

Paradigmaváltást az energiagazdálkodásban!

Földrajz és energetika

Dr. Munkácsy Béla

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Környezet és Tájföldrajzi Tanszék

Összefoglaló

A tudomány fejlődését napjainkban két egymástól gyökeresen eltérő irányvonal jellemzi: a kutatók túlnyomó többsége az egyes részterületek egyre mélyebb megismerését tűzte ki céljául, egy kisebb, de jelentőségében az előzőhöz képest legalább olyan fontos társaság, a különféle tudományterületeket komplex módon megközelítve, interdiszciplináris jellegű kutatási tevékenységet folytat, s ezzel olyan összefüggésekre hívja fel a figyelmet, amelyek a „specialisták” figyelmét könnyen elkerülik.

Ha az energiagazdálkodást, mint önálló tudományterületet értelmezzük – és miért ne tehetnénk –, ugyancsak igaz a fenti tézis, vagyis az interdiszciplináris megközelítésmód sok új eredmény elérését teszi lehetővé. Azonban ha a magyarországi helyzetet alaposan szemügyre vesszük, azt tapasztaljuk, hogy nálunk ezt a diszciplínát szinte kizárólag mérnöki végzettséggel rendelkező szakemberek művelik. A környezet állapotának aggasztó romlása napjainkban egyre világosabbá teszi, hogy az energiagazdálkodásban is fontos volna más tudományterületek tudásanyagának ismerete, alkalmazása, a döntésekbe más ismeretekkel rendelkező szakemberek bevonása. Jelen tanulmányban erre a problémára kívánjuk a figyelmet felhívni. Néhány példa, esettanulmány segítségével a társadalomtudományok és elsősorban a geográfia alkalmazásának fontosságára kívánunk rávilágítani. Vizsgálati módszereink nem merültek ki az általános megoldásokban, a vonatkozó szakirodalom és statisztikai adatsorok elemzésén. A földrajz interdiszciplináris jellege, kiterjedt ismeretanyaga, speciális vizsgálati módszerei – elsősorban a térinformatika – segítségével olyan új eredményeket tudunk elérni, olyan összefüggéseket tudunk feltárni, amelyek eddig rejtve voltak az energiatervezést végző műszaki szakemberek előtt.

Abstract

Nowadays we can identify two completely different paths in the development of science: the great majority of researchers focus on extremely detailed problems, while the minority, which are as important as the other group, deal with more interdisciplinary research. This latter method can provide new results that are easily overlooked by specialists. Nowadays it is becoming increasingly obvious that natural scientists should consult with experts from other disciplines, such as social science.

In the Hungarian energy management field the situation is the same. Most professionals in this field - almost without exception - are engineers. We believe that other experts should also be involved in the field. In this paper we focus on the possibilities of geography in the field of energy management. We have used specialised international literature and statistics, as well as GIS (Geographical Information System) tools to understand and highlight problems. We are convinced that we successfully identified new and useful relations and knowledge that has so far been hidden from the sight of those engineers who are involved in energy planning.

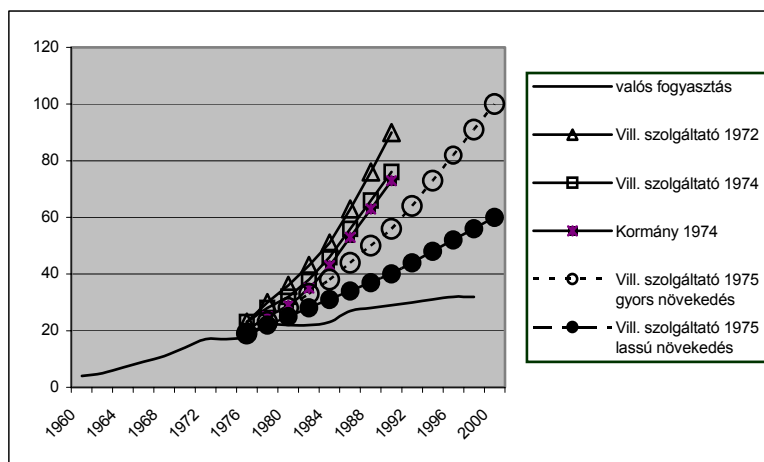
1 Új kihívások az energiagazdálkodásban

Korunk emberisége számára a nem is oly távoli jövő kétségkívül legnagyobb kihívása a globális környezeti katasztrófa elkerülése. Erre a megfelelő válasz mai tudásunk szerint nem lehet más, mint az élet csaknem minden területén egyfajta paradigmaváltás, a gondolkodási modell és ennek kapcsán a viselkedés megváltoztatása. A nemzetközi elemzések szerint ennek gyakorlati megvalósítására meglehetősen rövid idő, csak néhány évtized áll az emberiség rendelkezésére (Meadows et al., 1972; Meadows et al., 1992; Meadows et al., 2004). A környezeti alaprobléma összes eleme világos, a megoldás azonban szinte minden téren érthetetlen késedelmet szenved. Az egyik egyértelműen problémás faktor a népesség növekedése, a másik a jelenleg uralkodó fogyasztói társadalom természete, vagyis hogy egyes gazdasági csoportok feltétlen érdeke az emberek igényeinek mesterséges növelése, ezáltal a fogyasztás fokozása. Ez azonban két ponton is ellentétes a természet törvényeivel: egyfelől a zárt földi rendszerben nem képzelhető el végtelenségig tartó növekedés, hiszen az erőforrások is végesek; másfelől a gazdasági folyamatok eredményeképpen keletkező szennyeződések befogadására sem képes korlátlan mértékben a földi rendszer (Wackernagel és Rees, 2001).

