X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

KANALAS SZÉLSEBESSÉGMÉRŐK STATIKUS ÉS DINAMIKUS ELLENŐRZÉSI MÓDSZERE

Schrempf Norbert

Summary

Joining the EU, Hungary entered into an engagement in the field of energetics and environmental protection. The role of the utilization of renewable energy sources has become really significant. Although our country is not a member of the so-called great powers in wind energy, it has a considerable capacity of wind power and the optimal utilization of wind capacity can lead to the accomplishment of the commitments. The quantification of the amount of the recoverable wind energy is determined by several factors. The calculated energy production is determined basically by the application of sensors, data loggers, the knowledge of the measurement methods, and the proper processing of the measured results. The generated amount of energy is proportional with the 3rd power of the wind velocity. In the practice of energy-purpose wind measurements rotating-cup anemometers are used for wind velocity measurements. Before and just after the measurement the calibration of sensors must be done. For this purpose a wind-channel has been built at the Faculty of Mechanical Engineering of St. István University giving the possibility for static and dynamical calibration of the applied sensors.

Összefoglalás

Magyarország, az Európai Unióhoz való csatlakozásával, környezetvédelmi és energetikai kötelezettségeket vállalt, ennek kapcsán jelentősen nőtt a megújuló energiaforrások hasznosításának szerepe. Hazánk, bár nem tartozik az úgynevezett szél nagyhatalmak közé, mégis számottevő szélenergia kapacitással rendelkezik, melynek optimális kihasználása nagymértékben hozzájárulhat a vállalások teljesítéséhez. A szélből kinyerhető energia mennyiségének meghatározását különböző tényezők alakítják. A kalkulált energiatermelést alapvetően befolyásolja a megfelelő érzékelő és adatrögzítő műszerek alkalmazása, és mérési metodikájuk ismerete, továbbá a kapott mérési eredmények helyes feldolgozása. A termelt energia mennyisége a szélsebesség harmadik hatványával egyenes arányban növekszik. Az energetikai célú szélmerések gyakorlatában mérőérzékelőként kanalas anemométereket alkalmaznak. Egy adott mérést megelőzően és azt követően, mindig el kell végezni az alkalmazott mérőérzékelők kalibrálását. Erre a feladatra alkalmas szélcsatorna létesült a Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karán, amely lehetőséget biztosít az alkalmazott érzékelők folyamatos statikus és dinamikus ellenőrzésére.

Az energetikai célú szélmerések mérési adatainak kiértékelése

A Szent István Egyetem Agrárenergetika Tanszéke konzorciumi kutatómunka keretében készíti Magyarország energetikai szélterképét. A kutatómunka során több éve folynak ez irányú speciális, ún. energetikai szélmerések az ország egész területén. Az alkalmazott eszközök, műszerek, valamint mérési és adatfeldolgozási módszerek az adott feladatra célirányosan kerültek kialakításra. Szélmerés

szükséges az időjárás előrejelzéshez, az agrometeorológiában, az iparban és még sok más területen, melyek egyedi követelményrendszerrel rendelkeznek, azonban ezek egyike sem igényel olyan nagy mérési pontosságot és megbízhatóságot, mint az energetikai célú mérések. Az 1. táblázatban látható egy feltételezett mérési hibának a végső energiatermelésre gyakorolt hatása. Ezzel is szeretném érzékeltetni, hogy egy hagyományos meteorológiai mérésnél kevésbé számottevő eltérés (0,2 – 0,3m/s), milyen hatással van az energiatermelésre. A várható termelési eredmények meghatározásánál, ezért van nagy jelentősége a műszerek megfelelő kalibrálásának.

1. táblázat A nem megfelelő mérés hatása az energiatermelés meghatározására

Hibás értékek 16m = 3,21 m/s 35m = 4,50 m/s Okai: kalibrálás hiánya Helytelen kiértékelés Vertikális áramlások	Az eredmény 6,20 m/s-os szélesség 98m magasságban	Egy 1,5 MW-os, 98m magasán elhelyezett generátor, éves villamos energia termelése várhatóan 2909 MWh
Helyes értékek 16m = 3,40 m/s 35m = 4,80 m/s	Az eredmény 6,64m/s-os szélesség 98m magasságban	Egy 1,5 MW-os, 98m magasán elhelyezett generátor, éves villamos energia termelése várhatóan 3409MWh
A mérési hiba 16m-nél = -0,2 m/s (4,5%) A mérési hiba 35m-nél = -0,3 m/s (+3,0%)		A várható energiatermelés alulbecslése 17%

A 2. táblázatban feltüntettem az energetikai szélméréseket befolyásoló főbb tényezőket, melyek között látható, hogy a mérőérzékelők kalibrálása általában 0,5 – 3,0%-ban módosíthatja a végső eredményt. Azonban szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy a mérési adatok feldolgozásának és a kapcsolódó számításoknak összességében további, akár 17%-os hatása is lehet.

