

Széchenyi István Egyetem
Műszaki Tudományi Kar
Baross Gábor Építési- és Közlekedésmérnöki Intézet
Környezetmérnöki Tanszék

IX. KÖRNYEZETTUDOMÁNYI TANÁCSKOZÁS

*Regionális környezethasználatok és -fejlesztések
fenttarthatósági vizsgálata*

(Konferencia kiadvány)

KÉSZÜLT

a Széchenyi István Egyetem Tudományos Tanácsa által támogatott
„Regionális környezethasználatok és fejlesztések fenntarthatósági vizsgálata (a
Stratégiai Környezeti Vizsgálatok metodikai fejlesztése)”
című kutatási főirány keretében

Szerkesztők:

Nagy Géza
Pestiné Rácz Éva Veronika



Győr, 2009. november 6.

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	1
Dr. Bulla Miklós: Környezetgazdasági modell regionális alkalmazása	3
Dr. Papp Zoltán: Magyarország geotermikus helyzete – elmélet és valóság	14
Dr. Tóth Péter – Bíróné Dr. Kircsi Andrea: A szélenergia hasznosítás jövője 2020-ig Magyarországon	24
Dr. Zseni Anikó – Dr. Bulla Miklós: Nanotechnológia alkalmazása a vízkezelésben	38
Varga Tibor: Fenntartható fejlődést elősegítő beruházások a régióban	54
Dr. Gyulai István: Talaj- és távérzékelte adatok vizsgálata	59
Buruzs Adrienn – Dr. Bulla Miklós: Regionális fejlesztések fenntarthatósági értékelése	72
Dr. Koren Edit – Bedő Anett: Zajtérképezés szerepe a fenntartható fejlődésben	82
Dr. Alexay Zoltán: A Szap és Mohács közötti Duna-szigetek természeti állapota	94
Dr. Torma András – Vagdalt László – Alois Kauer – Csizmadia László: Projektmenedzsment elvek alkalmazhatósága környezetvédelmi beruházásoknál – egy integrált modell fejlesztése	108
Vagdalt László – Dr. Nagy Géza: Energiamenedzsment funkciója egy környezetbarát iparvállalatnál	115
György Krisztina – Kupó Enikő– Szitovszky Kitti– Dr. Szalay Zoltán: Környezeti információk a települések honlapjain	116
Buruzs Adrienn: A települési hulladékgazdálkodás és a regionalitás kapcsolata	128

ELŐSZÓ

A Széchenyi István Egyetem (SZE) Környezetmérnöki Tanszéke immáron kilencedik alkalommal rendezte meg a „Környezettudományi Tanácskozást”. A szakmai fórumhoz tartozó konzultációkat, kutatási megbeszéléseket általában a SZE területén rendeztük, csakúgy, mint magát a konferenciát is. A szakmai összejöveleteken elhangzott előadások, beszámolók írásos anyagát konferencia-kiadványokban jelentettük meg. Az előadások és vitaanyagok témakörei alapvetően az adott évben művelt belső kutatási főirányhoz kapcsolódtak. Így 2000-2003 között a „Napenergia komplex kutatása, fejlesztése”, 2004-től a „Környezeti erőforrások hasznosításának tervezése” témakörhöz, 2009-től pedig a Regionális környezethasználatok és -fejlesztések fenntarthatósági vizsgálata (a Stratégiai Környezeti Vizsgálatok metodikai fejlesztése) kutatási főirányhoz kapcsolódik.

Az I. Környezettudományi Tanácskozásra 2000. november 3-án került sor. Az ekkor elhangzott előadások három fő csoportba sorolhatók: (1) a környezetmérnök képzés aktuális kérdései, (2) a vendégelőadók környezetvédelemmel kapcsolatos kutatási eredményei, (3) a Környezetmérnöki Tanszéken folyó kutatások.

A következő évben megrendezett II. Környezettudományi Tanácskozás fő témája az energia és környezet kapcsolata volt. Ezen belül a Tanszék „Napenergia hasznosításának komplex kutatása-fejlesztése”, valamint „Környezeti erőforrások fenntartható használatának megalapozása” c. kutatásai eredményeinek, valamint a vendégelőadók – egyéb, kapcsolódó kutatási területeken végzett – munkájának bemutatására, illetve vitájára került sor.

A 2002-ben megrendezett III. Környezettudományi Tanácskozás már alcímet is kapott: Hulladékgazdálkodás. Az elhangzott és a konferenciakötetbe bekerült előadások átfogták a hulladékgazdálkodás széles témakörét: technológiai hulladékok, hulladékhasznosítás, Tisztább Termelés és a hulladékcsökkentés, szelektív hulladékgyűjtés, hulladékégetés, energetikai hasznosítás, jogi szabályozás stb.

A 2003-as IV. Környezettudományi Tanácskozás a Levegőtisztaság-védelem alcímet viselte. A levegőtisztaság-védelem területére eső előadások keretében lehetőség nyílt számos tanszéki műhelymunka eredményének bemutatására is, a vendég kutatók és oktatók prezentációi mellett.

2004-ben az V. Környezettudományi Tanácskozás témájául a vizet választottuk. A tanácskozás alcíme: Vízminőségvédelem, vízhasznosítás. Az előadások széles tartományt öleltek fel: Víz Keretirányelv és megvalósítása, környezetmérnök hallgatóink vízminőségvédelem oktatása, vizek nehézfém tartalmának meghatározása, szigetközi vízminőségi monitorozás, a szigetközi hullámtéri vízpótlás ökológiai rehabilitációban betöltött szerepe, szennyvíziszappal kapcsolatos kutatások, a talajvíz-védelmi előírásokat figyelembe vevő új salakkezelési technológiák, hőszivattyú, mint a víz hőjét is alkalmazni tudó fűtési, melegvízellátási technológia, a környezeti – köztük a vízzel kapcsolatos – adatok lakossági elérhetősége.

2005-ben egy kerekasztal beszélgetés keretében elemeztük az új címen végzett kutatásaink eredményeit. A szokásos Környezettudományi Tanácskozásra 2006-ban került sor VI. sorszámmal, melynek alcíme: Litoszféra védelem volt. Öt előadás hangzott el. Elsőként minisztériumi előadónktól naprakész áttekintést kaphattunk a talajvédelem európai uniós és hazai aktuális kérdéseiről. Ezt követően a litoszféra védelem globális és hazai vonatkozásaival ismerkedhetünk meg. Pécsi vendégelőadónk a földtani közegek és a felszín alatti vizek szénhidrogén szennyezésével foglalkozott. A Miskolci Egyetem képviselői a kohászati salakanyagok úépítésre való felhasználhatóságának talajbarát mivoltát mutatták be. Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetének munkatársától az aktuális talajállapot

meghatározásának és értékelésének módszertanáról kaptunk útmutatást. Az utolsó előadás karsztos mintaterületek talajai nehézfém-tartalmának kutatásáról számolt be.

A VIII. Környezettudományi Tanácskozást „Zaj-, rezgés és sugárzásvédelem” alcímen rendeztük 2007. november 9-én. A nagy érdeklődéssel kísért konferencián 12 előadás hangzott el, amelyek a zajvédelem jogszabályozásának bemutatása mellett számos aktuális problémát elemeztek. A konferencia-kiadványt ebben az évben már csak CD-n jelentettük meg.

A VIII. Környezettudományi Tanácskozásra 2008. november 7-én került sor a „Környezeti erőforrások fenntartható használata” alcímmel. Az előadott témakörök gyakorlatilag teljesen átfedték a tanszékünkön folyó kutatómunkát, de lehetőség nyílt vendégelőadások számára is.

Az idei, immár IX. Környezettudományi Tanácskozást 2009. november 6-án rendeztük meg. A konferencia témája, amit az alcíme is tükrözi, szorosan kapcsolódik a tanszékünk új kutatási főirányához. Az elhangzott előadások egy kivétellel – amelyet az érintett vállalat kérésére üzleti titokként kezelünk – cikk ill. ppt bemutató formában is megjelennek.

Vendég előadóként konferenciasorozatunkban évről-évre szerepelnek – a szakterületen egyébként is tanszékünkkel tudományos kutatási kapcsolatban álló – egyetemek és intézmények szakemberei. Közülük leggyakrabban a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, az Észak-dunántúli Környezetvédelmi Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség, a Miskolci Egyetem, a Nyugat-Magyarországi Egyetem, a Szent István Egyetem, a Veszprémi Egyetem, a Pécsi és Szegedi Tudományegyetem, a kassai és a pozsonyi egyetem oktatói és kutatói, valamint az osztrák Arsenal Wien munkatársai szerepelnek előadóként, illetve résztvevőként.

Jelen kiadvány a IX. Környezettudományi Tanácskozáson elhangzott előadások cikk változatát abban a formában tartalmazza, ahogy azt az előadók a szervezők számára átadták.

Megköszönve az előadók és a többi közreműködő értékes munkáját, az olvasó szíves figyelmébe ajánljuk a kiadványban található munkákat.

Szerkesztők

Győr, 2009. december 16.

KÖRNYEZETGAZDASÁGI MODELL REGIONÁLIS ALKALMAZÁSA

Dr. Bulla Miklós

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: bulla@sze.hu

Abstract

A tanulmány célja és tárgya a környezetgazdálkodási modell és az evvel elvileg/tartalmilag megegyező [OECD – EEA;1993/96] „DPSIR” modell alapján, és azok továbbfejlesztésével, a környezet állapotának a környezethasználatok fenntarthatóságának ex-ante elemzését lehetővé tevő szakértői rendszer kidolgozásának megalapozása.

Kulcsszavak: komplex indikátorok, civilizációs komponensek, hatótényezők, kapcsolati mátrix és diagramok.

Bevezetés

Az Unio régiók Európája. Jóllehet ez az áttekinthetetlen magyarországi ágazati és/vagy térségi, vidékfejlesztési politikában nem nyilvánvaló, mégis a különféle fejlesztési programok és ezek projektjei végül is valamely konkrét helyen, kistérségben fognak megvalósulni (ha egyáltalán) annak minden környezeti-társadalmi erőforrás-használatot érintő következményével együtt.

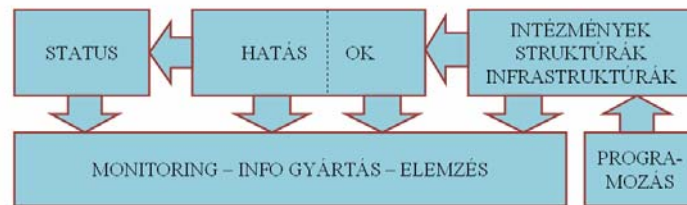
A környezetgazdálkodás területén – amely fő profilunk – kutatási – fejlesztési feladatunk választani – amely pedig ambíciónk tárgya – a regionális fejlesztések környezeti erőforrás-használatra gyakorolt hatásait érdemes és fontos, azaz: a környezetgazdálkodási modell regionális alkalmazását.

Modellalkotás, modellek

Sikeres programok és hozzájuk kapcsolódó hiteles (!) környezetpolitikai célkitűzések alapfeltétele a környezetállapot ismerete, amihez viszont megfelelő információk szükségesek és az értékelés szempontjainak tisztázása. A prioritások fölállításához azonban nélkülözhetetlen a gazdasági következmények és feltételek számbavétele is, és így tovább. A környezetgazdálkodás összetevőinek és összefüggéseik áttekintéséhez a figyelembe vett komponenseket és (lehetséges) feltételezett legfontosabb kapcsolatokat ábrázoló környezetgazdálkodási „modell”-t [KG Bulla, 1993, 2004] állítottam össze. A modell tehát egyszerűsített. Ennek alapján voltak megtervezhetők, végezhetők illetve rendszerezhetők a tematikus elemzések. „A priori” kép, vízió, modell nagy segítség bonyolult rendszerek esetén. A tematikus elemzések így hipotézisekből indultak ki, feltételezett, vagy a mindennapi tapasztalat alapján tudni vélt kapcsolódások, összefüggések meglétét törekedve igazolni vagy cáfolni, vagy inkább a kölcsönhatás jellegét, erősségét föltárni [lásd később: „elmosódó halmazok”] szükséges, lehetséges.

Az elemzés szerkezete tehát: célkitűzés, meglévő tudás diszkussziója, következtetések.

A környezetgazdálkodási modell (Bulla 1993., ... 2004)



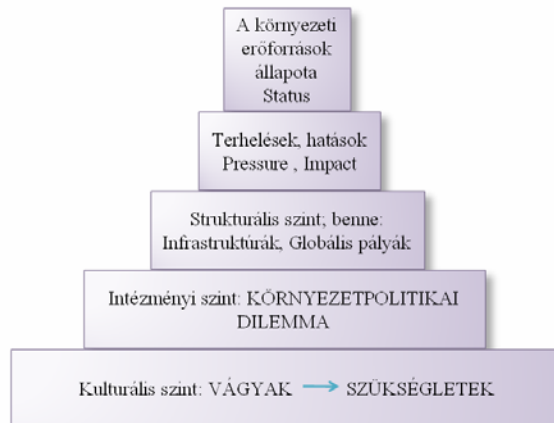
TOVÁBBFEJLESZTÉS: KÉP 2002 – 2005
TÁJKÉP 2007 – 2009
[FF JELENTÉS NFFT 2009]

NOVUM: „A VALÓDI »HAJTÓERŐK« MÁTRIXA
A PRAKTIKUM SZÁMÁRA

1. ábra

Az emberi, társadalmi élet fő folyamatai (termelés, fogyasztás, közlekedés stb.) terhelik a környezetet, ezekhez egzisztenciális érdekek és életmódok kötődnek és kialakult erős szervezetek szolgálják őket. Ezzel szemben a környezeti érdekek csak nehezen ismerhetők fel, sokáig nem tűnnek létfontosságúknak. A meg nem újítható erőforrások végessége, a megújítható erőforrások romlása, szegényedése és a környezete növekvő szennyezettsége miatt azonban nyilvánvaló, hogy a – csupán a – termelés növelésének alávett gazdaságfejlesztés nem lehet kívánatos alternatíva. A környezet folyamatos romlása azt jelzi, hogy az eddigi erőfeszítések mértéke nem kielégítő, még az állapot stabilizálására sem alkalmas, s évről-évre növekvő veszteségek, károk keletkezhetnek a szennyezett környezet miatt. A környezetvédelem társadalmi, gazdasági és nemzetközi jelentősége miatt az addigi gyakorlat nem folytatható. Gyökeres változásra, átfogó (ökológiai) stratégia kialakítására van szükség, amely a károk mérséklése, felszámolása mellett a megelőzést helyezi előtérbe.

A KÖRNYEZETÁLLAPOT-VÁLTOZÁSOKAT OKOZÓ CIVILIZÁCIÓS HAJTÓERŐK PIRAMISA



Forrás: Gyulai, I. : Független Ökológiai Intézet, 2008

2. ábra

A környezetpolitikai dilemma azt jelenti, hogy a jelenlegi társadalmi–gazdasági struktúrában gyakorlatilag nem lehetséges a környezeti erőforrásgazdálkodás-felügyeleti funkció (környezetpolitika) maradéktalan megvalósítása. Mert a környezetpolitikának minden oldalról átláthatónak, transzparensnek (nem ágazatinak) kell(ene) lenni, egy alapvetően elkülönült, fragmentált „ágazatizmusban”. Diszfunkcionális tehát így vagy úgy. Ebből kiutat elvileg a fenntarthatóság, mint alapérték megvalósítása jelenthet.

A fejlesztés- és környezetpolitika elérendő céljainak megfogalmazásakor szakítani kell azzal a módszerrel, amely a jövőt a jelenlegi trendek meghosszabbításával rajzolja föl. Ezek a trendek válsághoz vezetnek. Változtatásra van szükség a gazdaság – társadalom – környezet kapcsolatában, a pusztuló erőforrások növekvő igénybevételének kényszere nem tartható fenn. Ezért a tudatos környezetgazdálkodás esetében és érdekében a kívánatos célokból kell kiindulni, és az ezek eléréséhez elvezető lehetséges utakat mérlegelni, meghatározni. (Jövőkép tervezés – FORESIGHT módszer alkalmazása)

**A KÖRNYEZET(I ERŐFORRÁS
GAZDÁLKODÁS) ÁLLAPOTÁT ALAKÍTÓ
»HATÓERŐK« (OECD/EEA)**

CIVILIZÁCIÓS KOMPONENSEK « [BM]

ÁTTEKINTÉSE,

ÉRTÉKELÉSE

VÁLTOZTATÁSI IRÁNYOK, **STRATÉGIÁK**

(erőforrások összpontosítása)

A KÖRNYEZETPOLITIKAI MODELLBEN

3. ábra

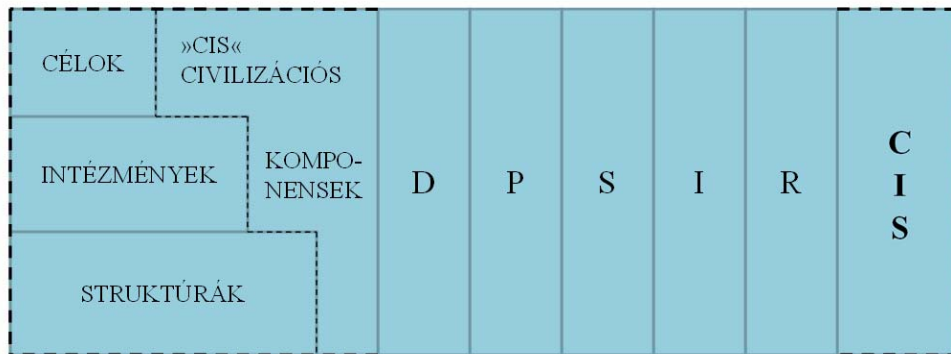
A környezetgazdálkodás eredményessége objektív természeti és társadalmi feltételektől függ. Ezeket lehet és kell alakítani. Tudományos háttér szükséges tehát, amely magára a környezetre és a használatából adódó hatások, valamint a hatásokat kiváltó okokra vonatkozó törvényszerűségeket tár fel, és ezeket kell tudni hasznosítani (alkalmazni) a környezetvédelem és erőforrás-felügyelet, azaz a környezetgazdálkodás irányításának. A probléma tehát többértű: először a környezeti elemek/erőforrások használata áthatásainak, összefüggéseinek feltárása, másodszor az ebből adódó következtetések, követelmények, politikai szándékok, és harmadszor az ezeket hordozó jogi, közgazdasági, igazgatási szabályok megfogalmazása; (a „mit akarhatunk és hogyan” alternatívák kidolgozása) azután pedig ezek intézményesítése, és a megvalósulás folyamatának ellenőrzése, felügyelete. Ezt a „végtelen ciklusú” folyamatot ábrázolja a környezetgazdálkodás egyszerűsített modellje, amellyel elvileg teljesen megegyezik az OECD/EEA nemzetközileg mára széles körben elfogadott és alkalmazott ún. »DPSIR« modell.

A környezetvédelmi, állapotjavítási célokat tehát a társadalmi – gazdasági reálfolyamatok szférájában lehet csak megvalósítani, és ehhez az összefüggések feltárásán alapuló, azokat befolyásoló szabályozási eszközök szükségesek.

Az említett DPSIR modell kiterjesztését, formailag illetve formállogikailag kiegészítését végeztük/tem a KG modell »OKOK, STRUKTÚRÁK, INTÉZMÉNYESÍTÉS« kolumnáinak

interpretálásával, hozzáadásával a DPISR modellhez (4. ábra), a „civilizációs komponensek” egyébként jól érthetően megfelelnek a »VÁGYAK – SZÜKSÉGLETEK – INTÉZMÉNYEK – STRUKTÚRÁK« fogalmakkal/szintekkel a „piramis”-ban.

»DPSIR« MODELL KIEGÉSZÍTÉSE A »TÁJKÉP« MODELL TOVÁBBFEJLESZTÉSE



4. ábra

A környezetállapot (változások) értékelése [KÁÉ]

A környezetállapot fölmérése, a fejlesztések, beavatkozások, környezethasználatok következményeinek értékelése, minősítése – természetesen – nem előzmények nélkül való feladat. Az állapot aktuális jellemzésének, a (káros) hatások (következményei) feltárásának számos módszere, „technológiája” létezik. Ezek alapgondolat-menetük szerint csoportosíthatók is:

A „klasszikus” megközelítés a környezet elemei: föld, víz, levegő, élővilág és az összetett formációk: táj, településállapotának ismételt felmérése, rögzítése, ahol két, időben egymást követő állapot közötti különbség kimutatásával lehet a változást jellemezni. A módszer alapvető hiányossága, hogy végül is nem tartalmazza az okokat, amelyek a változást előidézték, így nem, vagy csak igen korlátozottan alkalmas prognóziskészítésre, azaz: okszerű védelem, prevenció vagy tervszerű fejlesztés megalapozására.

A »causalis« hiányosság kiküszöbölését célozza, illetve eredményezheti a hatások, a károsító anyagok és/vagy hatások (zaj, rezgések, sugárzások) környezetbe kerülésének és következményeinek feltárása. Ez feltétlen előrelépés abból a szempontból, hogy a vizsgálati módszer már nem áll meg a fázishatároknál, vagy másképp – nálunk – a felügyeleti illetékesség: talaj-, víz-, levegőminőség-védelem választóvonalainál, hanem az egész transzformációs folyamatot (és hatásait) igyekszik nyomon követni az információszerző (mérő – megfigyelő) és elemző tudás meglévő határáig. A módszer azonban továbbra is analitikus, egyféle hatás, követő jellegű vizsgálatára alkalmas. A hatások – szálsanként ugyan

– elvileg összegezhetők, de ez (mint tudjuk) nem képes leírni az összetett rendszer valóságos állapotváltozását.

Klasszikus status – hatások mátrixa (Leopold, 1970)



5. ábra Leopold nyomán Bulla

A környezetgazdálkodás megvalósításához szükséges elemzés – értékelés a különféle tevékenységek, beavatkozások, valamint egyes vagy az összes környezeti elemekből álló vagy alkotott környezeti rendszerek kölcsönhatásait kell vizsgálja a hatásterületen. Ez a módszer, illetve az alkalmazására létrehozandó mérő – megfigyelő adatgyűjtő (átvivő) információgyártó és -feldolgozó, elemző–értékelő fázisok technológiáivá szervezése teszi lehetővé a prognóziskészítést, a következményeikben is ismert alternatívák és a megvalósításukhoz tartozó szabályozási, fejlesztési beavatkozások kidolgozását.

Az állapotértékelési [KÁÉ], tágabban az erőforráskészlet-változás értékelés követelményei között – egyebek mellett – definiálni szükséges a környezeti elem illetve rendszerek, valamint a vizsgált terület fogalmát, illetve kiterjedését. Egy adott területen az élővilág – benne: az ember – állapotának elemzése kiterjed a szárazföldi, vízi ökoszisztémák és a levegő vizsgálatára, míg a táj, illetve a települési környezet esetében mindez kiegészül még a környezet művi (épített) elemeivel, valamint az erőforráskészletek változásával.

A választott terület nagyságtól fog függni az elemzés felbontóképessége, így a (kölcön)hatások okszerű feltárásának lehetősége és pontossága. A hangsúlyt – és ezt megerősítik a nemzetközi tapasztalatok is – a helyi, illetve a regionális szintre kell helyezni. Ott dőlnek el ugyanis a dolgok. Globálisan jelentéseket lehet készíteni, rögzítve a változásokat; a változásokat létrehozó döntéseket támogatni, indukálni azonban konkrétan, helyileg, regionálisan (!) lehet.

MÁTRIX —————→ **CÉLOK**
FOLYAMATOK
INTÉZMÉNYEK
STRUKTÚRÁK
HATÁSOK ELEMZÉSE

**EZ LOKÁLISAN / REGIONÁLISAN (még talán)
LEHETSÉGES**

**ELEMI PARAMÉTEREK HELYETT KOMPLEX
INDIKÁTOROKKAL**

(„KÚTFŐ” 2009 – 2011. PROJEKT KÖRNYEZETMÉRNÖKI TANSZÉK)

6. ábra

Az értékelés szempontrendszer a minősítő kritériumok meghatározása döntés kérdése választott értékekről, a kívánatos céltól függően. Szempontok nélkül ugyanis nem lehet minősíteni, csak: rögzíteni, leírni az állapotot anélkül, hogy tudnánk: „mit kell erről gondolni”.

A szempontok meghatározásán túl a környezetállapot (változásai) értékelése további feladatok megoldását jelenti:

- (i) Meg kell határozni azt a paraméterkészletet, amely segítségével az adott szempontok szerint a változás minősíthető (és ezen paraméterek aktuális értékei be is szerezhetők!). A paraméterek megválasztása tekintetében ezen fölül meghatározó a lépték, azaz: hogy konkrét helyi vagy regionális döntés, országos érvényű beavatkozás, szabályozás vagy nemzetközi összehasonlítás, együttműködés előkészítését, ellenőrzését, felügyeletét szolgálja az értékelés.
- (ii) A paraméterek lehetséges aktuálisan felvehető értékeihez rendelt értékskala mentén az állapot nem csak leírható, hanem minősíthető is. Az értékelés tartalmazza az egyes állapotokhoz rendelhető kockázat(ok) mértékét és/vagy célállapotok elérését, megtartását, amely az alapja a szükséges beavatkozások sorrendje – prioritása – meghatározásának a környezet állapota tekintetében.
- (iii) Szakértői rendszerekkel támogatott értékelő algoritmusokkal egyfelől megismételhető, objektívvé, ellenőrizhetővé tehető a minősítés, másfelől kezelhetővé válnak a csak nagy paraméterkészletekkel jellemezhető kölcsönhatások, és így számos lehetséges következmény vizsgálható a döntések hitelének növelésével. A dezinformálás megelőzésére lényegkiemelő eljárások beépítése is szükséges ezen algoritmusokba.

Továbbá megfelelő, valódi döntéstámogató információs rendszerek rendelkezésre állása, ha ilyenek nincsenek, létrehozása és hálózatba kapcsolása és nem hierarchizálása (!) szükséges. Az »interoperabilitás« megteremtése, amelyhez mindenekelőtt a már említett „ágazatizmust” kell leküzdeni. Ez nemzetközi méretekben és kitekintésben is döntőnek mutató akadály és feladat egyszerre. [Global Earth Observatory System of Systems!]

Az információs rendszerek létrehozásának, működtetésének célja a döntés-előkészítés, jövőbeli állapotok elérését szolgáló döntési alternatívák támogatása. A jelenlegi (al)rendszerek prognózis készítésére nem, csak utólagos riportok készítésére alkalmasak (3

hónaptól 3 év késéssel), arra is csak korlátozottan, mert a hatások és következmények (állapotváltozások) kauzális elemzéséhez szükséges ismeretek térben és időben nem „hozhatók össze” a különböző – hatósági és termelési célú szakági és ágazati rendszerekből, amelyek egyébként is centrálisak, és így a szükségesnél kisebb fölbontóképességűek.

Ahhoz, hogy a szükséges időben, a vizsgált térben a döntéstámogató információk megfelelő pontossággal rendelkezésre álljanak, következnek a többi kritériumok.

- Decentralizált információrendszerek hálózata szükséges. Ez az elv egyszerre megfelel mind a döntések decentralizálása irányításpolitikai szándékának, mind pedig a kellő sűrűségű és gyakoriságú információbiztosítás technikai lehetőségeinek.
- Területi elven fölépülő rendszerek szükségesek a csak ágazati és szakági kérdésekre válaszolni tudók helyett. Ez nem jelenti a szakági adatgyűjtések tagadását, csupán azt, hogy nem elkülönült és ezen belül viszont centralizáló részrendszerekre van szükség, hanem amelyek egy (vizsgálandó, közigazgatási és/vagy természetes határokkal körükerített) területen.
- Több célú elemzést tesznek lehetővé. A környezeti hatások ugyanis nincsenek tekintettel a felületei (szakági, ágazati) illetékességek hatáira. A több célú fölhasználás a védelem, megelőzés, tervezés/fejlesztés, felügyelet összehangolása stratégiaileg is új lehetőségeket jelent. A környezeti erőforrások és (befogadó) kapacitásokkal való gazdálkodás felügyelete egységessége megteremtésének alapját.

Az értékelő elemzésekből származó következtetéseken alapuló beavatkozásoknak – új intézményesítés és struktúrák létrehozásának – (a regeneratív beavatkozásokat kivéve) nem a környezeti elemekre, rendszerekre kell irányulnia közvetlenül, amelyek változása lassú; mindenesetre lényegesen lassabb, mint azoké a hatásoké, tevékenységeké, amelyek az állapot alakulását meghatározzák, kiváltják.

A célokat tehát a környezet állapotára kell meghatározni, szabályozni azonban a tevékenységeket kell. A feladat tehát a beavatkozások; műszaki, jogi, gazdasági szabályozások megalapozását, kidolgozását illetően jelentkezik. A beavatkozások megtervezése során alapvető a hatékonyság tekintetbevétele, illetve előre becslése. Ehhez egyfelől a befolyásolni, regulálni kívánt hatás léptékét, az elhárítható kár mértékét, a szennyező forrás(ok) diszlokációját: így elérhetőségét, másfelől a mentesítéshez, kiváltáshoz, szabályozás megvalósításához szükséges anyagi, technikai eszközök nagyságát, ezek biztosítása forrásainak lehetőségét és fölhasználásuk hatékonyságát kell fölmérni, illetve összehasonlítani.

A környezetállapot-értékelésből, minősítésből, valamint a beavatkozások hatékonyság-elemzéséből meghatározható sorrendek egybevetésével jelölhetők ki – területnagyságukonként – a környezetgazdálkodás prioritásai.

Civilizációs komponens [CIK]	Megítélés – értékelés [MÉRT]	Változtatási stratégia [VS]
---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

VÁGYAK, SZÜKSÉGLETEK

STRUKTÚRÁK

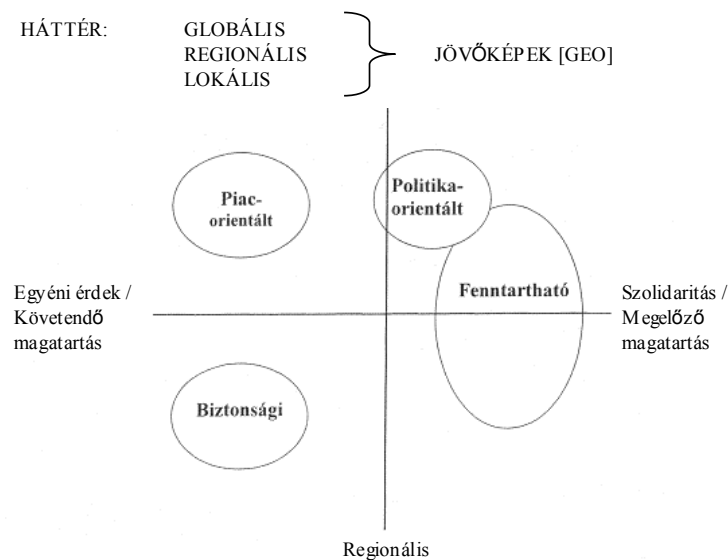
INTÉZMÉNYEK

BM 2009. [NFFT Szakmai Tudományos Bizottság: Jövőkép Jelentés (2009) alapján]

7. ábra

Az indikátor műveletek

A 7. ábrán vázolt mártix-váznak a „kitöltése” a feladat különféle forgatókönyvek (SCENARIOK) esetén, vagy – és ez a célszerűbb, ezt tesszük mi is – át lehet venni más kutatás – fejlesztéseknek a nemzetközi közösség által elfogadott javaslatait. Esetünkben ez a [GEO 3,4].



Forrás: TÁJ – KÉP Program, MTATAKI (Flachner Zs., Gyulai I., Bulla M. et al) 2007-2009

8. ábra

A forgatókönyveknek a környezeti erőforrásokkal való fenntartható gazdálkodást érintő folyamatait a civilizációs komponensekből [BM] kiinduló következmény mátrixokba (szerényebben: táblázatokba) lehet rendezni (7. ábra), és ennek alapján lehetséges megkísérelni leírni egyfelől magának a rendszernek a válaszát (Response), másfelől a rendszerelvű (!) beavatkozás lehetséges – szükséges módját [VS]; amelyek a

környezetgazdálkodási modellben az intézményesítést jelentik (4. columna), az evvel elvileg azonos DPSIR (OECD/EEA) modellben ennek a „válasz (R)” felel meg.

Ahhoz, hogy a megfelelő válasz intézményesítése (szabályozási beavatkozás) tervezhető legyen, törekedni kell föltárni a – legtöbbször nem egyértelmű – kapcsolatokat a rendszerbe való beavatkozás, és a gerjesztett kölcsönhatások közben és/vagy végén megszülető válasz között. A – regionális – fejlesztések (környezeti) hatásainak elemzése és előrebecslése, előrelátása (foresight!) lényegében nem pontosan definiálható halmazok közötti ráadásul (!) kölcsönhatások azaz dinamikus viselkedések, (egyáltalán) nem lineáris kapcsolatok leírását jelenti, pontosabban: igényli.

Csak az esetek töredékében van olyan szerencsénk, hogy a kapcsolat ránézésre jól áttekinthetően kauzális, egyszerű (Single) ok – okozati. A kapcsolatok döntő többsége nehezen parametrizálható összetett bemeneti hatásokra adott, még nehezebben parametrizálható komplex, gerjesztett hatásokat is tartalmazó, az eredeti okokat már elfedő komplex folyamat – válasz. E folyam(ok) minden fázisa beláthatatlan, legalább a quasi – statikus állapotok összefoglaló indikálása, indikátoraira van tehát szükség.

A feladat tehát: elmosódó (körvonalú, paraméterkészlet – tartalom) halmazok közötti kapcsolatok indikálása, hogy közöttük műveletek legyenek végezhetőek.

**ELMOSÓDÓ HALMAZOK KÖZÖTTI KAPCSOLATOK
INDIKÁLÁSA, HOGY KÖZÖTTÜK MŰVELETEK
LEGYENEK VÉGEZHETŐEK
(Matematikailag: FUZZY)**

- KAPCSOLATI DIAGRAM (Fuzzy Cognitive Map)
- OK – OKOZATI DIAGRAM (Causal Loop Diagram)

[Forrás: Balogh Edina (BME) TÁJKÉP: A regionális műhelymunkák eredményei]

9. ábra

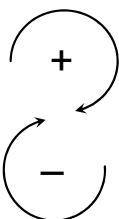
Ezen indikátor műveletek eredménye lehet – és lesz jó esetben – a rendszerválasz (R) intézményes befolyásolása (KG modell) és ennek pozitív (?) következménye a „statusra”, azaz a rendszer és benne a környezet állapotára (S; KÁ).

Ahhoz tehát, hogy a környezetgazdálkodási (KG) modell fölhasználásával kiterjesztett/modifikált DPSIR modellben a fönti indikátorműveletek elvégezhetőek legyenek, a rendszer kapcsolati diagramját, pontosabban: kapcsolati diagramjait szükséges fölrajzolni minden – elképzelhető – forgatókönyvre és üzemállapotra.

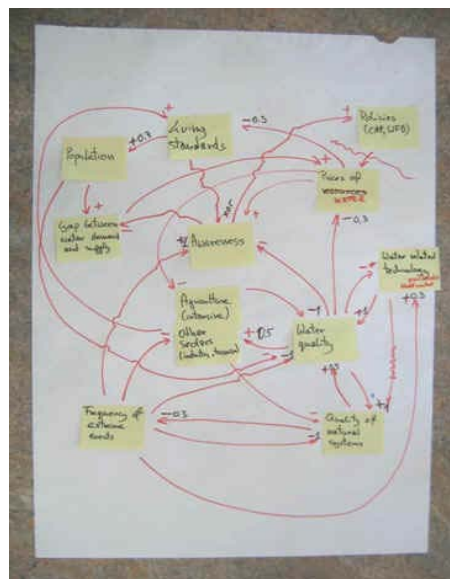
KAPCSOLATI DIAGRAM (FCM)

TÉRSÉGI JELLEMZŐ FOLYAMATOK

- Fő hatótényezők
- Visszacsatolások
- Kapcsolatok
= gerjesztő



= csillapító



[Forrás: TÁJKÉP, Balogh Edina BME alapján Bulla, Buruzs 2009]

10. ábra

Megítélésem szerint ez be/átlátható konkrétsággal, tehát „quasi – causalisan” legfőlőbb lokális, maximálisan regionális méretekben végezhető el, leginkább kistérségekben. Ezért választjuk a K + F tevékenységünk céljával a környezetgazdálkodási modell regionális alkalmazását. Ez célozza/tartalmazza a KÚTFŐ PROGRAM és PROJEKTJEI.

A »KÚTFŐ« 2009/11 PROGRAM:

A KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI MODELL ALGORITMIZÁLÁSA

PROJEKTJEI:

- EX ANTE (SKV) ELEMZÉS
INDIKÁTORAI ÉS MODELLJE
- DÖNTÉS-ELŐKÉSZÍTÉS /
- MENEDZSMENT RENDSZER FEJLESZTÉS

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM KÖRNYEZETMÉRNÖKI TANSZÉK

11. ábra

Háttéranyagok (Irodalomjegyzékek azokban)

KÉP: KÖRNYEZETÉRTÉKELÉS PROJEKT KvVM – MTA – SZE, KMTsz 2001 – 2005

TÁJKÉP

KÚTFŐ: TÁRSADALMI JÖVŐKÉP ÉPÍTÉS (TISZATÁJ)

KOORDINÁTOR: MTA TAKI (BME, CORVINUS, SZE)

KÚTFŐ: A KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI MODELL REGIONÁLIS ALKALMAZÁSA

MAGYARORSZÁG GEOTERMIKUS HELYZETE – ELMÉLET ÉS VALÓSÁG

Dr. Papp Zoltán

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: pappz@sze.hu

Kivonat

A (földhő)transzport-technológiák gyors fejlődése és széleskörű alkalmazhatósága a szak-, és az átlagember figyelmét egyaránt fokozottan a geotermikus (földhő) adottságokra, és azok alkalmazására irányítja hazánkban is. A témakörhöz kapcsolódó, lassan közhasználatúvá gyökeresedett kifejezések – „gyakorlatilag kimeríthetetlen, a geotermikus adottságainkat tekintve rendkívül gazdagok vagyunk, geotermikus nagyhatalom vagyunk”, stb. – a szerző megítélése szerint többnyire túlzók. Magyarország geofizikai, földtani, és különösen vízföldtani adottságainak együttes értékelése során arra jutunk, hogy a fenti kép a valóságban a képzeltnél – és a publikált anyagok rajzvázlatain feltüntetetteknél (legyenek azok szóróanyagok, vagy professzori tollból valók) – lényegesen árnyaltabb és összetettebb. A tanulmány a szóban forgó adottságok, körülmények – *hic et nunc* – nem teljeskörű, rövid szintézise, az érintett szakterületek (geofizika, hidrogeológia, geotechnika, vízbányászat) mindegyikében több évtizedes elméleti, tervezői és gyakorlati jártassággal is bíró bányamérnök szemszögéből, az ún. nyitott hurkos, egy, vagy kétkutas (konvektív) rendszerekre, azok közül is a kisebb kapacitású, diffúz (napjainkban még nagyjából szórványos) telepítésűekre fókuszálva. A talajszondás hőhasznosítási (konduktív) technológiákkal kapcsolatos gondolatokat – mivel azoknál nincs szükség felszín alatti víz bányászatára – egy későbbre tervezett munka foglalja össze.

1. Általános természetrajzi, geofizikai, víz- és hőföldtani adottságok számokban

A levegőréteg aljának átlagos évi (közép)hőmérséklete Magyarországon $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($+0,75\text{ }^{\circ}\text{C}$ a globális felmelegedés legújabb irodalma nyomán). A világátlag 14 Celsius-fok ($+0,75\text{ }^{\circ}\text{C}$).