A kialakult válsághelyzet egyik, ha nem a legfőbb okozója az energiagazdálkodás, amely teljesen átszövi mindennapi életünket. Az emberiség által elfogyasztott energiamennyiség exponenciális növekedést mutat, miközben a jelenség okozta gondokat nem valódi problémaként, hanem sok esetben még mindig a fejlődés velejárójaként értelmezzük (Gardner et al., 2004; Ayres, 1998). A sajtó által rendszeresen tárgyalt globális éghajlatváltozás mellett számtalan más probléma is az energetika, pontosabban az energiapazarlás, valamint az energiaforrások és a technológiák nem megfelelő megválasztása számlájára írható. Sajnos

mindezek az általában csak egy-egy részterülettel foglalkozó, műszaki végzettségű energetikus szakemberek számára vagy egyáltalán nem, vagy csak részben láthatók át. Ugyanakkor a döntéshozók körében is kevés olyan természettudományos műveltségű szakember akad, aki mindezen problémák súlyát és mértékét képes volna felmérni.

Világosan láttatja a csupán műszaki szempontokat mérlegelő energiatervezés kudarcát Dánia példája. A dán energiatakarékosági politika leginkább figyelemre méltó sikerének az energiaigények stabilizálása tekinthető. Az elmúlt 25 esztendőben az ország primer energiaigénye nem nőtt (míg az azt megelőző 25 évben – vagyis az 1950-től 1975-ig terjedő időszakban – csaknem megháromszorozódott az elsődleges energiahordozók fogyasztása). Ez az eredmény részben az olyan fogyasztóoldali fejlesztéseknek köszönhető, amelyek a meglévő épületekre vonatkozó hőszigetelési előírások szigorítására vezethetők vissza, de ezen túlmenően az energiafogyasztási szokások kedvező irányú változása is jól érzékelhető eredményeket hozott. Míg a fűtési energiaigény csökkent, addig a villamosenergia-fogyasztás nagyjából duplájára nőtt az elmúlt 25 évben, amely a mindenre kiterjedő villamosítás következménye. Ennek kapcsán az egyetlen reményt keltő fejlemény, hogy a növekedés jóval szerényebb mértékű volt, mint azt a kormányzat vagy az energiaszolgáltató cégek előrejelzéseikben becsülték (1. ábra). Az 1970-es évek első felében ugyanis több forgatókönyv született, amelyek rendre a villamosenergia-fogyasztás drasztikus, 300-400%-os növekedését prognosztizáltak 20-30 éves időtávlatban – vagyis mintegy háromszoros mértékben becsülték túl a fogyasztás növekedését ahhoz képest, mint ami napjainkra bekövetkezett (Nørgård, 1999).



1. ábra: A villamosenergia-fogyasztás forgatókönyvei és a valóságos fogyasztás Dániában (Nørgård (1999) nyomán szerk. M.B.)

Meg kell állapítanunk, hogy az efféle becslések egyszerű matematikai extrapolációk, amelyek teljesen figyelmen kívül hagynak minden társadalmi és emberi tényezőt. A kalkulációknak számításba kellett volna venniük például, hogy miközben a gazdaság teljesítménye nő, az emberek igényei, preferenciái is változnak, így automatikusan a szolgáltatással kapcsolatos fogyasztás kerül előtérbe. A szolgáltatások viszont kevésbé energiaintenzív tevékenységek, mint az árutermelés. Az 1. ábrára tekintve figyelmet érdemel továbbá, hogy 1973 táján az addig töretlen növekedésben látványos változás következett be, amely minden kétséget kizáróan az olajválsággal hozható összefüggésbe. Akkoriban a dán energiaellátás 92%-ban a külföldi olajtól függött, így az importban bekövetkezett zavarok súlyos ellátási gondokat okoztak. Az energiaellátás egyes szektoraiban jegyrendszert vezettek be, ami néhány hónapon át az embereket egyszerűen rákényszerítette egy alacsonyabb fogyasztási szintre. Ekkoriban vált nyilvánvalóvá, hogy az eredmények leggyorsabban a fogyasztási szokások, a viselkedés megváltozásával érhetőek el. Az energiaárak 300%-os emelkedése ehhez nagyban hozzájárult, és ennek következtében az olyan változások, mint például a használaton kívüli helyiségek fűtésének visszazabályozása, gyorsan elterjedtek (Nørgård, 1999).

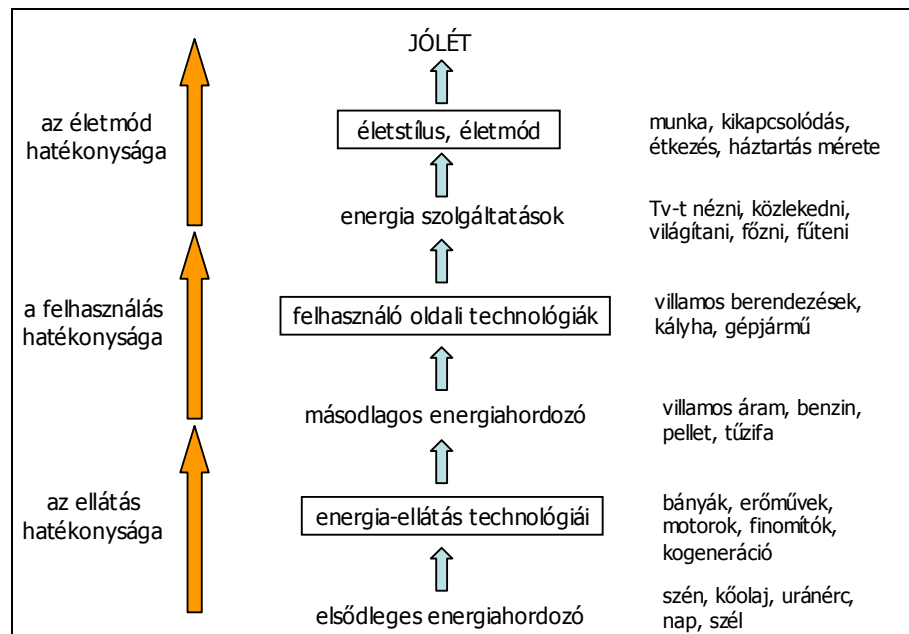
Mindemellett azt is látnunk kell, hogy az ilyen előrejelzéseknek komoly következménye van a gyakorlatban, hiszen ezek folyamánként ki kell építeni a növekedés mértékének megfelelő villamosenergia-termelő kapacitást. Mindez természetesen egyfelől óriási tőke meglétét feltételezi, másfelől számtalan társadalmi konfliktus forrása, hiszen senki nem üdvözlí örömmel lakóhelye környékén az ilyen környezetterhelő, ingatlanárakat leszorító beruházásokat.

