

# MODELLEZETT SZÉLMEZŐK ROMÁNIA ÉSZAKNYUGATI RÉGIÓJÁBAN

## KIS TELJESÍTMÉNYŰ TURBINÁK TELEPÍTÉSÉRE

*Barabás Dénes<sup>1</sup>, Pál Kincső-Noémi<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> II. éves nappali tagozatos egyetemi hallgató,*

*Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Földrajz szak,*

*denes\_barabas@yahoo.com*

*<sup>2</sup> II. éves nappali tagozatos egyetemi hallgató,*

*Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Földrajz szak*

*szakatrongy@yahoo.com*

### **1. Bevezető**

A szél a levegő földfelszínhez viszonyított mozgása, mely a légkörben kialakuló nyomáskülönbségek hatására jön létre. Az általános légkörczés következtében a Föld különböző területein eltérő szélrendszerek uralkodnak, ezen kívül időszakos és helyi jellegű szelek is kialakulnak, amelyek elsősorban az eltérő tulajdonságú felszínek, illetve a domborzat légáramlást módosító hatásainak következményei. A szél irányát a domborzat befolyásolhatja, mégpedig úgy, hogy ez a domborzat pozitív és negatív formáihoz igazodik, vagyis párhuzamosan fúj a völgy irányítottságával. Energiatermelés szempontjából az állandó jellegű szelek használhatók ki megfelelő hatékonysággal, mert a szélturbinának az állandó szelekre van szüksége, hogy gazdaságos legyen ([www.szelkerekcentrum.hu](http://www.szelkerekcentrum.hu)).

Az Észak-Erdélyi régió szélviszonyait az uralkodó légtömegek, valamint a domborzati sajátosságok határozzák meg. A régió észak-nyugat irányából nyitott, míg a Keleti-Kárpátok és az Erdélyi-Szigethegység, valamint a távolabbra eső, de meghatározó jellegű Déli-Kárpátok a többi égtáj felől gátként viselkednek a szelek kialakulásában. A domináns szélirány az év során a nyugati, ez a légkör általános légkörczésének következménye (nyugati szelek). A tengerszint feletti magasság növekedésével a szél sebessége és gyakorisága is növekedik, a Vigyázó-csúcson (1836m) egy év alatt 109,1 nap van erős szél (16 m/s felett), míg Szatmárnémetinél (125m) csak 2,5 nap. Az egész régióban, évi átlagban az erőteljes szeles napok száma 10 körül alakul.

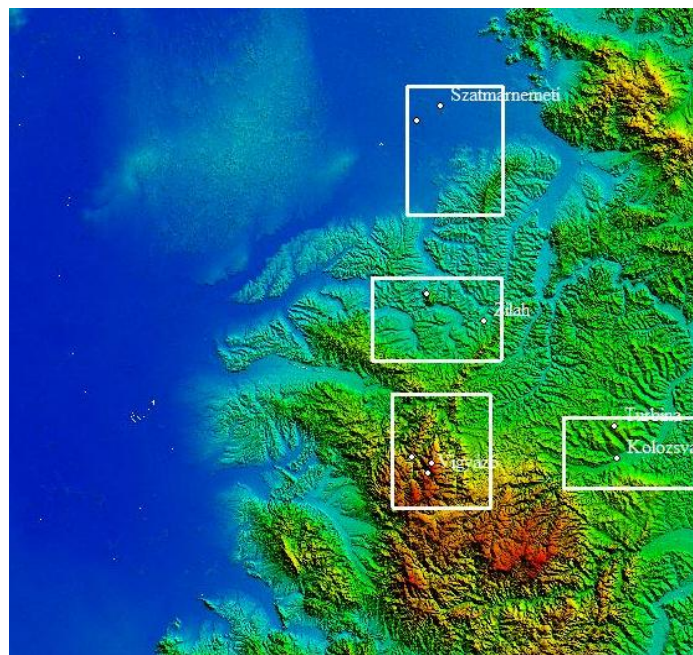
A szélenergia megújuló energiatípus, amelynek termelése környezetvédelmi és költségelőnyei miatt rohamos ütemben nő a világban. A szélenergia kitermelésének során a szélturbina a lapátjainak forgási energiáját alakítja át elektromos árammá. (Groó, 2005). A szélenergia-hasznosítás lehetősége, módja, területe és mértéke döntő mértékben összefügg az adott földrajzi helyen uralkodó szélviszonyokkal, elsősorban a szélesebesség nagyságával és állandóságával.