- A Napból származó, a Föld felszínét érő hő sokévi lehatolási mélysége a *neutrális zóna* - ennek számszerű értéke a mindenkor méréstechnikai pontossággal is behatárolt. Budapestre a legújabb irodalmak $0,1\text{ Celsius-fokos}$ amplitúdóra $14,0\text{ m-t}$, $0,01\text{-esre}$ pedig $19,6\text{ m-t}$ adnak meg. Lefelé haladva nyilván az egyre nagyobb periódusidejű hőinputok hatolnak. Az elméleti maximum $20\text{-}24\text{ m}$ körüli. Tehát a napsugárzás melegítő hatásának behatolási mélysége nálunk vélhetően kevesebb, mint 25 m . Más, tekintélyes, legújabb irodalmak $10\text{-}20\text{ m-t}$ adnak meg. Hidrogeológiai alaptétel, hogy ez a mélység egyben a talajvíz(nek definiált) felszín alatti víztípus alsó elméleti mélységhatára (azért elméleti, mert a definíció valóságtartalma nem független az adott földtani térelem rendkívül változatos rétegződési, és hidraulikai viszonyaitól sem). A Föld felszíne által elnyelt (direkt) összetevő átlagértéke 168 W/m^2 körüli.

- A földi hőáram világátlaga 63 kW/km^2 , a hazai pedig $90,4\text{ kW/km}^2$ körüli érték. Ez utóbbi geofizikai okai: a világátlagnál (33 km) nálunk, a Pannon-medencében vékonyabb ($22\text{-}26\text{ km-es}$) földkéreg (amelynek egyik oka az ún. diapír-tektonizmus lehet), illetőleg a viszonylag nagyvastagságú, helyenként a $3\text{-}4\text{ km-t}$ is meghaladó, összességükben inkább hőszigetelőnek tekinthető szendvics-rétegződésű üledékek (porózus és kevésbé vízvezetők) kifejlődése, jelenléte. A geotermikus lépcső $18\text{ - }26\text{ m/Celsius-fok}$. Ennek extrapolációja – mélységi irányban is – téves! Az irodalomban közölt értékek eltérései részben abból származtathatók, hogy nem mindig pontosított, hol, milyen szinten, és milyen földtani adottságok mellett mérték azokat (analóg pl. az albedo értelmezési lehetőségeivel $\rightarrow$ ahány külső geoszférikus szint, annyiféle albedo).

A tudomány megállapításait illetően még napjainkban is alapvető és általános hiba azok érvényességi határai (értelmezési tartomány és értékkészlet) definíciójának esetenkénti teljes hiánya.

- A hévizek (b)irodalma a 18 Celsius-fok alatti (kifolyó) hőmérsékletű vizeket az engedélyezett maximális vízhozam mellett hideg vizeknek nevezi. A hazai gyógyfürdőügyi szakirodalom ugyanezt a kategóriát 20 Celsius-fok alatti vizekre alkalmazza. A használt jelzők nem függetlenek a felszín alatti víz hasznosítási módjától – így pl. a hőszivattyús rendszerek szempontjából a mindenkori műszaki/gazdaságossági határ jelenti az alkalmas/szükséges/igényelt természetes hőmérsékleti értéket, amelynél a földtani feltér (a továbbiakban: FF) hőelvonásra, és/vagy hőbevitelre az adott technika szemszögéből még alkalmas. Ennek egyféle ércbányászati analógiája a korábbi meddőhányók érc tartalmának hasznosítása/hasznossága egy megváltozott helyzetben, megfogyatkozott, vagy fogyatkozó készlet-, és más tartalmat nyert gazdaságossági mutatók mellett.

- Magyarország területének 91 600 km²-ét üledékes kőzetek (részben üledékek) takarják. Kivételes helyi – a Kárpát-medencén belüli – adottság, amely a világtárlagnak, ahol az üledékes kőzetek aránya a felszínen alárendelt a másik két genetikai típushoz (magma, és metamorf) képest, számszakilag is csaknem pontosan a fordítottja.

- Döntő jelentőségű a víz két – a hétköznapi életben ritkán hangsúlyozott – fizikai tulajdonsága is. A fajhő *kiemelkedően magas* értéke (a természetes földanyagok rekordjaként), valamint a víztárolók (pl. a szemcseváz) szempontjából nézve, a pórusterekben történő folyadékmozgás sebességét meghatározó szivárgási tényező *nagyon széles tartománya* (ez a tény a közetfizika másik rekordja). Ez utóbbi sajátosság a víz által a pórustérben szállított – konvektív – hőtranszport vonatkozásában alapvető (lásd a 2. fejezet zárógondolatát). Számokban: a víz fajhője: 4,19 J/gCelsius-fok, pl. a homoké: 0,84, a szivárgási tényező értéktartománya pedig 10⁻¹ -10⁻¹⁰ m/s. Egy homokból álló, telített víztartó adott térfogatára vetítve, 0,4-es átlagos hézagterfogatot tételezve föl, a hőtartalom 77 %-t a pórusokat kitöltő víz hordozza.

- A műszaki földtan alapvetően kétféle (természetes) földanyagot különböztet meg: A laza, tehát pórustérrel rendelkező, szemcsehalmozatok tekinthetőket (ezek többnyire üledékek), valamint a szilárd, régebbi szóhasználattal sziklakőzeteket. Ez utóbbiak is lehetnek jelentős víztárolók, ilyenek pl. a karszt-kőzetek (mész-kő, dolomit). Tény, hogy fúrás költségeik a „laza” üledékekkel összevetve jóval nagyobbak.

Egy érdekes szorzás

Ha megkeresnénk a számunkra komfortérzetet jelentő, pl. 22 Celsius-fokos izotermát a Földfelszín alatt, 12 Celsius-fokot feltételezve a felszínen, 20-30 m-es geotermikus lépcsővel számolva, kb. 200-300 m lenne az eredmény. Miután az emberiség tömegesen jelenleg még nem költözött ilyen mélységű felszín alatti lakóterekbe, a Föld felszínén viszont (ahol a létesítmény-öv gyakorisági képe jelenleg még maximumot mutat) a földrajzi, és egyéb adottságoktól függően az emberek egy része legalábbis időnként fázik, vagy melege van, magát a hőt (vagy szigorúan csupán matematikailag: negatív hőt, a „hideget”) szállítják oda, vagy vonják el onnan, ahol szükséges. Főbb vonalaiban ez az alaphelyzet hívta életre az ilyen irányú technológiák – többek között a hőszivattyús rendszerek – kialakulását, és alkalmazásait. A fenti gondolatkör egyféle *horizontális* megnyilvánulása pl. az Ohio államban élő rokonaimnak a téli időszakban való délre (Floridába) vándorlása, hogy ne fázzanak, és ne

kelljen havat takarítani (persze, gépi hókotróval). Azaz, oda mennek, ahol melegebb van, és nem a klímaberendezés/akár hőszivattyú szabályozóját tekergetik.

A fenti gondolatsor továbbiakat is fölvet: Biztosra veszem, hogy a felszín alatti terek jelentősége a hétköznapi látszat (amely szerint a határ a csillagos ég, tehát a kozmosz) ellenére növekedni fog, miután azok védelmet nyújtanak pl. a növekvő kozmikus sugárzás, (mesterséges) radioaktivitás, szélsőséges időjárási viszonyok, stb. ellen, így a technoszféra földkéreghez kötött létesítményei nem kizárólag a térszíni területeket foglalják el. A tömeges ürfoglalás – expanzió – víziója helyett ezt az irányt (impanzió?) tartom valószínűbbnek, és megvalósítható(bb)nak. A kérdéskörnek figyelemre méltó vetülete van a korábbi – földi – civilizációk, és a Földön kívüli életnyomok, intelligenciák kutatásában egyaránt – pl. a Marson. Ez utóbbi kutatási irányzat különösen a marsi barlangok felfedezésével vált hangsúlyossá.

Amszterdam egyik új városrészét a föld alatt kívánják megépíteni 100 000 m²-es területtel, hat emeleten kialakítva, legkésőbb 2028-ig (Amfora-tervezet).

2. Néhány következtetés

2.1. A természeti (földrajzi, földtani, geofizikai, vízföldtani) adottságok *együttesével* meghatározottan a felszín alatti FF-t érintő hőtranszport-technológiák olyan esetekben, amelyekben a hőközvetítő/tároló, az eredeti környezetéből elmozdított közegként a felszín alatti víz, nem tárgyalhatók, nem kezelhetők, nem tervezhetők, és nem építhetők ki *alapos hidrogeológiai megfontolások* nélkül. Az okok az előzőekből nyilvánvalók. Az FF-ben lévő hő döntő részét a pórusterben lévő víz tárolja/hordozza/szállítja természetes, vagy mesterségesen kiváltott/fokozott konvekció révén, amely folyadékként (technikailag és annak költségeit tekintve) viszonylag könnyen ki-, és elmozdítható a természetes földtani környezetéből. A ciklusba vitelére később visszatérek.

A hőtranszport – bármilyen irányú legyen is – a természetes hőtartalom és hőeloszlás változásán túlmenően több szálon *beavatkozás a természetes hidrogeológiai és földtani rendszerbe*. Ilyen „áttétek” a nyomás- és vízszintbeli, valamint a kémiai és az áramlási viszonyok változásai. Ezek egymással is összefüggenek (autokorreláció) – összességüket komplex feszültséglejtőnek hívja a földtudomány. A FF-ben elvileg *összesen kétféle* hőtároló, konvekcióra képes fluidum létezik: egyik a víz, a másik közeg a folyadékmozgás törvényeivel – feltételezem – már csak több/kevesebb pontossággal, vagy egyáltalán nem kezelhető folyékony, vagy plasztikus közetolvadék, a magma (a felszínre ömölve: láva), amely hazánkban néhány millió éve hiányzik. De nem létezik a Kárpát-medence belsejében olyan kéregbeli, már megszilárdult, de még hűlőfélben lévő közettartomány (magmaintrúzió, pl. batolit, vagy lakkolit, stb.) sem, amely a földtani környezetét még mindig a természetes hőáram fluxusának többszörösével – *de a kontakt zónában már kizárólag konduktívan* – fűti. Miután a magma a 800 - 1500 Celsius fokos hőmérséklete révén nagyságrendekkel nagyobb, koncentrált hőmennyiséget és hőfluxust képvisel, az Izlanddal, Larderello-val, és a többi aktív mélységi magmás/vulkáni tevékenységet mutató helyekkel történő felszínes, csupán a *tárolt* hőmennyiségen nyugvó összehasonlítás *elvieken is hibás, és félrevezető*. Mint láttuk, 20-24 m-re a felszín alatt a tárolt hőt hazánkban dinamikailag alulról egy közepes autómotor teljesítménye fűti (pótolja) km²-enként, diffúz hőforrásként. Ez – mondjuk – annyi, mint egy felheccelt Lada-motoré. Szem előtt tartandó, hogy a foltokban 3-5 ezer m vastag üledéktakarónak a Föld belseje felőli átfűtésére – beleértve a szemcsevázat, és a kitöltő folyadékot (vizet) is – földtörténeti léptékben bőven volt idő (néhány millió év), de nekünk,

embereknek, feltehetően az így tárolt hőenergia nyilván csupán egy részének kinyerésére sincs ennyi időnk.

2.2. A széleskörű, nem koncentrált, azaz diffúz (egyedi) hőtranszport (HT-) technológiák alkalmazása a lakosság körében csaknem kizárólag a pórusterekben (kavics, homokos kavics, kavicsos homok, homok, iszapos homok) tárolt hőkészletre vonatkoztatható, mivel a szilárd kőzetek fűrése a laza üledékek fűrési költségeihez mérten sokszorosan drágább, és „barkácseszközökkel”, házilagosan (és a feketegazdaságban) technikailag sem, vagy túlzottan drágán oldható meg.

2.3. A hasznosítás-oldal gyakorlatilag (talán mert még új?) nem tesz különbséget a *sztatikus* (meglévő, de nem utánpótlódó), és a *dinamikus* (utánpótlódó) hőkészlet között. Az előbbieket alapján vízkészletet is írhattunk volna. Pedig nyilvánvaló, hogy a hőtranszportba vont FF hőképe elsősorban a vízáramlási képpel (a szivárgási tér tulajdonságaival) függ össze. Mivel a szivárgás a kőzetekben való hővezetési (konduktív) sebességhez mérten jóval nagyobb lehet, a kivett (hozott) konvektált hő által kialakított hőanomália képe, jellemzői pl. az *oldalirányú természetes vízmozgás paramétereitől függenek*. Gyors szivárgás esetén nagy az oldalirányú hozott hő, de az is igaz, hogy a föld alatti természetes hőalagúton/hőmezőben történő gyors átfolyás miatt a víz kevésbé melegszik föl, vagy hűl le. Újra megjegyzem, hogy Magyarország az elsősorban fluidumban (felszín alatti vízben) *tárolt* hőkészletben gazdag, és *nem az utánpótlódóban*. Amennyiben a hőelvétele több, mint a dinamikus készlet, a rendszer hőkészlete fogy, ezért a föld alatti terekben lehűlt tartományok alakulnak ki (emlékezetes hazai példa erre a Hévízi-tó hűlésének és hozamcsökkenésének története, pedig akkoriban a hőhasznosítás nem volt a célok között). Ez akkor is így van, ha a sztatikus készlet „gyakorlatilag kimeríthetetlennek” mondott. Ezt mondták a németek is – ma már perek folynak a talajban, pontosabban a földtani környezetben okozott hőmérsékletváltozások miatt (talán a sok, kezdetben diszkrét, kis tartományban kialakult, lehűlt/felmelegedett tömbök összenőttek...).

2.4. Az „alternatív technológiához”, más kifejezéssel az „utánpótlódó természeti, geotermikus erőforrás” igénybevételének tervezéséhez, és megépítéséhez szükséges szakember a „jövő” épületgépész tervezőjétől egy számot kap (többnyire a szükséges víz-, azaz hőhozamot). Azaz, a geotermikus energia biztosításának módja – legalábbis első lépésben – napjainkban a természet oldaláról *egyedül* a műszaki földtani/hidrogeológus szakember egyéni felelőssége.

2.5. Nyilván alapvető különbséget kell(ene) tennünk a felszínhez 20-24 m-nél közelebbi (talajvíz- és) hőtárolók, valamint az ennél mélyebben települők között. Az előzőeket – mint láttuk – periodikus jelleggel ugyan, de a földi hőárammal összevetve nagyságrendekkel nagyobb teljesítménnyel – a Nap fűti (dinamikus készlet), az utóbbiakat végső soron állandó(bb) jelleggel a földi, többnyire sugárirányú diffúz hőfluxus. A másik ok, hogy e tartomány egyben a talajvíztartók mélységköze – minőségük természetes védelme általában eleve korlátozott. *Ez a különbségtétel a szakmai gyakorlatban egyáltalán nem, vagy nem eléggé hangsúlyozottan érvényesül. E súlyos hiba azzal a gyakori tévedéssel is összefonódik, hogy Magyarország ivóvízellátásában a talajvíznek nincs, vagy elhanyagolható a szerepe (a fentiek értelmében ugyanis minden parti szűrőű felszín alatti víz felső 20-24 m-re is talajvíz). Nem túl szerencsés (dehát létezik az Ördög is), hogy éppen e durvaszemcsés rétegekben a*

legnagyobb a fajlagos víz- és hőhozam. Érthető, hogy pontosan ezek a sávok „vonzzák” a hőszivattyútelepítőket.

2.6. A Nap által átmelegített (nálunk a felső 20-24 m-es) mélységközben, elsősorban annak felső tartományában a kétirányú hőtranszport (fűtés-hűtés) során a bevont FF szerepe egyféle temperálás az éves ciklusban – kb. fél éven át fűtünk (fenn), a másik félévben hűtünk (fenn). E folyamatban az FF egyféle, térben is dinamikus – pulzáló – *hőakkumulátor* szerepét tölti be (a tárolóközeg kisebb arányban a szemcsés halmaz, és a szemcsék közötti pórusterben tárolt víz – ha van), amelyet jómagunk *töltünk*, illetve *terhelünk*. Fizikailag ez az ideális kép még pontosabb, ha közben a víz nem áramlik a felszín alatti térben (tehát a hőtranszport kizárólag hővezetéssel történne). A kutas rendszerekkel – mint láttuk – adott hatástávolságon belül ez az állapot nem valósítható meg, mivel nyomáslépcsőket *kell* keltenünk.

A trópusokon a hűtés igénye dominál, míg a sarkok felé távolodva a fűtésé. Ennek megfelelően a hőanomália jellemzői a földrajzi helytől (pl. a földrajzi szélességtől) is függenek, nemcsak a természetes hőutánpótlódási adottságok (a Nap beesési szöge, stb.), hanem a használati kényszer jellegétől is függően (egyik a másik inverze), előjelben és eloszlásban egyaránt.

2.7. A termelőkútban a vízszivattyúzás következtében vízszintsüllyedés, ún. leszívási tölcser, a nyelőkútban pedig talajvízemelkedés (vízdomb) alakul ki, szabadtükrű víztartó esetében (nyomott, vagy feszített tükrű esetben pedig nem víz-, hanem piezometrikus nyomástölcser, illetve domb). Miután célszerű – a helyi áramlási irányt figyelembe véve – az áramlással szemben telepíteni a termelőkutat (hogy a visszatáplált vizet a természetes áramlás a termelőkúttól elfelé mozgassa), a nyelőkútban kialakuló vízdomb, és a termelőkútban kialakuló leszívás mindegyike a természetes áramlási sebesség csökkenéséhez, tehát az eredeti áramkép akár drasztikus változásához, torzulásához vezet. Ezek a hatékonyságot általában rontják. A visszatáplálásnak egyik – önmagában is hatékony – gazdasági/jogi természetű oka, hogy ebben az esetben nem kell VKH (vízkészlethasználati)-díjat fizetni, azon felül, hogy a felszín alatti vízkészlet *számszakilag* változatlan marad.

2.8. A vázolt vízbányászati rendszer méretezhetőségét az esetek egy részében nem a helyi vízföldtani adottságok, és a kúthidraulika törvényei határozzák meg, hanem pl. a telekadottságok (a méretek, és annak aránya, a telek alakja és tájolása a természetes szivárgási viszonyokhoz képest, a meglévő, és a tervezett létesítmények – közművek, pince, lakótér, stb. – helye).

Ahol a földtani adottságok következtében eleve nincs talajvíztartó réteg, vagy van, de annak utánpótlódása korlátozott (tehát a természetes, vagy mesterségesen felfokozott szivárgási sebesség, vagy a kettő együttesének víz- és hőhozama a szükségesnél kevesebb), az említett kérdéskörök eleve nem merülnek föl. Ez a megállapítás újra a földtani/vízföldtani helyzet minél pontosabb ismeretét hangsúlyozza. A tény, hogy a víz az adott terület építési munkagödreiben, és/vagy a felszín süllyedékeiben időnként, vagy akár a feltárolófuratokban (ha vannak ilyenek) megjelenik, önmagában nem értékelhető úgy, hogy elegendő – utánpótlódó (dinamikus) – készlet áll rendelkezésünkre. Az ilyen típusú tévedések nem ritkák – utólag sok pénzbe kerülnek.

3. Pillanatképek a gyakorlatból, és néhány kapcsolódó felvetés

A leszívási tölcser, és a visszatáplálás nyomán keletkezett vízdomb hatósugara pl. a növekvő telekárak miatt az eladó és a vevő oldaláról egyaránt gerjesztve, a napjainkban egyre kisebbedő telkeken túlnyúlik, és ott vízszint-, nyomás-, vízminőség- és hőeloszlás-változásokat kelt. Milyen hidraulikai méretezési lehetősége van a vízkivételi- és visszasajtoló (ejtő) műtárgy tervezőjének, ha még a kutak célszerű helyét és távolságát sem tudja optimalizálni a rendelkezésre álló (kicsi) telekméretek, és/vagy a csaknem teljes beépítés (netán annak igénye) miatt, különösen, ha pl. köztes helyzetű az adott telek?

Joga van-e a szomszédoknak a fentieket elutasítani, és e szándékukat/akaratukat érvényesíteni, vagy ugyanezt a technológiát használni ilyen körülmények között, és kinek van – ha van netán – elsőbbsége? Annak, aki elsőként készítette/alkalmazta a technológiát abban az utcában/települési szektorban? Akinek ehhez hatósági engedélye is van? Gondoljuk meg, a jelenlegi törvények szerint a földtani közeg/felszín alatti víz esetleges szennyezését a terület tulajdonosa „öröklí”, és fizeti könyörtelenül, akkor is, ha szennyezés kialakulásában vétlen. (A terület ebben az értelemben felülnézet, valójában függőleges lapokkal határolt téridom). *Felszín alatti hidraulikus (áramkép)- és hőszennyezés (amely esetleg számottevő vízminőségi változásokat is kelt) vajon nincs?*

A nyeletéshez is energia – pl. többletnyomás – szükséges. Ezért alakul ki (hozandó létre) a nyelőkútban a víz- vagy nyomásdomb, tehát az üzemi vízszint fölfelé, a térszín felé mozdul el. Ha adott vízhozam mellett a megnyitott réteg nem képes a vizet folyamatosan elnyelni, a kúttér vize túl is csordulhat a térszínen, vagy a kúttéren.

Különösen nagy erre az esély pl. vízvezető hordalékokon kialakult folyómedrek közelében (folyóvízi kavicsteraszkok, hordalékkúpok), ahol az időszakos árvíz jelentősen megemeli a mederközeli, mentettoldali talajvízszintet. Ennek következtében további „felszerkezet” alakítandó ki, pl. nyomástartó (zárt) kútfej, vagy pedig állványcső, tehát a kútcső akár több m-t a térszín fölé nyúlik. A természetes hidraulikai adottságoktól, és az igényelt vízhozamtól függ, hogy a nyeletés egyáltalán megoldható-e egyetlen kúttal. A gyakorlatban 2-3 nyelető kutat is építenek egy termelőkúthoz. Ezeknek jelentős többletköltségei vannak, amelyekről nagyon keveset hallunk a kiváló geotermikus adottságainkra való hivatkozások során.

Miután a természeti úton (pl. hullámveréssel) átmosott víztartó szemcseváz ritka (ilyenek pl. a görgetegek, néha a kavicsrétegek, illetőleg az üveghomokok), az üledékek többségében nincs olyan szemcseméret, amelynél kisebb ne lenne (ha nem is végtelen határok között). Ezért a pontosan szerkesztett szemeloszlási görbe nem metszheti az abszcisszát – a szemcseátmérő-mérés technikai hiányosságaitól eltekintve sem, csupán aszimptotikusan közelítheti azt. Következésképpen a kitermelt vízben – bármilyen szakszerűen letisztított is a kút vize – a lebegő részecskék száma *nem zérus*. Ezért a nyelőkút (ejtőkút) nyelőképessége idővel a visszanyeletéssel táplált pórusterben a sebességvesztés során kiülededett „szemcsék” miatt fokozatosan csökken (kolmatáció). Az időszakosan elvégzendő kúttisztítás (ennek hatásfoka sohasem 100 %) további költségeket emészt föl, még szakszerű kúttechnikai tevékenységet feltételezve is.

A felszín alatti víznek a kitermelése és a visszatáplálása során bekövetkező, mesterségesen keltett változások (nyomás, hőmérséklet, áramlási pálya, stb.) megváltoztatják annak vegyi jellegét is (mindig így van, csak a kémiai változás *mértéke* egyedül az, ami nekünk fontossá, vagy érdektelenné teszi ezt a ténytet).

Pl., a vízben oldott vas a néhány fokos felmelegedés során a nyelőkútban, és a nyelőkúttal megnyitott pórusterben kiválva (vaslepedék), idővel eltömi a szűrővázat, beleértve a pórusteret (lásd az előző bekezdést). Magyarországon a talaj- és rétegvizek többnyire *eredendően* magas vastartalmúak. A vastalanítás (részben állandó) költségei elvihatják a befektetés rövid távú hasznát. Néhány kutató szerint az Alföld mélységi vizeiben megjelenő/emelkedő arzéntartalom is részben a túlzott vízkivétel miatti rétegnyomás- és hőmérsékletváltozás eredménye (lásd a földtudományokban használt *geofázis* kifejezést).

A kisebb gáz- és áramszámla reményére ültetett hőszivattyús technológiák iránti – nem kérdőjelezem meg, hogy *sok tekintetben alapos és jogos* – igény további táptalajt kölcsönzött a minden szakmaiságot és engedélyt nélkülöző *illegális kútfúróipar* másodvirágzásának, szélesítve, fokozva azokat az ezidáig is szó szerint felmérhetetlen károkat (feltételezem, nem is igyekezett azokat felmérni senki, egyetlen bársonyszék-pályázatban sem), amelyeket az energiahasznosítás nélküli, csupán a vízre, mint ásványkincsre, és nem egyben hőhordozóra „utazó” fekete vízbányászati tevékenység okozott. E jelenségről érdemes lenne külön tanulmányt összeállítani. E „kútfúrók” – ritka kivétellel – önjelölt szakik (tudálékos kényszervállalkozók – még hitehagyott pappal is találkoztam közöttük, de ez már novellába illik) nem tudják, mi a különbség a furat és a kút között, nem tudják, mi a talaj- és a rétegvíz, és a szakmához szükséges – egyébként rendkívül költséges – alapvető eszközállomány sem áll a rendelkezésükre, viszont tevékenységük szélesebb tömegek számára megfizethető. Nincs pl. tervezési és közszolgáltatási díj. Elégedettek, ha munkájuk után a földben legalább átmenetileg (legalább amíg ki nem fizetik azt) egy lyuk marad. Sűrűn találkozom műveikkel, amikor a 60 - 130 m-es „belógós” vízkút felső 30 m-ében „van lenyomva” (saját szóhasználatuk) egy árva és olcsó műanyagcső, alatta a kúttér nyitott, hidraulikailag összekötve egymással minden harántolt, és elvileg már az ivóvízkincsünket tartalmazó, védett víztartót. Az egyes szintek közötti hidraulikai kapcsolat persze a cső külső oldalán is létrejött, mivel a külső cementpépes zárast (palástcementekezést) még csak nem is ismerik, nemhogy lennének eszközeik, és gyakorlatuk hozzá. Ennek következtében, pl. ha a talajvíz szennyezett (házánk területén 98 %-ban az), és a mélységi víztartók nyomásszintje kisebb a talajvíznél, a szennyezés a mélyebb rétegekbe jut, éveken, évtizedeken keresztül, és még csak nem is tudunk róla.

Itt emlékeztetek rá, hogy a közelmúlt két és fél évtizedében felgyorsult, de a szennyvízelvezetéssel, gyűjtéssel, kezeléssel nem, vagy csak késve követett közművesítés sok helyen eredményezte a használt víznek az ily módon használaton kívülre került ázott kútba történő bevezetését/nyeletését. Mekkora ennek mértéke, jellege és kára? Nem tudjuk.

Másik példa: A legálisan dolgozó kúttervezőt/kivitelezőt az árvízi töltéslábtól számított 100 m-es, mentettoldali sávból a tervezési/államigazgatási szabályozók árvízvédelmi okokra (buzgárképződés veszélye, stb.) hivatkozva kitiltják. Azokon a területeken, ahol az önkormányzati telkesítés e sávokban is megtörtént, a tulajdonosok/lakók első dolga (volt, és ma is az) a területük alatt 2-3 m-re lévő, folyami kavicsban tárolt víz megnyitása engedély nélkül, pl. öntözés céljára, csökkentve a közműves ivóvízhasználatot, kímélve így a saját pénztárcát. Sok esetben persze a közműről hidrogeológiai értelemben ugyanaz a víztípus folyik. Senkit nem érdekel a védősáv – többnyire nem is tudnak róla, mint ahogy arról sem, hogy az öntözéses vízhasználatához is önmagában engedély kell(ene). A helyzet foglyai vagyunk. Nem egykönnyen dönthető el, hogy a húrokon való játék zengése, vagy a visszapattanó húr által a kezünkön keltett csípés fájdalma a domináns.

Fogas kérdés, hogy mint a fúrástechnikához értő, és ezen ismereteket/tapasztalatokat részben saját megoldások/fejlesztések révén is 30 éve alkalmazó hivatásos szakember, mit válaszoljak a vélhetően illegálisan(is) dolgozó, vagy a jövőben „kutat fúrni akaró”

érdeklődőknek, mivel a (pl.) segítségével megépített berendezés részéről történő használati korlátozása a kérdező/megrendelő felé *abszurdum*. Milyen mérnöki/emberi (a kettő nem zárja ki egymást) hozzáállás etikus? Ráadásul, az ilyen gépek gyártása, és a hozzájuk kapcsolódó szakértői/tervezői munka az engedélyezett szakterületeim, tehát a kenyéradó foglalkozásaim – egyike.

Ha a termelő- és nyelőkutak már rétegvizeket nyitnak meg (nálunk a szakemberek – mint már láttuk – általában 20 - 30 m-nél mélyebb rétegeket „asszociálnak” ehhez), és több víztartószint van a kérdéses mélységközben, ezek kúttechnikai elkülönítése alapos szaktudást és gépi eszközöket igényel. Egy botcsinálta kivitelezőnek ezek eleve nincsenek a birtokában. Nem beszélve a jóval nagyobb beruházási költségekről. Biztosra vehető, hogy a közeljövőben – hiába érett gépészetileg maga a hőszivattyús technológia – annak megjelenése a hazai vízföldtani, és társadalmi körülmények között a „magánszektorban” legalábbis egyféle fokozódó kiterjedésű, a nagyobb mélységek felé terelődő szennyezéshullámot (mint már említettem, ez nem feltétlenül és kizárólag kémiai jellegű) indít el, vált ki a mélységi vizek, pontosabban a felszín alatti földtani terek vonatkozásában. *A folyamat – bár még szórványosnak ítéltető – már (mint láttuk, jóval korábban) elkezdődött, és a meglévő államigazgatási eszközökkel jóformán ellenőrizhetetlen.*

Az előbb idézőjelbe tett *asszociálnak* szóhoz: Amennyiben az adott, ráadásul kitűnően vízvezető összlet a felszíntől indulva hidraulikailag összefüggő, nagyvastagságú egység – mint pl. a Szigetközben (mondjuk a Mosoni-üstben, ahol a negyedkori, durvaszemcsés összlet 400-700 m vastag, tudomásom szerint ez a hazai csúcs), és a vele hidraulikailag összefüggő Csallóközben, valójában érdektelen, hogy a felső 20-30 m-ben tárolt vizet talaj-, vagy rétegvíznek nevezzük. Különösen akkor, ha tudjuk, hogy bennük bizonyítottan léteznek jelentős mértékű/kiterjedésű függőleges irányú áramlások is. A szóban forgó példa azonban **kivételes** (attól függ, persze, honnan nézzük), de újra a hidrogeológiai környezet fontosságára hívja föl a figyelmet. Egyébként az említett durvaszemcsés folyóvízi medenceüledék tárolja Közép-Európa legnagyobb – tehát stratégiai jelentőségű – ivóvízkészletét, hozzávetőlegesen 5,4 km³-t. A szóban forgó víztartó testébe harapó kavicsbányák nyitásának és üzemeltetésének ténye hidrogeológusként még akkor is szorongató érzéssel tölt el, ha tudom, hogy mindegyik műveletet a jogszabályoknak megfelelően előzetes hatástanulmány, és az elfogadható szintű kockázatot kimutató kockázatelemzés előzte meg...

A fentiekből fakadó beavatkozások által gerjesztett károk következményeit (amelyekről kívülállónak még fogalma sem lehet, nemhogy adatai) először – képletesen – az engedélyekkel felszerelt szakemberek, és legális megbízóik fizetik, kezdve az adóktól az engedélyezési eljárás közszolgáltatási díjáig. Később pedig mindenki. Esetleg nem is pénzben. Különös – jóllehet jogkövető – visszássága a valóságnak e dolgok tudatában elkészíteni és engedélyeztetni egy 3,5 m-es (!) talpmélységű, talajvízmegfigyelő kút tervét (a példa valóságos – saját praxisomból), és berakni azt az archívumomban egy 1700 m-es, szintén jómagam által készített hévízkút terve mellé...

Érzékeltetve az arányokat: Az engedélyezési eljárás során a szabványosított hidrogeológiai napló (ez tartalmazza a hiteles hidrogeológiai- és kútdatákat, az engedélyezési eljárás dokumentumainak előírt részeként) elkészítési költségei adott mélységhatár felett esetenként nagyobbak, mint ugyanazon kút (vagy az annak hívott furat) feketén történő elkészítésének teljes kiviteli költsége.

Az engedélyezési hatóságok, és a hivatásosak (szak)emberállományából (elnézést: humánerőforrásából) úgy tűnik – tisztelet a kivételnek –, sokszor hiányzik a gyakorlatban is érlelt felelős szakmaiság, akkor, amikor a mélységi vízbányászat/vízhasznosítás az általános technológiai változások (szándékosan nem írok fejlődést) és életminőségi kényszerek folytán

egyre fokozódó iramban öleli föl a felszín alatti vizek (és nem csupán a hévizek!) hőtartalmával történő gazdálkodást is. *E szakmaiságnak – okos, előrelátó gazdálkodásnak – jelenleg kevés nyoma van.* Néha azt képzelem, hogy az erre vonatkozó gondolatok, érvek, javaslatok főbb vonalakban készen vannak ugyan, csak még szerényen megbújnak valamelyik, a természettudományokban alulképzett, aktuális csúcsmenedzser íróasztalában, egy pályázati anyag elvetélt, kevésbé fontosnak ítélt, netán mások által sugótt részeként. A megoldáshoz – mint tervezői/kivitelezői hétköznapijaimban egyre-másra érzékelem – a hangzatosság, a számszáras, jó esetben ízléses diplomatatáska, és a project, EU-direktíva, stb. kifejezések túltengő, öntudatos használata, a sablonisztikus „panelgondolkodás”, a jogállam-jogászállam fogalmak összemosása önmagában biztosan kevés.

Az engedélyezési eljárás időtartama a hatóságok nagyon is valóságos belső nehézségei (létszámhiány, gyakori átszervezések, ugyanakkor az ügyek egyre nagyobb száma, stb.) miatt jóformán tervezhetetlen, a mérnöki és a használói gyakorlat igényeitől messze elmarad. Ennek következményei a jóhiszemű, tegyük fel – hozzáértő – tervezőt sem kímélik, sem erkölcsileg, sem anyagilag.

Vitáztam (?) volna vele – valójában belém fojtotta a szót – az a hatósági ügyintéző hölgy (akkoriban még frissen végzett diplomás mérnök), aki a beadott környezetállapot-jelentést „nem fogadta el” az általa felismerni vélt szakmai hiányosságok miatt. Az anyagot a volt egyetemi professzorai egyike írta, nemzetközileg ismert, több nyelven beszélő szakember. A kérdésekre, hogyan kellene módosítani, semmilyen konkrét választ nem adott, és úgy tűnik, nem is kellett, hogy adjon, máig sem. Az ügyet – az addigi (két éves) munkánkat – visszadobták.

Kíváncsi lennék, hányak fantáziáját ragadta meg a számomra ominózus EU-keretirányelv frappáns útmutatásának e részlete: *A felszín alatti vizeket jó karba kell helyezni.* Legalábbis többször idézték az „igeosztók” ebben a lecsupaszított formában. Jómagamat nem sorolom az e vonatkozásban ihletettek közé.

Vajon kik (nem személy szerint) fogják nagyban megvenni és üzemeltetni a szóban forgó berendezéseket abban az időszakban, amelyben a magyar lakosság négyszer annyi tűzifát (amelynek legalább negyede tiltott kitermelésből származik) éget kényszerből, mint tavaly (2008-ban), és örül, ha a számláit ki tudja fizetni ?

4. (Reménykedő) befejezés

A zárógondolatok kibontásának egésze, így azok hiánytalan elemzése nem tartozik e tanulmány céljaihoz – valószínű, hogy ehhez a szerző más tudományokban/praktikumokban - pl. a marketingstratégiákban - való jártassága is eleve hiányzik. Bízom benne, hogy ezt sikerrel megteszik majd mások, és eljön a pillanat (úgy tűnik, jómagam ennek már nem lehetek tanúja), amikor hiteles tényként fogadhatjuk el azt a megállapítást, hogy a földtani terekben mesterségesen indukált, a szóban forgó cél érdekében keltett változások/beavatkozások/károk összességükben kisebbek, mint az a *(köz)haszon*, amelyet e technológiák széleskörű, ma még egészében sok szempontból nem kontrollálható alkalmazása nyújt majd – *mindnyájunknak.*

Függelék

A tanulmányban rögzített, nem közvetlenül természettani/tudományos, és/vagy alkalmazott (műszaki) földtani jellegű megállapítások kizárólag a szerzőnek az önálló, saját kutatási, tervezési és kivitelezési munkáival összefüggő nézeteit, véleményét, tapasztalatait és meggyőződését tükrözik. Igazságtartalmukért egyedül ő felel.

Néhány kapcsolódó alapirodalom

Alföldi László - Liebe Pál - Ottlik Péter: Hasznosítható-e a geotermikus energia Magyarországon ? - Magyar Tudomány, 1991, 2. szám, pp. 144-157.

Ádám Béla: Európa hetedik legnagyobb földhő szondás hőszivattyús rendszere - a törökbálinti új Pannon GSM székház fűtése és hűtése.- Ma & Holnap, 2009. IX. évfolyam, 2. szám, pp. 74-75.

Árpási Miklós: A termálvíz többcélú hasznosításának helyzete és lehetőségei Magyarországon.- Kőolaj és Földgáz 35. (135.) évfolyam, 9-10. szám, 2002. szeptember-október, pp.109-121.

Büki Gergely: A földhő energetikai hasznosításának hatékonysága. I-II. - Mérnök Újság, 2008. október, pp.17-20., illetőleg 2008. november, pp. 31-34.

Deák Márton: A Mars titokzatos lávacsövei - Barlangok a Földön kívül. - A Földgömb, 2009/7. pp.58-63.

Groniewsky Axel: Geotermális lehetőségek Magyarországon.- Magyar Energetika, 2005/3. pp. 38-44.

Hajdu György: A geotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval.- Kőolaj és Földgáz 32. (132.) évfolyam 10-11. szám, 1999. október - november, pp. 211-214.

Juhász József: Hidrogeológia.- Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002.

Komlós Ferenc - Fodor Zoltán - Kapros Zoltán - Dr. Vajda József - Vaszil Lajos: Hőszivattyús rendszerek.- Kiadó: Komlós Ferenc, Dunaharaszti. Nyomta és kötötte: Jordán Print Nyomdaipari Bt., 2009. 11. 04.

Kruppa Márton: Földhő.- National Geographic, 2005. augusztus, pp.50-53.

Kun Márton: Egy új Amsterdam alakul a föld alatt.- 3. Évezred, 2009. december, pp. 34-36.

Mádlné Dr. Szőnyi Judit: Gazdagság és tékozlás. Megújuló energiaforrásunk: A termálvíz.- TermészetBÚVÁR, 2009/3. pp. 10-12.

Papp Zoltán: Győr, Marcalvárosi Uszoda Tervpályázat Előkészítő Dokumentáció - Hidrogeológiai szakvélemény. Hivatkozási szám: 047/2007, kézirat.

Szanyi János - Kovács Balázs: A geotermikus energia hasznosítása Magyarországon.- Természet Világa, 139. évfolyam, 2008. II. különszám, pp.25-27.

Torma Tamás: Gyógyvizek dicsérete.- National Geographic, 2007. november, pp. 88-103.

Tóth Péter - Menyhért Barna - Bulla Miklós: A hőszivattyús technika és a környezetvédelem.- Kőolaj és Földgáz, 32. (132.) évfolyam, 5. szám, 1999. május, pp. 123-126.

A SZÉLENERGIA HASZNOSÍTÁS JÖVŐJE 2020-IG MAGYARORSZÁGON

Dr. Tóth Péter¹ – Bíróné Dr. Kircsi Andrea²

¹Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: tothp@sze.hu

²Debreceni Egyetem TTK Meteorológiai Tanszék /Magyar Szélenergia Társaság,

4010 Debrecen Pf. 13. kircsia@delfin.unideb.hu

Abstract

Az Európai Szélenergia Társaság adatai szerint 2008-ban minden munkanapon átlagosan 20 új szél erőművet építettek és kapcsoltak hálózatra Európában, így 2008 végéig összesen 64 949MW kapacitású szél erőmű termelt áramot. Átlagos szélviszonyok között ez 142 TWh villamosenergia-termelésnek felel meg és ezzel a szél erőművek Európa teljes villamos energiaigényének már 4,2%-át képesek fedezni. A világban 2008-ban 36,5 milliárd eurót fektettek be szél erőmű projektekbe, de nem csupán a legfejlettebb és leggazdagabb országokban. A szélenergia megkerülhetetlen és vitathatatlanul fontos szereplőjévé vált a világ energiapiacának. A világszerte üzemelő 120GW kapacitású szél erőmű 260 TWh villamos energiatermelésére képes és ezzel 158 millió tonna CO₂ kibocsátását kerülhetjük el 1 év alatt.