2 Társadalomtudományok az energiagazdálkodásban

Igen érdekes és sok új eredménnyel kecsegtető jelenség az olyan egymástól igen távol eső tudományterületek között mindinkább kibontakozó kapcsolat, mint a társadalom- és a műszaki tudományok. Ennek a közeledésnek mozgatórugói részben olyan mérnökök, akik az átlagosnál nyitottabbak például a szociológia, pszichológia iránt, illetve olyan társadalomtudósok, akik vonzódnak a műszaki problémákhoz.

2.1 Mérnökök a fenntartható energetika szolgálatában

Az első csoportba tartozik például a dán műszaki egyetem tanára, Jørgen Nørgård, akinek egy újszerű koncepciója rávilágít arra, hogy az energialánc nem ér véget a fogyasztó-berendezésnél, s ennél továbblépve, az energiaszolgáltatás szerepét vizsgálja különféle életstílusok, életmódok tekintetében. Eközben rávilágít egy olyan alapvető összefüggésre (2. ábra), amely eddig egyáltalán nem volt az energiatervezésben érintett szakemberek látókörében: az energiafogyasztás mértékét alapvetően a jólétről alkotott fogalmunk, elképzelésünk befolyásolja, ami viszont éppen az életmódunkkal ragadható meg legegyszerűbben (Nørgård, 1998.).



2. ábra: Az energiahordozók felhasználásának végső célja valójában az áhított jólét elérése, fenntartása (Nørgård nyomán szerk. M.B.)

Ugyancsak ebbe az első csoportba tartozik Lee Schipper, a Nemzetközi Energia Ügynökség kutatója, aki meglepően korán jutott hasonló megállapításokra: „Mi, akik energiatervezőnek nevezük magunkat, nagy hibát követünk el, hiszen valóban csak az energiát vizsgáljuk, miközben az emberi viselkedést kellene tanulmányoznunk.” (Cherfas, 1991)

2.2 Műszaki érdeklődésű társadalomtudósok

A második csoportba tartozó kutatók közül kiemelkedik az Amerikai Egyesült Államokban szociológusként dolgozó Loren Lutzenhiser, aki tanulmányaiban igen határozottan veti fel a társadalomtudományok bevonásának szükségességét az energiatervezés folyamatába (Lutzenhiser, 1993). Vizsgálatai szerint napjainkig az energiatervezést, így például az igények előrejelzését döntően különféle berendezések, épületek műszaki jellemzőinek vizsgálata, illetve az energiaárak kérdésköre határozta meg. A különféle modellek rendszerint vagy teljes mértékben figyelmen kívül hagyják, vagy csak sokadlagos tényezőként veszik számításba az emberi viselkedést, mint az energiafogyasztást befolyásoló tényezőt. Hasonló kutatási téma mellett kötelezte el magát az Oslói Egyetem szociológusa, az amerikai származású Harold Wilhite. Kutatásának homlokterében az energiafogyasztási sémák és a kultúrák közötti kapcsolatrendszer áll (Wilhite et al., 1996; Wilhite et al., 2000). A szakértő felhívja a figyelmet például arra az első hallásra talán kevésbé lényegesnek tűnő – ám alaposabban végiggondolva mégis jelentékeny – problémára, amit az angolszász kultúra terjedése jelent a trópusi országok energiagazdálkodásában.

De vajon hogyan járulhatnak hozzá a társadalomtudományok az energetikában várható fejlődéshez? A műszaki tudományok avatott ismerői rendszeresen támadják a megújuló energiaforrásokat és az azzal kapcsolatos kutatást, mondván: mindez teljesen felesleges, hiszen ezekkel az eszközökkel nem fedezhető a világ gyorsan növekvő energiaigénye. Ez önmagában – ha hihetünk a nagyvonalú számításoknak – igaz is, de a probléma ennél sokkal bonyolultabb. A fogyasztók energiaszolgáltatásokat kívánnak igénybe venni, vagyis fűteni, világítani, közlekedni szeretnének. De nem mindegy, hogy milyen igényeket támasztanak, s mint ahogyan az igények felkeltésében óriási szerepe volt a társadalomtudományoknak (pl. reklámpszichológia), úgy a fogyasztás normalizálásában is döntő szerepet kell kapjanak. Természetesen fontos az energetikai hatékonyság radikális növelése is. Ezek kidolgozása döntően mérnöki feladat, de a fogyasztó oldali megoldások, technikák elterjesztésében ismét kulcsfontosságú volna társadalomtudományos ismeretek alkalmazása.

3 A geográfia alkalmazásának lehetőségei az energiatervezésben

A társadalomtudományos és a természettudományos ismeretanyagot ötvöző földrajztudomány ugyancsak helyet követel magának az energiagazdálkodásban, energiatervezésben. Ez leginkább azzal magyarázható, hogy a jövő energiaszektora meglehetősen decentralizált lesz, így a térbeliség a jelenlegihez képest sokkal fontosabb tényezővé válik. A megújuló energiaforrásokat felhasználó berendezések, műszaki létesítmények kikerülhetetlen szerepet játszanak majd energiagazdálkodásunkban. Ezek telepítése, az ezekkel kapcsolatos területi tervezés azonban a hagyományos módszerekkel sok esetben téves eredményeket ad.