2. táblázat Bizonytalansági tényezők az energetikai célú szélméréseknél

Bizonytalansági tényezők az energetikai célú szélméréseknél	Lehetséges eltérés [%]
A mérőérzékelők kalibrálása	0,5 – 3,0
A mérőérzékelők elhelyezése a mérőoszlophoz viszonyítva	0,5 – 4,0
Turbulencia a mérési helyen (függőleges áramlás)	0,2 – 3,0
A mérési hely kiválasztása	0,5 – 5,0
A mérés időtartama	0,3 – 3,0
A mérési adatok feldolgozása	0,0 – 2,0
Kapcsolat a hosszú távú meteorológiai adatbázissal	0,5 – 5,0
A mérési adatok átszámítása a megfelelő helyre és magasságra	1,0 – 10,0

Az ellenőrzött anemométer

A 3. és 4. táblázatban az elvégzett mérés számértékei szerepelnek.

3. táblázat A mérés környezeti jellemzői

	Környezeti jellemzők			
	Mért			Számított
Mennyiség	T	R	P _{atm}	ρ _{levegő}
Mértékegység	[K]	[J/kgK]	[mbar]	[kg/m ³]
	291	2,87	1027	1,229

4. táblázat A statikus mérés mérési eredményei, és a számított értékek, valamint jellemzők

Statikus mérés						
Mennyiség	V anemométer	p PE350	V PE350	V korrigált	absz. hiba	rel. hiba
Mértékegység	[m/s]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[%]
Sorszám	A mérési átlag értékek		Számított értékek			
1	1,510	2,024	1,814	1,807	-0,008	-0,420
2	2,637	5,517	2,995	3,004	0,009	0,295
3	4,347	14,232	4,811	4,811	0	-0,003
4	6,072	27,032	6,631	6,623	-0,008	-0,116
5	7,858	44,176	8,476	8,490	0,014	0,160
6	9,643	65,769	10,343	10,347	0,004	0,041
7	11,539	93,545	12,335	12,311	-0,024	-0,194
8	13,482	126,176	14,325	14,317	-0,008	-0,055
9	15,351	162,205	16,242	16,242	0	0
10	17,150	200,507	18,058	18,093	0,034	0,189
11	18,879	243,057	19,883	19,868	-0,014	-0,072

1. ábra A szélesség értékek egymáshoz viszonyítva

2. ábra A relatív hiba alakulása

3. ábra Az abszolút hiba alakulása

Eredmények

Az 1. ábrából látható, hogy a vizsgált anemométer a szélesebbesség változását lineárisan követi. Ez alapján megállapítható, hogy megfelelően működik, hiszen a gyártó által megadott összefüggés szerint a sebesség értéke egyenesen arányos a körülfordulások során megtett úttal. Az is látható, hogy az anemométer alacsonyabb értékeket mér a teljes mérési szakaszon, mint a referencia műszer, azaz a megadott összefüggés nem írja le pontosan a megtett út és a sebesség kapcsolatát. Ez még jobban szemléltethető a relatív és az abszolút hiba kiszámításával (2. és 3. ábra). A pontosabb összefüggés meghatározásához a két érték közti kapcsolatot magasabb rendű függvénnyel közelítettem. Ennek során megállapítottam, hogy alkalmazva a

$$v_{\text{korrigált}} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot v_{\text{anemo}}^3 - 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot v_{\text{anemo}}^2 + 7,13 \cdot 10^{-2} \cdot v_{\text{anemo}} + 0,1941$$

összefüggést, az 1., a 2. és a 3. ábrán „korrigált” megnevezésű értékek 99,57% pontossággal közelítik a referenciaműszer által mért értékeket, és mind a relatív, mind az abszolút hiba elfogadható mértékben közelít a nullához. Az összefüggés meghatározása során törekedtem a lehető legkisebb kitevőjű hatványfüggvény alkalmazására az értékek minél szorosabb közelítése mellett. A meghatározott függvénykapcsolat szerint módosított szélesebbességértékek alapján a generátor hatásfoka 5,5%-kal javult, és a számított éves energiatermelés több mint 700MWh-val növekedett, ami a termelés korábbi 25%-os alulbecslését jelenti.

Irodalom:

- [1] Tóth L. – Horváth G. (2003): Alternatív energia, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- [2] Hottinger Baldwin Messtechnik (2004): Bedienungsanleitung Digibar-II PE350, HBM, Darmstadt

Schrempf Norbert, Ph.D. hallgató

Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Agrárenergetika és Élelmiszeripari gépek Tanszék
H-2103 Gödöllő, Páter K. út 1.

Tel.: +36-30-375-99-43, E-mail: schrempf.norbert@gek.szie.hu