A klímaváltozás elleni küzdelem miatt mára kulcsfontosságúvá váltak a szén-dioxid-mentes energiatermelési módok, melyek között a leggyorsabban és relatívan legkisebb befektetéssel megvalósítható erőművek sorába tartoznak a szél erőművek. Ennek is köszönhető, hogy 2008-ban Európában az újonnan épült villamosenergia-termelő kapacitások már 43%-át adták a szél erőművek, és megelőzték a földgázzal és kőolajjal üzemelő új erőműveket. A szélenergia egyértelműen hozzájárul az energiatermelés diverzifikálásához, az energiabiztonság növeléséhez. Ezen túl számos ország tudatosan kamatoztatja a szélenergia – ipar kedvező társadalmi-gazdasági hatásait a gazdasági válság idején. A Világon már most több mint 400.000 embert foglalkoztatnak direkt, vagy indirekt módon a szélenergia hasznosításához kapcsolódó iparágakban.

A szél erőművekre vonatkozó kapacitáskorlát és az egyre növekvő energiaárak miatt Magyarországon is egyre többen érdeklődnek a szél erőművek és a háztartásokban alkalmazható kis teljesítményű szélgenerátorok iránt. Előadásunkban bemutatjuk a magyarországi szélenergia hasznosítás jelenlegi és 2020-ig várható helyzetét.

1. Tények 2009 elején: új EU célkitűzések 2020-ra (Klíma Csomag)

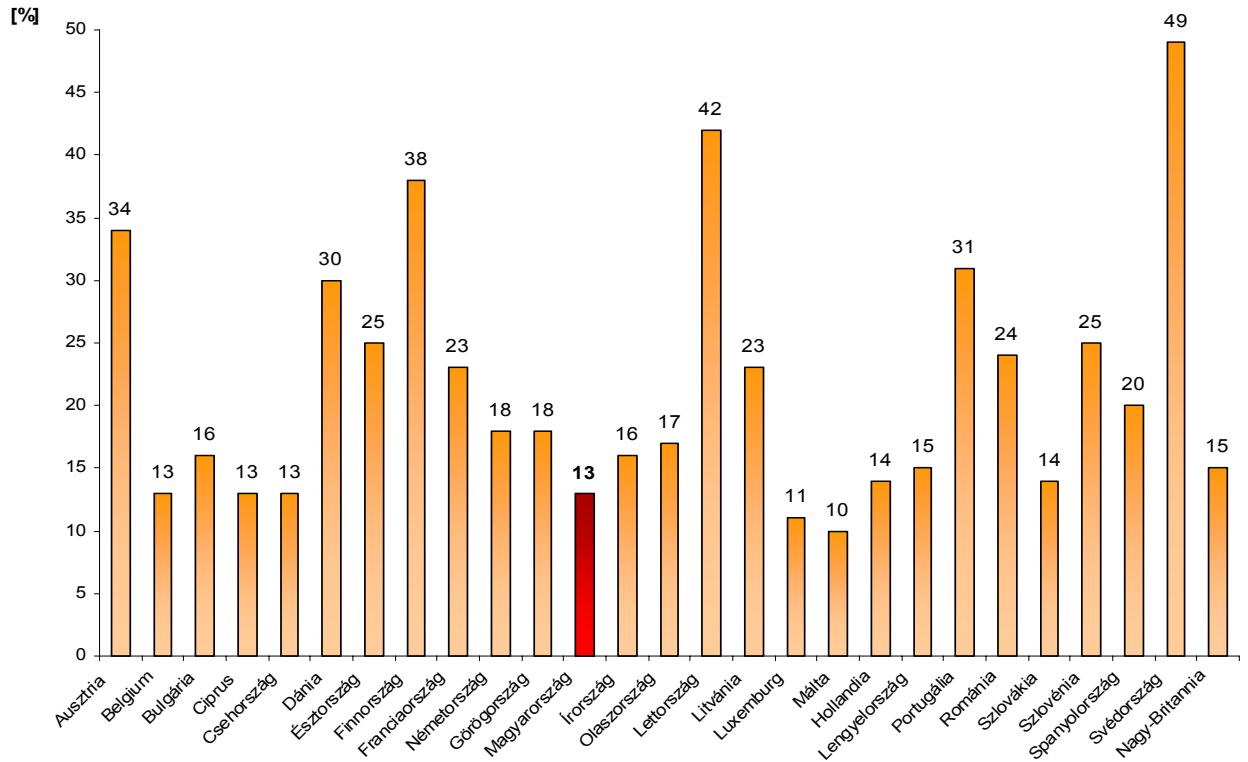
Az Európai Unió az alábbi célokat tűzte ki 2020-ra történő megvalósítással:

- 20 %-kal csökkenti az üvegház-gázok kibocsátását,
- 20 %-ra növeli a megújuló energiák részarányát,
- 20 %-kal csökkenti a teljes primer energiafelhasználást,
- 10 %-os arányt kell elérniük a bioüzemanyagoknak.

Ezek a célok több kérdést is felvetnek.

Hogyan valósíthatóak meg ezek a célkitűzések? Miért mutatnak egészen más trendet a nemzetközi (OECD) prognózisok? Mennyire reálisak ezek a célkitűzések? A korábbi 2010-es célkitűzések után 2020-ra miért vannak még ambíciózusabb célok?

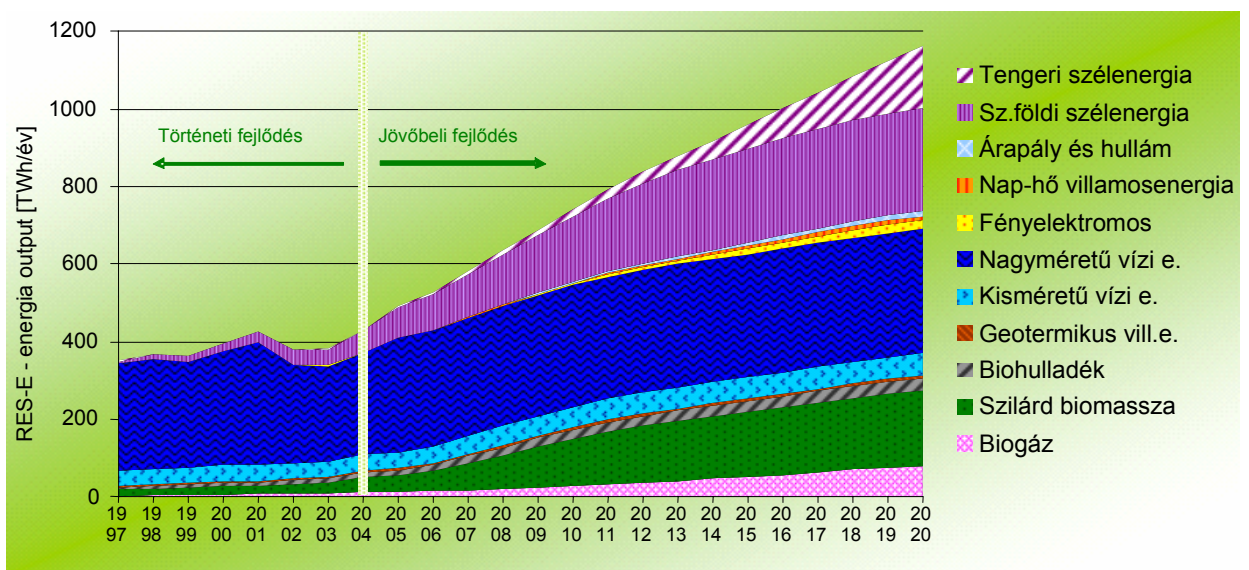
A megújuló energiák 2020-ra tervezett arányát az egyes tagállamokra lebontva az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A megújuló energiák tervezett részaránya 2020-ban az EU-ban

2. A szélenergia helyzete az Európai Unióban

A villamos energiatermelés szerkezetére vonatkozó prognózis (2. ábra) szerint a szélenergia lesz a legjelentősebb forrás.

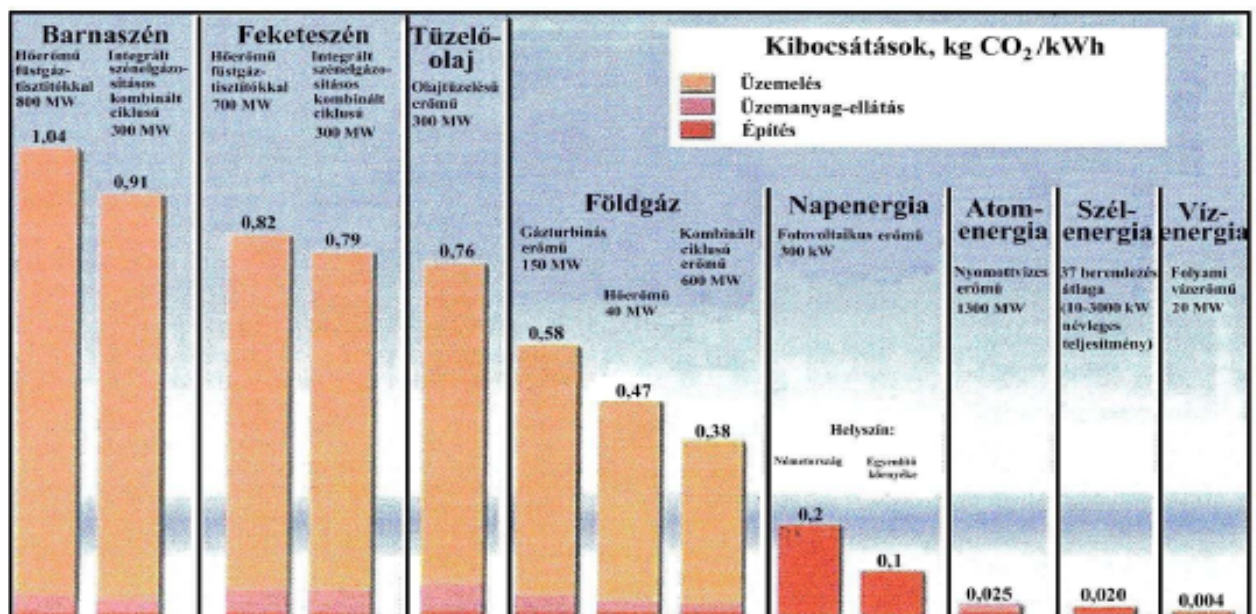


2. ábra: Villamosenergia-előrejelzések 2020-ra az EU-ban (EC, 2007)

A szélenergia mára megkerülhetetlen és vitathatatlanul fontos szereplőjévé vált a világ energiapiacának. Ennek okai között a legfontosabbak az alábbiak.

- A szélenergia szén-dioxid-mentes energiatermelési mód ezért a klímaváltozás elleni küzdelem részeként előnyben részesítendő.
- Leggyorsabban és relatívan legkisebb befektetéssel megvalósítható erőművek sorába tartoznak a szélerőművek.
- Hozzájárul az energiatermelés diverzifikálásához, az energiabiztonság növeléséhez
- Szélenergia – ipar kedvező társadalmi-gazdasági hatásai: 2008-ban 400000 embert foglalkoztatott direkt, vagy indirekt módon (EWEA, 2009a)

A szélerőművek nemcsak CO₂-mentes energiatermelést biztosítanak, de teljes életciklusra nézve is igen kedvező a kibocsátásuk (3. ábra).

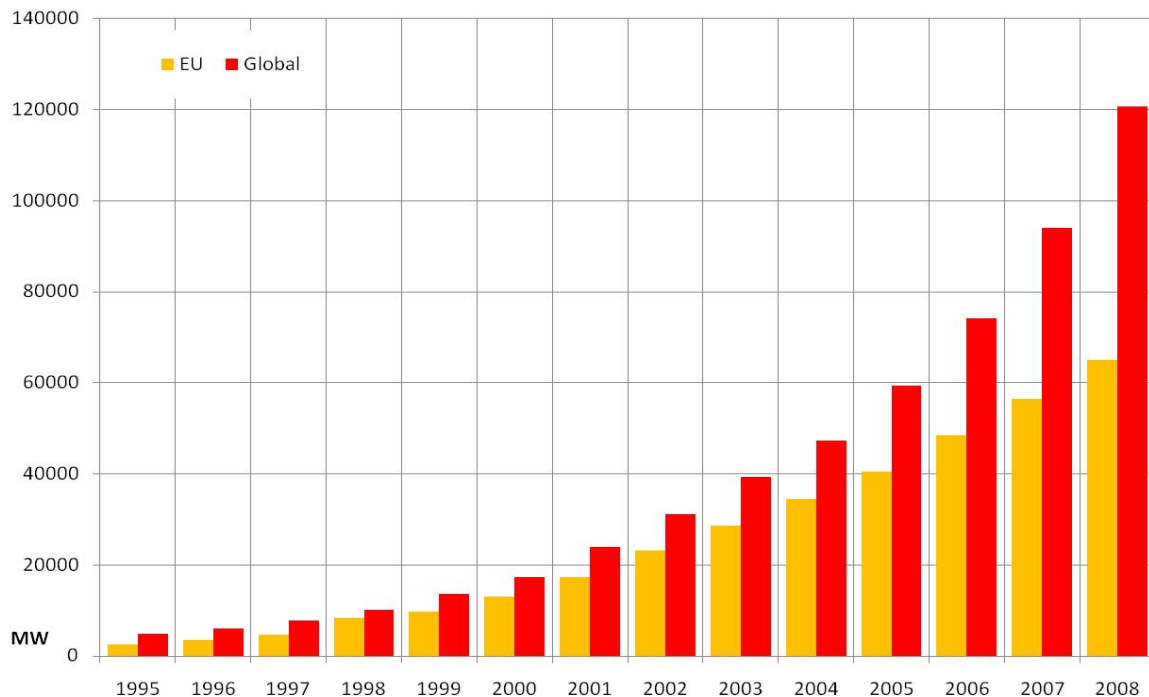


3. ábra: A primer energia-hordozók felhasználásával okozott CO₂ kibocsátás a teljes életciklusra

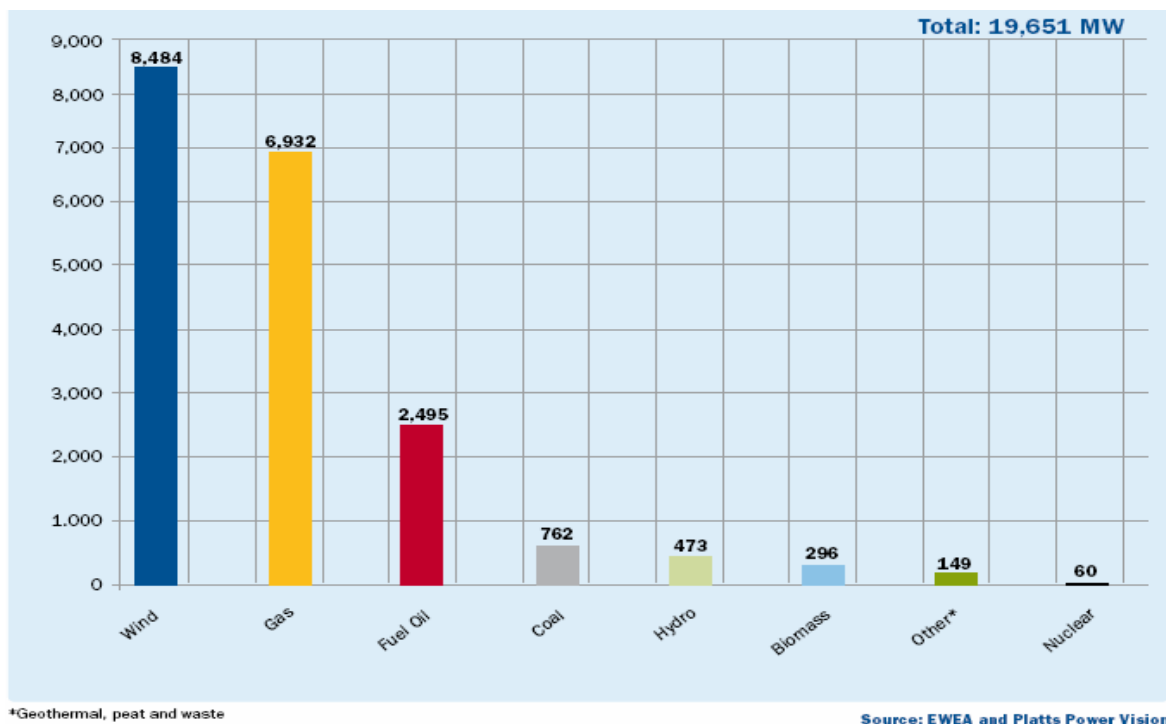
A Globális Szélenergia Társaság (Global Wind Energy Council) adatai alapján elmondható, hogy a szélenergiafelhasználás növekedése az elmúlt másfél évtizedben exponenciális mértékű (EWEA, 2009b), amit az a 4. ábrán is látható. A 2003 végén éves szinten termelt 40 000 MW energiához képest évente mintegy 25%-os növekedési rátával a 2009-ben az energiatermelés megközelíti a 121 000 MW/év teljesítményt, ebből az Európai Unióé mintegy 65 000 MW/év (GWEC, 2009).

Az Európai Unió vezető pozíciója vitathatatlan a szélerőművek telepítésének tekintetében, a világ szélerőteljesítményének több mint 60 %-át Európában találjuk. Az európai cégek szélerőmű piaci részesedése elfoglalt helye is hasonlóan magas, 66 %.

Az Európai Unió a 2008-as esztendőben valóban a szélerőművek irányába vitte az energiapolitikájának súlypontját, amit az a tény is alátámaszt, hogy a múlt évben telepített európai erőművek teljesítményét tekintve 43%-a szélerőmű (5. ábra).

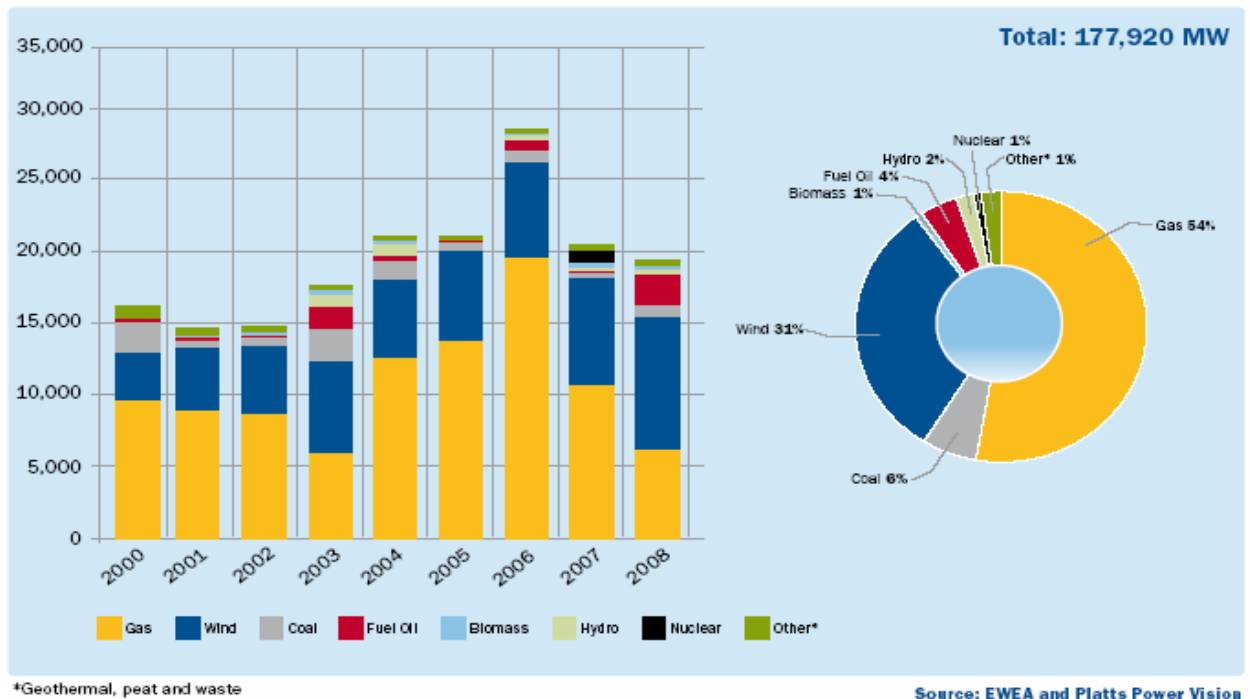


4. ábra: Szélerőmű teljesítmények a világban és Európában (GWEC, 2009)



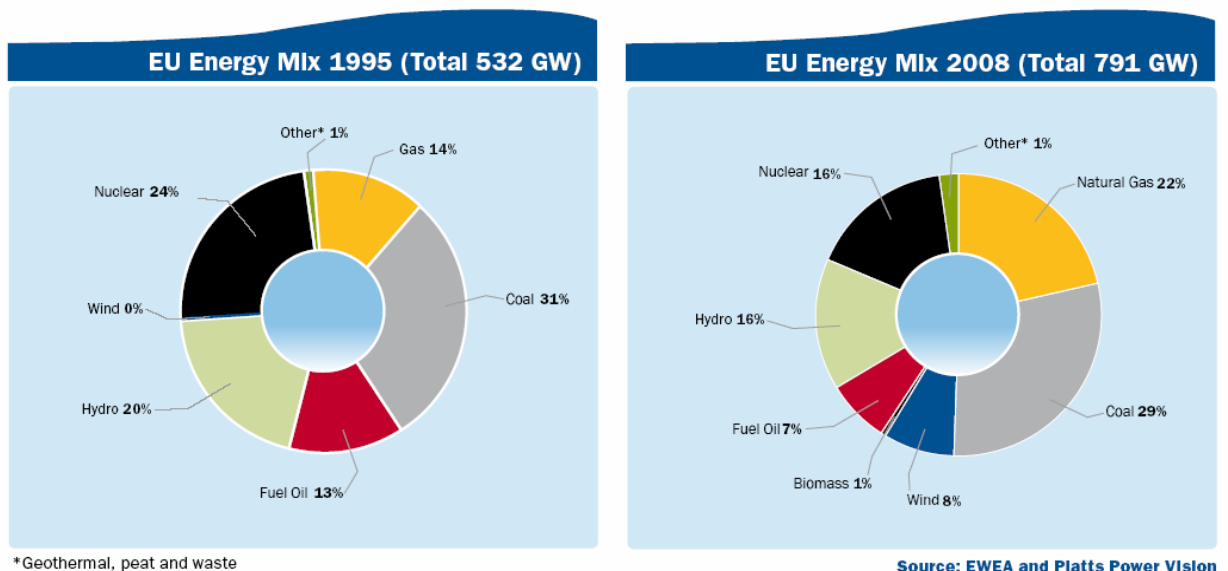
5. ábra: 2008-ban beépített új erőmű teljesítmények megoszlása Európában

Az Európai Unió által újonnan telepített energetikai létesítmények spektrumát tekintve az utóbbi időben a leginkább szembetűnő változás a gázra épülő erőművek részarányának csökkenése (6. ábra). Míg az utóbbi évtizedben a fejlesztések egyik fő komponense a gáz volt, 2008-ra az újonnan épített erőművek között teljesítménye jóval szélenergia teljesítmények alá csökkent.



6. ábra: Új villamos-energiatermelő teljesítmények az EU-ban 2000-2008 között

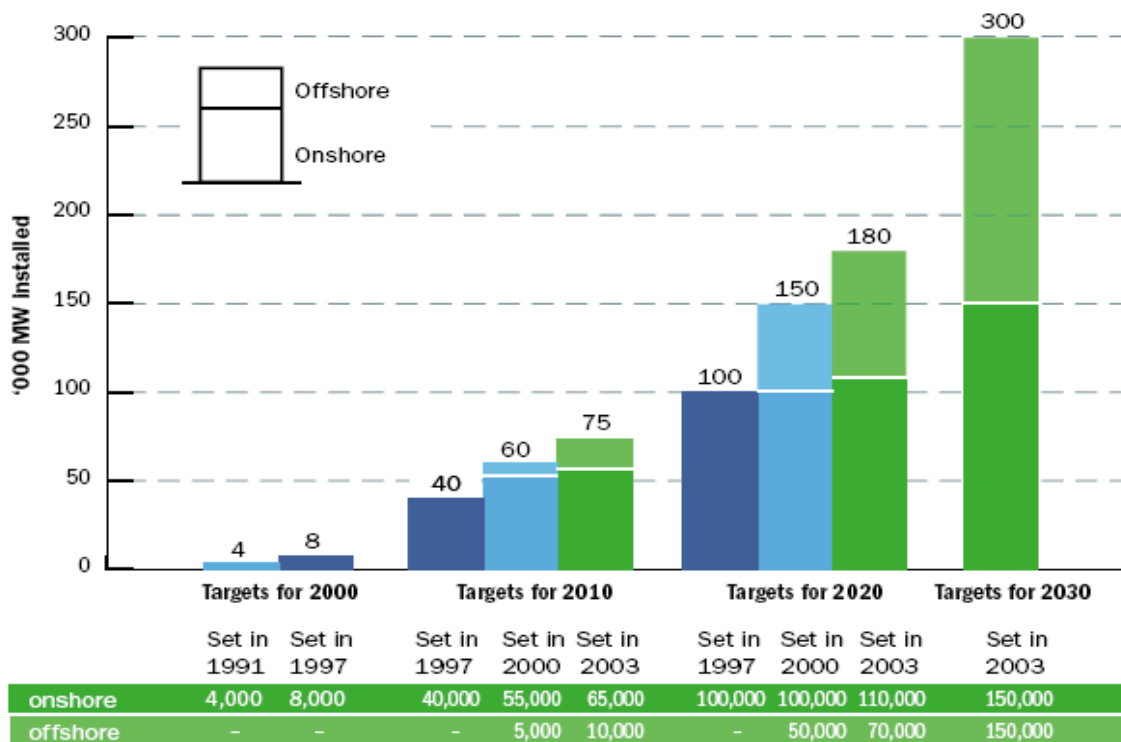
Az EU energiaszerkezetét tekintve 1995-höz képest már így is növekedett a gáz részaránya, azonban a megújuló energiák részesedése jelentősen növekedett, elsősoban az olaj-, a szén- és az atomerőművek rovására (7. ábra). A megújuló energiák között a szélenergia megjelenése és 8 %-ra való növekedése szembetűnő.



7. ábra: Az EU energia felhasználásának szerkezete 1995-ben és 2008-ban

Az Európai Unión belül a szélenergiafelhasználás messze élen járó állama Dánia 21 %-kal, ezt követi Spanyolország Portugália, Írország és Németország (8. ábra). Az egyes államokon belül is – a szél, mint energiaforrás eloszlásának egyenetlenségeivel, illetve a kihasználtságbeli különbségekből adódóan – igen jelentős regionális különbségek adódtak. Például Németország Schleswig-Holstein tartományában hasznosított 2500 MW szélenergia a terület energiaigényének 36 %-át fedezi, Spanyolország Navarra régiója az energiaigényét 70 %-ban a szélenergiából nyeri.

A szélerőművek technológiai szempontból is jelentős fejlődésen mentek keresztül az elmúlt évtizedben. Mind a szélerőművek méretében, mind teljesítményében óriási a növekedés, azonban a következő évtizedre még ennél is intenzívebb fejlődést jósolnak. Az onshore és offshore szélerőgépek ill. parkok között alapvető műszaki megoldásbeli különbségek vannak, elsősorban a szélerősség és a telepítési környezet különbözősége miatt. A tengerbe telepített szélerőgépek jóval nagyobbak szárazföldi társaiknál, ami szintén számos technikai és beruházási problémát vet fel, amikre nagyrészt visszavezethető, hogy jelenleg a telepített szélerőgépkapacitás mindössze 1 %-a offshore. Az erőműveket többnyire partközeli, sekély (legfeljebb 20 m) vízre telepítették. (EWEA, 2009b). Hosszabb távon azonban gazdaságos lenne az offshore erőművek fejlesztése, így az Unió telepítési terveiben is egyre nagyobb szerepet kapnak az offshore szélerőparkok (8. ábra). 2030-ra az offshore szélerőművek teljesítményét egy szintre gondolják hozni az onshore teljesítménnyel.



8. ábra: Onshore-offshore szélerőműparkok szerepe 2030-ig (EWEA)

3. A szélerőművek helyzete a hazai energiapolitikában

Az Országgyűlés elfogadta a 2008-2020 időszakra szóló új energiapolitikát (40/2008 (IV. 17.) OGY határozat), ami a következő három elsődleges célt tűzte ki.

- Ellátásbiztonság

Ezen belül legfontosabb az importfüggőség mérséklése, melynek fontos eszközei az energiatakarékosság, és a megújuló energiahordozók felhasználása.

- Versenyképesség.

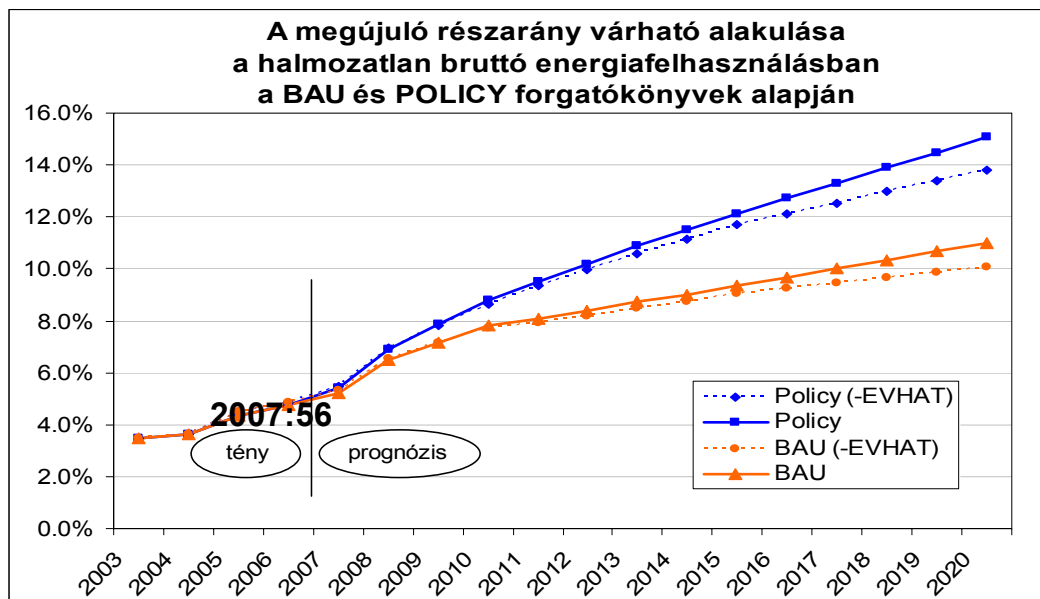
Költségek mérséklése révén érhető el, szintén energiatakarékosság és megújuló energiahordozó felhasználás segítségével.

- Fenntartható fejlődés.

Ennek értelmében a környezetvédelem, mint fontos szempont jelentkezik. Megvalósításában szintén az energiatakarékosság és a megújuló energiahordozó felhasználás kapja a fő szerepet.

Az energiapolitika mellett a hazai energetikai célok megvalósításának útját a Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv (2019/2008 (II.23.) Korm. hat.) fogalmazza meg. A megújuló energiák fejlesztéséről pedig a Kormány elfogadta az új megújuló energiahordozó felhasználás növelési stratégiát (2148/2008 (X.31.) Korm. hat.).

Megújuló energia hasznosítási célkitűzés Magyarországon 2020-ra: 13%. Jelenleg (2008-as adatok szerint) a megújuló energiák a teljes végső energiafogyasztás 6,0%-át teszik ki. A villamosenergia 5,2%-át, a közlekedés: 0,25%-át a hűtés – fűtés: 7,61%-át.

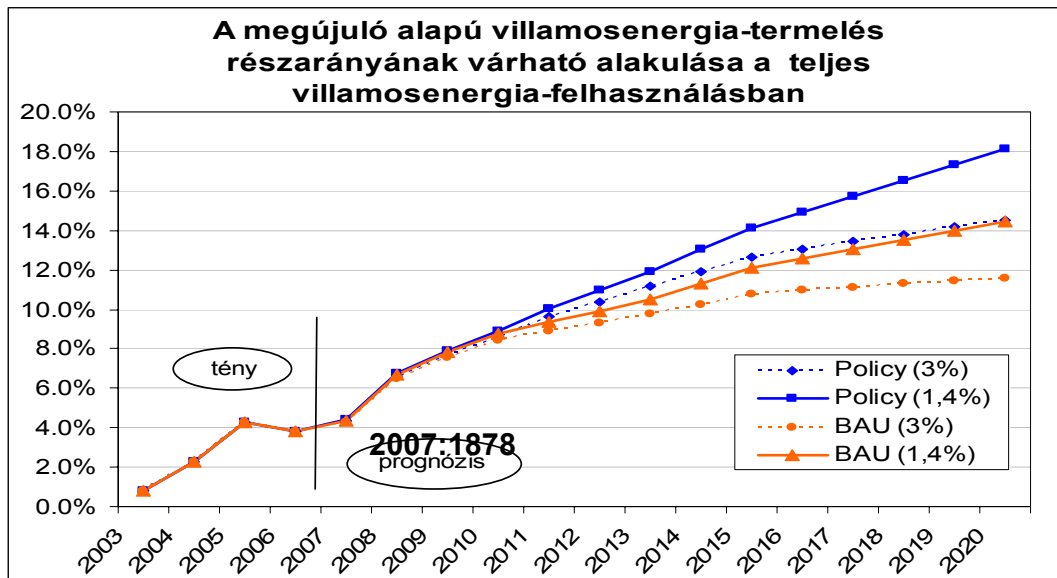


186

136

9. ábra

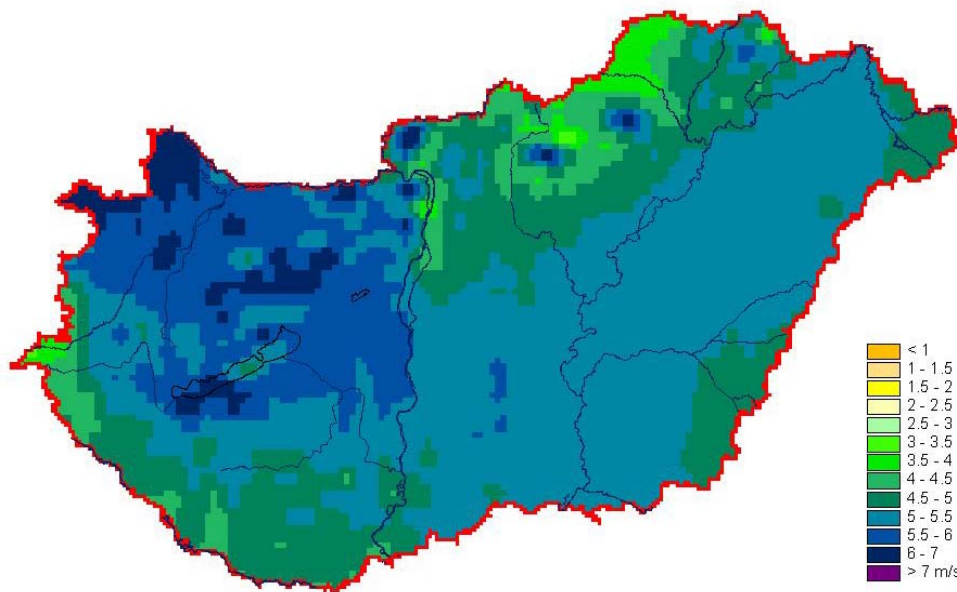
A villamosenergia-termelés tekintetében a tervezett zöldáram aránya 2020-ra 20-21%, ami a jelenlegi arány mintegy négyszerese (10. ábra). Ennek eléréséhez jelentősen hozzájárulhat a szélenergia nagyobb kihasználása. Magyarország ugyanis jelentős potenciállal rendelkezik (11-12. ábra). Az országos potenciális energia 75 méteren: 204PJ/év (Hunyár, 2005).



9470

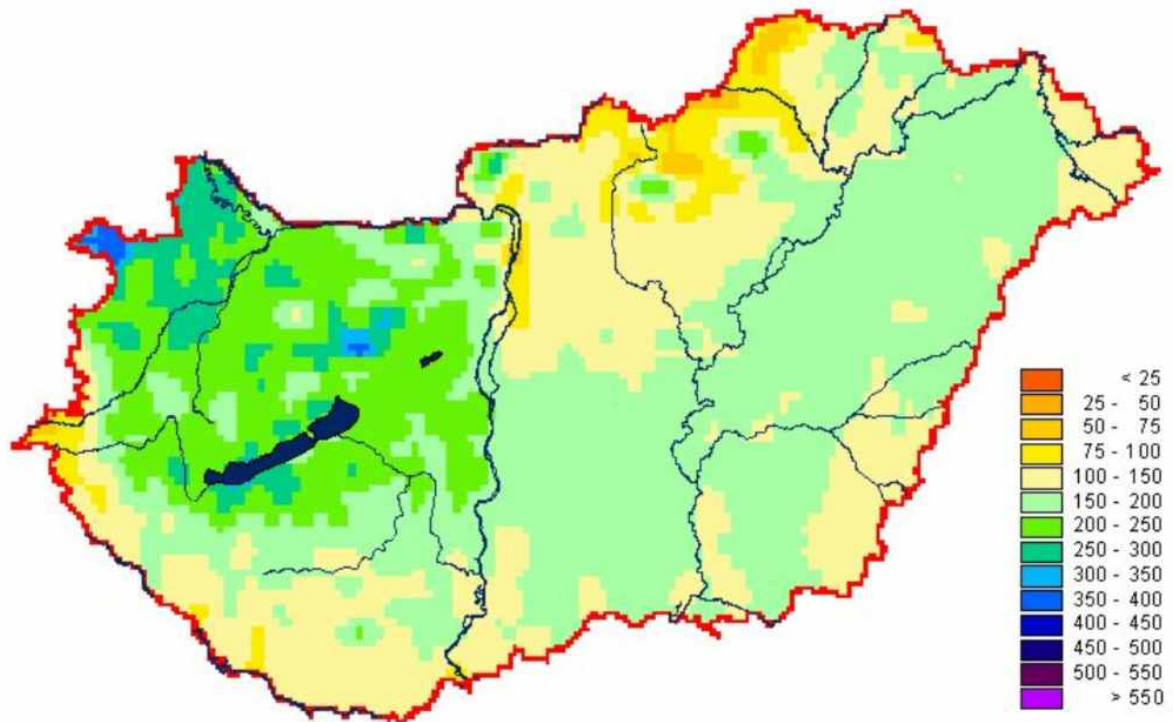
7557

10. ábra



11. ábra: Szélsebesség eloszlás 75m-en (Wantuchné et al., 2005)

Magyarországon a megújuló energiák elméleti potenciálját összehasonlítva (1. táblázat) a szélenergia jelentős pozíciót foglal el (szélenergia potenciál $H=75$ m, $D=75$ m, $E=56,85$ TWh (204,7 PJ/év), $P_{\text{éves átl.}}=6489$ MW). Magyarország teljes megújuló energetikai potenciálja 2665,246-2790,406 PJ/év. E potenciál reálisan hasznosítható mértéke 405 – 540 PJ/év (a teljes potenciál 15-20 %-a), a hazai energiaigény mintegy 30-40 %-a.