3.1 Területi tervezés és szélenergetika Magyarországon

A területi tervezés feladata a szélenergetikában egyszerűnek tűnik: a szélerőművek számára olyan földrajzi tereket kell kijelölni, ahol alkalmasak a szélviszonyok a turbinák gazdaságos üzemeltetésére, miközben a berendezések a tájra és a természeti értékekre elhanyagolható hatással vannak. Ezen egyszerű feladat megvalósítása terén azonban hazánkban igen szerény eredményeket sikerült felmutatnia az elmúlt években, hiszen néhány tanulmány megírásán és az országos energetikai széltérkép elkészítésén túl érdemi előrelépés nem nagyon történt.

Ebben szerepet játszik, hogy Magyarországon a megújuló energiahordozók (el)ismertsége és ebből fakadóan támogatottsága messze nem kellő mértékű. A döntéseket – vitatható módon – a gazdasági és a pénzügyi területekkel foglalkozó minisztériumokban olyan közgazdász szakemberek hozzák, akik nem látják át az ökológiai válsághelyzet valódi természetét. A környezetvédelmi tárca, ahol megvolna a hozzáértők széles táborra, ki tudja miért, nem vesz részt érdemben a megújuló elterjesztése érdekében vívott küzdelemben. Elkészült ugyan egy megújuló energiaforrásokkal foglalkozó országos stratégia, azonban a

környezetvédelmi tárca képviselői ebben is csak a másodhegedűs szerepét vállalták magukra.

3.1.1 A szélenergiával kapcsolatos területi tervezés Győr–Moson–Sopron megyében

A területi tervezés egyik fontos szintje, színtere a régió – legalábbis látszólag. A gyakorlatban azonban ezen a szinten döntően a pénzügyi források szétosztása köti le az erőket, valódi tervezési tevékenység nem nagyon folyik. A szélenergia szempontjából legkedvezőbb, Nyugat-Dunántúli régióink területére készült ugyan egy tanulmány az Iparterv Rt. (1998) jóvoltából, azonban az korántsem tekinthető átfogó és részletes tervnek. Az elemzés mindössze annyit állapít meg, hogy a térségben közepes teljesítményű szélmotorok telepítésére mindenhol kedvezőek a feltételek, sőt emellett – indoklás, részletes alátámasztás nélkül – 3 olyan helyszínt is megnevez, ahol nagyobb szélfarm (30-40 MW) létrehozására is lehetőség nyílik. Ezek közül – ugyancsak bármiféle magyarázat nélkül – a legelőnyösebbnek a Fertő tó közelében, attól délre eső területet találta (3. ábra). Mindezen hiányosságok ellenére megállapíthatjuk, hogy ez tekinthető az első komolyabb, a szélenergetikát érintő tervezési dokumentációnak Győr–Moson–Sopron megye területére.

A megye szintjén némileg jobbnak tűnik az energiatervezés helyzete. A megyei Agrárkamara az 1999. évi CXXI. (kamarai) tv. értelmében foglalkozik a vidékfejlesztést szolgáló nagyobb jelentőségű beruházások előkészítésével. Ennek a kötelezettségének eleget téve a szervezet vizsgálatokat folytatott a szélenergia alkalmazhatóságának lehetőségei kapcsán. A végeredmény az előzőekben említettnél alaposabb, helyi szakemberek részvételével készített tanulmány, amelynek megállapításait 2001-ben publikálták (Kanyó, 2001). Ezek tulajdonképpen egy mondatban összegezhetők: a szélerőművek telepítésére minden szempontból legalkalmasabb területnek „*az M1-es autópálya nyomvonalának 5 km-es széles sávja*” tűnik. Ennek alátámasztására részben egy 1997-es, fél éves ostffyasszonyfai, 35 méteres magasságból származó adatsor, részben a közeli Zurndorf térségében, 65 m magasságban mért szélesebségadatok szolgálnak. Vizsgálataik alapján kirajzolódni látszik az ún. zurndorfi szélcsatorna, amelyben 65 m magasan 6 m/s-nál nagyobb átlagsebességű, jellemzően északnyugati irányú szelek dominálnak, vagyis a terület alkalmas szélerőművek gazdaságos üzemeltetésére.

Látható tehát, hogy a kutatás ezen a téren jó egy évtizede megkezdődött. Érdekes, hogy Győr–Moson–Sopron az egyetlen megye, amelyiknek mind az energetikai, mind a környezetvédelmi programja, sőt területrendezési terve is foglalkozik a szélerőművek telepíthetőségével. Első hallásra ez komoly eredményként értékelhető, azonban a dokumentumokat elemezve már nem ennyire kedvező a kép.



3. ábra: Az Iparterv Rt. által készített tanulmány szerint szélérőmű-park kialakítására ideális helyszínek (Iparterv Rt., 1998)

A területre vonatkozó első valóban átfogó jellegű tervet a megye Energetikai Programja tartalmazza (MTESZ, 1999). A dokumentum megemlíti ugyan a megújuló energiaforrásokat, mint esetleges alternatívát, de az országosan jellemző tendenciának megfelelően indokolatlanul szerény szerepet szán azoknak. Bár megfogalmazza, hogy „*Mosonmagyaróvár térsége kedvezően ellátott szélenergiával*”, a szélérőműveknek a megyére vonatkozó technikai potenciálját egy táblázatban mindössze 0,02 PJ/év-ben határozza meg (időtényező nélkül, általánosságban), ami 20%-os kapacitásfaktorial visszszámolva 3-4 MW beépített teljesítményt jelent. Feltehetően ezzel összefüggésben a dokumentum szöveges részében a szerzők megfogalmazzák, hogy a megyében „*lehetőség lenne egy 4 MW összteljesítményű, 8 gépegységből álló szélérőműpark megépítésére*”. A technológiai színvonal akkori állása szerint egy ilyen létesítmény akár 1 km²-nyi területen is könnyen megépíthető lett volna. Egy egész megye területére mindössze ennyit betervezni meglehetősen visszafogott elképzelésnek tűnik.