A szélérőművek a szélnek csak egy részét képesek hasznosítani, a potenciális érték maximum 59,3 %-át. A gyakorlatban, részben technikai okokból, és a szél változásai miatt további veszteségek lépnek fel. Ténylegesen 20-30% az, amit kinyerhetünk a meglévő szélenergia-potenciálból (Groó, 2005). A szélturbinák általában a névleges teljesítményt, a névleges szélesebségnél szolgáltatják. A szélturbina teljesítménye nullától, a bekapcsolási sebességtől a maximális teljesítményig növekszik, amely érték a névleges szélesebségnél van. Ezt követően a turbina folyamatosan a névleges teljesítményt szolgáltatja, mígnem a szélesebség a szerkezetre veszélyessé válik, s ekkor a szabályozó rendszer a turbinát leállítja (20-25m/s). A szélturbinák energiatermelésének pontos meghatározásához a telepítési pontra (területre) vonatkozó sokéves szélesebség adatbázis ismerete nélkülözhetetlen.

## **2. Módszertan**

Egy szélérőmű felállításához segítségül szolgálnak különböző szélmodellező programok, amelyek megadják az eltérő domborzati tulajdonságokkal rendelkező területek szélpotenciálját. A WindSim egy norvég-amerikai fejlesztésű programcsomag, melyet szélparkok tervezésének céljából fejlesztettek ki. A szélmezők fizikai modellezése a folyadékdinamika egyenletrendszerének numerikus megoldásával történik, a levegő viselkedését folyadékként tekintve. A modell segítségével lehetőség nyílik optimalizálni egy esetleges szélturbina, illetve szélpark elhelyezését a legnagyobb szélesebségű, de ugyanakkor alacsony turbulenciával rendelkező térségébe, ezáltal növelni az energiatermelést, de ugyanakkor csökkenteni a turbina műszaki meghibásodásának lehetőségét.

A kutatás során a WindSim Evaluation 4.9.1 ingyenes változatát használtuk, melynek nincsenek időbeni, illetve funkcióbeli korlátozásai, viszont térben maximum 5000 pixelszámot, illetve csak 10 függőleges szintet enged. Ennek következtében romlik az eredmények térbeli felbontása, részletessége. A vizsgálat során két turbina termelését határoztuk meg, egy 5KW teljesítményű (10 méteren), valamint egy 2MW teljesítményű (80 méteren) turbinát, mindezt négy meteorológia állomás (Kolozsvár, Vigyázó-hegység, Zilah, Szatmár) mérési adatai alapján a Románia északnyugati fejlesztési régiójának területén. Az 5KW-os szélturbina elegendő energiát biztosíthat egy nagyobb háztartás vagy intézmény számára. Jelen esetben a 2MW teljesítményű turbinát csak két állomás esetében részletezzük a kimagasodó energiatermelés eredményeképpen. A kutatás során négy sajátos domborzati adottsággal rendelkező térséget választottunk ki, ez által szemléltetve, hogy a különböző domborzati adottságok milyen eltéréseket idézhetnek elő az energiatermelésben. A feldolgozott adatok az ANM –Agenția Națională de Meteorologie, 1971-1980 közti mérései, melyek hónapos felbontásúak.



1. ábra. Az észak-erdélyi régió SRTM domborzat modellje, a jelölt pontok a vizsgálat tárgya.