12. ábra: Fajlagos szélteljesítmény (W/m^2) 75m magasságban Magyarországon
(Wantuchné et al., 2005)

1. táblázat: Magyarország elméleti megújuló energiapotenciálja

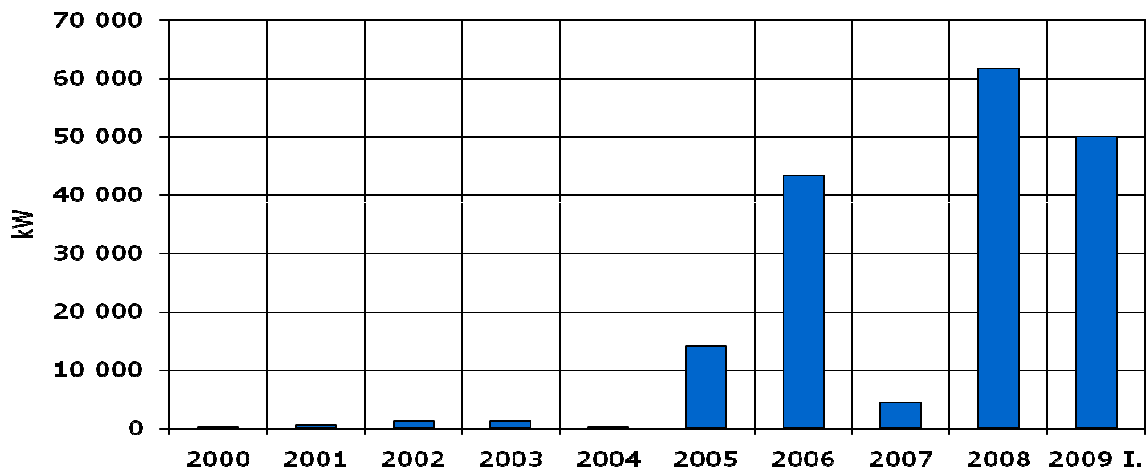
Energiaforrás	Elméleti potenciál (PJ/év)
Aktív szoláris termikus potenciál	48,815
Passzív szoláris termikus potenciál	37,8
Szoláris termikus potenciál a mezőgazdaságban	15,911
Szoláris fotovillamos potenciál	1749,0
Vízenergia potenciál	14,3
Szélerergia potenciál	532,8
Biomassza-energetikai potenciál	≈250
Geotermális energetikai potenciál	63,5

A hazai szélerergia-termelés fejlődését a jó adottságok ellenére visszafogja a bonyolult és gyorsan változó jogszabályi környezet, illetve az ehhez kapcsolódó engedélyezési eljárások.

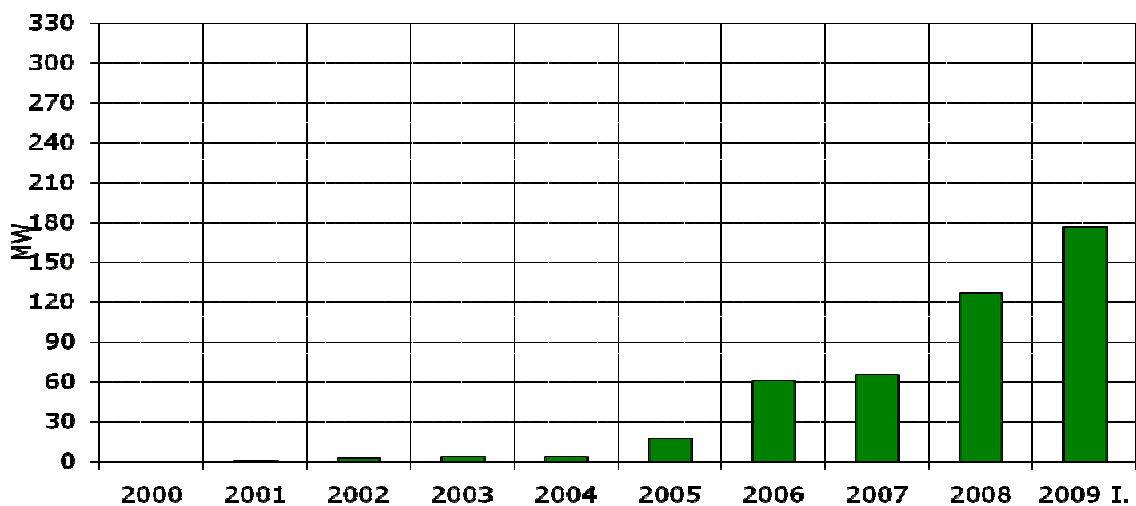
A 246/2005. (XI. 10.) Korm. rendelet a villamos energiáról szóló 2001. évi CX. törvény végrehajtásáról szóló 180/2002. (VIII. 23.) Korm. rendelet módosításáról négy lépcsőssé tette a szélerőművek engedélyezési eljárását. Előírta a Magyar Energia Hivatalnál a kiserőművi összevont engedély megszerzését. Villamos energia rendszerirányítási okokra hivatkozva 2006-ban bevezették az ország egészére vonatkozóan a 330 MW szélerőmű teljesítmény létesítési korlátot.

2006. március 16-ig 1138 MW szélörőmű teljesítményre érkezett igénybejelentés. A felállított feltételrendszernek megfelelő szélörőmőparkok esetében az igényelt teljesítmény 51 %-át engedélyezte a MEH. A jogszabályi környezet bizonytalanságát jól tükrözi az egyes években újonnan beruházott szélörőmű-teljesítmény ingadoza is (13-14. ábra).

2008. január elsejétől ismét módosult a villamosenergia-ipari építésügyi hatósági engedélyezési eljárás: a 382/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet a villamosenergia-ipari építésügyi hatósági engedélyezési eljárásokról rendelkezik erről a területről.

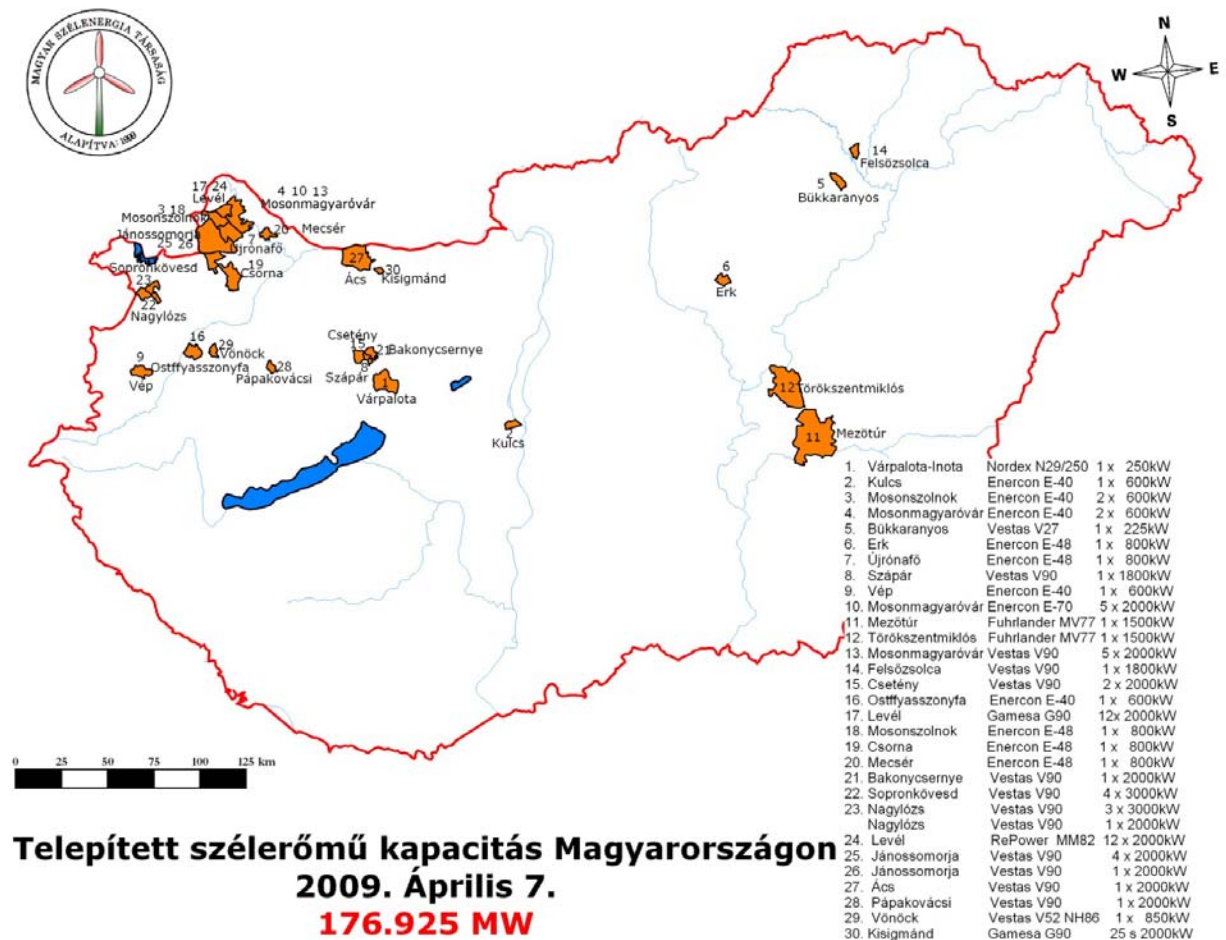


13. ábra: Évente beruházott szélörőmű teljesítmény Magyarországon (kW) (MSZET, 2009)



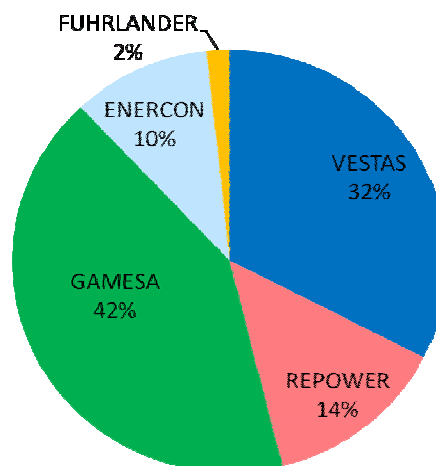
14. ábra: Összesen beruházott szélörőmű teljesítmény Magyarországon (2009. 05. 01.)

A telepített szélörőművek térbeli eloszlása összhangban van a szélenergia potenciál eloszlásával, bár nemcsak a legjobb adottságú területeken létesültek szélörőparkok (15. ábra).



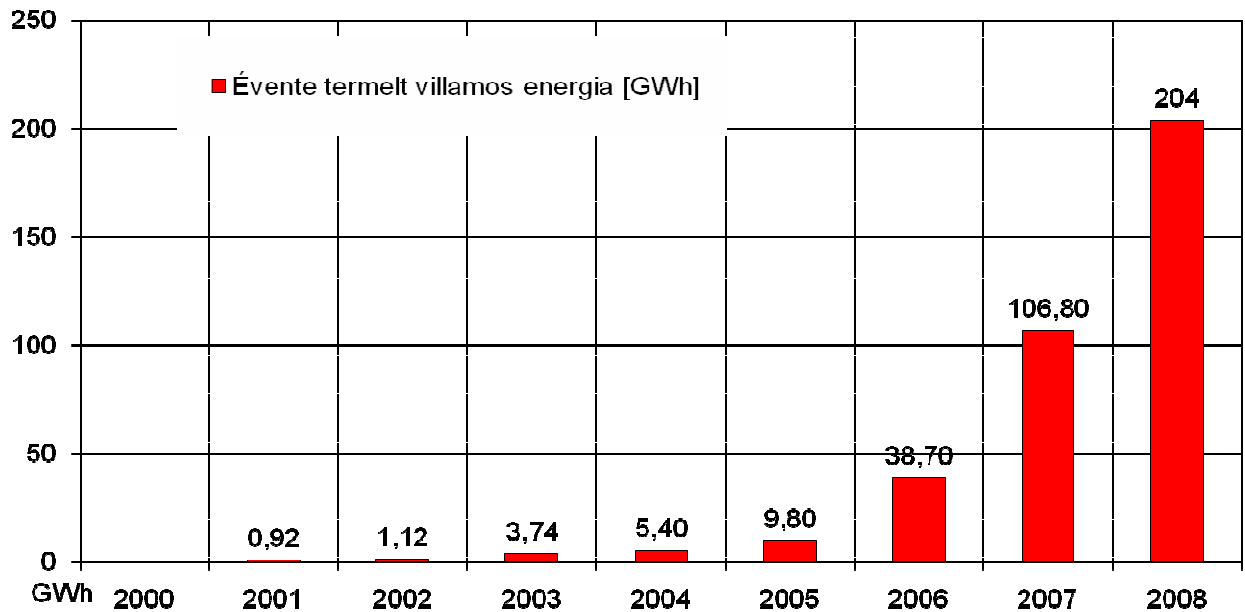
15. ábra: A szélenergia hasznosítás térbeli helyzete

A szélenergia-gyártók piaci részesedését a magyar piacon a 16. ábra mutatja.



16. ábra: A szélenergia-gyártók részesedése a magyar piacon (2009.05.01.)

A nehézségek ellenére a szélenergiával termelt villamos teljesítmény folyamatosan növekedett az elmúlt években (17. ábra), a növekedés exponenciális jellegű, az utóbbi években évenként megduplázódott a termelt mennyiség.



17. ábra: Szélenergiából termelt villamos energia (GWh) (MSZET, 2009)

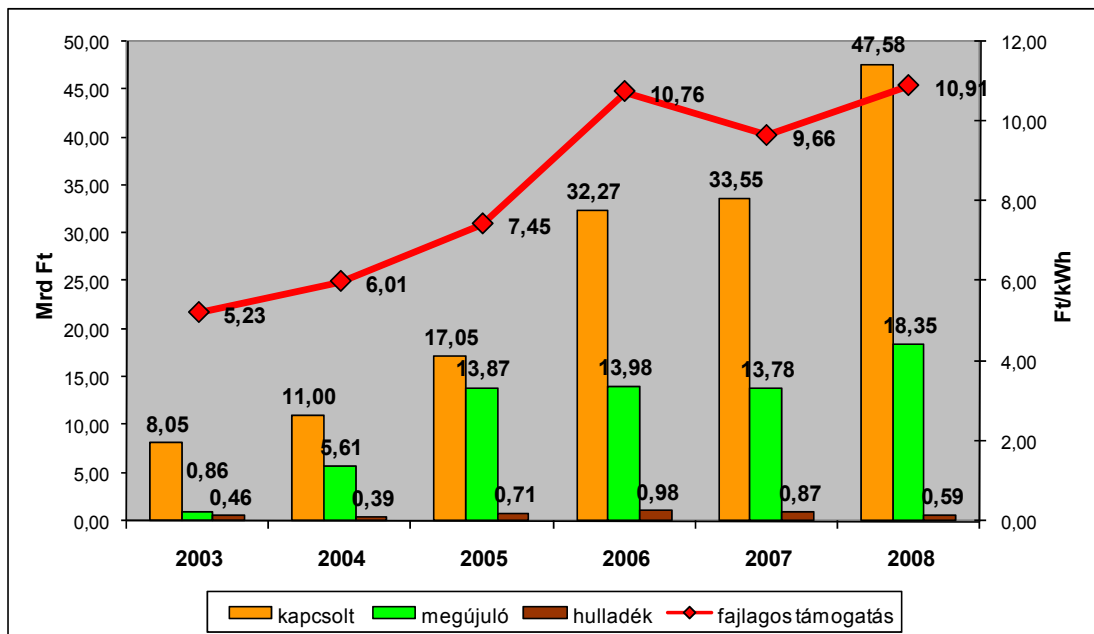
A hazai szélenergia-ipar fejlődésében egyik legfontosabb aktuális kérdés, hogy költségese-e a zöldenergia Magyarországon. Fontos a lakosság megfelelő tájékoztatása és a szélenergia-hasznosítás előnyeinek tudatosítása. Hiszen nem a szélenergiából történő villamos energia termelés támogatása az oka a lakossági villamos energia árának 3Ft/kWh-val történő emelésének!

A másik igen fontos tényező a fejlődés érdekében a jogszabályi helyzet stabilizálása, a KÁT (közelező átvétel alá eső energia) rendszer újragondolása.

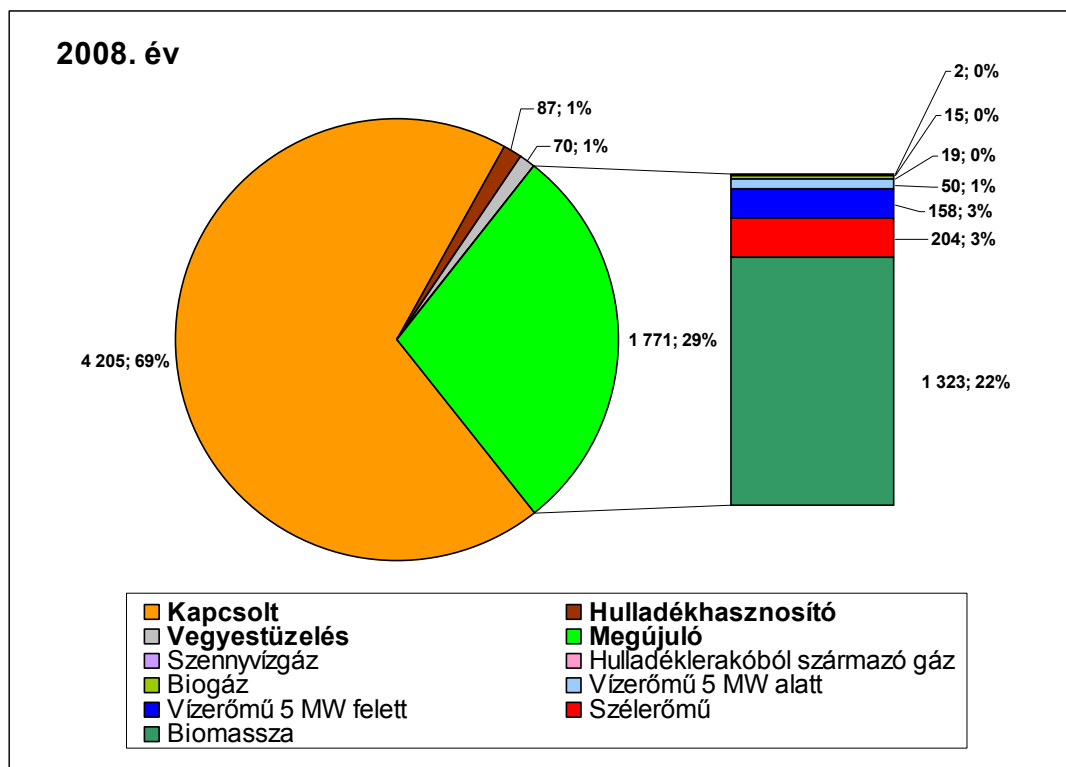
Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR ZRt.) 2008 októberében készült tanulmánya (MAVIR, 2008) szerint

- nem a hálózati keresztmetszetek szabnak korlátot;
- szükséges, hogy a MEH és a MAVIR tegye lehetővé, hogy a szélerőművek, szélerőmű-parkok a Virtuális Szabályozási Központ létrehozásával más technológiájú erőművekkel is együttműködhesse;
- a jelenleg ellenérdekelt KÁT szabályozható termelőket be kell vonni a rendszerszintű szolgáltatások piacára;
- a rendszerszinten nem szabályozható, zsinór menetrend szerint termelő entitások térnyerésének vissza kell szorítani;
- a fogyasztó oldali befolyásolás eszközének (DSM) központi alkalmazása javasolt a rendszer szabályozása érdekében;

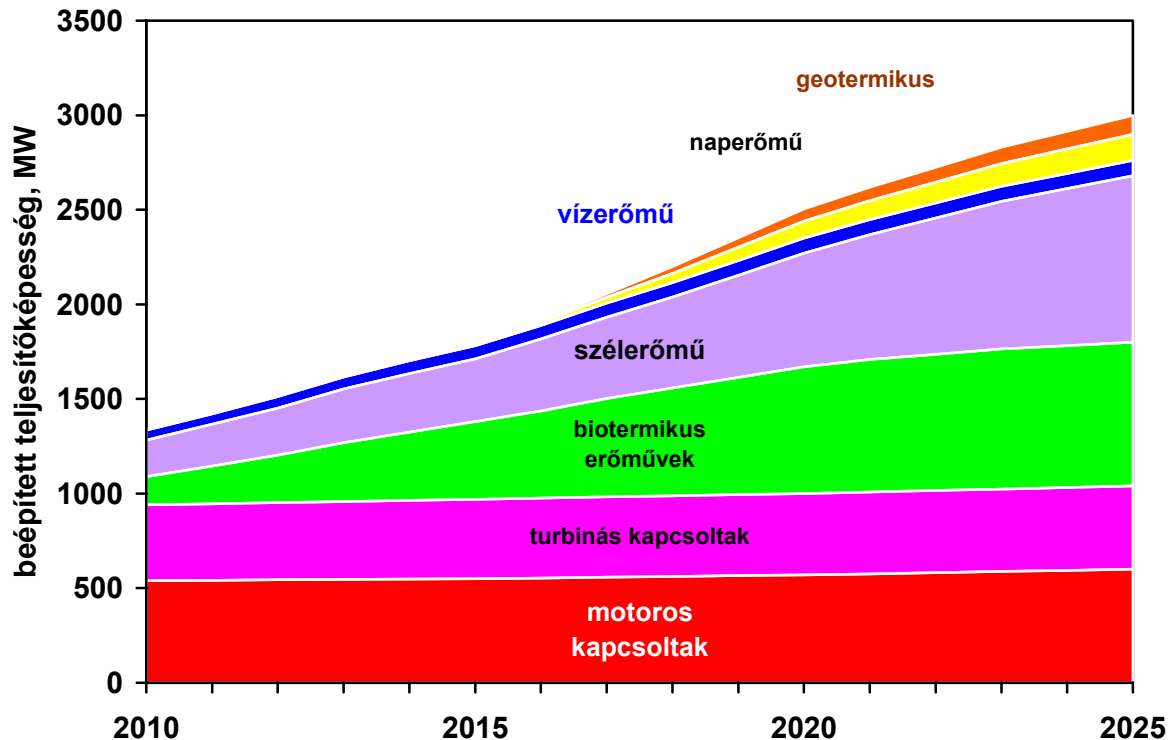
- célszerű a szélérőművek területileg diverzifikáltabb telepítésének támogatása;
- a jelenlegi rendszerterhelés- és szélelőrejelző-beclső alkalmazások pontosságának javítása (MAVIR-OMSZ) szükséges;
- meg kell valósítani az Online szélérőműves termelés előrejelző rendszert.



18. ábra: Támogatott áru villamosenergia- termelés 2003-2008



19. ábra: Átvett villamos energia a KÁT mérlegkörben 2008-ban



20. ábra: Tervezett kiserőmű-teljesítőképességek 2010-2025 között

Az előzőekben ismertetett feltételek következetes végrehajtása 2010-től lehetővé teszi akár a 920 MW-os scenárió megvalósítását (20. ábra), de hosszú távon lehetővé teheti a magyar VER-ben a szélerőműves teljesítmény további lépcsőkben történő növelését – a rendszerállapot folyamatos nyomon követése mellett.

Irodalomjegyzék

EC (2007): Megújulóenergia-úterv

EWEA (2009a): Wind at Work. Wind energy and job creation in the EU.

http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/Wind_at_work_FINAL.pdf

EWEA (2009b): Wind Energy – The Facts. Executive Summary.

<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/WETF.pdf>

GWEC (2009) <http://www.gwec.net/index.php?id=13>

MAVIR (2008): A szélerőművi kapacitásbővítés lehetőségei és feltételei a magyar villamosenergia-rendszerben. Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító ZRt. 2008. október 29.

http://portal.mavir.hu/portal/page/portal/Mavir/Hasznos/tanulmanyok/SZTM_v1_31_20081121.pdf

MSZET (2009): <http://www.mszt.hu/index.php?mid=53>

WANTUCHNÉ DOBI ILDIKÓ, KONKOLYNÉ BIHARI ZITA, SZENTIMREY TAMÁS, SZÉPSZÓ

GABRIELLA (2005): Széltérképek Magyarországról. Szélenergia Magyarországon. 2005. 01. 19, Gödöllő (11-16)

NANOTECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA A VÍZKEZELÉSBEN

Dr. Zseni Anikó– Dr. Bulla Miklós

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: zseniani@sze.hu

Abstract

A nanotechnológia az 1-100 nm-es méretű rendszerek tudatos befolyásolásával (azaz létrehozásával, alakításával, manipulálásával, precíz kezelésével, tervszerű elrendezésével, mérésével, modellezésével), valamint ezen rendszerek különböző technológiai alkalmazásával foglalkozik. Azokat a folyamatokat foglalja magába, amelyek lehetővé teszik, hogy a molekulákat egyenként oda helyezzük, ahova és amikor akarjuk, abból a célból, hogy segítségükkel egy előre eltervezett működést valósítsunk meg.

A nanotechnológiai szerkezetek rövid áttekintését követően előadásunk betekintést kíván nyújtani a nanotechnológia jelenlegi és jövőbeni sokoldalú felhasználási lehetőségeibe. Kiemelten foglalkozunk a környezetvédelmi szempontból előnyösnek ígérkező alkalmazásokkal, köztük a vízkezelésben alkalmazható lehetséges nanotechnológiai eljárásokkal. Végezetül felhívjuk a figyelmet a nanotechnológiai alkalmazások kockázataira, amelyek nagy része abból ered, hogy jelen pillanatban a nanotechnológia lehetséges veszélyforrásairól csak sejtéseink vannak.

1. A nanotechnológia alapjai

A nanotechnológia az 1-100 nm-es méretű rendszerek tudatos befolyásolásával (azaz létrehozásával, alakításával, manipulálásával, precíz kezelésével, tervszerű elrendezésével, mérésével, modellezésével), valamint ezen rendszerek különböző technológiai alkalmazásával foglalkozik. Azaz azokat a folyamatokat foglalja magába, amelyek lehetővé teszik, hogy a molekulákat egyenként oda helyezzük, ahova és amikor akarjuk, abból a célból, hogy segítségükkel egy előre eltervezett működést valósítsunk meg. Fontos a 100 nm-es határ: ez az a küszöb, amely alatt az anyag viselkedésében dominánssá válnak azok a hatások, amelyek újszerű tulajdonságokat eredményeznek a megszokott makroszkópos méretekhez viszonyítva. Az atomi méretek ennél kisebbek, a 0,1 nm-es tartományba esnek; a nagyobb, 1000 nm-es tartománnyal pedig a mikrotechnológia foglalkozik. Az 1-100 nm-es mérettartományban a makromolekulákat és egyes más természetes anyagokat találhatjuk. Az ilyen méretű rendszerek tudatos létrehozásának, alkalmazásának, valamint összetételük, szerkezetük és alakjuk tudatos befolyásolásának a technológiája rövid múltra tekint vissza. Valójában ma még nagyrészt csak az alapkutatásokat folytatják a fizikusok, vegyészek, biológusok; a folyamatoknak még csak kis része van a valódi technológiai szakaszban.

A nanotechnológia mérettartományába eső szerkezetek viselkedése egy átmeneti zóna az atomfizika eszköztárával leírható atomok és a szilárdtestfizika eszköztárával leírható tömbi anyag viselkedése között. Ebben az ún. mezoszkópikus rendszerek világában az anyag furcsa, újszerű, mérettől függő fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkezik, amelyeket csak ritkán láthatunk előre a már meglévő ismereteink alapján, mivel azok az azonos összetételű nagy méretű anyagban nem fordulnak elő. A leglényegesebb hatás talán a felület/térfogat arány megváltozásából következik. A szerkezetek méretének csökkenésével nő a felület/térfogat arány, és ez a változás igen jelentős hatásokat okoz: az anyag tömegében mutatkozó fizikai és kémiai jelenségekkel szemben a felszíni jelenségek érvényesülnek.

A nanotechnológiát a nano + technológia szavak összerakása alapján a nagyon kis dolgok gyártása tudományának gondolhatnánk. Mégsem mondhatjuk, hogy a nanotechnológia a

miniaturizálás éppen soron következő lépcsője, egy még apróbb mikrotechnológia. A nanotechnológia ugyanis gyökeresen eltér a klasszikus technológiáktól: alapvetően alulról felfelé építkezik, azaz atomonként akarja összerakni a dolgokat. Az elmúlt évezredek alatt megismert természeti törvények segítségével arra akarja rábírní az atomokat és molekulákat, hogy bizonyos előre kigondolt tervek, kívánalmak alapján kapcsolódjanak össze. A klasszikus technológiák azonban (a kőkorszaktól napjainkig) felülről lefelé építkeznek: a szükséges javak vagy azok részegységeinek előállítása során „kifaragják” azokat egy nagyobb darab nyersanyagból, azaz eltávolítják a „felesleget” egy tervhez viszonyítva. A nanotechnológiai szerkezetek többségét felülről lefelé, kifaragás útján nem lehet kialakítani. (Biró L. P. 2003)

2. A nanotechnológiai szerkezetek áttekintése

Az 1-100 nm-es mérettartományt elvileg két irányból is el lehet érni: a tömbi anyag felől, a „fentről lefelé” (top down), más néven a méretcsökkentés (scaling down) útján; vagy az atomok felől, az ún. „lentől felfelé” (bottom up) úton. Az első módszerbe tartozik a tömbanyag forgácsolása, nano méretekre aprítása, valamint a mikroelektronika és a félvezető-technológia által kialakított mikrolitográfia és a felületek megmunkálása.

A másik út, az előző alfejezetben is leírt kémiai építkezés, ígéretesebbnek látszik: ebben irányított reakciókkal arra bírják rá az atomokat, hogy az előzetes szándéknak megfelelően rendeződjenek el és kapcsolódjanak össze, és akkor állítják meg a folyamatot, amikor a képződött termékek a kívánatos mérettartományba nőnek.

Az alábbiakban röviden áttekintjük a nanotechnológiai szerkezeteket (Bánhegyiné Tóth Á. 2008).

- *Nanorészecskék*

A nanorészecskék a legegyszerűbb, a D^0 kategóriába tartozó kvázi-pontszerű szerkezetek. Ezek lehetnek fémek, oxidok, félvezetők, szerves anyagok (pl. polimerek). Néhány száz, néhány ezer atomból ill. molekulából állnak. A kis méret eltorzítja, átalakítja a fémek, félvezetők sávszerkezetét, ami különleges optikai, mágneses, elektromos és egyéb tulajdonságokat eredményez.

- *Nanocsövek*

A lineáris nanoszerkezetek közé tartozó nanocsövek, nanodrótok és egyéb hasonló szerkezetek egydimenziósak (D^1): az átmérőjük nanotartományú, a hosszuk pedig mikrométeres vagy akár milliméteres is lehet.

A nanocsövek leggyakoribb képviselői az egyfalú és többfalú szén nanocsövek. Az egyfalú szén nanocső egy spirál mentén tökéletes hengerré tekert grafit monoréteg (grafén sík); átmérője az egy nanométeres tartományban van, hossza mikrométeres tartományú (1. ábra). A feltekeredés szögétől függően a képződő nanocső vezető, félvezető, szigetelő is lehet. A többfalú szén nanocső koncentrikusan egymásba helyezett egyfalú szén nanocsövekből épül fel, az egyes csövek falai közötti távolság megegyezik a grafit rétegei között mérhető távolsággal (0,34 nm). A szén nanocső felülete inert, kémiaiilag nehezen módosítható.

A szén nanoszerkezetek kutatásának leggyorsabban fejlődő iránya a szén nanocsövekre koncentrál, mivel az egyenes szén nanocsövek különleges elektromos és mechanikai

tulajdonságokkal bírnak. Egy szén nanocső szilárdsága pl. százszorosa a megfelelő méretű acélszálénak, tömege viszont az acél tömegének csak hatoda.



1. ábra: Grafén sík feltekerése (Biró L. P. 2003)

- *Nanoporozitás és nanoszűrés*

Vannak olyan D^2 nanoszerkezetek, amelyek vastagsága nanométeres, a másik két dimenziója pedig mikrométeres, mint pl. a réteges agyagásványok, vagy a műanyagipar által töltőanyagként alkalmazott réteges nanolemezek.

A pórusok is lehetnek nanoméretűek, a nanoporozitás dimenziószáma viszont nehezen definiálható. A nanopórusokat a szűrés technikában alkalmazzák.

- *Nanotechnológiai építkezés biomolekulákból*

A biomolekulák a nanotechnológia mérettartományába esnek, kézenfekvőnek tűnik tehát, hogy a természet által már létrehozott szerkezeteket alkalmazzanak építőelemként.

A DNS és RNS önszerveződését kihasználva nanoszerkezeteket lehet létrehozni. A DNS-nek és RNS-nek ugyanis a kettős spirálnál magasabb önszerveződési formái is ismertek, amelyekből még bonyolultabb szerkezeteket lehet összekapcsolni, és a végeredményként előálló két-, háromdimenziós szerkezetek üregeiben fémek, félvezető részecskék vagy szén nanocsövek helyezhetők el, illetve növeszthetők. A szerves anyag esetleges eltávolítása után visszamarad a rendezett részecskehalmaz.

- *Önszerveződő nanocsövek biológiai makromolekulákból*

A természetben sok „nanogép” található az enzimkomplexeiktől kezdve a riboszómáig. A nano-biotechnológia, de a nanotechnológia más ágai számára is hasznosak lennének az olyan nanoszerkezetek, amelyek biológiai eredetű makromolekulákból állnának, és működésüket kis molekulák vagy akár más makromolekulák indítanák meg és vezérelnék. Így meghatározott célú és alakú, nem toxikus, tudatosan, reprodukálhatóan manipulálható szerkezeteket lehetne előállítani. Az építőelemek lehetnek teljes makromolekulák, valamint a konformációs átalakítások során önállóan, egységként viselkedő peptid szekvencia is.

3. A nanotechnológia alkalmazási lehetőségei

- *Nano-biotechnológia*

A nano-biotechnológia a nanotechnológia biológiai, orvosi és gyógyszeripari alkalmazásainak összefoglaló neve. Az alkalmazások nagy része tulajdonképpen a nanomedicina tárgykörébe sorolható (terápia, gyógyszerek célba juttatása, vérpótlás, mesterséges szövetek előállítása, neuro-medicina, kozmetika). A nanomedicina a betegségek kialakulásához vezető, a természetes folyamatoktól eltérő változásoknak a nanoméretben (néhány molekulányi méretben) történő felismerését, a beteg részek testben való lokalizációját, és oda nanoméretű és nanomennyiségű gyógyszer adagok eljuttatását jelenti. A diagnosztika nanomedicinával támogatott fejlődése javíthatja a betegek ellátását, és elősegítheti a költségek csökkentését, mivel a diagnózisokat pontosabban lehet felállítani, és a terápiák személyre szabottak lehetnek. (*Bánhegyiné Tóth Á. 2008*)

- *Nanoelektronika*

A nanoelektronika legfontosabb alapanyagát a szén nanocsövek jelentik. Az egyfalú szén nanocsöveket kitűnő mechanikai és elektrokémiai tulajdonságaik, a többfalú szén nanocsöveket kifejezetten elektrokémiai tulajdonságaik alapján használják fel. Nanoelektronikai termékek a nanoszenzorok (nyomás, hőmérséklet, mechanikai feszültség érzékelése). A nanoszenzorok perspektivikus területét jelentik az emberi testen belül működő, és a külvilág felé semmiféle vezeték nem igénylő alkalmazásoknak.

A nanoelektronika másik felhasználási területe az energiakonvertálás és -hasznosítás területére vonatkozik: a szuperkapacitás kihasználása és nanoelektronikai alapon történő kutatása, fejlesztése. A szuperkapacitás (DLC, double layer capacitor) olyan kompakt, elektrokémiai kapacitás, amely különlegesen magas energiamennyiséget képes tárolni, nagy sebességgel fölvenni és leadni. A mai DLC eszközök a konvencionális kapacitások energiájának százszorosát tárolják, teljesítményük az elemek és akkumulátorok teljesítményének kb. tízszerese. A DLC energiasűrűsége és élettartama viszont egyelőre nem éri el a legjobb akkumulátorokét. A három dimenzióba rendezett nanocsövekkel és vezető polimerekkel (polianilin, polipirrol) elkészített DLC azonban várhatóan a jelenleg kereskedelmi forgalomban kaphatóknál nagyságrendekkel jobb paraméterekkel rendelkezik majd. (*MTA Kémiai Kutatóközpont 2007*)

- *Nanooptika*

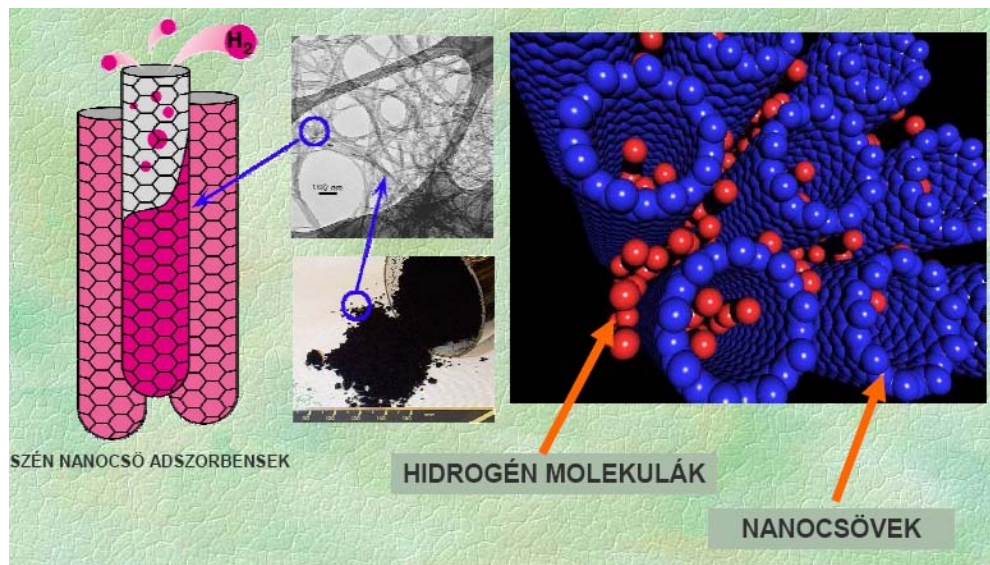
A nanooptika azon alapszik, hogy a nanorészecskék beágyazhatók a termotróp folyadékkristályos rendszerekbe. A termotróp folyadékkristályos rendszer, mint mátrix sajátosságainak változtatásával a nanorészecskék, elsősorban azok anizotróp formái (elsődlegesen rúd, de lehet korong alakú is) térben makroszkópikus módon irányíthatók. A rendszerre kapcsolt elektromos tér hatására a részecskék optikai tulajdonságai szabályozhatók és beállíthatók. Ezt felhasználva új típusú kijelzők és átviteli eszközök hozhatók létre. (*MTA Kémiai Kutatóközpont 2007*)

- *Nanoenergetika, tüzelőanyag-cellák*

A nanotechnológia fejlődésével új utak nyílnak az elektromos energia környezetbarát előállításában és tárolásában.

A nanotechnológiában újonnan fejlesztett pórusos membránok és membrán katalizátorok, a nanopórusos elektrokatalizátorok döntő áttöréshez vezethetnek a tüzelőanyag-cellák hatásfokának, működési paramétereinek javításában. (MTA Kémiai Kutatóközpont 2007)

Integrált energetikai rendszerben szükséges az energia tárolása is. Az előző alfejezetben már bemutattuk, hogy szén nanocső-polimer kompozitokkal a DLC (szuperkapacitás) eszközök valamennyi paraméterét jelentősen lehet javítani. A szén nanocsövek hidrogén tárolására lehetnek alkalmasak (2. ábra).



