,50	1,60	2,54	8.10.2010	4,74	0,75	1,17
9.9.2010	16,69	1,33	2,25	9.10.2010	6,17	1,51	3,07
10.9.2010	18,58	1,24	2,10	10.10.2010	13,31	2,21	4,46
11.9.2010	20,64	1,30	2,21	11.10.2010	11,88	1,81	2,88
12.9.2010	20,25	3,04	5,33	12.10.2010	9,19	2,83	4,21
13.9.2010	19,71	3,48	5,77	13.10.2010	8,62	1,48	2,20
14.9.2010	17,32	1,89	2,96	14.10.2010	9,65	0,94	1,53
15.9.2010	18,03	1,25	2,32	15.10.2010	10,49	1,40	2,04
16.9.2010	19,94	1,43	2,57	16.10.2010	6,74	1,57	2,28
17.9.2010	20,31	1,37	2,39	17.10.2010	7,77	1,37	2,26
18.9.2010	18,79	1,02	1,68	18.10.2010	3,00	2,44	4,08
19.9.2010	19,30	1,53	2,59	19.10.2010	0,29	0,80	1,38
20.9.2010	18,29	1,30	2,13	20.10.2010	1,78	2,85	5,55
21.9.2010	18,02	1,36	2,25	21.10.2010	2,18	1,42	2,36
22.9.2010	18,30	1,07	1,82	22.10.2010	2,74	2,48	4,53
23.9.2010	18,64	1,15	1,89	23.10.2010	4,05	1,11	1,89
24.9.2010	18,29	1,26	2,04	24.10.2010	4,92	1,67	2,86
25.9.2010	10,04	1,22	1,95	25.10.2010	6,14	1,29	2,21
26.9.2010	0,00	0,79	2,15	26.10.2010	7,97	1,25	2,10
27.9.2010	0,00	0,26	0,89	27.10.2010	8,50	1,36	2,15
28.9.2010	13,00	0,61	0,92	28.10.2010	6,09	3,18	5,03
29.9.2010	11,96	2,07	3,39	29.10.2010	2,61	3,38	5,21
30.9.2010	11,10	3,41	5,16	30.10.2010	5,44	2,12	3,08
				31.10.2010	5,82	0,83	1,24

November 2010				December 2010			
Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych[m/s]	Max.[m/s]	Dátum	Tep.[°C]	Prie. rych. [m/s]	Max. [m/s]
1.11.2010	7,47	1,62	2,92	1.12.2010	-3,57	2,40	3,82
2.11.2010	9,55	1,59	2,26	2.12.2010	-5,97	2,71	3,94
3.11.2010	8,17	1,01	1,61	3.12.2010	-7,33	1,28	2,01
4.11.2010	8,93	0,85	1,32	4.12.2010	-6,55	1,49	2,35
5.11.2010	7,63	1,49	2,19	5.12.2010	-11,75	2,81	4,08
6.11.2010	4,33	1,13	1,98	6.12.2010	-8,70	1,51	2,54
7.11.2010	3,61	5,24	5,46	7.12.2010	1,72	3,34	6,09
8.11.2010	4,63	0,81	1,31	8.12.2010	4,38	2,47	4,04
9.11.2010	5,46	4,52	5,27	9.12.2010	6,62	1,98	3,32
10.11.2010	5,76	1,76	2,69	10.12.2010	10,04	3,20	5,19
11.11.2010	9,31	1,26	1,91	11.12.2010	3,36	1,42	2,08
12.11.2010	4,74	0,87	1,25	12.12.2010	-0,14	1,37	2,26
13.11.2010	6,40	0,79	1,24	13.12.2010	1,43	1,73	2,45
14.11.2010	4,85	0,66	0,93	14.12.2010	-0,19	1,29	2,03
15.11.2010	4,53	2,47	6,27	15.12.2010	1,35	3,60	4,23
16.11.2010	10,53	4,25	7,76	16.12.2010	1,24	0,92	1,43
17.11.2010	4,48	2,34	3,65	17.12.2010	3,00	1,21	1,82
18.11.2010	4,46	1,40	2,04	18.12.2010	0,95	4,11	6,11
19.11.2010	0,71	1,07	2,85	19.12.2010	-2,77	3,37	5,10
20.11.2010	3,59	1,01	1,56	20.12.2010	-4,87	1,46	2,64
21.11.2010	3,48	2,44	3,40	21.12.2010	-2,73	1,45	2,48
22.11.2010	1,92	0,76	1,09	22.12.2010	-0,91	0,79	1,25
23.11.2010	4,90	0,38	0,90	23.12.2010	-2,77	0,61	0,88
24.11.2010	6,11	2,41	6,95	24.12.2010	-1,00	1,83	3,22
25.11.2010	2,43	1,53	2,33	25.12.2010	3,64	1,32	2,10
26.11.2010	3,57	0,67	3,18	26.12.2010	1,30	2,01	2,99
27.11.2010	2,45	2,78	4,93	27.12.2010	-0,69	2,52	3,52
28.11.2010	-1,23	2,57	4,55	28.12.2010	-2,43	1,86	2,63
29.11.2010	-4,27	1,18	1,97	29.12.2010	-1,86	0,89	1,40
30.11.2010	-3,70	1,99	3,63	30.12.2010	-0,52	0,94	1,55
				31.12.2010	0,25	0,70	1,11