### ***3.Szélergia-potenciál számítása Románia északnyugati régiójában***

#### ***3.1.Kolozsvár térségének szélpotenciálja***

Kolozsvár a Kis-Szamos völgyében fekszik (1. ábra), kelet és észak-kelet irányából nyitott, déli irányból a Feleki-dombságnak köszönhetően szélárnyékkolté válik, míg nyugati irányból ugyanez a hatás érvényesül a Gyalui-havasoknak köszönhetően. A maximális szélsébségek észak-keleti (20,46 m/s) és észak-nyugati (20,48 m/s) irányúak, gyakorisági értékei is azonosak (20%), de az észak-keleti szél átlagsebessége 0-4 m/s, míg 3 %-a a szélnek 6-8 m/s-al fűj,a maradék 17%-ban 4-6m/s. Az észak-nyugati szélnek erősebb mivoltát az bizonyítja, hogy mind a 20 %-a 6 és 8 m/s közötti érték. A nyugati, illetve a keleti szelek, bár kisebb százalékban fordulnak elő az évben, de ugyanolyan intenzitásúak, mint az észak-nyugati szél. Kolozsvár térségében a leggyakoribb szelek átlagos sebessége 3 m/s, amelynek relatív gyakorisága 45%, a leggyengébb és a legerősebb szelek átlagos gyakorisága elenyésző. Egy 5KW-os szélturbina esetében észak-nyugati szélirányból termelhető az évi energiatermelés túlnyomó többsége (1.3 MWh/y), a nyugati követi ezt, mennyiségileg (0.5 MWh/y) és az észak-kelti. A turbinma éves termelése 1,9 MWh/y villamosenergia (1. táblázat).

#### ***3.2.Zilah térségének szélpotenciálja***

Zilah dél és dél-nyugati irány kivételével minden fele nyitott. A tőle délre található a Meszes-hegységről indulva a város egy medencébe kerül el (1. ábra). A Meszes-hegység által generált nagyobb erősségű szél, amely az összes égtáj felől észlelhető szélsébség átlagolásából

származik. A Meszes-hegységtől északnyugatra szélárnyékos térség látható. Ebben a térségben az észak-nyugati szelek a legmeghatározóbbak. A maximálisan mért szél sebessége 33,45 m/s, iránya dél-keleti. Az éves szélirányok eloszlásában 34%-al is dominál a dél-kelti szél, átlagsebessége 6-8 m/s között van. A második legjellemzőbb szélirány az észak-nyugati és a dél-nyugati, amelyeknek eloszlása szinte azonos (18-20%). Az észak-nyugati és a dél-keleti szelekre jellemző a viharok előfordulása, de ez 1-2 %-ot tesz ki. A domináló átlagos szélesebesség 4 m/s, ami az összesetek számának a 33%- át teszi ki. Megfigyelhető, hogy a Meszes-hegység miatt, amely déli irányból lehatárolja Zilah térségét, a nyugati szelek az uralkodóak. A termelés főként, a délnyugati (0.3 MWh/y ), nyugati (2 MWh/y) és északnyugati (0.9 MWh/s) szelekből nyerhető. Ez a 3 szektor energiatermelése az összenergia-termelés 91,9 %-á adja, ami 3.5 MWh/y (1. táblázat).

1. táblázat. A kistérség égtájankénti energiatermelése MWh/év-ben.

	<b>Kolozsvár</b>	<b>Zilah</b>	<b>Szatmárnémeti</b>	<b>Vigyázó hegy</b>
<b>Észak</b>	0,1	0	0,1	0,3
<b>Északkelet</b>	0,1	0	0	0,5
<b>Kelet</b>	0,1	0	0	2,4
<b>Délkelet</b>	0	0,2	0	1,1
<b>Dél</b>	0	0	0,1	0,4
<b>Délnyugat</b>	0	0,3	0,3	3,3
<b>Nyugat</b>	0,2	2	0,1	16,3
<b>Északnyugat</b>	1,3	0,9	0,3	0,8
<b>Össztermelés</b>	<b>1,9</b>	<b>3,5</b>	<b>1</b>	<b>25,1</b>