2. ábra: Hidrogén tárolás szén nanocsővel (SZTE 2006)

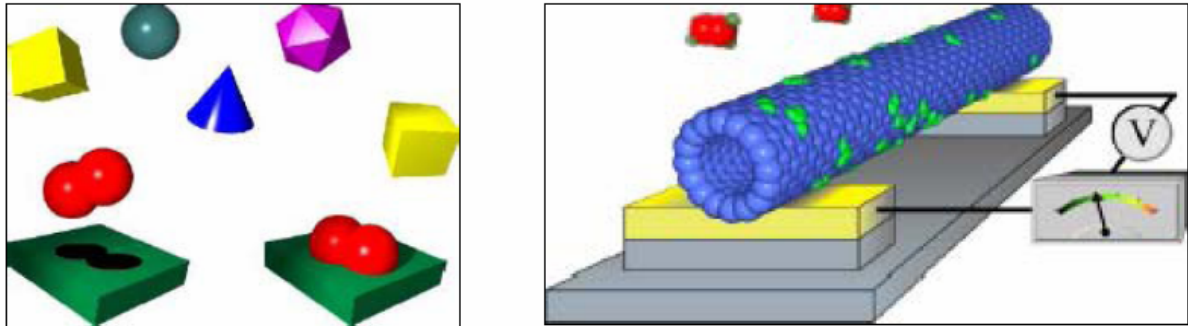
- *Nanotechnológia a környezetvédelmi szenzorikában*

Mivel a nanorészecskék néhány száz, néhány ezer atomból állnak, így méretük összevethető a vegyértékelektronok de Broglie hullámhosszával (minden részecske leírható λ hullámhosszúságú hullámként), azaz az elektronok szempontjából pontszerűeknek tekinthetők. Az elektronok által elfoglalt diszkrét energiaszintek függenek a részecske méretétől. Ez az elrendeződés olyan elnyeléseket mutat, amelyeket a tömbanyag nem. Fém nanorészecskék esetében a látható fény hullámhossztartományában felületi plazmon-elnyelések is létrejönnek (a részecskékbe zárt elektronok kollektív rezgése miatt). A plazmon rezonancia hullámhossza nemcsak a részecske méretétől és alakjától, hanem a környezetétől is függ, emiatt analitikai célokra is felhasználható. Ha a nanorészecske felületére egy molekula adszorbeálódik, akkor megváltozhat a környezet törésmutatója, és eltolódik a plazmon elnyelési sáv. Ha a nanorészecskére olyan primer réteget viszünk fel, amely specifikus kötőhelyekkel rendelkezik (pl. antigén-antitest kölcsönhatás), akkor a jel specifikussá tehető (3. ábra). A detektálás egyszerű, olcsó, megbízható, pontos. (Bánhegyiné Tóth Á. 2008)

A nanorészecskék, nanocsövek, nanodrótok, tömbanyagba ágyazott nanoszerkezetek egyaránt használhatóak a szenzorokban, valamint léteznek nanopórusos szilícium szenzorok is. A szennyező anyagok széles körét ki lehet mutatni, esetenként nagyságrendekkel érzékenyebben, mint a hagyományos detektálási módszerekkel.

A nanorészecskékre épülő nanoszenzorok a H^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cl^- , $Cr(VI)$, O_2 , O_3 , CO , NO , NO_2 , H_2S kimutatására alkalmasak.

A szenzorokban alkalmazott nanocsövekkel és nanodrótokkal a tervezérlésű tranzisztorokban, gázérzékelőkben a H_2 , He, Ar, O_2 , O_3 , N_2 , CO, CO_2 , NO_2 , CH_4 , NH_3 , HCl, klórozott szénhidrogének, ketonok, észterek, szénhidrogének, alkoholok detektálhatók.



3. ábra: Szén nanocső detektor elvi sémája (SZTE 2006)

4. Nanotechnológia a vízkezelésben

A Földön kb. 1 milliárd, főleg fejlődő országokbeli ember számára nem elérhető az iható ivóvíz, és további 2,6 milliárd ember nélkülözi a megfelelő minőségű ivóvizet. Az elégtelen és nem megfelelő minőségű vízellátás jól ismert gazdasági, társadalmi és környezeti hatásai mellett az emberi egészség és jól-lét is közvetlenül kapcsolatban áll a megfelelő mennyiségű és minőségű vízzel való ellátottsággal, különösen a legsebezhetőbb rétegek, úgymint a gyermekek, az idősek és a szegények esetében. A világnak jelentős kihívással kell szembenéznie: az iható víz iránti igény nő, miközben az édesvíz-készletek csökkennek a szárazodás és a népesség gyarapodása miatt, az egészségügyi határértékek szigorodnak, és a különféle vízhasználók egymással versengő igényekkel lépnek fel. Mindezeket túl számolnunk kell a változatos ipari, mezőgazdasági és települési szennyvizek növekvő mértékű felszíni és felszín alatti vizeket szennyező hatásaival, amelyek szintén csökkentik a rendelkezésre álló egészséges ivóvíz mennyiségét.

Mind a fejlett, mind a fejlődő országokban a vízigények megfelelő kielégítése szükségessé teszi az új és innovatív technológiák fejlődését. Ezeknek azonban összköltségüket tekintve olcsóbbnak, tartósnak és a jelenlegi módszereknél hatékonyabbnak kell lenniük a szennyező anyagok vízből történő eltávolítására.

A nanotechnológia új és a korábbiaknál jobb megoldásokat kínál a vízszennyező anyagok eltávolítására. Olyan problémák megoldására is képes, amelyre a jelenleg alkalmazott technológiák nem képesek.

A nanotechnológia vizekre vonatkozó jelenlegi és jövőbeni alkalmazásai területeit alapvetően három területre lehet felosztani: (1) vízkezelés; (2) vízszennyezők kimutatása, detektálása; (3) szennyezés megelőzés (Theron et al 2008).

A vízkezelési technológiák közé a különféle vízkezelési (ivóvíz, ipari víz, öntözővíz előállítás), a szennyvíztisztítási, valamint a felszíni és felszín alatti vizek kármentesítési technológiái tartoznak. A nanotechnológia vízkezelésben való alkalmazása alapvetően három fő technológiát foglal magába, úgymint: az adszorpciós módszerek, a nanokatalízis és a mágneses nanorészecskékkel történő vízkezelés. Az adszorpciós módszereket jópár éve, sőt, évtizede alkalmazzák a vízkezelésben. A kutatások és a gyakorlati felhasználás elsősorban az ivóvizek előállításával kapcsolatosak, és emiatt főként a fejlődő országokban elterjedtek. Kivitelezése nanomembránkkal vagy nanoszerkezetű anyagokkal lehetséges. A nanokatalízis

és a mágneses nanorészecskék alkalmazása még csak kutatási, kevésbé technológiai fázisban tart.

A vízszennyezők kimutatása és detektálása terén a nanotechnológia új, az eddigieknél sokszorosan érzékenyebb szenzorok kifejlesztésével a vizekben előforduló biológiai és kémiai szennyező anyagok nagyon kis koncentrációban való kimutatására képes. Ezen technológiákat részletesebben a 3. fejezetben mutattuk be. A nanotechnológiában rejlő lehetőségek lehetővé teszik a folyamatos monitoringra alkalmas, alacsony költségű és vegyület specifikus detektáló készülékek kifejlesztését is, amely eszközöknek a szennyezés megelőzésben lehet szerepük.

4.1. Nano-adszorpciós módszerek a vízkezelésben (nanoszűrés)

Az ivóvízkezelés hagyományos módszerei egyrészt eltávolítják az úszó-lebegő anyagokat (szűrés, üleptetés), másrészt a koaguláció, flokkuláció, levegőztetés révén egyes oldott állapotú anyagokból csapadékot képezve azok is kiülepíthetők vagy kiszűrhetők. A fertőtlenítés a mikroorganizmusokat távolítja el. A technológiák egyik nagy hátránya azonban az, hogy az oldott sók és egyes oldott szerves és szervetlen anyagok eltávolítására nem alkalmasak. A membrántechnológiák azonban erre is képesek. Négyféle membrántechnológia létezik: mikroszűrés, ultraszűrés, nanoszűrés és fordított ozmózis. A membránok pórusmérete ebben a sorrendben csökken. A vízkezelésben leggyakrabban a nanoszűrést és a fordított ozmózist alkalmazzák, a mikro- és ultraszűrés inkább a vizek és szennyvizek előkezelése és a mikrobák eltávolítása során használatos. A membrántechnológiák nagy előnye, hogy nem igényelnek vegyszerfelhasználást, viszonylag kicsi az energiaszükségletük, könnyű a kezelésük és karbantartásuk.

A fordított ozmózis során a vízmolekulákon kívül mindent visszatart a membrán. A nanoszűréskor alkalmazott membránok azonban szelektíven engedik át a részecskéket, ami nagy előny a fordított ozmózishoz képest. Így egyrészt lehetővé válik, hogy a szervezet számára szükséges anyagok, mint pl. a kalcium-ion benne maradjanak a tisztított vízben, másrészt specifikusan lehet őket használni egyes szennyező anyagok eltávolítására. Az egyértékű ionok, mint pl. F^- , NO_3^- eltávolítására a nanomembránok nem alkalmasak. Ez azonban előny is lehet abban az esetben, ha a fluor vízbeli koncentrációja egyébként megfelelő a fogak egészséges fejlődéséhez. A szelektivitáson kívül a nagyobb áteresztőképesség jelent még előnyt, mivel emiatt kisebb nyomásra van szükség, ami kevesebb energiabefektetést igényel a fordított ozmózisos rendszer működtetéséhez képest.

A nanomembránok alkalmazásakor a vizek előkezelésre van szükség a vízben lévő apró szemcsés anyag eltávolítása miatt. A nanomembránok élettartama a hagyományos membránokéhoz hasonlóan 4-5 év, ám ez hatékony előkezeléssel meghosszabbítható.

A nanoszűrés módszereit adszorpciós módszereknek is nevezhetjük, mivel tulajdonképpen adszorpcióról van szó, amely nemcsak egy membránon való átszűréssel, és a membránon történő felhalmozódással valósítható meg: nanoszerkezetű anyagokon is át lehet szűrni a vizet, amikor is a szűrőanyag felületére adszorbeálódnak a szűrőanyag minőségétől függő specifikus szennyező anyagok.

A nano-adszorpciós módszerek alkalmazási területei az alábbiak (Hillie et al 2006, Theron et al 2008):

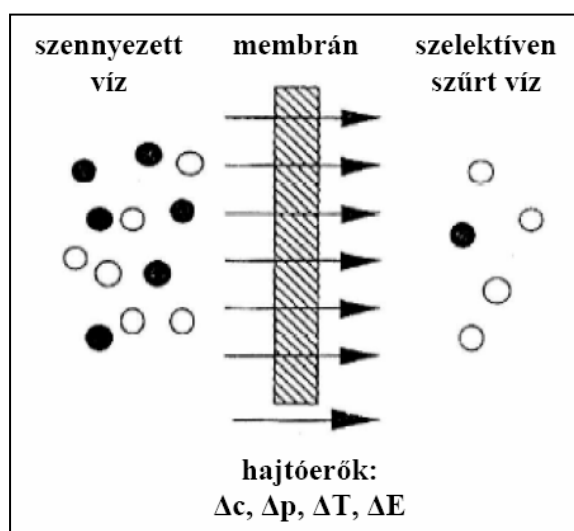
- tengervíz sótalanítás;
- oldott sók eltávolítása: NO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} (ezáltal vízlágyítás is);
- szerves és szervetlen mikroszennyezők eltávolítása (nehézfémek, cianid, halogénezett szénhidrogének stb.);

- vírusok, baktériumok eltávolítása.

A következőkben részletesebben megvizsgáljuk az adszorpció kivitelezésére szolgáló két fő technológiát és azok néhány variációját.

4.1.1. Nanoszűrő membránok

A membránok régebbi típusai a hagyományos, természetes vagy mesterséges nanopórusokkal ellátott szén, szilikon, polimer, kerámia membránok. Ezeket már jópár évtizede alkalmazzák, különösen az ivóvízkezelésben. Az újabb típusú membránok vagy nanoszerkezetű anyagokból (ezek az ún. nanoszerkezetű membránok) vagy polimerek és szerves anyagok kompozitjából (ún. nanoreaktív membránok) készülnek; a pórusméret, a szelektivitás, a felületükön lejátszódó kémiai reakciók kontrollálásával. Ezeknek a membránoknak nagyon fontos tulajdonsága, hogy szelektívek, azaz a membrán megfelelő kialakításával nemcsak azt lehet megválasztani, hogy milyen méretű anyagok jussanak át a membrán egyik oldaláról a másikra, hanem azt is, hogy milyen anyagok jussanak át (5. ábra). A nanoszerkezetű membránok jellemzően szén nanocsövekből állnak, a nanoreaktív membránok esetében pedig nanorészecskéket kötnek a membránra.



5. ábra: A membránszűrés sémája

A nanoszűrés (és bármely szűrés) hatékonysága a kezelendő víz minőségétől, a szennyező anyag tulajdonságaitól és a kívánt vízminőségi követelményektől függ. A különböző típusú membránok különböző szennyezők esetében alkalmasak. Mivel az új típusú nanoszűrő membránok „megrendelt” fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, ez jelentős előnyt jelent a célzott szennyezőanyag-eltávolításra irányuló kívánalmak esetében. (Meridian Inst. 2006 b)

- Nanoszerkezetű membránok

A nanoszerkezetű membránok szén nanocsöveket alkalmaznak adszorbensként. A szén nanocsöveket egyenletesen, szorosan, függőlegesen sorba állítják (létrehozásuk leggyakrabban alkalmazott technológiájában katalizátorként szolgáló fém nanorészecskével bevont szilíciumot alkalmaznak), így nanoméretű pórusokkal rendelkező membrán állítható

elő. A szén nanocsövek közti üres helyeket kerámia anyagokkal töltik ki, ami a membrán stabilitását eredményezi.

Amint korábban már írtuk, a szén nanocsövek felhasználása igen sokoldalú. Vezetőképességük és mechanikai tulajdonságokat javító szerepük mellett nagy fajlagos felületükből adódóan adszorbensként is fel lehet őket használni a vízkezelésben. A szén nanocső membránok más aktív szenekhez hasonlóan baktériumok, vírusok, szerves vegyületek, nehézfémionok eltávolítására használhatók, de a kutatások a sóatlanításban is biztató eredményeket hoztak már. Az aktív szénnel összehasonlítva a szén nanocső fajlagos felülete kisebb, de átlagos pórusátmérője nagyobb, így nagyobb az áteresztőképessége, azaz rövidebb idő alatt beáll az egyensúlyi adszorpció, és a fajlagosan megkötött szennyező anyag mennyisége is több. Az egyfalú nanocsövek fajlagos felülete és pórustérfogata nagyobb, mint a többfalú szén nanocsöveké, és esetükben valamivel nagyobb a maximálisan megköthető ionok mennyisége is. A többfalú nanocsöveknek viszont kisebb a pórusátmérője. A nanocsövek felületét oxidatív kezelésnek alávetve (pl. hipokloritos kezeléssel hibahelyek kialakítása) jelentős mértékben megnő az ionmegkötő képesség, mert az oxidált csoportok a fémionok számára adszorpciós helyként szolgálnak.

A jövőben versenyképesek lesznek a jelenleg elterjedt kerámia és polimer alapú membránokkal kiemelkedő hő- és mechanikai stabilitásuk, nagy fajlagos felületük és költséghatékony előállításuk miatt.

A szén nanocsövek előállítási technológiájának folyamatos fejlődése egyre olcsóbbá teszi azok tömeges előállítását. Ez a szén nanocsőből készült membránok árának csökkenéséhez is vezet, és egyes becslések szerint így csak kevésbé lesz drágább, mint a kerámia, polimer vagy fordított ozmózishoz használt membránok ára. A sóatlanítás technológiája szén nanocső membránok alkalmazásával olcsóbb is lehet, mint a fordított ozmózis, mivel a nagyobb áteresztőképesség miatt kisebb nyomásra, így kevesebb energiára van szükség a szén nanocső membránok esetében. Néhány éven belül várható a sóatlanításra alkalmas szén nanocső membránok megjelenése a piacon.

A szén nanocső membránok várhatóan tartósabbak lesznek, és a hagyományos membránokhoz képest könnyebb lesz őket tisztítani és újra felhasználni a szűrőképesség csökkenése nélkül. (*Meridian Inst. 2006 a, Theron et al 2008*)

- *Nanoreaktív membránok*

A nanoreaktív membránok alkalmazásának az a lényege, hogy a különféle nanomembránok pórusaiba különféle anyagokat helyeznek el, amelyek szelektíven megkötnék bizonyos anyagokat.

Al_2O_3 , Si_2O_3 , cellulóz stb. membránok belső pórusaihoz különböző szerves vegyületeket (pl. poliaminok, aminosavak, polipeptidok) csatolva azok képesek a fémek adszorbeálására. Polisztrén-szulfonát és poli-allil-amin-hidroklorid vegyületeket Al_2O_3 membránra felvive azok kétvegyértékű kationok (Ca^{2+} , Mg^{2+}) adszorbeálására képesek.

A cellulóz-acetát és a polimer (poliakrilsav/poliéter-szulfon) membránokat fémekkel (Pt/Fe, Ni/Fe, Pd/Fe, Fe) funkcionálizálva a halogénezett szerves anyagok adszorpciója (a kutatások elsősorban triklóretilénre vonatkoznak) történik meg, miközben a dehalogenizáció is lejátszódik.

TiO_2 , Al_2O_3 és SiC porózus kerámia szűrők pórusait különféle polimerekkel (alkilált polipropilén-imin, polietilén-imin, ciklodextrin-polimer) impregnálva a policiklusos aromás

szénhidrogének (PAH vegyületek), trihalogén-metán, benzén, toluén, xilén és peszticidek vízből való hatékony eltávolítása lehetséges.

Al₂O₃ nanoszálakat üvegszál hordozóra felvive egy olyan nanoszűrőhöz jutunk (nanoszálal Al₂O₃ szűrő), amelyik baktériumok, vírusok, paraziták, természetes szerves anyagok, DNS vízből történő nagyon hatékony (99,99%-os visszatartás) eltávolítására alkalmas. A szűrő a sók, radioaktív anyagok és nehézfémek, úgymint króm, arzén, ólom 99,9%-át kiszűri, még akkor is, ha a szennyező anyagok nanoméretűek vagy oldott állapotban vannak. (*Meridian Inst. 2006 a, Theron et al 2008*)

4.1.2. Nanorészecskék és nanoszerkezetű anyagok a nanoszűrésben

A különféle környezetszennyező tevékenységek hatására a felszíni és felszín alatt vizek (főként talajvizek) számos szennyező anyaggal terheltek, mint pl. nehézfémek (ólom, króm, kadmium, higany és a természetes eredetű arzén), szerves anionok (nitrátok, perklorátok), klórozott aromás szénhidrogének, triklóretilén. A hagyományos kármentesítési technológiák, mint pl. az oldószer extrakció, aktív szén adszorpció, kémiai oxidációk hatékonyak, ám költségesek és sok időt vesznek igénybe. A biológiai degradáció környezetbarát és költséghatékony megoldás, ám általában sok időt vesz igénybe. A fent említett toxikus szennyező anyagok gyors, hatékony, ésszerű költségvetésű eltávolítása a talajvizekből nagyon fontos. A nanotechnológia erre is megoldást tud adni. A kutatások során olyan új nanorészecskéket fejlesztettek ki, amelyeknek megnövelt a nehézfémekhez és szerves anyagokhoz való affinitása, kapacitása és szelektivitása.

Az alábbi nanoszerkezetű anyagok terjedtek el, illetve állnak a kutatás fázisában: nanoméretű zeolit kristályok, önszerveződő monorétegek mezopórusos hordozókon, fém-megkötő biopolimerek, egyedülálló enzim nanorészecskék (SENs), szén nanocsövek, nanopórusos polimerek (pl. ciklodextrinekből). Ezek mindegyike alkalmazható lehet az ipari szennyvizek, a felszíni és felszín alatti vizek kezelésére. (*Theron et al 2008*)

4.2. Nanokatalizátorok

A katalizátorok olyan anyagok, amelyek elősegítik más kémiai anyagok reakcióját anélkül, hogy ők maguk részt vennének a reakcióban. Kutatások folynak arra nézve, hogy egyes nanorészecskéket hogyan lehet katalizátorként felhasználni a szerves szennyezők degradációjában, sók és nehézfémek folyadékokból történő eltávolításában. A várakozások szerint a nanokatalizátorok segítségével erősen szennyezett vizekből ivóvíz, öntözővíz állítható elő. A technológiák fejlesztés alatt állnak, némelyiket most kezdik el bevezetni a gazdasági életbe.

A nanokatalizátoros víztisztítás alapelve az, hogy a szennyező anyag kémiai degradációja történik meg, nem pedig egyszerűen csak eltávolítják.

A nanorészecskék által előidézett fokozott katalitikus aktivitás oka a nanoméret vagy a nanoméretű szerkezeti módosítás. A méretük és szerkezetük kontrollálása következtében ezek a katalizátorok reaktívabbak, szelektívebbek, élettartamuk hosszabb. Mivel kisebb mennyiségű katalizátor szükséges, ez környezetvédelmi előnyökkel is jár.

A technológiákat célirányosan olyan anyagok eltávolítására kellene kifejleszteni, amelyek a jelenlegi módszerekkel nem, vagy csak nagyon költségesen távolíthatók el.

A nanokatalizátorokkal kapcsolatban számos kutatás folyik. A kutatott katalizátorok pl.: TiO_2 , Pd-Cu, Ni-Fe, Pd-Fe, nulla vegyértékű Fe, Cu, Ag, Au nanorészecskék. A kutatások szerint alkalmazásukkal különféle szerves anyagok (pl. peszticidek, DDT, halogénezett szénhidrogének (triklóretilén)), sók, nitrát, nehézfémek (pl. As), mikroorganizmusok (pl. E. Coli) vízből történő eltávolítása lehetséges.

A kivitelezés alapvetően kétféleképpen történhet. A nanokatalizátort a vízben homogénen szétoszlatják. Ez szennyezett talajvizek in situ kármentesítésére is alkalmas, a vízben szétoszlatott nanokatalizátor talajvizekbe injektálásával. A másik módszer szerint a nanokatalizátorokat membrán szerkezetek felületére helyezik, és a vizet a membránon átjuttatják. Fotokatalitikus reakciók esetében UV sugárzást is alkalmaznak. (Hillie et al 2006, Meridian Inst. 2006 b, Theron et al 2008)

4.3. Mágneses nanorészecskék

A mágneses nanorészecskék vízminőségi kárelhárításban és vízkezelésben való használatának technológiáit most kezdik bevezetni a gazdasági életbe. A technológiák lényege, hogy mágneses nanorészecskéket olyan anyagokkal vonnak be, amelyeknek szelektív affinitása van a különféle szennyező anyagokra, így szelektíven megkötik a különféle szennyező anyagokat. A megkötött anyagokat mágneses mezővel összegyűjtik, majd szeparálják a mágneses nanorészecskét és a szennyezést.

A kutatások szerint a mágneses nanorészecskéken alapuló technológiák alkalmasnak látszanak szerves szennyezők (pl. olaj), sók és nehézfémek (pl. As) eltávolítására. Az adszorpción kívül katalitikus reakció is történhet.

A kivitelezés alapvetően kétféle lehet. Vagy a vízben szabadon úsznak a cirkuláltatott felületkezelt mágneses nanorészecskék, vagy szűrőkbe beágyazva foglalnak helyet (fix ágyas rendszer), és a szűrőn keresztülamló vízből adszorbeálódnak a felületükön a szennyező anyagok.

Monodiszperz, 15-20 nm-es magnetit részecskék nagyon hatékonyan adszorbeálják az arzént, különösen alacsony kémhatáson. Nem csak az adszorpciós kapacitásuk nagyobb, mint az egyéb vastartalmú ásványoknak, hanem ha egyszer hozzájuk kötődik egy részecske, azt onnan nagyon nehéz eltávolítani. Ez az irreverzibilis adszorpció a szennyeződés hatékony tárolását biztosítja. (Hillie et al 2006, Meridian Inst. 2006 b)

5. A nanotechnológia alkalmazásának előnyei és kockázatai

5.1. A nanotechnológia alkalmazásának környezetvédelmi előnyei

A nanotechnológia széles körű alkalmazása számtalan környezetvédelmi előnnyel járhat együtt. A teljesen újszerű, alulról felfelé építkező gyártási technológiák minimális környezetterheléssel járnak. A jobb minőségű szigetelőanyagok, hatékonyabb energiaátalakítási rendszerek alkalmazásával a gazdaság energiaigénye csökken. A nanoszerkezetű anyagok bevezetésével tiszta, megújuló energiaforrások terjeszthetők el. A nanoszerkezetű, hatékony és szelektív érzékelők a környezeti monitoringban nyújthatnak segítséget. A nanokatalízis (nanorészecskék, mint hatékony katalizátorok) alkalmazása hatékony hulladékkezelést és -feldolgozást ígér. A nanopórusok alkalmazása a vízkezelésben jelenthet nagy előrelépést: a nanoszűrők elterjesztése a tiszta ivóvíz előállításában játszhat

óriási szerepet, a nanoszűrők és nanomembránok a környezetszennyezések felszámolásában, a szennyvíztisztításban alkalmazhatóak. (MTA Kémiai Kutatóközpont 2007)

A hosszú élettartamú protézisek kifejlesztése, a célzott hatóanyag bejuttatásra alkalmas készítmények kidolgozása a hosszabb és egészségesebb emberi élethez tud hozzájárulni. Nano-pesticidek alkalmazásával a mezőgazdasági termelés hatékonysága növelhető. Az elektronikai eszközök továbbfejlesztése, méretük csökkentése hatékony, mindenki számára elérhető információtechnológiát jelent. (MTA Kémiai Kutatóközpont 2007)

5.2. A nanotechnológia alkalmazásának kockázatai

Egy adott anyag nanoméretű formájához kapcsolódó környezeti és egészségügyi kockázat nem ugyanolyan és nem ugyanakkora, amint ugyanannak az anyagnak a nagyobb méretű előfordulásához kapcsolódó környezeti és egészségügyi kockázata. Egyrészt, mivel a részecskék mérete csökken, így az atomok egyre nagyobb hányada helyezkedik el az anyag felületén, összehasonlítva a belül elhelyezkedő atomokkal. Azaz a nanoméretű anyagnak sokkal nagyobb felülete van, mint ugyanolyan tömegű nagyobb részecskékből álló anyagnak. Mivel a reakciók a felületen játszódnak le, ezért ugyanakkora tömegű nanorészecskékből álló anyag sokkal reaktívabb, mint ugyanakkora tömegű, nagyobb részecskékből álló ugyanaz az anyag. Másrészt, ahogy a részecske mérete nanométeres tartományba csökken, úgy egyre inkább a kvantumhatások kezdenek el szerepet játszani, amelynek hatására megváltoznak az anyag optikai, mágneses és elektromos tulajdonságai.

5.2.1. A nanoméretű anyagok környezeti hatásai

A nanorészecskék esetében az egyik alapvető környezeti kockázatot éppen az jelenti, ami a technológiai előnyt: a mikronos vagy nagyobb méretben jól ismert tulajdonságokkal rendelkező anyagok az 1-100 nm-es mérettartományban minőségileg új, mérettől függő fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyeket csak ritkán láthatunk előre a már meglévő ismereteink alapján. Rengetegféle nanorészecske áll jelenleg kipróbálás alatt. A nanostruktúrák fő építőelemei a szén, hidroxidok, oxidok, fémek, félvezetők, szilikátok, foszfátok, szerves anyagok. A természetben számos természetes nanorészecske van jelen, amelyek egyes biogeokémiai folyamatokban is kulcsszereplők, ezért meg kell vizsgálni a mesterséges nanorészecskék ezen folyamatokra gyakorolt hatásait is.

A mesterséges nanorészecskék hatásait azonban még csak most kezdik el feltárni. A korábban megszokott mikrométeres szennyező anyagok környezetben való transzportjára és egészségi hatásaira vonatkozó ismereteinket, modelljeinket módosítani kell a nanorészecskékre való alkalmazáshoz.

Azt is tisztázni kell, hogy hogyan befolyásolják a nanorészecskék, nanoszerkezetek viselkedését az adott környezet viszonyai, hőmérséklete, kémiai összetétele, redoxipotenciálja, nyomása stb., valamint a részecskék bevonata.

A transzportra vonatkozóan eddig nagyon kevés eredmény áll rendelkezésre, és az is csak a légkörre és a porózus közegre korlátozódik. A talajban, felszíni vizekben, talajvizekben, az óceánokban zajló és az élő szervezeten belüli transzportra alig van adat. Azt feltételezik, hogy kis méretük miatt porózus közegben mobilabbak, nagyobb távolságokra juthatnak el. Másrészt viszont az is feltételezhető, hogy a kisebb nanorészecskék nem olyan mobilak, mivel a viszonylag nagy diffúziójuk miatt gyakrabban kötődnek meg a porózus közeg, úgymint talaj, porózus rétegek, illetve a vízkezelésben alkalmazott homokszűrők felületein. A

nanorészecskék porózus közegbeni visszatartását az ionerősség növelésével és a kétértékű ionok kis mennyiségű jelenlétével a kísérletek szerint növelni lehet. Mivel mind a felszíni, mind a talajvizekben a fenti feltételek adottak, így a nanorészecskék feltételezhetően szívesen kiülepednek a vízből.

Az ülepedési sebességek biztosan eltérőek mind a légkörben, mind a vizekben. A természetes ultrafinom aeroszolkoncentrációja csökken a forrástól való távolság növekedésével. De az kérdéses, hogy azok a mesterséges nanorészecskék, amelyeknek csökkentették az aggregációs hajlamát, vajon mennyire viselkednek így.

A nanorészecskék globális hatásaival is foglalkozni kell. Az ultrafinom aeroszolk pl. hatással vannak a felhőképződésre. A sokféle módon alkalmazott TiO_2 nanorészecskék (fertőtlenítés, szennyezők elbontása, UV-védelem) más, nem kívánt szerves reakciókat is elindíthatnak, és így befolyásolhatják az atmoszféra fotokémiai folyamatait is.

A gyártási környezet mindig külön – általában súlyosabb – problémát jelent, mert ott a nanorészecskék koncentrációja nagyobb, és még nem formulázott (diszpergált) állapotban vannak. A szén nanocsövek gyártási környezetében az immisszió viszonylag alacsony, de nem elhanyagolható a bőrön át történő (transzdermális) bejutás veszélye. (Bánhegyiné Tóth Á. 2008)

5.2.2. A nanoméretű anyagok élőlényekre gyakorolt hatásai

A nanotechnológiával kapcsolatban az egészség és a toxicitás kérdése még mindig erősen vitatott, noha a legtöbb ismerettel talán a nanorészecskék toxicitására vonatkozóan rendelkezünk. A nanoméretű anyagok élőlényekre gyakorolt hatásának feltárásával kapcsolatos kutatásokra nagy szükség van, de eddig kevés publikáció jelent meg a nanoanyagok biztonságával kapcsolatban. A kezdeti kutatási eredmények a nanoanyagokhoz kapcsolódó lehetséges kockázatok felbecslésének összetettségét jelzik.

Az emberek belégzés, lenyelés, bőrön történő felvétel és befecskendezés által kerülhetnek kapcsolatba a nanoméretű anyagokkal. Belégzéskor – méretük miatt – szétterjednek és kiülepednek a légzőrendszer egész területén. Kis méretük és speciális tulajdonságaik miatt bejutnak a sejtekbe, a véráramba és a nyirokrendszerbe, ezáltal elérnek olyan potenciálisan érzékeny célterületeket is, mint pl. csontvelő, nyirokcsomók, lép, szív, központi idegrendszer, idegdúcok. A bőrön keresztül bejutott nanoméretű részecskék a nyirokerekbe jutva tudnak szétterjedni. A hagyományos szennyezőkhöz képest biológiailag óriási különbség, hogy a nanorészecskék át tudnak lépni a sejthártyán és az agy/vér gáton. A nagyobb fajlagos felületükből adódóan biológiai aktivitásuk nagyobb, ami gyulladáskeltő, oxidatív, vagy éppen ellenkezőleg, antioxidáns hatásban is megnyilvánulhat. (Hillie et al 2006)

Minden bizonnyal mások a fajlagos felülettől függő oldódási és oxidációs sebességek, valamint a biológiai hozzáférhetőségek mind a nanorészecske, mind a belőlük képződő termékekre vonatkozóan, összehasonlítva a mikrométeres vagy nagyobb szennyezőkkel.

A toxicitás a kémiai összetételtől és a mérettől is függ. Általában minél kisebb a részecske, annál nagyobb a toxikus hatás esélye, mivel annál nagyobb a fajlagos felület, ahol a reakciók végbemehetnek. Bizonyos méret alatt a reaktivitás szinte az anyagi összetételtől függetlenül is megnő. A nanotechnológiában használt vegyületek többnyire nagyobb részecskeméretű formájukban is toxikusak, és nanoméretben a nagy fajlagos felület erősíti a toxikusságot. A részecskék koncentrációja bizonyára hatással van a toxicitásra, de ennek pontos tisztázása még nem történt meg.

A toxicitás tanulmányozását nehezíti, hogy nagyon sokféle nanorészecske ill. nanoszerkezetű anyag létezik, valamint a nanorészecskék más anyagokkal történő felületi bevonása teljesen megváltoztathatja az anyag toxicitását (hiszen pl. egy hidrofób részecskét hidrofillé tudnak változtatni ezáltal). A technológia során létrehozott nanorészecskékről és nanoszerkezetű anyagokról egyébként sem sokat tudunk, és arról, hogy hogyan hatnak a sejtekre és az élő szervezetre, még csekélyebb az ismeretünk.

A toxikussági vizsgálatok elsősorban a szén-alapú nanorészecskékre és a fém-oxid, különösen a TiO_2 részecskékre fókuszálnak. In vivo (általában patkányokon) és in vitro kutatások is folynak. Ezekben azonban általában a valós, illetve előre látható dózisokhoz képest nagyon magas dózisokat alkalmaznak. Nagyon kevés információval rendelkezünk arról, hogy az emberi szervezetben hogyan zajlik ezen részecskék felvétele, mozgása, szétoszlása, felhalmozódása. Ezek nélkül pedig nagyon nehéz előre jelezni a toxikus hatásokat. (*Theron et al 2008*)

Néhány kutatás már lezajlott a fullerének és a TiO_2 egyes vízi élőlényekre (halak, vízibolha) gyakorolt hatásával kapcsolatban, de a kutatási módszer miatt nem egyértelmű, hogy a toxikus hatást a nanorészecske, vagy a vízben való oldhatóságát biztosító neurotoxikus anyag okozta-e. (*Theron et al 2008*)

A mikroorganizmusokra gyakorolt toxikus hatásokat szélesebb körben kutatják. Mivel a mikroorganizmusok minden élő ökoszisztéma alapját képezik, ezért nagyon fontos, hogy feltárjuk a nanoanyag–mikroorganizmus kölcsönhatásokat. A kutatások jelenlegi stádiumában nem lehet kijelenteni, hogy minden nanoanyagnak antimikrobiális hatása van, vagy hogy az összes nanoanyag toxikus az összes élőlényre. Azaz jóval több kutatás szükséges, mielőtt bármilyen általános megállapítást tehetnénk a nanorészecskék ökotoxikus hatására vonatkozóan. (*Theron et al 2008*)

Különösen veszélyesek lehetnek a széntartalmú nanorészecskék, mert azok preferenciálisan a zsírtartalmú szövetekbe, sejtekbe jutnak, és ott felhalmozódhatnak. A fullerénekkel és szén nanocsövekkel kapcsolatban több konkrét biokémiai károsodást, citotoxicitást is kimutattak.

Kutatások folytak a fullerének és szén nanocsövek talajra és vízre gyakorolt hatásának kimutatására is. Az eredmények egyrészt felhívták a figyelmet arra, hogy diszperziójuk nagyobb, mint korábban feltételezték, másrészt a fullerének hajlamosak 25-500 nm-es aggregátumokat alkotni, amely aggregátumok antimikrobiális tulajdonságot mutatnak. Laboratóriumi körülmények között ugyan a fullerének a talajmikroorganizmusok mennyiségében nem okoztak mérhető csökkenést, de a valódi környezeti körülmények hatással lehetnek a toxicitásra. (*Hornyak G. L. et al 2009*)

Ezüst nanorészecskéket számos termékben alkalmaznak, kihasználva antibakteriális hatásukat (élelmiszer csomagolás, szagmentes zoknik és ruhák, sebkötözők). Gyakran TiO_2 bevonatos ezüst nanorészecskéket alkalmaznak különböző felületek baktérium-, gomba-, vírusfertőtlenítésére. Megvizsgálták az ezüst nanorészecskék segítségével alacsony hőfokon működő energiahatékony mosógépek környezeti hatását. Azt találták, hogy az ezüst nanorészecskék káros hatással annak a vízi élőlényekre. További probléma, hogy a szennyvíztisztításban alkalmazott mikroorganizmusokra is káros hatással vannak, és a szennyvízből való eltávolításuk nagyon költséges. (*Hornyak G. L. et al 2009*)

Fém és fém-oxid nanorészecskék gyulladáskeltő, toxikus és DNS-károsító hatását is kimutatták. A hidroxipatit, amely a természetben, sőt, a biológiai rendszerekben fordul elő, nanoméretben sejthalált okozhat. A fényvédő krémekben már bevezetett UV sugárzás ellen védő TiO_2 nanoszemcsék fotokatalitikus hatásuk révén szabad gyökök képződésében vehetnek részt.

A motorhajtóanyagként tervezett CeO₂ nanorészecskékről kiderült, hogy egyes kismolekulás szerves anyagokat dekarboxileznek vagy oxidatív polimerizációt okoznak, ezáltal befolyásolhatják mind a talajkémiai, mind az élő szervezetek biokémiai reakcióit.

A fenti negatív hatások megfelelő bevonatokkal csökkenthetők. Ez azonban újabb kérdéseket és bizonytalanságokat vet fel. Mennyire stabilak ezek a bevonatok: eloxidálódnak-e, oldódhatnak-e, mikrobák felhasználhatják-e őket stb. Pl. a CdSe és a CdTe kvantumpöttyök megfelelő bevonattal nem citotoxikusak, de amint elvesztik bevonatukat, azok lesznek. (Bánhegyiné Tóth Á. 2008)

6. Összegzés

A nanotechnológia szélesebb körű elterjedése számos lehetőséget rejt, amelyek nagy része pozitív és ígéretes. De nem szabad elhallgatni azt sem, hogy számos veszélyt is rejt magában. A nanotechnológia bevezetésével és fejlődésével közvetlen környezetünkben olyan anyagok jelennek meg, amelyeknek hatásait eddig nem ismertük.

A környezetre és emberre gyakorolt hatások nagy része nem ismert, vagy legfeljebb becsült. A nanotechnológia környezeti és egészségi hatásaival foglalkozó tanulmányok és a mögöttük rejlő kutatások egyelőre nem elegendőek a helyzet feltárására és tisztázására.

A különböző technológiákban használt nanorészecskék és nanoszerkezetű anyagok szennyvizekből, hulladékokból stb. történő eltávolítására még nem dolgoztak ki speciális eljárásokat. A környezet egyes elemeibe (talaj, víz, levegő, tápláléklánc) kijutott nanorészecskékkel és nanoanyagokkal kapcsolatosan számos aggodalom merül fel.

Amint láttuk, a nanotechnológiai alkalmazások a vízkezelésben is számos előnnyel, az emberi egészségre gyakorolt pozitív hatással rendelkeznek. A vízkezelési technológiák során azonban hulladék is keletkezik, így a használt anyagok kijutnak a környezetbe.

A nanotechnológia lehetséges veszélyforrásai jelenleg még nem tekinthetők át, legfeljebb sejtéseink vannak. A nanotechnológia alkalmazása tehát nemcsak technikai, hanem önálló környezetvédelmi, kutatáspolitikai és etikai kérdéseket is felvet.