Furcsa, hogy a megye 2002-ben született környezetvédelmi programjának szélérőműveket tárgyaló része is pontosan az energetikai programban foglalttal megegyező, vagyis mindössze 0,02 PJ/év technikai potenciált állapít meg (gyakorlatilag ugyanazt a táblázatot közli). Nyilvánvaló, hogy a megyében a technikai potenciál már 1999-ben is sokkal jelentősebb volt, a fenti adatnál több nagyságrenddel nagyobb. A probléma feltehetően abban rejlik, hogy a kalkuláció során a gyakorta alkalmazott “mérnöki becslés” módszerét használták, ahelyett, hogy korszerű, térinformatikai módszerekkel támogatott vizsgálatra támaszkodtak volna. A fentiek sajnálatos következménye lehet, hogy a helyi politikusok olyan energetikai program alapján hoznak súlyos döntéseket, amely – kutatásunk szerint – jelenlegi formájában nem veszi figyelembe a valódi lehetőségeket.

Miképpen alakultak volna az eredmények, ha geográfus szakemberek is részt vehetnek az energetikai program elkészítésében? Első lépésben valóban a technikai potenciál felmérése tűnik kézenfekvőnek, hiszen ezzel képet kaphatunk az elméleti lehetőségekről. Értelmezésünk szerint a technikai potenciál a megújuló energiaforrások alkalmazásában rejlő lehetőségek feltárására szolgáló olyan elméleti érték, amely a jogszabályi korlátok figyelembe vételével kalkulált, az adott kor technológiai színvonalára jellemző maximális kapacitás. Vagyis a számítás igen egyszerű, két alapadat szorzatáról van szó:

- 1) e tevékenység szempontjából a hatályos jogszabályok korlátozásai alá nem tartozó területek mérete, illetve
- 2) az adott területegységen elérhető átlagos teljesítmény (ez évente, a technológia fejlődésével változó érték, vagyis az adott évben üzembe helyezett turbinák névleges teljesítményéből statisztikai elemzéssel kapott érték).

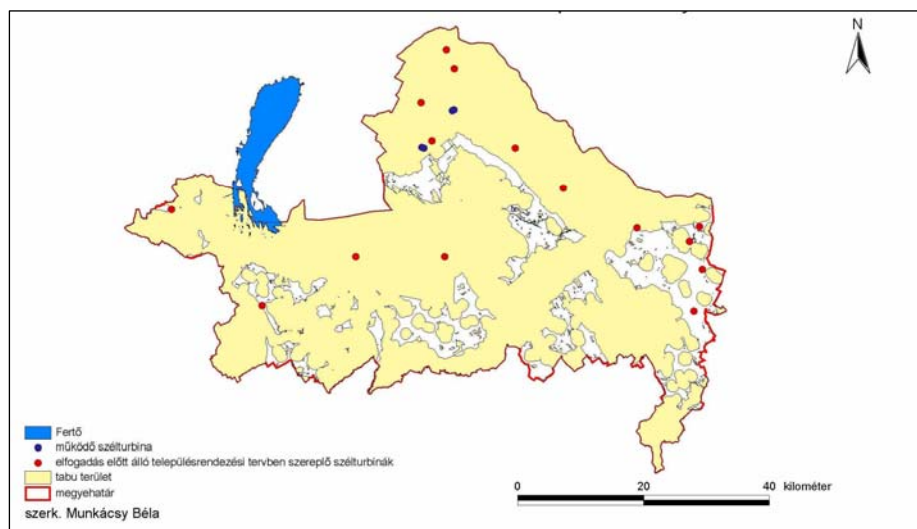
Ezt követően azonban szükség van a társadalmi-gazdasági potenciál kiszámítására is, amely a valódi lehetőségek, a realitások feltárásában alapvető fontosságú – sajnos erre a hivatkozott tanulmányokban, tervekben még csak kísérlet sem történt. De kanyarodjunk vissza a technikai potenciálhoz, zárjuk le az ezzel kapcsolatos gondolatsort.

Az 1) pont esetében a kiindulási pont az engedélyezési eljárás ismerete, vagyis az, hogy a hatóságok milyen jogszabályok alapján döntenek a szélerőművek környezethasználati engedélyének kiadásáról. E tekintetben viszonylag könnyű a helyzetünk, hiszen a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium már több kiadásban publikálta azt a tájékoztató kiadványát, amely összefoglalta a hatóság e tárgyban kialakított véleményét (KvVM-TVH, 2003), elsősorban a természetvédelmi és tájképvédelmi tényezők kapcsán. Emellett már csak néhány szempont, így például a repülőterek, katonai objektumok által jelentett területi korlátozás, illetve környezetegészségügyi tényezők (pl. zajhatással kapcsolatos védőzóna) figyelembe vétele szükséges. Mindezek alapján térinformatikai módszerekkel létrehozható egy olyan térkép, amely a fenti korlátozásokat egyetlen ábrában összegzi. Kutatásaink során az ELTE Környezet- és Tájföldrajzi Tanszékén az elmúlt években 4 megyére (Győr–Moson–Sopron, Vas, Komárom–Esztergom, Heves) végeztünk ilyen irányú vizsgálatokat (Munkácsy et al., 2007). Ezek a potenciális területek tekintetében rendre 7,7 és 8,8% közötti eredményeket adtak, vagyis mindegyik megkutatott megyénk esetében igaz, hogy alapterületük több mint 90%-án nem lehetséges szélerőművek telepítése (Győr–Moson–Sopron megye esetében a potenciális területekre vonatkozó érték 7,7% – vagyis 315 km² –, tehát a jogszabályok betartásával mindössze ennyi alkalmas szélerőművek telepítésére (4. ábra)). A fenti adat első hallásra igen szerénynek tűnik, de a továbbiakban részletesebben bemutatott vizsgálatunk azt igazolja, hogy ezzel országos szinten elméletileg körülbelül 60-65000 MW névleges teljesítményű szélturbina-kapacitás kiépítésére van lehetőségünk. Természetesen elemzésünk arra vonatkozóan is támpontot nyújt, hogy az adott földrajzi térben – a jogszabályok tükrében – vajon hol érdemes