### **3.3.Szatmárnémeti térségének szélpotenciálja**

A Nyugati-síkságon terül el, minden irányból nyitott, tengerszint feletti magassága 125 méter. Szatmárnémeti, mivel egy kiterjedt síkságon fekszik (1. ábra), és ennek nyitottsága nyugatról teljes mértékű, így a nyugati szelek a dominánsak. Az alacsony magasságú és horizontálisan töretlen morfológiai adottságok a térség homogén széljárás adottságok kialakulásához vezetett. A síkság jellemző hatásaként értékelhető, hogy a dél-nyugati és az észak-nyugati szelek a legerősebbek (15%). Az év 5 %-ban 0-4m/s közötti szél fúj, erre rátevéődik 8%-nyi 4-6m/s sebességű szél és 2%-ban van 6-8m/s sebességű szél. Ugyanakkor megfigyelhető egy enyhe keleti szél is (0-4m/s) 17 %ban, amihez hozzáadódik 1%-nyi 4-6m/s sebességű szél. A 3 m/s -os szél az összesetek 40 % -a, a 2-, illetve 4 m/s-os szelek arányosan 23-23 %. Kis százalékban bár, de előfordulnak 6 illetve 7 m/s-os szélesebességek is. Itt 10 méteren, 5KW-os

turbinával dél-nyugatról 0.3 MWh/y-t, észak-nyugatról 0.3 MWh/y-t, míg a nyugati szélből 0.1 MWh/y-t képes termelni, ami 1 MWh/y (1. táblázat).

### **3.4. Vigyázó-hegység térségének szélpotenciálja**

A Vigyázó-hegység legmagasabb tengerszint feletti magassága 1836 méter, a főgerinc irányítottága északkelet-délnyugat, tőle nyugatra folyik el a Dregan-folyó, míg a hegységtől keletre folyik a Székelyjő. A Vigyázó-hegység a térség legmagasabb pontja (1. ábra), ezért az általános légmozgásokból kifolyólag a nyugati, óceán irányából fújó szelek az uralkodóak. A szél intenzitása természetesen a magassággal növekszik, ezért a szél sebessége itt a legmagasabb a régióban vizsgált összes pont közül. A hegység felfogja a nyugatról érkező szeleket, ezért a keleti oldala szélárnyékos zónának bizonyul. A legjellemzőbb az egész év során a nyugati szél, relatív eloszlásban ez a 45%-ot is eléri, a keleti szél 10%-os, a dél-nyugati szél ennél valamivel dominálőbb, ez 12% körüli értéket mutat, a többi irányú szelek mind 10 % alatt marad. Sokkal változatosabb képet mutat viszont a szélerőség eloszlása, ugyanis a 16 m/s és annál nagyobb szelek minden irányban előfordulnak, bár legtöbb százalékban a nyugati szelek esetében, 4 %-ban. A 12-14 m/s-os szél teszi ki a nyugati szél 15%-át, 8-10m/s-os szél 15%-ot, míg a 4-8m/s-os szél a maradék 11 % -ot. Ugyanilyen elosztásban a többi égtáj felőli szelek intenzitása is skálázható, persze kisebb részszázalékban. A Vigyázó hegység esetében a turbinát a Dregán és a Jád vízvásalótjára helyeztük (1110 méterre) infrastrukturális okok miatt. A három legnagyobb energiatermelő égtájak a nyugati (16 MWh/y), a délnyugati irány (3.3 MWh/y) és a keleti égtáj felől érkezett szelek energiája (2.4 MWh/y ). A három szektor össztermelése 25,17 MWh/y, és ezzel a vizsgált térségek közül a legnagyobb az energiatermelhetőség (1. táblázat).