Irodalomjegyzék

BÁNHEGYINÉ TÓTH Á. (2008): Nanotechnológia a környezetvédelemben és a biotechnológiában. – Környezetvédelmi füzetek, 2007/1., Budapest, Elgoscars-2000, P48

BIRÓ LÁSZLÓ PÉTER (2003): Nano + technológia = nanotechnológia? – Természet Világa 134. évfolyam, 10. szám, 2003. október

HILLIE, T. – MUNASINGHE, M. – HLOBE, M. – DERANIYAGALA, Y. (2006): Nanotechnology, water, development. – Background paper for International Workshop on Nanotechnology, Water and Development (Chennai, India, 10–12 October 2006), Meridian Institute, P44

HORNYAK G. L. *et al* (2009): Introduction to nanoscience and nanotechnology. – Boca Raton, CRC Press, P1593

MTA KÉMIAI KUTATÓKÖZPONT (2007): Magyar Nanotechnológiai Platform – Nanotechnológia a jövő társadalmáért. – pályázat munkaterv

Meridian Institute's Global Dialogue on Nanotechnology and the Poor: Opportunities and Risks (2006 a): Overview and comparison of conventional water treatment technologies and nano-based water treatment technologies. – Background paper for International Workshop on

Nanotechnology, Water and Development (Chennai, India, 10–12 October 2006), Meridian Institute, P38

Meridian Institute's Global Dialogue on Nanotechnology and the Poor: Opportunities and Risks (2006 b): Workshop Summary. – International Workshop on Nanotechnology, Water and Development (Chennai, India, 10–12 October 2006), Meridian Institute, P29

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM (2006): „Környezet- és nanotechnológiai regionális egyetemi tudásközpont” c. projekt bemutató ppt előadása

THERON, J. – WALKER, J.A. – CLOETE T.E. (2008): Nanotechnology and Water Treatment: Applications and Emerging Opportunities. – Critical Reviews in Microbiology No. 34., Informa Healthcare USA, Inc., pp.43–69.

FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉST ELŐSEGÍTŐ BERUHÁZÁSOK A RÉGIÓBAN

Varga Tibor

Észak-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség

9021 Győr, Árpád u. 28-32., Tel: (+36)-96/524-000

1. Bevezetés

Az Észak-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség működési területén, Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom, és kismérszék Vas, valamint Veszprém megyékben már több évvel ezelőtt megjelentek a fenntartható fejlődést elősegítő első beruházások.

Az fenti célt is szolgáló beruházások nagyobb számban azonban csak az utóbbi egy-két évben valósultak meg, illetve valósulnak meg.

A megvalósult és folyamatban lévő beruházások célja:

- a korszerű energia, energiahordozó előállítás,
- hulladékkezelés,
- közlekedés fejlesztés.

A fenntarthatóságot is szolgáló projektek döntő része energia, energiahordozó előállítással kapcsolatos beruházás, fejlesztés:

- szélenergia park,
- gázturbinás erőmű,
- széntüzelésű erőmű energiahordozó körének bővítése,
- geotermikus energia kinyerés vízkivétellel, vagy földkollektorral,
- biomassza, illetve hulladék alapú biogáz erőmű, fűtőmű,
- biodízel, bioetanol üzemanyag előállító üzem,
- bio tüzelőanyag - pellet, biobrikett előállító üzem,
- vízi energia igénybevétele,
- napenergia igénybevétele.

További, a fenntartható fejlődést is szolgáló egyéb beruházások:

- természet megőrzési beruházások,
- komplex hulladékkezelő telep létesítése,
- közlekedést érintő beruházások.

2. Energia, energiahordozó előállítást célzó beruházások

A leglátványosabb, a régió lakói által közvetlenül érzékelhető beruházások a **szélenergia** és a **szélenergia parkok**. A szélenergia a térség országon belüli legkedvezőbb szélpotenciájára alapozva napjainkban nagy számban épülnek. Ezen létesítményekkel kapcsolatos engedélyezési eljárások sok évvel ezelőtt indultak.

A régiót érintő engedélyezett létesítési lehetőségeket a következő adatokkal jellemezhetjük (1. táblázat).

1. táblázat Az észak-dunántúli régióban engedélyezési eljárásban részt vett szélerőművek

Év	Környezetvédelmi engedélyt kapott		Építési engedélyezési eljárásban kezelet	
	Teljesítmény MW	Torony db	Teljesítmény MW	Torony db
2001	21,25	25	1,2	2
2002	7,5	5	9,3	8
2003	197,6	124	45,6	26
2004	578,6	317	191	97
2005	1334,8	638	378,9	193
2006	96,1	41	3,3	2
2007	474	230	61	43
2008	270	124	117	5

A lehetőségek térségünkben még nem merültek ki. A további telepítéseket célzó vizsgálatok folynak, 12 helyen szélmérő torony működik, illetve a felállítás előkészítése folyik. Az engedélyezési eljárások száma 2009-ben sem kicsi, most már egyre nagyobb számban folynak a tényleges megvalósításhoz kötődő építési engedélyezési eljárások.

Az országos adatokat értékelve, az Észak-magyarországi, a Közép-dunántúli és a Nyugat-dunántúli területeken vannak nagyobb számban engedéllyel rendelkező, különböző stádiumú projektek, de a döntő szerep a mi térségünké.

Komoly energetikai fejlesztésnek számít a térségben, a Gönyűn – az EON Erőművek Kft. beruházásában – épülő 2×400 MW-os **kombinált ciklusú gázturbinás erőmű**, mely a szélerőműveknél rugalmasabb üzemmenete miatt, nagyban hozzájárulhat a létesülő szélerőmű parkok üzemeltethetőségéhez.

Ez az erőmű így közvetve is a fenntarthatóságot szolgálja.

A **szénkészletekre telepített erőművek** közül, területünkön napjainkban már csak a Vértes Erőmű Zrt. Oroszlányi Erőműve működik, ahol különböző kísérletek folytak, folynak biomassza, valamint hulladék hozzáadagolással.

A **geotermikus energia vízkivételes igénybevétele** a termálvizekben gazdag régióinkban sok évtizedes hagyományokkal bír. Tény azonban, hogy a fenntarthatóságot szolgáló, a kinyeréssel parallel visszasajtolás a korai időszakokban nem volt jellemző. Régebben a kinyerés a termálvizek hőjének hasznosítására irányult, ma már hőszivattyús megoldással felszínhez közelebbi vízrétegek alacsony hőmérsékletű vizei is hasznosíthatók.

A napjainkban is kedvelt energiaforrásra irányuló beruházások visszasajtolással működnek, így pl:

- Hédervár, De Comnick Medieval Hédervár Kft. – Idősothton
- Rábapatoná, Tutti Élelmiszeripari Kft. – telephely
- Győr, MNR Fémmegmunkáló Kft. – telephely
- Esztergom, Giegler Kft. - Mária Valéria Hotel
- Győr, Revo-Tec Bt. – telephely
- Győr, Innonet Innovációs és Technológiai Központ Kht. – telephely,
- 9 db családiház a régió különböző településein.

A fejlesztések kisebb részt 2008-ban, nagyobb részt 2009-ben indultak.

A **geotermikus energia földkollektorral** történő kinyerése a legutóbbi időszakban került előtérbe. Alkalmazása a kisléptékű, családiház szintű megoldásoktól a komolyabb, közösségi és vállalkozói létesítményekig terjed.

Az ilyen megoldások száma gyorsan nő, térnyerésüket a következő konkrét beruházások támasztják alá:

- Esztergom, MBT Kft. – telephely,
 - Győr, LIDL Magyarország Kft. – üzlet I.,
 - Győr, Innonet Innovációs és Technológiai Kft. – telephely,
 - Komárom, LIDL Magyarország Kft. – üzlet,
 - Tata, Gasztro Kristály Rt. – telephely
 - Sopron, LIDL Magyarország Kft.- üzlet,
 - Sopron, GMM 2005 Kft. – telephely,
 - Győr, LIDL Magyarország kft. – üzlet II.
- 23 db családiház a régió különböző településein.

A fejlesztések kisebb részt 2008-ban, nagyobb részt 2009-ben indultak.

A **biogáz** előállítását célzó **biomassza** bázisra támaszkodó, hulladékokat is felhasználó erőművek létesítése, elsősorban mezőgazdasági üzemek részéről vált kedvelté, de vannak közösségi, hőszolgáltató és kifejezetten energiatermelési célra létrehozott cégek is. A mezőgazdasági üzemek zömmel a biomassza alapon kívánják üzemeltetni az erőműveket, hulladékot csak olyan arányban visznek be a technológiába, hogy az egyszerűbb engedélyeztetési eljárás alapján működhessenek. Kisebb számú a **biomassza fűtőművi** hasznosítására irányuló beruházás.

Térségi kezdeményezések, beruházások 2008-2009-ben:

- Csorna, Biogas-Energy Csorna Kft. – biogáz üzem,
 - Jánossomorja, Hanság Biogáz Kft. – biogáz üzem,
 - Felpéc, Biogáz Felpéc Kft. – biogáz üzem,
 - Ikrény, Inicia Zrt.- biogáz üzem,
 - Ács, Biogáz- Duó Bioenergia Termelő Kft. – biogáz üzem,
 - Kapuvár, Kisalföldi Mg. Zrt.- biogáz üzem
 - Ostffyasszonyfa, Ostffyasszonyfai Petőfi MG-i Szöv. – biogáz üzem,
 - Kisbér, Bakony Bio Zrt. – biogáz üzem,
 - Sopron, Perkons Kft. – biogáz üzem,
 - Levél, M & N Agrár Kft. – biogáz üzem,
 - Mórchida, Bioenergia Kft. – biogáz üzem,
 - Sopron, Heineken Hungária Zrt.- szennyvíztelepi biogáz kazán.
- Kapuvár, Ras- Hő Kft. – biomassza erőmű I,
- Kapuvár, Ras-Hő Kft. – biomassza erőmű II,
- Gönyű, BKZ Zrt. – biomassza erőmű,
- Ásványráró- Zsejke pusztá, Dunántúli Energiatermelő és Szolg. Kft. – biomassza erőmű,

- Pannonhalma, Pannonhalmi Főapátság – biomassza fűtőmű,
- Kapuvár, Ras- Hő Kft. – biomassza fűtőmű.

Itt említem meg a földgázüzemű gázmotorokat is, mint a rugalmas „önellátó”, energiatermelést szolgáló megoldást. Az elmúlt közel két évben, 10 helyen történt gázmotor, gázmotorok telepítésére kezdeményezés.

A bio tüzelőanyag – **pellet**, **biobrikett** előállítás immár térségünkben is a vállalkozói érdeklődés körébe került. A kisvállalkozástól az üzem méretű termelésig a következők indították el a termelést, illetve az engedélyeztetést:

- Petőháza, Pellet Produkt Ker. Kft. – pelletgyártó üzem,
- Kapuvár, Pellet Energia Kft. – bio tüzelőanyag üzem,
- Lébény, Kalicskó Attiláné- pellet előállító telephely,
- Bakonybánk, Bakony Pellet Kft.- pelletgyártó üzem,
- Maglóca, Rábaközi Pelletgyártó Kft.- pelletgyártó üzem,
- Fertőd, Pellet Produkt Ker. Kft. – pelletgyártó üzem,
- Esztergom, Duna Training Kft. – biobrikett üzem.

A **vízenergia** területi igénybevétele a Nagymarosi Vízlépcső elhagyása miatt nem nagy arányú, de a Rábán közelmúltban újjáépített nicki kis erőmű mintaértékű. A vízenergia igénybevétele itt a természeti fenntarthatóságot is elősegítő hallépcsővel valósult meg.

A **napenergia** hasznosítása a térségben napjainkban elsősorban a napkollektoros rendszerek létesítésében jelenik meg, döntően a családiházak, s azok mellett a közösségi és a kisebb vállalkozói létesítményeknél. E területen a megtérülési arányok javulásával várható a szélesebb körű alkalmazás. A napelemes rendszerek beépítése a régióban még ritka, az elterjedés azonban néhány év múlva nagy ütemű lehet. Várakozásaink szerint a beruházási paraméterek szempontjából is elérhetővé válnak ezek a rendszerek, melyeket Németországban – főképp külsőségi „tanyás” területeken – már most nagy előszeretettel alkalmaznak. Megjegyzem, hogy a térségben, Dorogon működik a SANYO HUNGARY Kft. napelem-modul összeszerelő üze me.

3. A fenntartható fejlődést szolgáló egyéb beruházások

Természet megőrzési projektként említhetjük a Bősárkány környékén 2001-től folyó hanyi vizes élőhely rekonstrukciót. Az újabb ütem is a tőzégvagyon megőrzését, a madarak élőhely visszaállítását eredményezi.

Előkészítés alatt áll Lébény és környéke Rákosi vipera élőhely visszaállítása, azaz gyepes területek kialakítása.

A **hulladékgazdálkodás** területén a fenntarthatóságot szolgáló beruházásként emelhetjük ki, a Győr Nagytérségi Hulladékgazdálkodási Társulás próbaüzemben működő Regionális Komplex Hulladékkezelő Központját. Ezen a telepen szemben a régióban működő többi, csak lerakást végző teleppel, olyan válogató, feldolgozó rendszer épült ki, mely a lerakásra kerülő anyagok minimalizálását biztosítja. Sajnos a magas hőértékű, égetésre alkalmas és érdemes frakció sorsa az Inotán tervezett kommunális hulladékégető megvalósulásának megghiúsulása

miatt bizonytalan. Megjegyzem, hogy a hulladékok társadalmi szinten vitatott égetése is szolgálhatná a fenntarthatóságot, de egyelőre a közmegegyezés hiánya nem teszi lehetővé az abban rejlő lehetőségek kihasználását.

A **közlekedés fejlesztését** s egyben a közlekedési környezetterhelés mérséklését célzó a vasúti hálózatot érintő villamosítások közül, területünkön a MÁV Csorna- Porpác, és az előkészítés alatt álló MÁV Győr- Pápa- Celldömölk, valamint a GYSEV Sopron- Szombathely- Szentgotthárd vonalakat érintő korszerűsítések emelhetők ki. Összetett hozadékaik között a zaj-és rezgésvédelmi eredmények is szóba jönnek.

A fenntartható fejlődést elősegítő beruházások közé tartoznak a közúti közlekedés környezetterhelésének alakulását befolyásoló, az állami közúthálózatot és az önkormányzati közúthálózatot érintő nagyszámú fejlesztések is, amiket itt most nem részletezek.

Bár az energiahordozó előállítás körébe tartozik, de a közlekedés nem kőolaj alapú üzemanyagaiként hasznosulnak, ezért a **biodízel**, **bioetanol** előállítás projektjeivel itt foglalkozom.

Ezen üzemanyagok előállítására már több mint 15 éve is épült egy üzem Bábolnán, de a kezdeti lendület után, a termelést leállították. Hosszú idő elteltével ez az üzem az elmúlt évben átépítésre került, és termelésre kész. Vele együtt a következő üzemek épületek, épülnek a térségben:

- Bábolna, Öko-Line Hungari Kft.- biodízel üzem,
- Komárom, Rossi Biofuel Zrt. – biodízel üzem,
- Gönyű, Tempora Bionergia Zrt és Sekab Zrt. – biodízel és bioetanol üzem.

Napjainkban a kőolaj világpiaci árának csökkenése e beruházások lendületét visszafogta, s könnyen lehet, hogy bizonyos időre a már üzemkész művek termelése is szünetelni fog.

A fentiekkel nagy vonalakban kívántam áttekintést adni a fenntartható fejlődést elősegítő, régióbeli beruházásokról.

TALAJ- ÉS TÁVÉRZÉKELT ADATOK VIZSGÁLATA

Dr. Gyulai István

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: gyulai@sze.hu

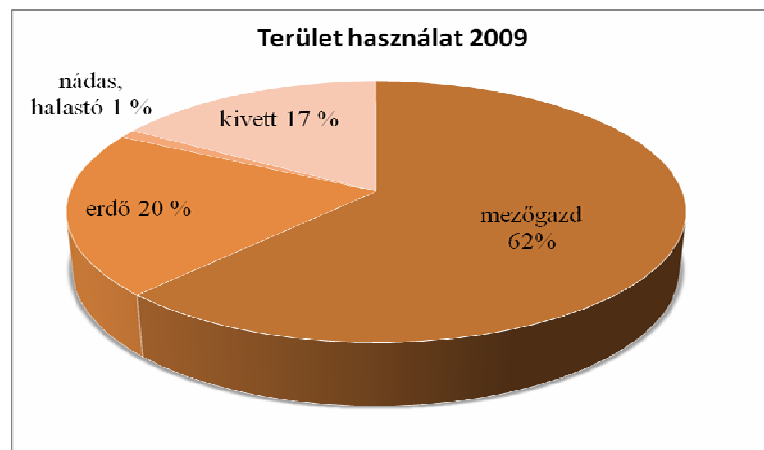
1. Bevezetés

A környezetvédelmi stratégia (1992) elfogadása nyomán folyamatosan dolgozzák ki a fenntarthatóság szellemében a régiós együttműködések programját.

Erre egy kiragadott példa a Párizsban (2009. április 3-án) „A Földközi-tenger medence megmentése” konferencia. Programja során kilenc tematikus munkacsoportban folytak az előadások, ezek a következők voltak:

- vízszenyezés, szennyvíztisztítás
- ivóvíz-szükségletek kielégítése
- energiabiztonság
- klímaváltozás
- természeti katasztrófák és emberi szolidaritás
- egészségügy
- **mezőgazdaság és halászat: az élelmiszer-szükségletek biztosítása a jövő veszélyeztetése nélkül**
- sikeres városépítés.

Amint a fenti példából is látjuk, a mezőgazdaság beágyazódott a regionális fenntarthatósági vizsgálatokba. Az olyan országokban, ahol intenzív a földhasználat, mint nálunk is, különösen fontos szerepe van a mezőgazdaságnak, úgy is, mint környezeti tényezőnek.



1. ábra: Magyarországi föld használat

A regionális és közösségi együttműködés, illetve a nemzeti támogatás feltételeit előírások szabályozzák. Ezek egyike az időszakos talajvizsgálat, amelyet a gazdának el kell végeznie az általa művelt táblákon (lásd „helyes mezőgazdaság”).

Ezen tanulmány a talaj jellemzők és úrfelvételek közötti összefüggést vizsgálja.

2. Helyes mezőgazdaság, precíziós mezőgazdaság

A jogszabály szerint egységes területalapú és Kiegészítő nemzeti támogatásra jogosult az a terület, amelyet „**Helyes Mezőgazdasági és Környezeti Állapotban**” tartanak. (4/2004. (I. 13.) FVM rendelete)

A helyes mezőgazdasági és környezet állapot szempontjai a következők:

Talajerózió

- (a talaj védelme). Erózióknak kitett területeken, tavaszi vetésű növények előtt talajvédelmet szolgáló talajfedettség biztosítása
- 12%-nál nagyobb lejtésű területen kapás kultúrák termesztése tilos.

Talaj szerves anyag tartalma (a talaj szerves anyag tartalom szintjének fenntartása)

- Vetésváltás alkalmazása a térség agroökológiai adottságainak figyelembevételével
- Betakarítást követő tarlóhántás, illetve tarlóápolás alkalmazása.

Talajszerkezet

(a talajszerkezet fenntartása megfelelő gépek használatával)

- Termőföld hasznosítási irányának megfelelő gépek, eszközök alkalmazása
- Periodikus mélyművelés alkalmazása

Művelés minimális szintje (és az élőhelyek rongálásának megakadályozása)

- Szántóterületek művelésben tartása, gyommentes állapot biztosítása
- A természetes gyepterületek megőrzése
- A gyeptípusnak megfelelő kaszálással vagy állatlétszámmal történő hasznosítás
- A gyepterületek természetes termőképességéhez igazodó legeltetés

Szántóföldi vetésszerkezet

Megnevezés					
	2004	2005	2006	2007	2008
Gabonafélék	69,9	69,1	69,1	68,9	68,4
<i>Ebből: búza, rozs</i>	28,5	27,9	27,2	27,0	27,4
<i>árpa</i>	7,8	7,6	7,3	7,7	7,8
<i>kukorica</i>	28,2	28,4	29,4	29,5	28,3
Hüvelyesek	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4
Ipari növények	15,8	17,5	18,5	19,4	20,1
<i>Ebből: napraforgó</i>	11,2	12,2	12,8	12,3	13,1
<i>repce</i>	2,4	2,9	3,5	5,2	5,9
<i>cukorrépa</i>	1,4	1,5	1,2	0,9	0,3
Burgonya	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Takarmánynövények	6,2	6,1	6,4	5,7	5,9
<i>Ebből: silókukorica</i>	2,4	2,2	2,0	1,8	2,0
<i>lucerna</i>	3,6	3,7	3,6	3,2	3,2
Zöldségfélék	2,3	2,0	2,0	2,1	1,9
Egyéb növények	4,6	4,2	3,0	2,8	2,8
Vetésterület összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2. ábra: Hazai vetésszerkezet

A Nemzeti Vidékfejlesztési Terv Agrár-környezetgazdálkodási célprogramjainál a gazdálkodó által vállalt egyik kötelezettség, hogy a teljes támogatási időszak alatt a gazdaság teljes területén be kell tartani a Helyes Gazdálkodási Gyakorlat (HGGY) előírásait, amivel a környezettudatos gazdálkodás megvalósul.

Ezek közül néhány fontos előírás:

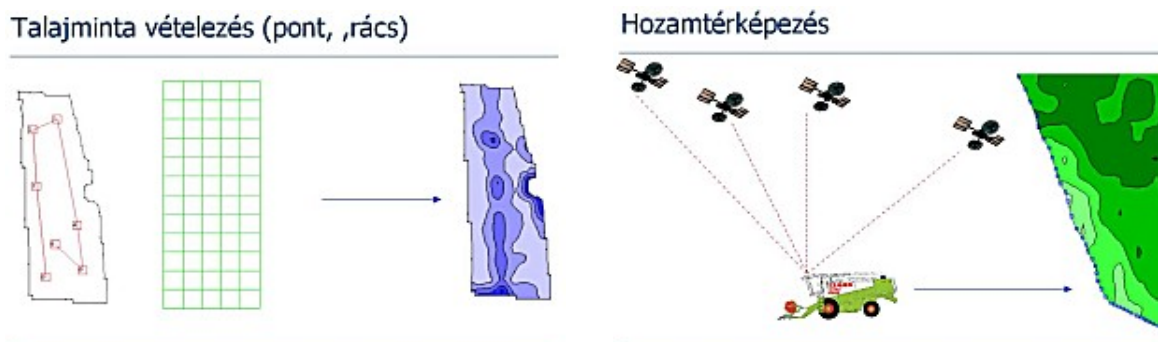
- Vetésforgó kialakításánál legalább ötévente egyszer pillangós vagy zöldtakarmány növényt kell termesztetni; kukoricát alacsony nitrogénigényű növény követhet; a vetésforgóban a kalászosok és a kukorica együttes részaránya nem haladhatja meg a 75%-ot.
- A mechanikus gyomirtást a gyomok virágzása előtt el kell végezni.
- A szalmabálákat egy hónapon belül le kell hordani a tábláról.
- Tápanyag-gazdálkodás: ötévente – a célprogram első és utolsó évében – talajvizsgálatot kell végeztetni akkreditált talajlaboratóriumban.
- Hektáronként kiadható maximális nitrogén (N) hatóanyag mértékei: nitrát-érzékeny területeken: 170 kg/ha
- Trágya nem juttatható ki felszíni víztől, forrástól, kúttól 10 m-es sávban.
- Növényvédelem: a gazdálkodóknak a gazdálkodás során felhasznált növényvédő szerekről permetezési naplót kell vezetnie.
- A növényvédelmi tevékenység során csak megfelelő műszaki állapotú növényvédelmi gépek és berendezések használhatók.

A precíziós mezőgazdaság

A hagyományos növénytermesztés legkisebb egysége a tábla, amelyre a veteményt, s az ahhoz kapcsolódó kezeléseket megállapítják. A táblán belül eltérő termékenységű kisebb földterületek lehetnek, amelyek a fizikai, kémiai, geometriai (mély fekvésű pl.), vagy egyéb (pl. gyomok, kártevők előfordulása) tekintetében különböznek. Ezen kisebb egységek figyelembe vétele, a termőhely változatosságát szem előtt tartó (hely specifikus) technológia, agrotechnikai beavatkozás jelenti a precíziós mezőgazdaságot.

Az eltérő tulajdonságú kis területekkel való törődés nem új gondolat, de a gépesítéssel háttérbe szorult. A gépekkel egyre nagyobb táblákon egyre többet termelnek. A többlet haszon jóval nagyobb, mint a munkaigényes kisebb területekkel „vesződés” eredményezne. Ebben a helyzetben a kis területek figyelembe vételét az új technikák megjelenése teszi lehetővé. A szenzorok, mesterséges holdak, számítógépek teremtik meg a műszaki feltételeket a hely meghatározására és a beavatkozás folyamatos elvégzésére.

A megvalósítást elősegítő egyik rendszer az ACT (AgroCom Terminal), AGRO-MAP Basic (Forrás: AGRÁRIN Agrár-Informatikai Rendszerház Kft., 8646 Balatonfenyves, Kossuth L. u. 60/1)



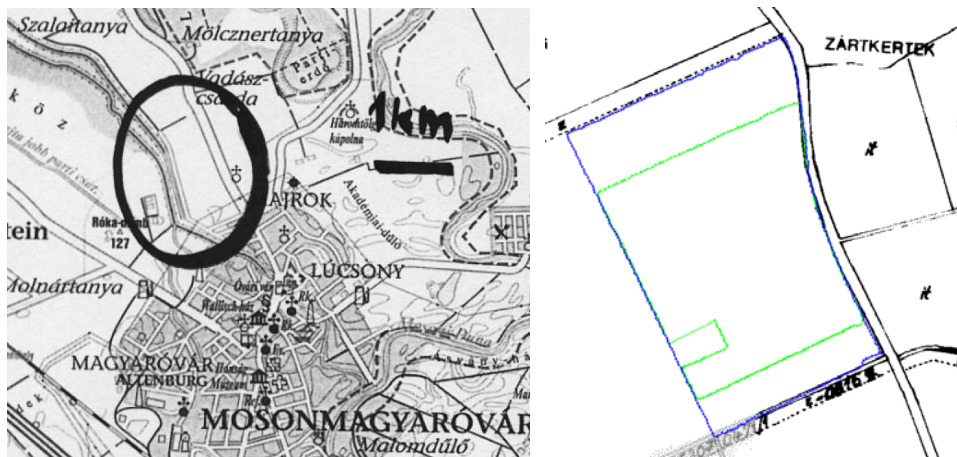
3. ábra: Talaj tápanyag térkép és hozam térkép

Az ACT mobil fedélzeti számítógép

Összekötve egy műholdas helyzet-meghatározó berendezéssel, alkalmas a megfelelő információk (földrajzi koordináták, hozameredmények, kiszórt műtrágya-mennyiség) mérésére, rögzítésére és munkagép-vezérlésre, így ezen adatok (hozamtérképek) és más információk (talajtérképek, táblatorzskönyvi- és távérzékelési adatok, stb.) alapján hozott döntések megvalósítására (tápanyag-, növényvédő szer- és vetőmag kijuttatás, talajminta-vételezés, stb).

3. Talaj adatok

A Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kara mosonmagyaróvári kísérleti tábláján évek óta folynak precíziós mezőgazdasági munkák. Egyik ilyen kísérleti munka kapcsán vizsgálták a 15 hektáros táblán belüli eltéréseket. A talajminta vétel után a termény (kukorica) és a tervezett hozam figyelembe vétele után a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (Budapest) műtrágya tervet készített a táblára, majd a tervet végrehajtva betakarításnál mérték a hozamot, hogy a precíziós művelés eredményét ellenőrizzék.



4. ábra: Kísérleti tábla

Ez a tanulmány azt vizsgálja, hogy a talajminta vétel nem könnyű műveletét lehet-e mesterséges hold felvételekkel támogatni? Mi a megbízhatósága a talaj adatok és az űrfelvétel adatok egymásból számíthatóságának?

Kiindulás: a 15 hektáros táblát 63 kezelési egységre osztották. Ezekre az egységekre vonatkoznak a talajminta adatok.

1 táblázat: Talajminta adatok (2001. november)

ssz	(ha)	pH H	pH K	kötött	Só%	Ca%	hu%	öN%	Nit
1	0.2683	7.63	7.29	46	0.06	21	2.5	0.11	23
2	0.2525	7.69	7.24	48	0.07	22	3.3	0.15	29
3	0.2314	7.72	7.42	45	0.06	22	2.65	0.13	26
4	0.2323	7.71	7.23	50	0.07	20	3	0.15	13
5	0.2343	7.69	7.15	48	0.07	18	3.25	0.16	15
6	0.2280	7.69	7.17	46	0.08	14	3.25	0.15	21
7	0.2325	7.76	7.24	49	0.07	21	3.25	0.17	10
8	0.2788	7.62	7.33	44	0.05	22	2.5	0.15	13
9	0.2457	7.78	7.32	45	0.06	22	2.5	0.14	16
10	0.2353	7.7	7.21	50	0.07	22	3.3	0.15	22
11	0.2382	7.68	7.2	46	0.08	22	3.1	0.13	15
12	0.2447	7.78	7.25	49	0.08	22	3.25	0.15	13
13	0.2384	7.76	7.3	48	0.04	22	3.25	0.15	16
14	0.2360	7.71	7.28	43	0.06	22	2.75	0.13	27
15	0.2463	7.73	7.26	45	0.04	22	2.85	0.13	23
16	0.2397	7.93	7.18	47	0.05	24	3.3	0.15	14
17	0.2390	7.74	7.23	42	0.06	22	3	0.15	23
18	0.2406	7.76	7.26	41	0.11	26	2.65	0.13	18
19	0.2407	7.74	7.31	38	0.04	22	2.5	0.12	21
20	0.2348	7.73	7.28	44	0.07	25	3	0.12	27
21	0.2386	7.74	7.27	46	0.08	25	3.1	0.14	17
22	0.2330	7.75	7.2	44	0.06	21	3.45	0.15	23
23	0.2929	7.75	7.23	42	0.03	22	3	0.13	22
24	0.1221	7.71	7.28	42	0.06	20	2.15	0.12	24
25	0.2972	7.75	7.25	42	0.07	22	2.85	0.15	22
26	0.2265	7.74	7.26	44	0.06	19	2.7	0.13	28
27	0.2336	7.77	7.29	44	0.07	14	2.75	0.14	26
28	0.2315	7.74	7.26	40	0.04	19	2.5	0.13	24
29	0.2233	7.8	7.31	40	0.06	22	2.15	0.15	22
30	0.2373	7.8	7.28	39	0.11	18	2.7	0.13	25
31	0.2467	7.79	7.23	42	0.07	16	3.2	0.16	21
32	0.2425	7.79	7.28	42	0.05	22	3.3	0.14	31
33	0.2357	7.7	7.26	40	0.05	22	2.95	0.19	17
34	0.2288	7.82	7.32	40	0.05	21	2.6	0.15	18
35	0.2338	7.83	7.35	38	0.07	22	2.95	0.12	43
36	0.2342	7.75	7.4	42	0.07	22	3.05	0.13	36
37	0.2336	7.8	7.36	38	0.06	20	2.95	0.16	18
38	0.2912	7.79	7.4	38	0.05	20	2.6	0.16	19
39	0.2906	7.79	7.42	41	0.07	22	2.95	0.16	29
40	0.2333	7.77	7.37	38	0.07	19	2.85	0.15	22
41	0.2432	7.79	7.42	39	0.07	17	2.7	0.13	17
42	0.2418	7.7	7.36	38	0.05	20	2.45	0.13	27
43	0.2359	7.78	7.38	40	0.07	22	2.8	0.14	28
44	0.2340	7.8	7.33	42	0.07	22	2.9	0.15	19
45	0.2383	7.78	7.26	41	0.07	22	3.1	0.14	23
46	0.2322	7.8	7.35	40	0.07	20	2.8	0.14	19
47	0.2400	7.76	7.38	40	0.05	20	2.8	0.16	17
48	0.2264	7.8	7.4	38	0.04	18	2.4	0.15	13
49	0.2235	7.74	7.34	40	0.05	18	2.65	0.16	20
50	0.2866	7.78	7.36	42	0.07	20	2.6	0.1	14

51	0.3015	7.72	7.38	39	0.05	21	2.65	0.15	19
52	0.2477	7.78	7.4	39	0.04	18	2.35	0.16	18
53	0.2381	7.8	7.4	40	0.07	19	2.5	0.15	30
54	0.2572	7.78	7.36	42	0.05	22	2.6	0.11	35
55	0.2427	7.82	7.37	42	0.05	21	2.7	0.13	23
56	0.3023	7.79	7.25	43	0.05	24	3.05	0.15	18
57	0.1277	7.72	7.19	47	0.08	24	3.25	0.17	26
58	0.1604	7.79	7.26	47	0.07	18	3.25	0.17	22
59	0.1663	7.83	7.31	42	0.05	20	3.1	0.19	22
60	0.1740	7.8	7.31	45	0.06	20	3.1	0.13	15
61	0.1806	7.79	7.34	42	0.04	16	2.5	0.11	17
62	0.1864	7.32	7.3	38	0.04	15	3.1	0.13	19
63	0.2510	7.36	7.3	41	0.05	16	2.8	0.15	23

A rövidítések jelentése az oszlopok sorrendjében:

ssz: kezelési egység sorszáma, (ha) területe hektárban, pH érték (H₂O)

pH érték (KCl), Arany-féle kötöttség, összes só %-ban, CaCO₃ %,

humusz %, összes N %, nitrát ppm-ben

Nit N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe	
5.17	216	75	16	115	3.4	2.35	21	23	1.
6.52	320	85	22	132	3.3	2.6	21.5	20	2.
5.85	189	70	17	128	2.9	2.15	21	17	3.
2.92	207	88	20	171	3.4	3.95	21	20	4.
3.37	177	97	18	195	3.3	4.65	23	27	5.
4.72	179	95	17	18	2.7	4.9	28	32	6.
2.25	123	88	22	157	2.7	3.55	23	23	7.
2.92	204	104	22	138	2.9	2.6	18	17	8.
3.6	305	114	17	131	3.1	2.8	18.5	17	9.
4.95	192	104	32	145	3.3	3.95	25.5	23	10.
3.37	174	117	16	153	3.4	4.45	25.5	28	11.
2.92	168	88	18	140	2.8	3.55	21	20	12.
3.6	207	92	20	128	3.3	3.2	21	20	13.
6.07	207	79	17	107	3.1	2.8	21.5	17	14.
5.17	303	79	16	115	3.4	2.65	21.5	20	15.
3.15	319	101	23	145	3.7	2.9	20	17	16.
5.17	322	88	17	138	3.4	3.4	35.5	23	17.
4.05	204	70	16	117	3.3	3	31	23	18.
4.72	290	73	17	101	3.7	3.1	32.5	23	19.
6.07	290	85	17	131	3.9	3.75	32.5	27	20.
3.82	194	82	18	138	3.8	3.95	33.5	27	21.
5.17	193	95	17	140	3.4	4.25	36.5	27	22.
4.95	202	92	16	131	3.7	3.85	34	27	23.
5.4	388	120	15	114	4.1	3.55	34	32	24.
4.95	213	107	16	110	3.8	3.4	35.5	27	25.
6.3	178	82	15	114	3.4	3.75	36.5	27	26.
5.85	177	79	16	107	3.4	3.65	35.5	28	27.
5.4	194	104	17	101	3.9	3.65	36.5	27	28.
4.95	193	70	14	96	3.4	3.2	31	23	29.
5.62	213	88	16	115	3.8	3.55	35.5	23	30.
4.72	321	85	17	124	3.8	4.05	34	23	31.
6.97	293	82	18	149	4.3	4.25	37.5	28	32.
3.82	332	82	16	124	4.1	3.95	39	23	33.

4.05	313	88	18	115	3.8	3.65	42.5	23	34.
9.67	293	85	15	99	3.9	3.2	36.5	27	35.
8.1	208	82	14	101	3.8	3.3	44.5	28	36.
4.05	218	92	16	110	4.1	3.55	42.5	28	37.
4.27	314	97	15	93	3.9	3.1	42	32	38.
6.52	352	122	17	110	4.1	3.55	37.5	32	39.
4.95	313	117	16	104	4.3	3.4	40.5	28	40.
3.82	302	101	17	96	3.8	3.3	42.5	32	41.
6.07	322	85	16	107	4.1	3.4	39	27	42.
6.3	287	101	17	124	3.8	3.65	39	28	43.
4.27	304	88	20	149	4.1	4.25	49.5	32	44.
5.17	319	88	18	157	4.7	5	44.5	28	45.
4.27	292	85	15	128	3.8	3.95	37.5	23	46.
3.82	333	75	17	110	4.1	3.55	36.5	23	47.
2.92	291	85	15	99	4.3	3.65	40.5	28	48.
4.5	375	117	16	96	4.1	3.2	27.5	23	49.
3.45	364	162	17	110	4.1	3.2	25.5	27	50.
4.27	358	97	16	107	3.4	3.1	21.5	20	51.
4.05	313	73	16	85	3.3	2.65	23	20	52.
6.75	317	79	25	107	3.8	2.9	21.5	20	53.
7.87	340	70	17	114	3.7	2.8	23	20	54.
5.17	236	65	18	133	2.8	2.9	19.5	17	55.
4.05	233	85	23	140	3.1	3.75	23.5	20	56.
5.85	333	92	23	167	3.4	4.65	23.5	20	57.
4.95	344	97	22	157	3.7	4.15	23	17	58.
4.95	332	75	22	140	3.1	3.55	21	17	59.
3.37	327	92	18	133	3.7	3.4	23.5	20	60.
3.82	329	85	16	101	3.4	2.9	21.5	17	61.
3.4	367	85	16	85	3.1	4.27	28	27	62.
3.7	377	97	16	101	3.3	5.17	23.5	20	63.

A rövidítések jelentése az oszlopok sorrendjében:

Nit N: Nitrát N ppm-ben,
 AL-oldószerrel: P₂O₅ ppm, K₂O ppm, Na ppm,
 KCl oldószerrel: Mg ppm,
 EDTA oldószerrel: Zn, Cu, Mn, Fe ppm-ben.

Összesen a 63 egységre 17 talajmintát állítottak össze.

Főkomponens analízissel választottam azokat a mintákat, amelyek együttfutását elemeztem az űrfelvételekkel.

4. Főkomponens analízis

A főkomponens-elemzés során a változók lineáris transzformációja révén az eredeti változóknál kisebb számú komponensbe sűrítjük az eredeti változókból rejlő információkat. Másodlagos cél a változók közötti kapcsolatok alaposabb vizsgálata.

A korrelációs mátrix az előzetes vizsgálat eredménye. Az előzetes vizsgálat célja annak eldöntése, hogy van-e értelme a főkomponens-elemzésnek. Korrelálatlanság (0 érték) esetén minden egyes változó önmagában értékes, sajátos, más változók kombinációjával kifejezhetetlen információt hordoz. Abszolút korreláltság (1 érték) azt jelenti, hogy egymással helyettesíthető adatokról van szó.