szélerőmű-beruházást elindítani. Célszerűnek tartanánk ezen eredményeket már az engedélyezési tevékenység elején alkalmazni, ezáltal az engedélyező hatóságok leterheltsége nagymértékben csökkenthető volna. Mintaként használható volna a német gyakorlat, amelyben a hatóság először kijelöli a turbinatelepítésre alkalmas helyszíneket, majd a beruházók ezek közül – helyszíni szélérések és egyéb szempontok alapján – választják ki a számukra leginkább megfelelő területet (Munkácsy, 2004).

A 2) pont, vagyis egy adott területegységre vonatkozó átlagos turbinateljesítmény esetében nemzetközi statisztikai adatok elemzését végeztük el. A németországi gyakorlatban – 1998-ban, a vitatott dokumentum elkészítésének időszakában – az átlagos szélturbina-teljesítmény erőművenként kb. 780 kW, a rotorátmérő pedig 40-50 méter volt (Rehfeldt, 1999). A Dán Szélturbina-gyártók Szövetségének iránymutatása alapján (www.windpower.org) a fenti két adatból számolva ez 1 km²-nyi területen optimális esetben 12 darab berendezés felállítását, ezzel kb. 9,4 MW beépített kapacitás létrehozását teszi lehetővé. A megye technikai szélturbina-kapacitása tehát 1999-ben körülbelül 2960 MW volt (315 km x 9,4 MW/km²) – szemben az energetikai programban szereplő 3-4 MW-tal. Hazánk egész területére alkalmazva a fenti mutatókat, megkapjuk a korábban említett 60-65000 MW-os technikai szélenergia-potenciált – mint a jogszabályok által behatárolt térben maximálisan elérhető elméleti lehetőséget.

Alapesetben az energetikai programok kulcsszerepet játszanak az érintett térség fejlődésében, a környezetpolitikai folyamatok alakulásában, hiszen a döntéshozók ezek alapján végzik munkájukat. Nem kicsi tehát a programkészítők felelőssége.



4. ábra: A szélerőművek telepítését tiltó jogszabályok által érintett területek, valamint a megye rendezési tervében szereplő turbinahelyszínek Győr–Moson–Sopron megyében

A megyei területi tervezés legfontosabb dokumentuma, a megyei területrendezési terv, egészen napjainkig nem foglalkozott a megújuló energiaforrások problematikájával. Mivel az európai uniós csatlakozást követően ez már nem volt tovább odázható, nemrégiben elkészítették a terv legújabb változatát (VÁTI, 2005) – ez természetesen minden megyénk esetében hasonló módon megtörtént. Az új rendezési terv végre tartalmaz egy, a megújuló energiaforrásokról szóló fejezetet, ám a teljesítményre vonatkozóan pontos értékeket nem irányoz elő. A dokumentum a megújuló energiaforrások közül kiemeli a szélenergiaforrások építésének fontosságát, és hangsúlyozza a tervezésben az ökológiai értékek figyelembe vételének jelentőségét. A terv mellékleteként készített, a megye villamosenergia-ellátását bemutató térkép 15 helyszínt jelöl ki szélenergiaforrások telepítésére. Ezek közül hat a Győr és Mosonmagyaróvár közötti térségben, öt a Győrtől keletre fekvő területen, további négy a Győrt Sopronnal összekötő 85-ös főút környezetében található (4. ábra). Az, hogy a szélenergiaforrások helyét milyen alapon jelölték ki, a dokumentumból nem derül ki. Az azonban bizonyos, hogy a természetvédelmi főhatóság állásfoglalását (KvVM-TVH, 2003) nem vették figyelembe, hiszen a tervezett helyszínek több mint fele, 8 került tabu területre – a munkatérképek alapján az is megállapítható, hogy főleg „érzékeny természeti területre” (ÉTT) vagy tervezett ÉTT-re (4. ábra).

3.1.2 A hazai energiatervezés a társadalmi-gazdasági szélenergia-kapacitás tükrében

A megújuló energiaforrásokban rejlő lehetőségek feltárása után a következő lépés a realitásokat sokkal jobban tükröző társadalmi-gazdasági szélenergia-kapacitás kalkulálása. Ez a számítás azért igen lényeges, mert ennek segítségével tiszta képet kaphatunk hazánk valódi lehetőségeiről, helyzetéről a nemzetközi folyamatok tükrében. A kutatás módszertanának tekintetében itt háttérbe szorult a térinformatika alkalmazása, helyére a nemzetközi statisztikai mutatók elemzése került.

	Kelet-Németország	Magyarország
Terület	107 758 km ²	93 030 km ²
Szélklíma	1-2. szélosztály	1. szélosztály
A technológia bevezetése	1990	2000
Turbinakapacitás 10 év múltán	2136,3 MW (2000-ben)	~1842 MW (2010-ben) tervben 330 MW – 3,55 kW/km ²
Kapacitás/terület indikátor 10 év múltán	19,8 kW/km ²	19,8 kW/km ²
Klímapolitika	Aktív	Passzív
Összes kapacitás 2007. 01. 01.	769 MW	61 MW
Kapacitás/terület 2007. 01. 01	41,8 kW/km ²	0,66 kW/km ²

1. táblázat: Kelet-Németország és hazánk összevetése a szélenergetika első tíz éves fejlődésének tükrében