### **4. Összegzés**

Következtetésként elmondható, hogy Kolozsváron az észak-nyugati irányú szél, hasonlóan a Vigyázó-hegységben, valamint a többi vizsgált helyen is, vagyis, hogy az Északnyugat-Erdélyi régió széljárására jellemző a nyugati, óceán irányából érkező légtömegek jelenléte, ami megjelenik a lefutott potenciális energiatermelés szélirányokra bontott eredményeiben is. A négy térség eredményt összevetve látható, hogy a Vigyázó-hegység nem a legnagyobb a szélenergia-potenciál, ami elsősorban a tengerszint feletti magasságával magyarázható (1817m), semmilyen szélárnyékoló hatás alatt nincs, hiszen a környezetében csak alacsonyabb magassági értékeket mérhetünk. A nyugati szelek teljes mértékben befoghatóak a turbina által, ami biztosítja a magas energiahozamot már 10 méteren is. Második legnagyobb potenciállal Zilah rendelkezik, ez a hely topoklimájának sajátosságából tudható be. A vizsgált pont egy szélfolyosón található, az ezen átréselődő szélenergia termelését sem szabad figyelmen kívül hagyni. Ezt követik Kolozsvár és Szatmárnémeti 10 méterre modellezett értékei.

Kolozsváron a 80 méteres oszlopon lévő 2 MW-os szélturbina energiatermelése 2392,4 MWh/y, amelyet befolyásol az a tény is, hogy Kolozsvár a Kis-Szamos völgyében fekszik, amely a körülötte lévő hegyek miatt szélcsatornaként viselkedik. Szatmárnémetiben az energiatermelése 80 m-en 4508,6 MWh/y, amely a kolozsvári értékeknek a 188,5 %-a. Ez a nagyságrend azzal magyarázható, hogy Szatmárnémeti egy kiterjedt síkságon fekszik, ahol nincsenek a különböző irányú leárnnyékolást okozó hegyek, és 80 m-en nem érzékelhetőek olyan nagymértékben a

topoklimatikus hatások, mint azt tapasztaltuk 10 m-en. A nyugati szelek a 80 méteres magasságban állandó utánpótlást biztosítanak az energiatermelése.

### ***Kivonat***

A dolgozat a Románia északnyugati régiójában modellezett szélmezők elemzését mutatja be. A modellezés a WindSim széltérkép-modellező program felhasználásával történik, amely jelen esetben tíz év, hónapos széladatokat dolgoz fel.

Az adatok négy meteorológiai állomásról származnak. A modell kirajzolja a Vigyázó-csúcs, Zilah, Szatmár és Kolozsvár térségének szélviszonyait, amely a következőket tartalmazza: szélesebesség, szélirány, szélárnyékosság. A vizsgálat második részében egy kiválasztott típusú szélturbina teljesítményét hasonlítjuk össze a négy eltérő domborzati sajátosságokkal rendelkező térségben. A széltérképek elkészítése, valamint az energetikai számítások alapján meghatározható a térség széleenergetikai potenciálja, vagyis az, hogy az adott térségekben hol érdemes befektetni széleenergia felhasználásába és azt mekkora hatékonysággal lehet megvalósítani.

### ***Abstract***

The study presents the analysis of modeled wind fields in the Northwestern Region of Romania. The modeling was made by WindSim (windmap modeling software) which in this case processed a ten year long measuring series.

The data represents four different meteorological stations. The model traces out the wind proportion of these four regions: Cluj-Napoca, Zalau, Satu Mare and Vf. Vladeasa. The model contains wind speed, wind direction, wind shading. In the second part of the study we were comparing the yield of a similar type of wind turbine for all regions. The wind energetic potential was calculated by the windmaps and we found out in which part of the region rewards to invest in wind energy utilization and how efficient can it be.

### ***Irodalomjegyzék:***

- Bálint Szidónia-Tünde, Barabás Dénes, Pál Kincső-Noémi, Pál Alpár, Mihály András, Sebestyén Tihamér-Tibor (2010): Modellezett szélmezők elemzése Románia északnyugati régiójában, XIII.ETDK dolgozat, Kolozsvár
- Groó Rudolf (2005): A széleenergia, mint a megújuló energiaforrások hasznosításának legdinamikusabb formája, Budapest Főváros Önkormányzata Környezetvédelmi Bizottság, Budapest
- Sandu Ion (2008): Clima Romaniei, Editura Academiei Romane, Bucuresti
- Varga Bálint, Németh Péter, Dobi Ildiko (2006): Szélprofil vizsgálatok eredményeinek összefoglalása, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

\*\*\* [www.szelkerekcentrum.hu](http://www.szelkerekcentrum.hu)