2. táblázat: A talajminta adatok korrelációs mátrixa

	pH H ₂ O	pH KCl	Arany kötöttség	Össz só %	CaCO ₃	Hum. %	Össz. N	Nitrát ppm	NitrN ppm	AL P2O5	ALK2O ppm	AL Na ppm	MgKCl ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm
pH (H ₂ O)	1,000	,145	-,029	,133	,284	-,024	,082	,028	,152	-,066	-,034	,085	,147	,278	-,286	,190	-,025
pH (KCl)	,145	1,000	-,629	-,226	-,112	-,580	-,163	,194	,196	,364	-,035	-,310	-,418	,297	-,477	,236	,066
A kötöttség	-,029	-,629	1,000	,238	,215	,555	,112	-,241	-,218	-,444	,049	,542	,554	-,523	,097	-,566	-,321
Összes só %	,133	-,226	,238	1,000	,133	,238	-,007	,088	,116	-,289	,117	,088	,170	-,023	,211	,116	,195
CaCO ₃	,284	-,112	,215	,133	1,000	,134	-,051	,087	,139	-,147	-,089	,217	,452	,036	-,235	-,042	-,160
Humusz %	-,024	-,580	,555	,238	,134	1,000	,368	-,036	-,043	-,196	,030	,427	,459	-,155	,499	-,071	,006
Össz. N	,082	-,163	,112	-,007	-,051	,368	1,000	-,279	-,284	,044	-,054	,345	,233	-,068	,301	,015	-,125
Nitrát ppm	,028	,194	-,241	,088	,087	-,036	-,279	1,000	,988	,129	-,235	-,133	-,210	,209	-,086	,227	,155
NitrátN ppm	,152	,196	-,218	,116	,139	-,043	-,284	,988	1,000	,092	-,220	-,117	-,182	,234	-,142	,239	,163
AL P2O5 ppm	-,066	,364	-,444	-,289	-,147	-,196	,044	,129	,092	1,000	,222	-,073	-,159	,467	-,013	,075	-,049
AL K2O ppm	-,034	-,035	,049	,117	-,089	,030	-,054	-,235	-,220	,222	1,000	,040	,012	,263	,166	,043	,323
AL Na ppm	,085	-,310	,542	,088	,217	,427	,345	-,133	-,117	-,073	,040	1,000	,465	-,258	,063	-,402	-,370
MgKCl ppm	,147	-,418	,554	,170	,452	,459	,233	-,210	-,182	-,159	,012	,465	1,000	-,045	,212	-,202	-,267
Zn EDTA ppm	,278	,297	-,523	-,023	,036	-,155	-,068	,209	,234	,467	,263	-,258	-,045	1,000	,180	,706	,516
Cu EDTA ppm	-,286	-,477	,097	,211	-,235	,499	,301	-,086	-,142	-,013	,166	,063	,212	,180	1,000	,327	,415
Mn EDTA ppm	,190	,236	-,566	,116	-,042	-,071	,015	,227	,239	,075	,043	-,402	-,202	,706	,327	1,000	,773
Fe EDTA ppm	-,025	,066	-,321	,195	-,160	,006	-,125	,155	,163	-,049	,323	-,370	-,267	,516	,415	,773	1,000

A 2. táblázat szerint:

Szignifikancia szint alattiak: összes só, összes N,
gyenge kapcsolat van a K₂O és a kétfajta meghatározású pH között,
a többi 0,4 és 0,6 közötti érték körül korrelál.

A következő lépés a teljes variancia magyarázata. A 3. táblázat a komponensek sorszáma, saját értékét, a variancia %-át és összeadott (kumulatív) %-át mutatja. Az első öt komponens az adatokban lévő információ 71,474 %-át megőrzi. Ezek a főkomponensek. A következő, 4. táblázatból derül ki, hogy mely talaj minták alkotják a főkomponenseket.

Megjegyzés: a főkomponens táblázatban (4. táblázat) lévő korrelációk lehetnek „-” negatív előjelűek. Ez azt jelenti, hogy pl. az 1. oszlopban minél nagyobb a talajban a Zn (0,525) vagy a Mn (0,634) előfordulás, annál kisebb a Na (-0,657) vagy a Mg (-0,642).

Az első főkomponenst alkotó talaj jellemzők közül kiemelkedik az Arany-féle kötöttség (-0,867), a másodikonál a Cu (0,803), a harmadikonál a Nitrát (0,733) és Nitrát N (0,787). Ezek jellemzik leginkább ezt az adattömeget statisztikailag. További vizsgálatba ezeket célszerű bevonni.

Innen választottam ki az úrfelvételek együftfutás elemzésére az Arany-féle kötöttséget, mint mechanikai tulajdonságot.

3. táblázat: A teljes variancia magyarázata

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,314	25,374	25,374	4,314	25,374	25,374
2	2,626	15,447	40,821	2,626	15,447	40,821
3	2,206	12,979	53,800	2,206	12,979	53,800
4	1,648	9,693	63,492	1,648	9,693	63,492
5	1,357	7,982	71,474	1,357	7,982	71,474
6	1,138	6,693	78,167			
7	,848	4,986	83,153			
8	,613	3,604	86,758			
9	,528	3,107	89,864			
10	,433	2,545	92,409			
11	,354	2,084	94,493			
12	,330	1,941	96,434			
13	,210	1,234	97,668			
14	,171	1,007	98,675			
15	,140	,821	99,496			
16	,083	,487	99,983			
17	,003	,017	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

4. táblázat: Főkomponens mátrix

Component Matrix(a)

talaj jellemző	főkomponens				
	1	2	3	4	5
A kötöttség	-,867				
pH KCl	,689	-,383		,271	
Na ppm	-,657			,286	,295
Mg KCl ppm	-,642	,232	,244	,392	
Zn ppm	,625	,483		,463	
Humusz %	-,606	,520			,277
Cu ppm		,803	-,229	-,227	,266
Fe ppm	,498	,709			-,247
Mn ppm	,634	,635			
összes só		,422	,341		-,370
Nitrat N ppm	,449		,787	-,213	,293
Nitrat ppm	,455		,733	-,285	,370
CaCo3	-,232		,569	,423	-,231
K2O ppm		,350	-,356	,217	
pH H2O			,398	,611	-,314
P2O5	,421		-,235	,401	,578
összes N	-,355	,254	-,223	,325	,391

Extraction Method: Principal Component Analysis. 5 components extracted.

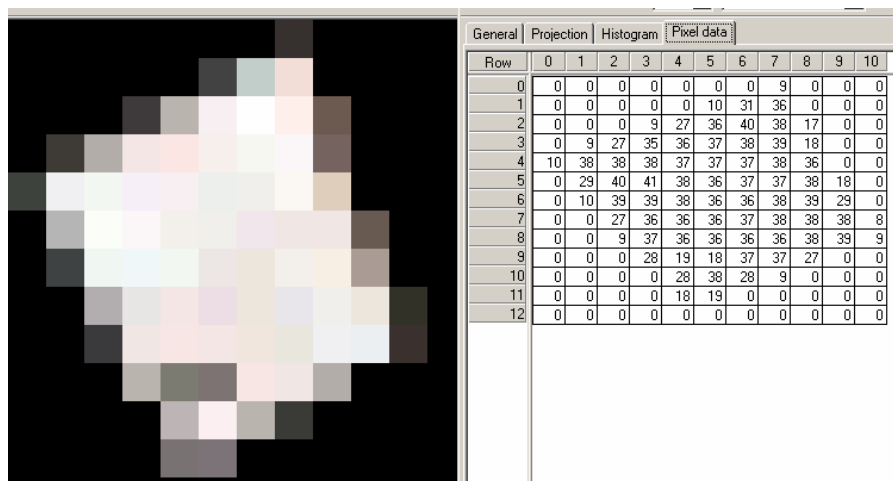
5. Talaj- és távérzékelte adatok vizsgálata

Az Arany-féle kötöttség kiválasztása után számba vettem a rendelkezésre álló űrfelvételeket. Azokat az űrfelvételeket használtam, amelyek segítségével a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI, Budapest) termény becslést végzett. A megfelelő javításokkal ellátott, Egységes Országos Vetületbe transzformált űrfelvételekkel, melyet FÖMI rendelkezésemre bocsátott, kényelmesen lehetett dolgozni, egyúttal az általam készített vizsgálat az űrfelvételek másodlagos hasznosítására is irányult.

Két űrfelvétel jött számításba, amelyek a legközelebb estek időben a talajminta vételhez (2001. november). A 2001. év októberi és a 2002. márciusi. Az októberi felvételen, a kép közepén barna foltként jelentkezik a kísérleti tábla, rajta a kukoricával. A márciusi felvételen világos színben (nagy visszaverődéssel) látszik a tábla, még nincs növényi fedés rajta. Emiatt a márciusi felvétel lett kiválasztva.



5. ábra: Űrfelvételek 2001. október 08. (balra, kukorica a táblán) és 2002. március 09 (jobbra, nincs növényi fedés)

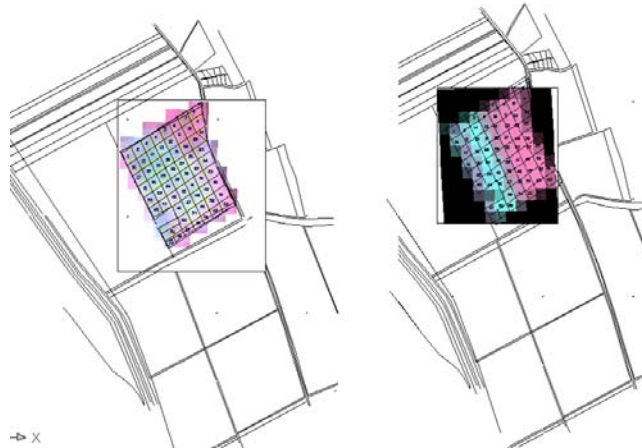


6. ábra: Az űrfelvételből kivágott tábla, 50x50 méteres képegységekkel (pixelekkal)

Az űrfelvétel multispektrális (több sáv) Landsat mesterséges holdról készített felvétel. Az ugyanabban a pillanatban 7 sávban – ebből 3 sáv a látható tartományban: kék, zöld, vörös

sávban, 4 pedig infravörös sávban - készült. A hét sávot hét táblázattal reprezentálhatjuk, amelyek megfelelő (pl. ERDAS) szoftverrel képként jeleníthető meg, lásd 5. ábrát!

Ahhoz, hogy számszerűen vizsgálni tudjuk a felületet lefedő talajmintákat (kezelési egységeket) és az űrfelvételt, egységes rendszerbe kellett hozni őket: minden űrfelvétel pixelnek (képegységnek) egy kezelési egység érték feleljen meg. A kezelési egységek átlagos területe 0,24 hektár, míg az űrfelvétel pixeleinek 0,25 hektár. Egymásra csúsztatva az űrfelvételt és a kezelési egységeket, a pixeleket legjobban átfedő kezelési egységeket feleltettem meg az űrfelvétel pixelnek.



7. ábra: A kezelési egységek (balra) és az űrfelvétel pixeleinek megfeleltetése (jobbra)

Az Arany-féle kötöttség adatait táblázatba rendeztem a megfeleltetés szerint.

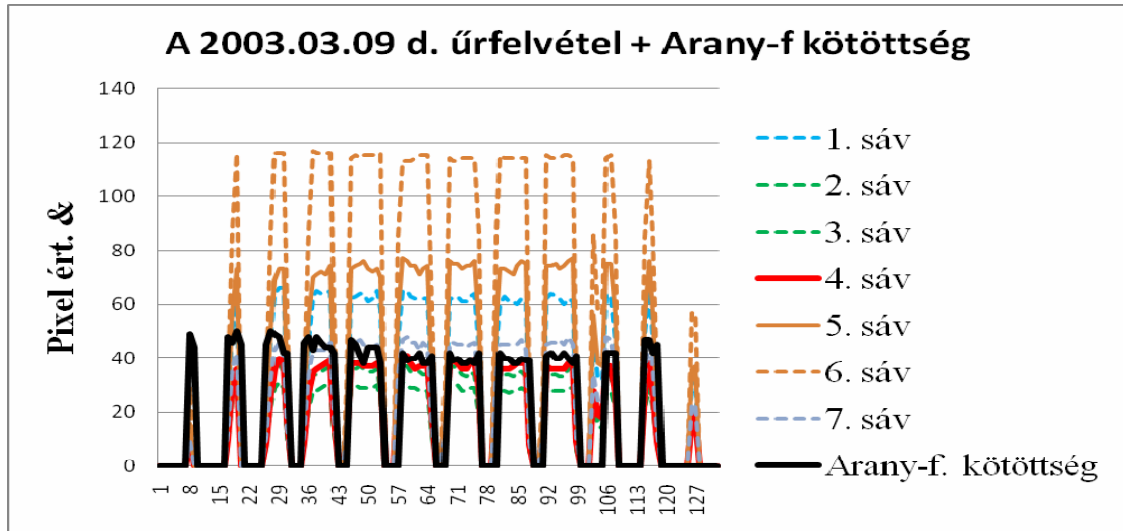
5. táblázat: Az Arany-féle kötöttség táblázatba rendezve

0	0	0	0	0	0	0	49	44	0	0
0	0	0	0	0	48	46	50	45	0	0
0	0	0	45	50	49	48	42	42	0	0
0	46	48	43	48	46	44	44	42	0	0
0	47	45	41	38	44	44	44	38	0	0
0	0	42	39	40	40	42	38	38	41	0
0	0	42	39	40	38	38	39	38	42	0
0	0	0	42	40	40	38	38	40	39	39
0	0	0	41	42	40	40	42	40	38	41
0	0	0	0	0	0	42	42	42	0	0
0	0	0	0	47	47	42	45	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Első lépésként az űrfelvétel 7 sávja és az Arany-féle kötöttség együttfutását vizsgáltam, Excell program segítségével.

A felfutások hasonlóak, az egyes sávok eltérő pixel értékűek. A 4. sz. sáv nagyságrendileg is közel áll az Arany-féle kötöttséghez. A 4. sáv és az Arany-féle kötöttség korrelációja: 0,8 - tehát jól korrelálnak. Ha viszont a nullával pótolta helyeket elvesszük, akkor 0,3 gyenge korrelációt kapunk.

Felmerül a kérdés, hogy az űrfelvétel és a talaj adatok, esetünkben az Arany-féle kötöttség milyen összefüggésben vannak, esetleg kiszámolhatók –e ezek a mennyiségek egymásból, megkönnyíthető-e a fáradságos terepi munka egy része az űrfelvétel segítségével? Hogyan tudjuk a feltett kérdést matematikai úton megfogalmazni?



7. ábra: Az űrfelvétel sávjai és az Arany-féle kötöttség együttfutása

Tekintsük a 4. sáv és az Arany-féle kötöttség táblázatát egy-egy felületnek! Kérdés, hogy ezek hogyan simulnak egymáshoz, és milyen távolságra vannak egymástól? Simítsuk a két felületet úgy egymáshoz, hogy a megfelelő táblázati helyeken az eltérések négyzetösszege minimális legyen, és becsljük a simítás hibáját!

$$\text{Hiba} := \text{hiba}(A, B) = \sum (g_i - (A f_i + B))^2$$

A minimum szélsőértékre felírt egyenletek:

$$\frac{\partial \text{hiba}}{\partial A} = 2((\sum f_i^2)A + (\sum f_i)B - \sum f_i g_i) = 0$$

$$\frac{\partial \text{hiba}}{\partial B} = 2((\sum f_i)A + nB - \sum g_i) = 0$$

A és B számítása

$$A = \frac{n \sum (f_i g_i) - (\sum f_i)(\sum g_i)}{n(\sum f_i^2) - (\sum f_i)^2} \quad B = \frac{1}{n} \sum g_i - \frac{1}{n} (\sum f_i) A$$

A képletek jelentése:

keressük A és B értékét úgy, hogy a g_i 4. űrfelvétel sáv táblázati értékei és az f_i Arany-féle kötöttség táblázati értékei eltérésének négyzetösszege minimum. A szélsőérték kereséshez felírjuk

a hiba A és B szerinti parciális deriváltját, nullával tesszük egyenlővé és kifejezzük A-t és B-t. A számítást Excell programmal végeztem.

Eredmény:

$$A = 1,36 \quad B = -2,12 \quad \text{Hiba: } 24\,479$$

Összehasonlításul az Arany-féle kötöttség néhány adatát az 5. táblázatban látjuk.

Értékelés: az A a két felület illeszkedését, a B a két felület távolságát mutatja. Az illeszkedés akkor volna jó, ha 1-hez közeli értéket kapnánk, pl 1,00. A B azt mutatja, hogy a két felület nincs messze egymástól, ezt látjuk is a 7. ábrán is, de ennek itt most nincs jelentősége, mert a két felületet egy állandó hozzáadásával párhuzamosan elcsúsztathatjuk. A hiba több nagyságrenddel meghaladja a táblázati értékeket, tehát a két mennyiség nagy hibával számítható egymásból.

6. Összegzés

- Talaj adatok és űrfelvételek közötti vizsgálat megteremthető grafikus és számszerű összehasonlítással.
- Talaj adatok és űrfelvételek egymásból számíthatósága elfogadhatatlanul nagy (30 – 40 %-os) eltérést ad a mért adatokhoz képest.

7. Irodalomjegyzék

- CSORNAI G. - SUBA ZS. - SOMOGYI P. - TARCSAI B. - TIKÁSZ L. - WIRNHART CS. (1995): Termesztett Növények Monitoringja Távérzékelési eljárással piacgazdasági körülmények között, Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok
- DUSEK T. (2004): A területi elemzések alapjai, ELTE Regionális Földrajzi Tanszék – MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport kiadványsorozata
- FERENCZI Z. – KUPCSIK J. (2001): Statisztikai képletek és táblázatok, Győr, Novadat
- GYULAI I. - BULLA M. (2002): Távérzékelés, egyetemi jegyzet, SZIF- Universitas Kft.
- GYULAI I.: A precíziós mezőgazdaság segítése távérzékelési adatokkal, doktori értekezés, Mosonmagyaróvár, 2009.
- HORVÁTH Z., (2008) személyes konzultációk, Széchenyi István Egyetem Győr
- KACZ K. - NEMÉNYI M. (1998): A megújuló energiaforrások, Mezőgazdasági szaktudás Kiadó, Budapest
- MESTERHÁZI P. Á. (2004): Development of measurement technique for GPS aided plant production, PhD dissertation, NYME-MÉK, Mosonmagyaróvár
- MILICS G. in Németh T. - Neményi M. - Harnos Zs (2007): A precíziós mezőgazdaság módszertana, JATE Press-MTA TAKI, Szeged, pp15-39
- NEMÉNYI M. - MESTERHÁZI P. Á. - GYULAI I. (2001/b): A kemikáliák helyspecifikus kijuttatásának műszaki feltételrendszere az agrárgazdaságban, Győr, Széchenyi István Főiskola, Tudományos Napok, kézirat
- SZÚCS M. - SZÚCS M.-NÉ (2006): Talajtan, In Czimmer Gy. (szerk) HEFOP, Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Agrártudományi és Vidékfejlesztési Kar XXV. 5 177-194
- THEILEN-WILLIGE, B. (1993): Umweltbeobachtung durch Fernerkundung, Enke, Verlag, Stuttgart

REGIONÁLIS FEJLESZTÉSEK FENNTARTHATÓSÁGI ÉRTÉKELÉSE

Buruzs Adrienn – Dr. Bulla Miklós

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: buruzs@sze.hu

Összefoglalás

A tanulmány célja és tárgya megalapozni a kutatást arra keresve a választ, hogy egy régióban a tényleges helyzetből, az adottságokból kiindulva hogyan lehet megvalósítani, érvényesíteni a fejlesztések fenntarthatóságát. A GEO 4 scenáriók alapján bemutatásra kerül a jövő lehetséges négy forgatókönyve, valamint a kapcsolati diagramok alkalmazhatósága és a hajtóerők mátrixa.

A környezet állapotát befolyásoló főbb tényezők

Egy-egy táj, élőhely, vagy azt betöltő közösség sorsa a jelenben – és ne legyen kétségünk, a jövőben is – a környezeti folyamatok által meghatározott. Ezek a történések lehetnek olyanok, amelyek átmenetileg kedvezők, vagy olyanok, amelyek ellen védekezni kell. Egy bizonyos, a külső feltételek sem lesznek állandók, és főleg nem olyanok, amelyektől el lehetne szigetelődni.

A környezet állapotát befolyásoló főbb hajtóerők (az ok-okozati hatáslánc kiindulópontját alkotó társadalmi-gazdasági folyamatok):

- ipari és mezőgazdasági szerkezetátalakítás
- életmód, fogyasztási szokások, szegénység
- területhasználat, beépítettség növekedése
- versenyképesség javítása
- szabályozási és intézményi feltételek alakulása
- EU fejlesztési fírássok megjelenése
- oktatás, képzés, személetformálás, K+F,
- kultúra, tradíciók.

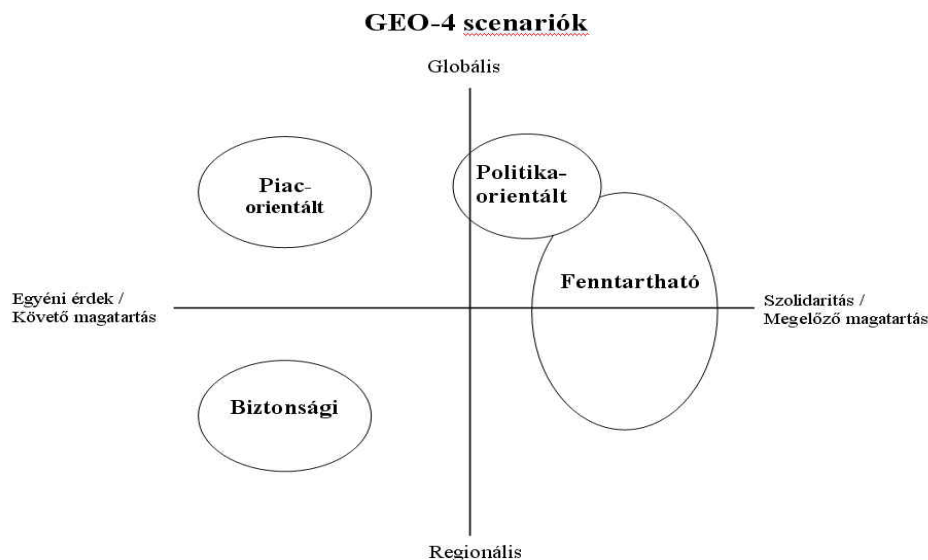
Hosszú távon ható, komplex környezeti-társadalmi-gazdasági jelenségek

- éghajlatváltozás, klímavédelem
- vizeink állapota, vízgazdálkodás
- biológiai sokféleség, természetvédelem

Milyen globális környezeti és társadalmi feltételek mentén kell elérni a fenntartható jövőt?

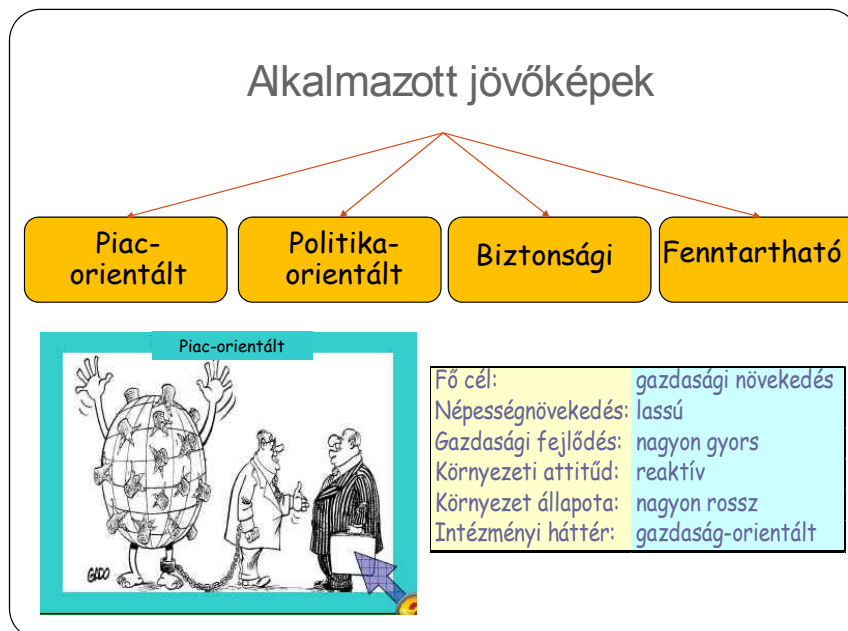
A jövő lehetséges forgatókönyvei

Fontos megvizsgálni, hogy mi minden történhet a külső és a belső folyamatokban, szűkebb-tágabb környezetünkben, amelyek meghatározhatják sorsunkat. Nemzetközi munkák során az alábbi fő jövőképeket fogalmazták meg (1. ábra).

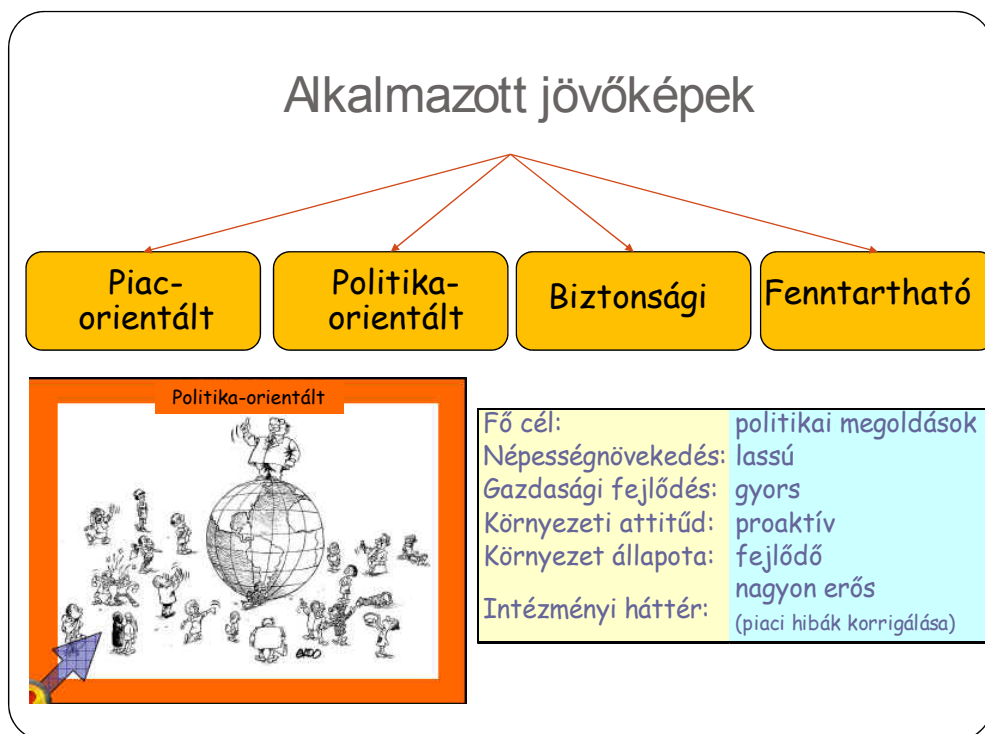


1. ábra: Lehetséges jövőképek (TÁJKÉP, 2009)

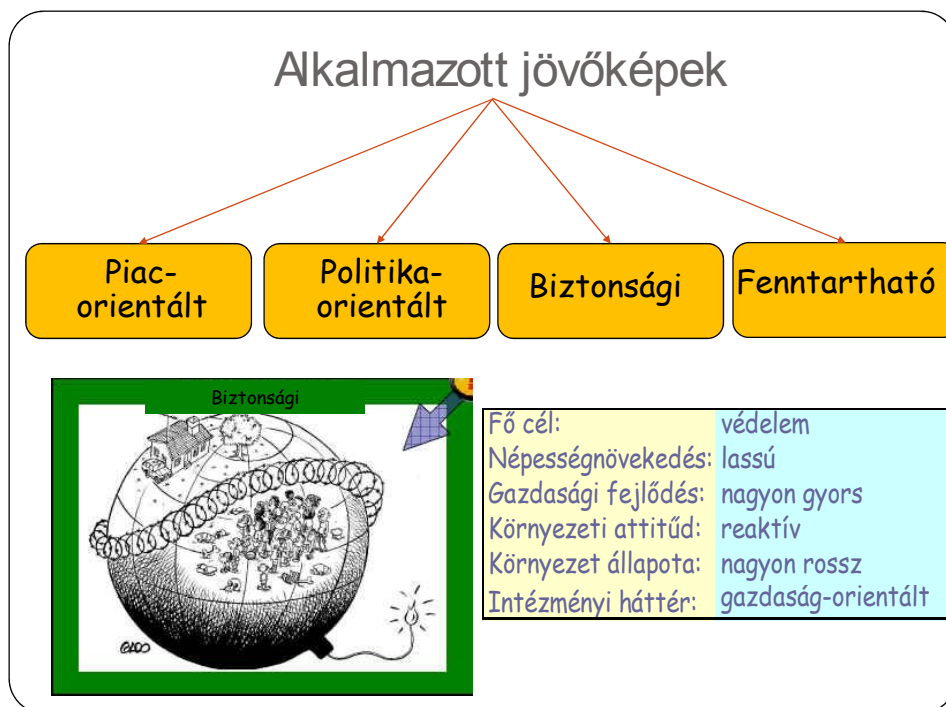
A lehetséges jövőkép-változatokat a 2-5. ábra mutatja be.



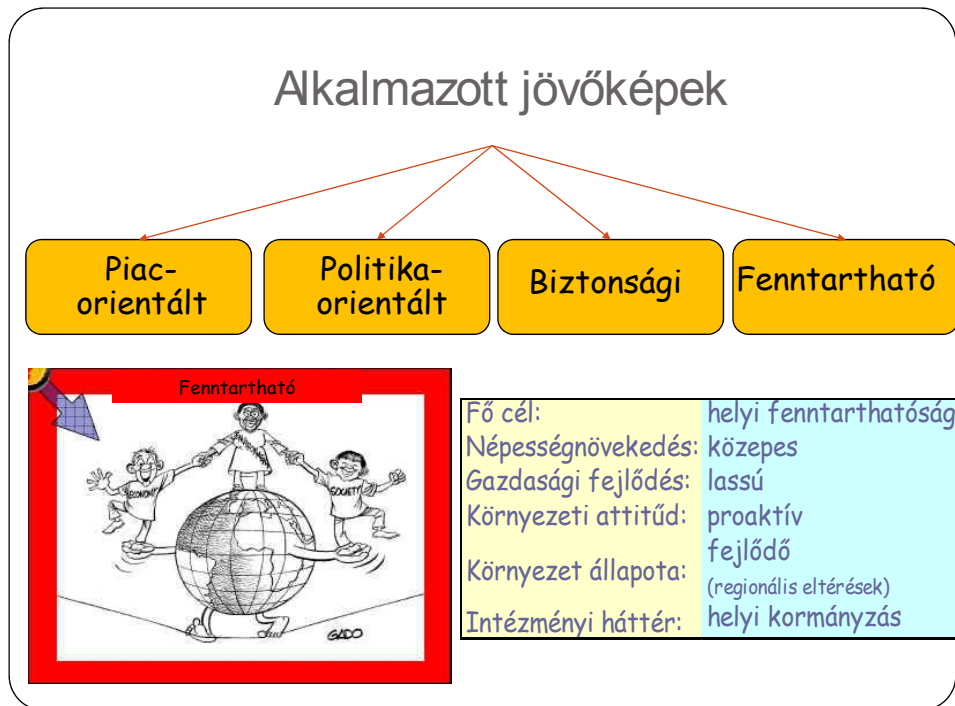
2. ábra: Piacorientált jövőkép-változat (Balogh, 2009)



3. ábra: Politikacorientált jövőkép-változat (Balogh, 2009)



4. ábra: Biztonsági jövőkép-változat (Balogh, 2009)



5. ábra: Fenntartható jövőkép-változat

Forgatókönyv-vázlatok

„Globalizáció +”

- A világ a globális társadalom irányába alakul, továbbra is a verseny és a gazdasági növekedés a legfontosabb hajtóereje a fejlődésnek
- Az éghajlatváltozáshoz alkalmazkodik a globális társadalom, megelőzi a további változásokat, s mindezt a tudományos-technikai válaszokon, a piaci mechanizmusokon keresztül éri el
- A megoldások nem fékezik, sőt növelik a gazdasági növekedést
- A fosszilis energiahordozók felhasználása, kitermelési üteme sokáig nem csökken jelentősen, így fokozatosan sikerül helyettesíteni a nap, szél, geotermikus és második generációs biomassza hasznosítási eljárásokkal
- A növekedést sikerül szétválasztani a környezeti terhelések növekedésétől és a szociális problémák halmozódásától
- Erős globális kormányzás alakul ki
- A techno-optimista felfogás győzelme

„Globalizáció –”

- Az emberiség súlyosbodó problémákkal küzd, egyre szélsőségesebb éghajlati körülmények jelentkeznek

- Nem tud megküzdeni az időjárási szélsőségekkel és következményeivel (árvíz, aszály, bizonytalan terméskilátások), csökken a biológiai sokféleség, csökkenek a természetes ökoszisztémák szolgáltatásai
- A gazdasági növekedés lelassul, a tőkeallokációra alapozott növekedés kudarcot vall
- Az ellátó rendszerek összeomlanak
- Az emberiség nem tudja kielégítő mértékben helyettesíteni a fosszilis energiahordozókat
- Átrendeződik a politikai erőterkép, új feszültségek keletkeznek
- Minden technikai megoldás újabb környezeti és szociális nehézséget szül
- A létfeltételek romlanak, az életszínvonal jelentősen csökken
- Nem alakul ki globális kormányzás, s a nemzeti kormányok sem képesek kontrollálni a folyamatokat
- Globális szinten létrejön a káoszpont, a problémák megoldásai finanszírozhatatlanok

Lokalizáció

- A problémák elszabadulnak, sem globális, sem nemzeti szintű megoldást nem nyernek
- Helyben kell kitalálni a megoldást a legtöbb problémára
- A problémák súlyosak: éghajlatváltozás, élelemhiány, energiahány, ellátórendszerek összeomlása
- A helyi válaszok megtalálása egyenetlen, jelentős különbségek alakulnak ki a különböző közösségek között, ez konfliktusok, erőszak forrását hordozza
- Hosszú időt vesz igénybe a helyzet normalizálódása

Glokalizáció

- A szubszidaritás működik (globális kormányzás az emberiség közös ügyeiben, helyi döntési szabadság lokális szinteken).
- A globális együttműködés kiegyensúlyozottá válik (export-import a szükséges mértékén működik).
- Szociális polarizáció csökken.
- A világot az együttműködés jellemzi.
- Az együttműködés mentén sikerül megtalálni a válaszokat a környezeti, társadalmi problémákra és az energia gondokra.
- Értékalapon működik mind a globális, mind a lokális társadalom.

A hajtóerők elvárt állapota és javasolt beavatkozások

Az elmúlt másfél évben zajlott jövőkép-építési folyamat keretében a hajtóerő piramis mentén dolgoztunk (lásd melléklet). A következőkben megfogalmazott javaslatokat az így elkészült

anyagokból állítottuk össze, s azokra az elemekre helyeztük a hangsúlyt, melyek minden jövőképben szerepeltek, hiszen ezáltal az alkalmazkodó-képesség (adaptation capacity) és a rugalmasság (resilience) mértéke javítható – különböző külső körülményekre is képes lesz hazánk és a Tisza régió megfelelően felkészülni. A javaslatok szerkezete: hajtóerő (és rövid leírása); elvárt változása a jövőben; elért rövid- és hosszú távú feladatai (utóbbi dőlt betűvel, ha távoli jövőre vonatkozik).

Kulturális szint / egyéni szint

Hajtóerő	Elvárt állapot	Beavatkozási javaslatok Rövid és hosszútávon
Viselkedés - Termelői fogyasztói szokások	Többgenerációs családmodell előnyeire építő közösségek. Önellátás és város-falu szimbiózis, mint fő érték (veszély esetén is, mint pl. globális piac összeomlása, nagy áram- vagy olajhiány). Tudatos, önkorlátos vásárló, magas beltartalmú, egészséges, helyben termelt és idény jellegű élelmiszereket fogyaszt, környezettudatos tartós termékeket választ és a szolgáltatások során helyi vállalkozókat részesít előnyben. LETs (helyi pénzügyi számolás) rendszerek elterjedése, kölcsönös bizalom erősödése.	'Fair Trade' és teljes minőségi ellenőrzött termékpálya (protekcionista gazdaság-politikával harmonizálva) feltételinek kialakítása, támogatása, szabályozói keretek bevezetése. Nagy bevásárló központokban régió specifikus, öko-árusarkok, polcok elterjesztése és arányuk gyors növelése (vásárlói igény és tudat fejlesztése mentén). Helyi/regionális termelési rendszerek fejlesztése – a termelőtől az asztalig. Védjegyzés (természeti, természetesi hatások: pl. GMO mentes, erőforrástakarékos) és társadalmi hatások (pl. Élő Tisza - mennyi munkahelyet tart meg a vásárlással) tudatosítása. Önmérséklet, tudatos fogyasztás terjesztése. A víz/erőforrás takarékos technológiák terjesztése, támogatása. Termelés során zárt körfolyamatokra törekvés előírása és ellenőrzése. A táj – talaj – ökoszisztéma védelem mentén megfogalmazott termelői, önkorlátozó rendszerek. Technológiai innováció a fentiek támogatására.

		<i>Regionális felhasználásra és nemzetközi forgalmazásra különböző jogi előírások (egyiknél erősebb civil ellenőrzés, míg másiknál szakigazgatási ellenőrzés magasabb). Média maximális részvétele a tudatformálásban (akár jogszabályi előírással)</i>
--	--	---

Intézményi szint / egyéni szint

Hajtóerő	Elvárt állapot	Beavatkozási javaslatok Rövid és hosszútávon
Jogi szabályozás	Informális (pl. normák, hagyományok) és formális (pl. szabályok, intézmények) rendszerek egymásba ágyazott rendszere. Átlátható, egyszerű és protekcionista rendszer, amely a regionális – globális folyamatok szabályozását különválasztja (szigorúbb feltételek a globális folyamatok során, mivel a bizalom és a társadalmi ellenőrzés kevésbé működik). Jogrendszer és betartás hatékonysága és kiszámíthatóság nő. „A jog közelít az igazsághoz.”	Helyi rendszerek működtetéséhez egyszerűbb, helyi szabályozás és ellenőrzés bevezetése. A jogszabályok készítése során a szubszidiaritás, mint elv alkalmazása. Diszfunkcionális jogszabályok felszámolása, átlátható egyszerűbb rendszer kialakítása, mely csökkenti a korrupciót (pl. egy személynek nem lehet 3 cégnél több képviselője ill. tulajdonában; köztartozás, körbetartozás és jelentős gazdasági szabálytalanság esetében 5 éves kizárás). Közbeszerzési törvény lényeges reformja – protekcionizmus erősítése, ill. alapszolgáltatások beszerzésének átláthatóbbá és egyszerűbbé tétele (ma 1,5 drágább közbeszerzéssel számítógépet venni, mint a boltban) <i>Horizontálisan harmonizált szakmai elveket képviselő, közérthető és leegyszerűsített jog.</i>

Strukturális szint / egyéni szint

Hajtóerő	Elvárt állapot	Beavatkozási javaslatok Rövid és hosszútávon
Háztartások	Önellátó irányba mozdul el, környezeti szempontok az energia- és nyersanyag-felhasználásban, épület-gépészetben és felújítások során. Zöldfelület fejlesztés (városokban függőlegesen is) és vízmegtartás a szélsőségek kezelésére.	Ahol lehet az öngondoskodás fejlesztése, mely nem csak jövedelem kiegészítést és spórolást, de a készségek és tudás fennmaradását is támogatja. Technológiai újítások és hagyományos alapanyagok ötvözése, energia-input és szennyezés kibocsátás minimalizálás mentén. Nagy-család struktúra előnyeinek népszerűsítése és támogatása

A hajtóerők piramisa

A 6. ábrából jól látszik, a környezet állapota és az azt ért terhelések oka előzményeként a strukturális szint, az intézményi illetve a kulturális szint nevezhető meg.

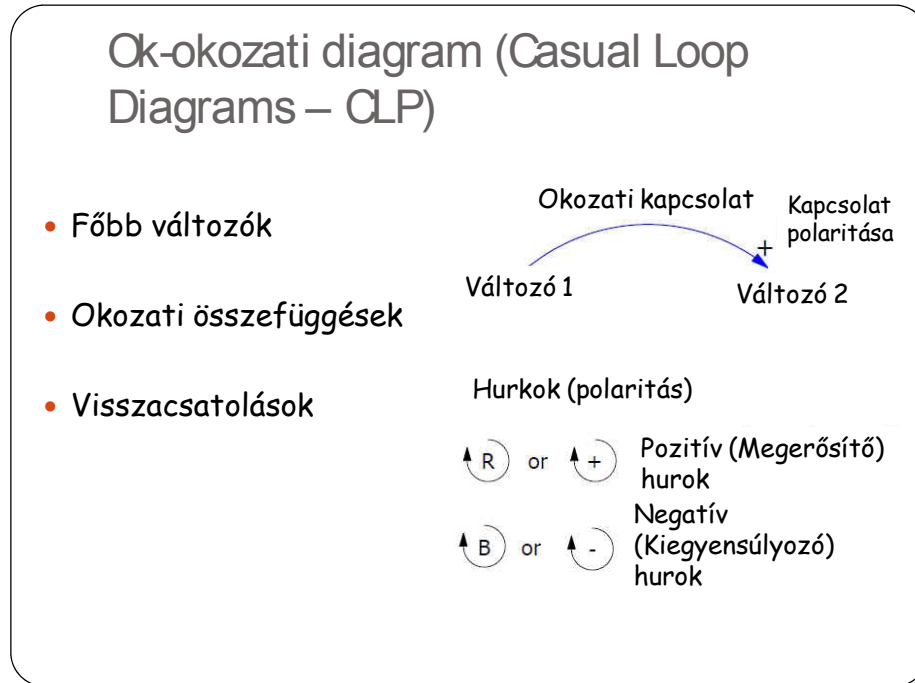
A hajtóerők piramisa a 6. ábrán látható.