Első lépésben egy olyan területet kellett kiválasztanunk, amely sok tekintetben hasonlatos hazánkhoz, ám a szélenergia fejlődése terén mérce lehet. Választásunk Németország keleti részére esett. Bár egy lényeges mutatója, a népsűrűsége némileg magasabb (153 fő/km²) a hazai értéknél (vagyis ebből a szempontból a szélturbinák befogadására ott korlátozottabbak a lehetőségek), ám az elmúlt 50 esztendő történelmi múltja, társadalmi folyamatai, a hasonló domborzat és szélklíma mégis lehetővé teszi az összevetést. A két térség napjainkban eltérő gazdasági helyzetét nem vettük figyelembe elemzésünkben, hiszen a turbinatelepítések általában nem állami finanszírozásban készülnek. Kutatásunk ezen fázisa a keleti német tartományoknak a szélenergetika terén 1990 és 2000 között elért fejlődéséből indult ki. Az első turbinák 1990 táján jelentek meg a vizsgált területen és 10 év alatt összesen 2136,3 MW összteljesítményt sikerült az öt tartományban kiépíteni. Ez 1 km² területegységre vetítve 19,8 kW turbinateljesítményt jelent. Ha hazánkban az első tíz év fejlődése pontosan ugyanilyen ütemű volna, akkor 2010-ig 1842 MW szélturbina-teljesítmény jöhetne létre. Sajnos tudjuk, hogy a Magyar Energia Hivatal erre az időszakra mindössze 330 MW turbinakapacitás kiépítését engedélyezte (MEH, 2005). Ez a kapacitás tehát alig 20%-a annak, amit Németország keleti térsége az első 10 esztendőben elért. Még tragikusabb a kép hazánk szempontjából, ha a következő hat év, vagyis a 2000 és 2006 közötti időszak gyarapodását is megfigyeljük, hiszen ekkor tovább gyorsult a növekedés üteme. Ha ezt a hazai viszonyokra alkalmazva csak megismételni, de nem túlszárnyalni szeretnénk, akkor 2017-ig mintegy 3900 MW szélturbina-kapacitást kellene kiépítenünk. Ehhez képest a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium terveiben még 2025-re is csak 525 MW szerepel.

A fenti számokban látható nagyságrendnyi különbség magyarázata véleményünk szerint főként a két ország eltérő klímapolitikájában rejlik. Németország esetében láthatóan központi kérdés a környezet állapotának illetően javítása, nálunk viszont csupán egyfajta felesleges – de a nemzetközi nyomás miatt elkerülhetetlen – feladatként értelmezik a globális klíma ügyét az országos politikában. Magyarországon is széles körben elterjedt az a téves

nézet, hogy majd csak akkor kell a környezet védelmével foglalkoznunk, ha a gazdaságot már rendbe raktuk. Az energiagazdálkodás problematikája azonban egyértelműen igazolja ezen álláspont hibás mivoltát.

- Egyfelől energiagazdálkodásunk átalakítása általában nem feltétlenül vesz igénybe állami forrásokat, megoldható magántőkéből – akár a lakosság bevonásával (gondoljunk a hatékony elektromos fogyasztók térhódítására, a napkollektorok, napelemek, kis teljesítményű szélkerekek elterjedésére más országokban). Így tehát nem von el forrásokat más fontos területekről.
- Másfelől az átalakítás valójában annál inkább segíti a gazdaság fejlődését, talpra állását, minél előrehaladottabb, hiszen minél jobban elterjednek a fenti technológiák, annál inkább csökken az importfüggőség és így az ezzel kapcsolatos állami kiadás.
- Harmadrészt egyszerűen nincs időnk a szükséges lépések további halogatására, az ökológiai katasztrófa már a küszöbünkön áll.

4 Következtetések, tanulságok

Tanulmányunkkal arra a napjainkban tarthatatlan nézetre (és gyakorlatra) kívántuk a figyelmet ráirányítani, miszerint az energiagazdálkodás pusztán mérnöki szakterületnek számít. Kutatásunk eredményei azt támasztják alá, hogy a mérnöki és gazdasági szemlélettel, eszközrendszerrel és ismeretanyaggal készített energetikai és környezetvédelmi programokban, tervekben stratégiákban súlyos szakmai hiányosságok, hibák fedezhetők fel. Gyakorta előforduló jelenség az emberi tényező figyelmen kívül hagyása, illetve ennek kapcsán a társadalomtudományos ismeretek, illetve módszertan mellőzése. A geográfia, amelyet sok országban egyértelműen társadalomtudományként tartanak számon (hazánkban ennél szerencsére komplexebb a megítélése és helyzete), ugyancsak indokolatlanul kevés szerepet kap az energiatervezésben. Mindennek eredményeképpen sérülhet az energetikai fenntarthatóság, hiszen részben felesleges energiatermelő kapacitásokat hozhatunk létre (ezáltal felesleges környezetterhelést előidézve), részben pedig alábecsülhetjük a környezetkímélő megújuló energiaforrásokban rejlő lehetőségeket (hátráltatva ezek elterjedését). Paradigmaváltást szorgalmazunk tehát. Olyan szemlélet- és módszerváltást, amely például a társadalomtudományok szakértőinek bevonását eredményezi az energiatervezés gyakorlatába. Másfelől kívánatosnak tartjuk az energiahatékonysági projektek nagyfokú támogatását is, s ebben várjuk nem csak az energiagazdálkodás szakmai irányítóinak lépéseit, de a kormányzati politika megváltozását is. Ennek köszönhetően lenne remény elérni azt a fenntartható energiafogyasztási szintet, amely megújuló energiaforrások segítségével akár teljes egészében fedezhető. Ezt sajnos ma még a hazai energetikus szakértők szinte kivétel nélkül tagadják, elképzelhetetlennek tartják – miközben más térségekben, elsősorban Észak-Európában, már a megvalósításán dolgoznak:

- Svédország elsőként jelentette be, hogy 2020-ig az olajtól teljesen független gazdaságot kíván kiépíteni az alternatív erőforrások előtérébe helyezésével;
- Izland az elmúlt ötven év alatt fokozatosan tért át a megújuló energiaforrások hasznosítására, s ma már azt tervezi, hogy létrehozza a világ első hidrogén alapú gazdaságát;
- Dániában arra vonatkozóan folytatnak kutatásokat, hogy miképpen lehet 2050-re kizárólag megújuló forrásokból a szükséges energiát előteremteni – eközben példátlan ütemben fejlesztik a tengeri (offshore) szélerőmű-telepeiket és a biomassza felhasználására épülő technológiáikat, valamint világelső a kogenerációs erőművek alkalmazása terén.

Ezek tükrében különösen nagynak tűnik a hátrányunk. Még inkább aggasztó a helyzet, ha lemaradásunk okait, a problémák gyökereit keressük, hiszen súlyos helyzetünk egyik okozója a hazai oktatás. Az oktatók körében elenyésző a környezeti kérdések, így a megújuló energiaforrások vagy az energiahatékonyság szakavatott, hiteles ismerője. A jövő energetikusai például képzésük során döntően még mindig a 20. század technológiáival ismerkednek meg. Építésztechnológusaink leginkább azt tanulják, hogyan kell télen-nyáron egyaránt energiateljes üvegházakat tervezni – legalábbis a változó városkép szerte az országban ezt tükrözi. A gazdasági szakemberek képzésében is csak szerény súllyal jelennek meg a korszerű, ökológiai szempontokat figyelembe vevő nézetek, melynek következménye, hogy hazánkban a gazdasági ösztönzők még mindig a környezetromboló megoldásokat, technológiákat támogatják. Sajnos a sort hosszasan lehetne még folytatni, és féltő, hogy ez hosszú ideig hátráltatja még a hön ohajtott paradigmaváltást.

Hivatkozások

- Ayres, R. U. (1998) "A növekedésparadigma határai". In *Kovács*, 2 (1): 37-60.
- Cherfas, J. (1991) "Skeptics and visionaries examine energy savings." In *Science* 251:154-56
- Danish Wind Industry Association (2003) "*Guided Tour on wind energy*". URL: <http://www.windpower.org/en/tour.htm> (letöltve 2003. 08. 14.)
- Gardner G. et al (2004) A fogyasztás mai állása. – in: *A világ helyzete 2004*. Föld Napja Alapítvány, 2004. 16-40. old.
- Iparterv Rt. (1998) *Megújuló energiák feltárása és hasznosítási javaslata az osztrák-magyar határmenti energetikai együttműködés számára*. (kézirat) 237 p.
- Kanyó Zs. [szerk.] (2001) *A szélenergia hasznosítása Győr–Moson–Sopron megyében*. Kam-Kord Szolgáltató és Tanácsadó Kht. kézirat, 58 p.
- KvVM-TVH (2003) *Tájékoztató – A szélerőművek elhelyezésének táj- és természetvédelmi szempontjairól*. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest, 26 p.
- Lutzenhiser, L. (1993) "Social and Behavioral Aspects of Energy Use." In *Annual Rev. Energy Environ.* by Portland State University, 18: 247-289.
- Magyar Regionális Fejlesztési és Urbanisztikai Közhasznú Társaság Térségi Tervezési Iroda (2001) *Győr–Moson–Sopron megye Területrendezési Terve* (2001) URL: http://www.gymsmo.hu/kozerdeko/gyor_05_06_24.pdf (letöltve: 2007. 11. 11)
- Meadows, D. H. – Meadows, D. L. – Randers, J. – Behrens, W. W. (1972): *The limits to growth*. Potomac Associated Book

- Meadows, D. H. - Meadows, D. L. – Randers, J. (1992) *Beyond the Limits*. Chelsea Green Publishing Company
- Meadows, D. – Randers, J. – Meadows, D. (2005) *A növekedés határai - harminc év múltán*. Kossuth Kiadó
- MEH (2006) *A szélenergiából villamos energiát termelő erőművek engedélyezése*. Magyar Energia Hivatal, Budapest, 5 p.
- MTESZ GyMS M Szervezete (1999) *GyMS megye energetikai programja*.
- Munkácsy B. (2004) "A németországi regionális tájtervező irodák." In *Energiagazdálkodás*, 45. 1. 13-15.
- Munkácsy B. – Kovács G. – Tóth J. (2007) "Szélenergia-potenciál és területi tervezés Magyarországon", *Települési Környezet Konferencia*, Debrecen (Debreceni Egyetem) 2007. november 8-10.
- Nørgård, J. S. (1998) *Models of Energy Saving Systems – the Battlefield of Environmental Planning*, kézirat
- Nørgård J. S. (1999) "Energy Saving Experiences and Prospects", Sustainable and Peaceful Energy Future in Asia – Workshop (Coral Island, Phuket, Thailand) 1999. november 26-28
- Rehfeldt, K. (1999) "Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 31.12.1998" In *DEWI Magazin* No. 14. 6-22
- VÁTI (2005) *Győr-Moson-Sopron Megyei Önkormányzat Közgyűlése 10/2005. (VI.24.) számú rendelete és 85/2005. (VI.10.) számú határozata a Győr-Moson-Sopron Megyei Területrendezési Tervről*
- Wackernagel, M. – Rees, W. E. (2001) *Ökológiai lábnyomunk*. Föld Napja Alapítvány
- Wilhite, H. et al. (1996): A Cross-Cultural Analysis of Household Energy Use Behaviour in Japan and Norway. In *Energy Policy* 24(9): 795-803
- Wilhite, H. et al. (2000): The Legacy of Twenty Years of Energy Demand Management: we know more about Individual Behaviour bt next to Nothing about Demand. In Jochem, E. et al. (eds.), *Society, Behaviour and Climate Change Mitigation*, Kluwer Academic Publishers. 109-126.