6. ábra: A hajtóerők piramisa (TÁJKÉP, 2009)

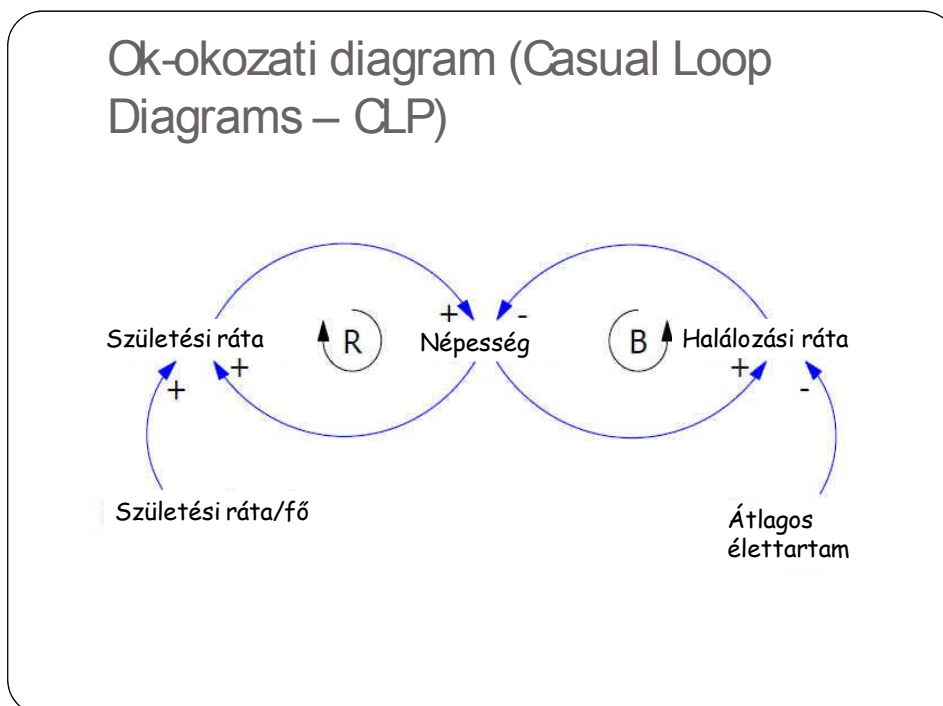
Ok-okozati diagram (Casual Loop Diagrams – CLP)

A következőkben bemutatandó ok-okozati diagramok egy adott térség jellemző folyamatainak a leírását, feltérképezését segítik: a főbb változók közötti okozati összefüggések és visszacsatolások leírására szolgálnak (7. ábra).



7. ábra: Ok-okozati diagram(CLD) (Balogh, 2009)

A 8. ábra a születési ráta – népesség- halálzási ráta összefüggéseinek feltérképezésére mutat be egy példát.

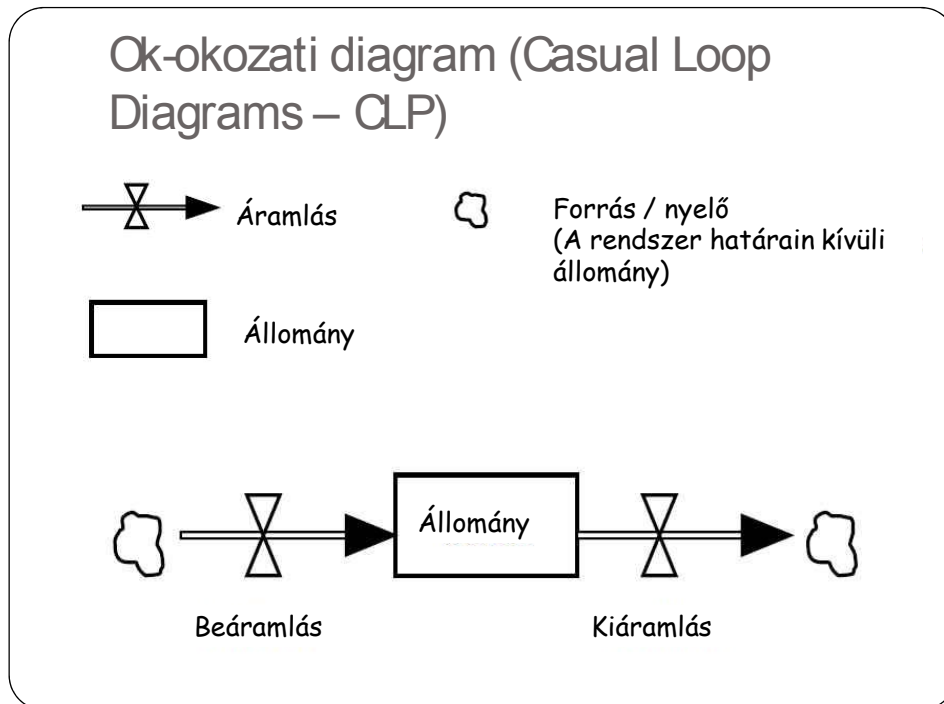


8. ábra: CLD diagram működése egy konkrét példán keresztül (Balogh, 2009)

Kapcsolat polaritását illetően az alábbiak állapíthatók meg:

- Pozitív polaritás (+): ha az ok növekszik, a hatás is nő; ha az ok csökken, a hatás is csökken.
- Negatív polaritás (-): ha az ok nő, a hatás csökken; Ha az ok csökken, a hatás nő.

A CLD diagramok egy rendszeren belüli és a rendszer határain kívül álló állomány folyamatának, összefüggéseinek leírására képesek (9. ábra).



9. ábra: A CLD diagramok működése (Balogh, 2009)

Összefoglalás

Egy-egy régió fenntarthatósági törekvései meghatározásakor mindenképp a régió adottságait kell felmérnünk ahhoz, hogy a jövőbeli terveket ezek hangsúlyozásával tudjuk kialakítani. A CLD módszere egy lehetséges eszköz, amely segítséget nyújt abban, hogy az adott terület környezeti-társadalmi-gazdasági kapcsolatrendszerét feltérképezzük, és előnyeit-hátrányait meghatározzuk.

Felhasznált irodalom

A tanulmány a **TÁJ-KÉP Vitaanyag** – első változat (2009. március) melléklete (Társadalmi jövőpítés eredményei – első változat) és Balogh Edina: **Regionális műhelymunkák eredménye** c. előadása alapján készült.

ZAJTÉRKÉPEZÉS SZEREPE A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSBN

Dr. Koren Edit – Bedő Anett

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: bedoa @sze.hu

Összefoglalás

A zaj egyidejű az emberrel és egyre inkább meghatározó része életünknek, környezetünknek. A környezeti zaj, melyet a gazdasági fejlődés indukál, mára jelentős környezeti problémává nőtte ki magát, mely azonnal jelentkező zavaró hatásként lép fel. A környezeti zajok közül az egyik legjelentősebb a közlekedésből származó zajterhelés, mellyel a dolgozatban részletesebben foglalkozom. A zaj már nemcsak a városokban, hanem a falvakban is problémát jelent, rontja az emberek életminőségét és akár egészségkárosodáshoz is vezethet. A környezeti zajadatok megadásának egyik formája a zajtérkép. A cikkben ismertetem az általános zajvédelmi tervezéshez használt zajtérképezési, valamint Európai Unió irányelv alapján készítendő stratégiai zajtérképezési lehetőségeket. Konkrét példákon bemutatom ezek gyakorlati alkalmazását, és ismertetem a fenntarthatóságban betöltött szerepüket is.

1. Bevezetés

Az elmúlt években a zaj a városi lakosságot terhelő környezeti ártalmak közül kiemelt helyet foglalt el a környezetvédelem területén. Ez nem is csoda, hiszen hazánk is elérte a városi lakosság arányszámának európai átlagát. Ma már az ország lakosságának jelentős része városlakó, és ez az arány várhatóan növekedni fog. A városokon belül és a települések között szükségszerűen növekszik a forgalom. Ennek eredményeképpen az időbeni eljutást forgalmi akadályok nehezítik és nő a szennyezettség mértéke. A városok levegőminőségének romlása, a forgalmi káosz és a zajterhelés vezetett oda, hogy az agglomerációs övezetekbe költöznek ki a lakosok. Ez azonban újabb utak megépítését kényszeríti ki, mely újabb forgalmat generál (KOREN E. 2005). A repülők, a vonatok és az ipari létesítmények valamint az egyre bővülő szórakoztató központok zajterhelésével együtt tovább nő a zajszennyezés, mely rontja az emberek életminőségét, és súlyos megbetegedéseket idézhet elő.

Míg a környezeti zaj elleni védekezés, más környezeti ártalmakhoz képest, a korábbiakban másodlagos szerepet kapott, ma már a zajvédelmi tervezés minden környezeti hatásvizsgálat szoros részét képezi. A zajterhelést többféle módon is megadhatjuk, zajméréssel, zajterhelés számítással és zajtérkép készítéssel, az adott célnak megfelelően. A környezeti zajadatok megadásának, kezelésének és ábrázolásának legjobb formája a zajtérkép. A zajtérkép a zajszintek valamilyen topográfiai rajzon történő ábrázolása. A zajterhelés bemutatása egy olyan kétdimenziós térképen, ahol a harmadik dimenzió a magasság rögzített.

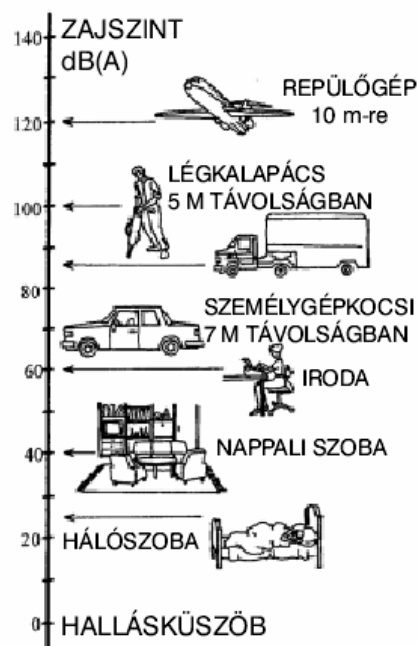
Meg kell különböztetni az általános tervezéshez használt, valamint a 49/2002 EU irányelv kielégítésére szolgáló stratégiai zajtérképeket (BITE P.-NÉ – BITE P. 2005).

2. Közúti közlekedés által okozott zajszennyezés

A zajforrások közül a közúti közlekedésből származó zaj az, ami különösen nagy problémát okoz. A továbbiakban csak ezzel a területtel foglalkozom. A közúti közlekedés forgalma, az emelkedő gépjárműszám miatt, az elmúlt években erősen megnőtt. A **nagyobb forgalom nagyobb zajt eredményez**. Ausztriai vizsgálatok szerint 10-ből 7 ember, akik a zajtól szenvednek, állítják, hogy nekik különösen sok gondot okoz a közlekedési zaj. Ausztriában kerekén 1 millió ember szenved a teherautók, személyautók és a motorok által keltett zajtól. Néhány útszakaszon Ausztriában azzal számolnak, hogy csak a személyautók forgalma 2010-re megháromszorozódik. Ezzel persze a zajártalom is nő. Például, ha egy országút szakaszon (településen kívül) a forgalom megduplázódik, 5000-ról 10.000 járműre, akkor a zajterhelés 50 méter távolságban 61 decibeltől 64-re nő (W. GATSCHNEGG 2003).

A kellemetlen vagy zavaró hangot zajnak nevezzük. A **zaj megítélése erősen szubjektív**. Egy motorkerékpáros számára motorjának erős hangja a sebesség, a száguldás örömét jelenti, míg az utcán közlekedő vagy az arra néző lakásban élő embert zavarja, számukra a motor egyértelműen zajforrást jelent.

A hangforrás által keltett rezgési energia a rugalmas közegben nyomásváltozást okozva hullámformában terjed. Levegőben ez a **nyomásingadozás a hallható hang**. A hang erőssége a közeg nyomásingadozásától, tehát a hangnyomástól függ. Az emberi füllel érzékelhető legkisebb hangnyomás a **hallásküszöb**. A hallható hangok felső határa az a hangnyomás, amely már fájdalmat okoz, ez a **fájdalomküszöb**. A két küszöbérték közötti hangerősség (intenzitás) tartomány 12 nagyságrend. A hangok észlelése folyamán az inger és az érzet között exponenciális kapcsolat van, azaz nagy hangnyomás növekedés aránylag kis hangérzet-növekedést okoz, ezért bevezették a hangtanban a szinteket. A hangerősség pillanatértékét jellemző mennyiség és egy alapérték hányadosának 10-szeres logaritmusát decibelnek (dB) nevezzük. A hallásküszöbhez 0 db hangnyomásszint tartozik, míg a nagyon erős hang miatti fájdalomérzés 110-120 dB között jelentkezik (BARÓTFI I. 2000). Jellegzetes hangok hangnyomásszintjét az 1. ábra mutatja.



1. ábra: Jellegzetes hangok hangnyomásszintje (Brendt M. – Bibók Zs. 2003)

2.1. Közúti közlekedési zaj forrásai és befolyásoló tényezői

A közúti közlekedés okozta zaj fő forrása a **gépjárműzaj több, pontszerű rész – zajforrás összegének tekinthető**. A legfontosabb zajösszetevők a következők:

- a motorzaj (főként a motorfelületről lesugárzott zaj), a mai gépjárműveknél, különösen tehergépkocsiknál, de a kisebb sebességek tartományában személygépkocsiknál is még a motorzaj az eredő zajszintet meghatározó, legnagyobb zajösszetevő,
- a kipufogó-berendezés zaja (a kipufogórendszer felületeiről lesugárzott zaj és a csővég zaja),
- a szívóberendezés zaja,
- a hűtő és ventillátor zaja,
- az erőátvitel zaja (nyomatékváltó, kardántengely, differenciálmű),
- a karosszéria zaja (a motor, illetve az útfelület által gerjesztett és a karosszéria felületeiről lesugárzott zajok és az aerodinamikai zaj),
- a gumiabroncsok zaja (gördülési zaj), a gépjármű zajforrásai között a motorzaj mellett a gumiabroncs-zaj a legjelentősebb, sőt bizonyos üzemi állapotokban és útviszonyok mellett az eredő zajszintet egyedül meghatározó zajösszetevő,
- egyéb berendezések (pl. csikorgó fékek) zaja.

Mind a gépjármű által kibocsátott zaj (**külső zaj**), mind az utastérben, ill. a vezetőfülkében észlelhető zaj (**belső zaj**) függ:

- a gépjármű kategóriától (személygépjármű vagy tehergépjármű, a nehézgépjárművek sokkal zajosabbak, mint a személygépkocsik),
- az egyes gépjárművek szerkezeti kialakításától,
- műszaki állapotától (életkor),
- üzemi állapotától,
- a vezetési módtól,
- külső körülményektől:
 - Nedves útburkolat és gumiabroncs esetén a gumiabroncs – zaj szintje megnő.
 - A **gumiabroncs – futófelülete mintázata és mélysége** is befolyásolja a zajszintet. Attól függően, hogy milyen gumiabroncsot használunk, változik a zajszint. A tapasztalatok szerint az érdes burkolaton a kopott felületű gumiabroncs akár 3 dB-el hangosabb lehet, mivel a gumiabroncs – útburkolat érintkezési felület nagysága megnő.
 - Befolyásoló tényező a **burkolat típusa**, például nem mindegy hogy kockakő vagy aszfaltburkolat van. A kockakő zajosabb, mint a sima aszfalt, a kátyús rossz burkolaton az autók sokkal nagyobb zajt okoznak (BUNA B. 1982).

2.2. Közúti közlekedési zaj hatásai

A zaj a modern civilizációs betegségek egyik rizikófaktor. A felmérések egyértelműen igazolják, hogy a lakosság nagy része a zajterhelés szenvedő alanya. A zaj egyrészt veszélyezteti egészségüket, másrészt rontja a települések akusztikai minőségét. Az EU lakosságának kb. 40%-a van kitéve napközben 55 dB-t meghaladó közúti közlekedési zajterhelésnek, 20%-nál pedig a zajszint nappal nagyobb 65 dB. Éjjel az arány még rosszabb: a lakosság 30%-a 55 dB-nél nagyobb zajban él, ez pedig már bizonyítottan zavarja az alvást (BRENDT M. – BIBÓK ZS. 2003).

A közúti közlekedési zaj hatásai:

1. A **halláskárosodás** során általában a hallásküszöb emelkedéséről beszélünk. A nagyothallás a halláskárosodásnak az a foka, amely már akadályozza a mindennapi életben való tájékozódást.

2. **Beszédértés romlása:** Ha a zaj korlátozza a beszéd értését, beszűkülnek az ember lehetőségei, megváltozik a magatartása, és az is elképzelhető, hogy a személyiségében is zavarok keletkeznek. Ahogy a zavaró hang szintje magasabb, az emberek automatikusan megemelik beszédjük hangerejét, hogy „tülkiabálják” a zajt. A WHO jelentése szerint olyan helyiségben, ahol a beszéd megértése fontos, 45-50 dB hangnyomásszintű beszéd esetén a háttérzaj ne haladja meg a 35 dB-t. Ez nemcsak a beszéd megértése szempontjából fontos, hanem a beszélő szempontjából is, hiszen az emelt hangú beszéd hosszabb távon nagyon fárasztó (F. BAUM 1992).

3. **Alvás zavarása:** Ebben a tekintetben a feldolgozott irodalom mindegyik szerzője egyetért, hogy orvosi szempontból az alvás zavarása a legjelentősebb probléma, mert az éjszakai nyugodt pihenés előfeltétele a munkaképesség és az egészség megőrzésének, a jó fiziológiai és mentális működésének. Az alvászavar leggyakoribb formái: az elalvás nehézsége (megnövekedett elalvási idő), felébredés, változás az alvás fázisainak szabályosságában vagy mélységében. A zajos környezetben alvás fiziológiai hatásokkal jár: megnövekedett vérnyomás, változás a szívritmusban, esetleg arhythmia, növekvő pulzusszám, erek összehúzódása, a légzésritmus változása, testhelyzet-változtatások megnövekedett száma, krónikus fáradtságérzet, idegesség, ingerlékenység stb. Akinek az éjszakai nyugalma gyakran megzavarja a közlekedés zaja, jelentősen nagyobb adrenalin-szintet mutat. Rosszkedv gyakori teljesítmény és koncentrációképeség csökkenés a következmény. Különböző tanulmányok azt is megmutatták, hogy zajos területen élők (alvók) több nyugtatót, ill. altatót fogyasztanak. Vizsgálatok szerint a jó alvás feltétele, hogy a zajszint folyamatosan ne haladja meg a 30 dB értéket, amennyiben a zaj nem folyamatos, a maximális értéke ne haladja meg a 45 dB szintet (W. GATSCHNEGG 2003).

4. **Mentális egészség és teljesítmény romlása:** szorongás, emocionális stressz, idegi panaszok, hányinger, fejfájás, instabilitás, szexuális impotencia, hangulati ingadozások, a társadalmi konfliktusok számának növekedése, továbbá általános pszichiátriai rendellenességek, mint pl. neurózis, pszichózis, hisztéria. A zaj kedvezőtlenül befolyásolja a teljesítményt, valamint a felismerő képességet. Olvasásra, figyelemre, problémamegoldó képességre és a tanulásra is negatív hatást gyakorol.

5. **Magatartásunkra való hatás:** A zaj számos társas magatartással kapcsolatos probléma, valamint kellemetlenség okozója lehet. Ezek a hatások többnyire közvetettek, illetve több összetevő kölcsönhatásának eredményeként keletkeznek. Az emberi magatartás megváltozása agresszióban, barátságtalan fellépésben, az együttműködési hajlandóság hiányában, kedélytelenségben stb. nyilvánulhat meg (BARÓTFI I. 2000).

A zaj nem mindenkit zavar egyformán, az **emberek zajérzékenysége jelentős eltérés mutat**. Az érzékenységet befolyásolhatja:

- egyéni tényezők: életkor, egészségi állapot, fáradtsági állapot, idegállapot, társadalmi-gazdasági viszonyok, életvitellel kapcsolatos szokások, törekvések, zajforráshoz való viszony, egyéb betegségek stb.
- környezeti tényezők: a lakáskörnyezet minősége (levegőszennyezés, biztonság), a lakás helye (városközpont, külváros, vidék) közlekedési ellátottság stb.

Az Osztrák Közlekedési Klub (VÖC) szerint azoknál a személyeknél, akik hangos utak mentén laknak 20 %-kal magasabb rizikófaktort állapítottak meg a szívinfarktusra vonatkozásában. Az egészségügyi kutatások eredményeként több országban 65 dB feletti zajt a szívinfarktus egyik rizikófaktoraként kezelik (W. GATSCHNEGG 2003).

Azok a szabványok, amelyek a zaj elleni védelmünket biztosítják olyan vizsgálatok alapján készültek, amelyekben „normális” vagy „átlagos” embereket vizsgáltak. Az ezekben kiválasztott embereket általános társadalmi csoportokból válogatták, rendszerint egészséges felnőttek voltak. Az ilyen felmérésekben a **sebezhető csoportok** „alulképviseltek”. Ilyen csoportok: csökkent képességűek (idősebbek, depressziósok), betegek, munkájuk szerint komplex kognitív feladatokat végzők, mozgás-, látás-, halláskorlátozottak, magzatok, csecsemők, kisgyermek, több műszakban dolgozók stb. Ezek a csoportok – úgy tűnik – kevésbé képesek védekezni a zaj hatásai ellen, s így nagyobb a kockázatuk a káros következményekkel szemben.

Azoknak a **gyerekeknek**, akik fő közlekedési utak mentén laknak, magasabb a pulzusszámuk és a vérnyomásuk. Tanulmányok igazolják, hogy a zajártalomtól szenvedő gyerekek iskolai teljesítménye rosszabb, mint az átlag. A gyerekek és a fiatalok tanulási nehézségei és korai halláskárosodásuk gyakran a túl magas zajterheléssel függ össze. Mindenek előtt azért is, mert a gyerekek és fiatalok a zajterheltséget nemcsak a mindennapi életből kapják, hanem önként kiteszik magukat a szabadidős tevékenységeiknél egészen magas akusztikai terhelésnek, állítja Wolfgang Gatschengg (W. GATSCHNEGG 2003).

Az elfogadhatónál nagyobb zaj rontja a **zajérzékeny intézmények** rendeltetésszerű működését: zajos iskolában csökken az oktatás hatékonysága, kórházakban hosszabbodhat a gyógyulási idő. Zajos munkahelyeken csökken a teljesítőképesség, a tevékenység lelassul, nő a figyelmetlenség, a feszültség, romlik a koncentráció, mindez csökkenti a munkaintenzitást, növeli a balesetveszélyt. Megfigyelések szerint zajos környezetben az emberek agresszívebbé válhatnak, romlanak az egymáshoz való kapcsolatok, csökken a segítségnyújtási készség (PÓTA GY.-NÉ 2006).

Annak ellenére, hogy a zajhatásait az emberek esetében is nehéz mérni, illetve bizonyítani, kiterjedt kutatásoknak köszönhetően számos állatfaj esetében sikerült kimutatni zaj által okozott károsodásokat. A **zaj állatokra gyakorolt hatása** nagymértékben függ, az egyed rendszertani besorolásától. Az állatok esetében a különböző hangok érzékelése kulcsfontosságú a túlélésük szempontjából, hallásuk többnyire jóval kifinomultabb és érzékenyebb, mint az emberé, így nagyobb mértékben reagálnak a zajokra. A zaj hatásai az állatok esetében is okozhat közvetlenül halláskárosodást, valamint közvetett hatásként befolyásolja viselkedésüket, szaporodásukat valamint táplálkozásukat.

A zaj vadon élő állatokra gyakorolt legnyilvánvalóbb hatása a menekülési reakció előidézése. A különböző fajok meglehetősen különböző módon reagálnak a zajhatásokra. Egyesek képesek hozzászokni a zajokhoz, jó példa erre a városlakó állatok népes csoportja. Azonban számos faj esetében egy hirtelen bekövetkezett hanghatás elég ahhoz, hogy sikertelen legyen egy szaporodási ciklus (ez különösen madarak esetében jellemző, amelyek a zavarás miatt véglegesen elhagyják fészüket). További gerinces (hüllők, kételtűek, halak) és gerinctelen fajok esetében is van káros hatása a zajnak. A már említett fajokhoz hasonlóan, halláskárosodás, táplálkozási és szaporodási rendellenesség, pánik reakció, kannibalizmus és akár 50%-os élethossz csökkenés tapasztalható hang hatására (ZENTAI K. SCHÁD P. 2001).

3. Zajvédelmi tervezéshez használt zajtérképek

Magyarországon az emberi környezet és egészség megóvása érdekében a környezeti zajvédelem területén az érvényes általános előírásokat a környezeti zaj- és rezgés elleni védelem egyes szabályairól szóló **284/2007. (X. 29.) Kormányrendelet** szabályozza. A zajvédelmi tervezéseknél a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról **27/2008. (XII.3.) KvVM-EüM együttes rendeletben** előírt határértékeket kell betartani. Általános zajvédelmi tervezéshez használt zajtérkép nappali (6-22 óra) és éjszakai (22-6 óra) megítélési időkre készülhet.

A zajtérkép, a zajvizsgálat eredményeinek ábrázolási formája, a vizsgálat eredményeinek szemléltetése helyszínrajzon, grafikus eszközökkel. Zajtérkép sokféle célból készülhet:

- Egyfajta zajforrás területi szennyező hatásának vizsgálatához (pl. hogyan alakul egy-egy városrészen a közúti közlekedési zaj)
- Egy zajforrás környezetében kialakuló zajszintek jellemzésére (közlekedés, ipar)
- Adott terület általános zajhelyzetének bemutatására
- Egy üzemben belül a zajos üzemrészek feltárására
- Új beruházások esetén a hatásvizsgálat részeként a zajterhelés bemutatására (pl. bevásárlóközpont)

A **zajimmissziós térképek felhasználhatók** a területfejlesztési és rendezési tervek vizsgálati részében, nagy létesítmények előtervezésekor (pl. közutak, vasúti nyomvonalak kijelölésénél, átépítésénél, zajérzékeny területek és létesítmények helyének kijelöléséhez, zajos létesítmények telepítési változatainak elemzésére, zajcsökkentési intézkedések elfogadásához, parkolási övezetek kialakításához, stb.) Továbbá felhasználható a környezeti hatásvizsgálatok, a regionális és települési közlekedésfejlesztési koncepciók zajvédelmi részének elkészítésekor. Alkalmas egyéb környezetvédelmi, elsősorban levegőtisztaság védelmi intézkedések zajterhelési hatásainak elemzésére, természetvédelmi és üdülőtérületek kijelölésekor az alkalmasság vizsgálatára (BITE P.-NÉ – BITE P. 2005).

3.1. Zajtérkép készítése menete

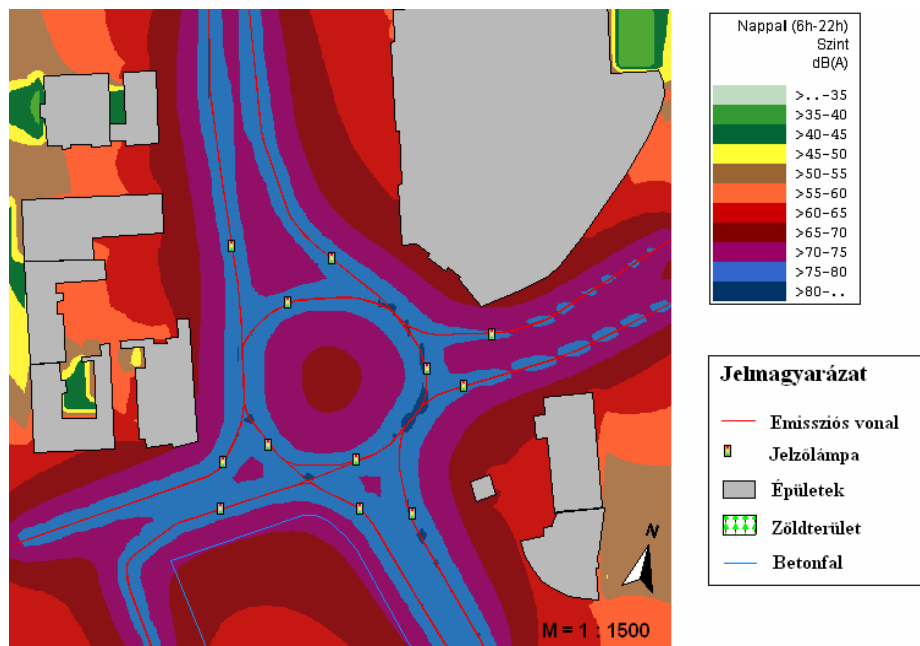
A zajtérkép készítő programok alkalmasak közúti, légi, kötöttpályás közlekedésből és ipari forrástól származó zajok, valamint levegőszennyező anyagok terjedésének szimulációjára.

Először az adott területről készült méretarányos **helyszínrajzot kellett megfeleltetni** a szoftverrel. A rajzolással egy időben kell a **zaj terjedését befolyásoló környezeti elemek** (épületek, zajárnyékoló falak, meteorológiai adatok) paraméterezését is elvégezni. A számítógépes szoftver nagy előnye volt, hogy a zajforrások és a környezet paramétereinek változtatásával jól tudtuk modellezni a kialakuló viszonyokat. Ezután az **emissziós adatok** felvitele következett.

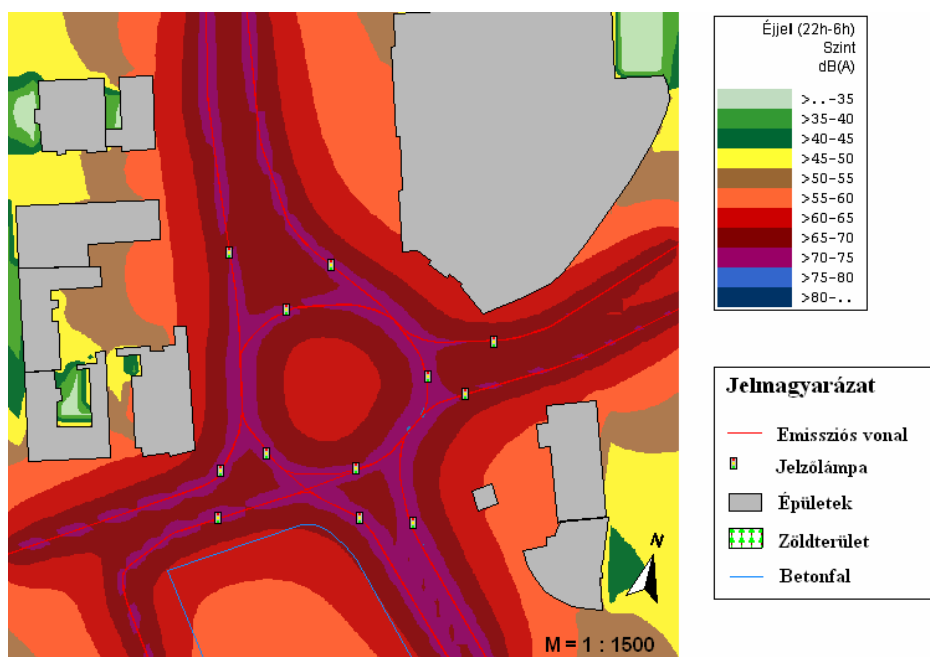
Attól függően, hogy milyen eredményt várok meg kellett adni a **raszter méreteket, az ún. rács paramétereit**. A rács tulajdonképpen kis területekre osztja fel az alaptérképünket és azt, a megadott mértékben teszi, amelyet méterben adunk meg. Mi 10x10 méteres rasztert alkalmaztunk, ami azt jelenti, hogy 10 méteren belül a szoftver azonosnak tekinti a zajterhelést, így azokat 10 méterenként jeleníti meg. A vizsgálati eredményeket, az azonos

szinteket összekötő **zajszint görbékkel lehet ábrázolni**. Tehát meg kell adni, hogy milyen lépcsőben jelenjenek meg az azonos zajszintek görbéi. A zajszint görbét általában 2-5 dB -enként veszik fel, de a vizsgálat céljának megfelelően ennél finomabb osztás vagy nagyobb szintkülönbség is elképzelhető. Ez után meg kell adni azt a **magasságot**, amelyen a modellezést el szeretnénk végeztetni. A zajtérképezés utolsó lépéseként **kiszámoltatjuk** a szoftverrel az adott terület zajterhelését.

Az (2. és 3. ábra) Győrben egy körgeometriájú jelzőlámpás csomópont konkrét példája közúti forgalomból származó zajterhelés bemutatására, nappali és éjszakai megítélési időszakokra. A 27/2008. (XII.3.) KvVM-EüM együttes rendeletben előírt **határértékekkel** összehasonlítva megállapítható a zajhatárérték túllépés mértéke.



2. ábra: Győri Árkád csomópont nappali zajtérképe (BEDŐ A. 2007)



3. ábra: Győri Árkád csomópont éjszakai zajtérképe (Bedő A. 2007)

A zajterhelési térképek **felhasználása korlátozott**. Nem használhatók, pl., jogszerű bizonyítékként, azaz egy mértékadó immissziós pontban egy adott zajforrásra vonatkozó határérték túllépés leolvasására. A térkép alapján csak azokat a területeket lehet kiszűrni, ahol a zaj nagy valószínűséggel túllépi a határértéket, segítséget nyújtva a települési környezetminőség javításában.

A hatályos szabályozás igyekszik a megelőzésre fektetni a hangsúlyt, ám a végrehajtás terén, az alkalmazása során szerzett tapasztalatok azt mutatják, ezt a feladatát ma már nem látja el kellő hatékonysággal (BITE P.-NÉ – BITE P. 2005).

4. Stratégiai zajtérképek

Az Európai Parlament és a Tanács 2002. június 25-én elfogadta a **2002/49/EK irányelvet** a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről, amely szerint az Európai Unió területén egységes mérési, megítélési módszerrel kell a zajterhelési értékeket megadni. A rendeletet a kormány **280/2004. (X.20.)** szám alatt honosította. A kormányrendeletben előírt stratégiai zajtérkép készítésére vonatkozó előírásokat a **25/2004. (XII.20.) számú KvVM rendelet** tartalmazza.

A **stratégiai zajtérkép** adott területen belül a különféle zajforrásokból eredő zajnak való kitettség átfogó értékelését, vagy az e területre vonatkozó átfogó zajhelyzet előjelzések céljára elkészített térképeket jelenti (BITE P.-NÉ – BITE P. 2005).

A stratégiai zajtérkép mindig **L_{den} és $L_{éjjel}$ zajjellemzőre** kell készíteni. Maga az L_{den} egy olyan zajjellemző, mely a teljes napi zajterhelésre vonatkozik, értékét a következő összefüggéssel kell meghatározni (BRENDT M. 2007):

$$L_{den} = 10 * \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{napköz}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{este}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{éjjel}+10}{10}} \right)$$

A tagországoknak joguk van más és más megítélési idő megválasztására. Magyarországon a képletben szereplő $L_{napköz}$ - napközbeni (06-18 óra közötti) -, L_{este} - esti (18-22 óra közötti) -, $L_{éjjel}$ - éjjeli (22-06 óra közötti) – megítélési időszakot alkalmazzák. A fenti képletben szereplő L_{este} és az $L_{éjjel}$ zajjellemzőkhöz a kitevőben 5-öt illetve 10-et hozzá kell adni. Ennek oka az, hogy az L_{den} napi zajjellemző azt is figyelembe veszi, hogy este illetve éjjel az emberek érzékenyebbek a zajra, tehát súlyozott értékről van szó. Az L_{den} és az $L_{éjjel}$ zajjellemzőket a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről szóló 280/2004 (X.20.) Kormány rendeletben meghatározott **küszöbértékekkel** kell összehasonlítani:

- **üzemi létesítmény** esetén:
 $L_{den} = 46 \text{ dB}$, $L_{éjjel} = 40 \text{ dB}$
- **közlekedési zajforrás** esetén:
 $L_{den} = 63 \text{ dB}$, $L_{éjjel} = 55 \text{ dB}$

A stratégiai zajtérképezés során a következő térképeket kell elkészíteni:

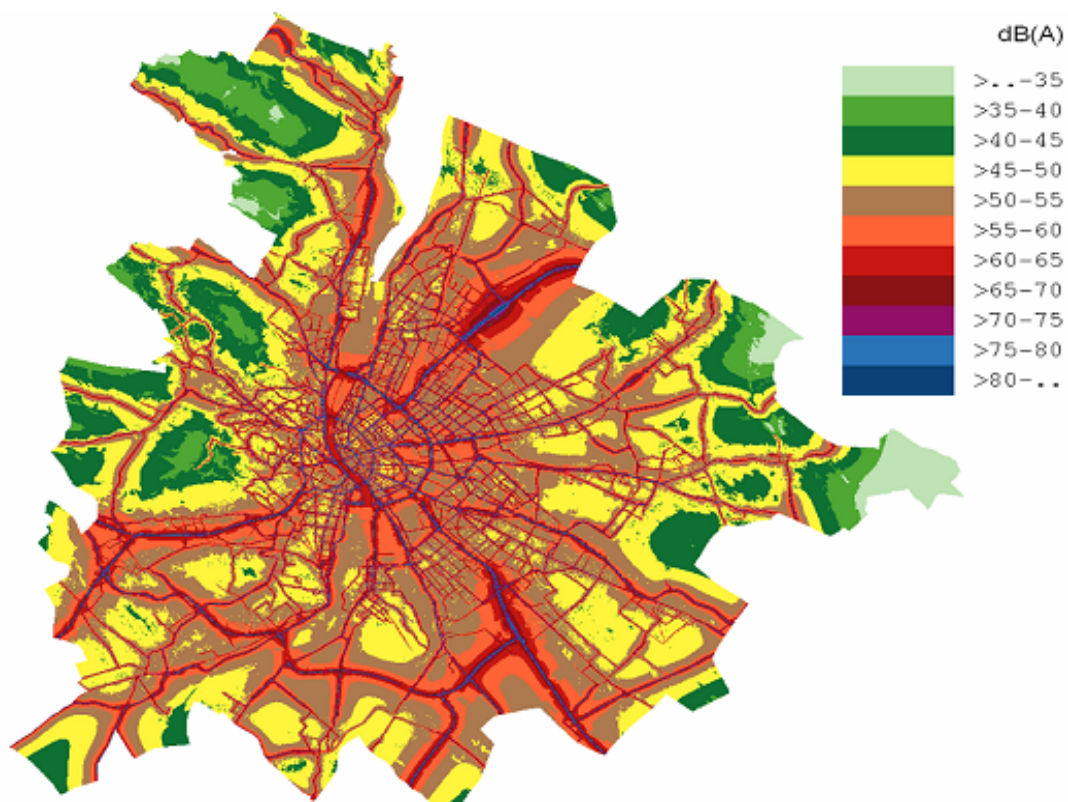
1. **Stratégiai zajtérkép - zajimmissziós térkép:** a vizsgált területen, az egyes zajforrások (közút, vasút, üzemi létesítmények, légi közlekedés) által külön-külön okozott zajterhelés egyenértékű A-hangnyomásszint bemutatása egész napra (L_{den}) és éjszakára ($L_{éjjel}$).
2. **Zajérzékenységi térkép:** a különböző funkciójú, zaj elleni védelmet igénylő, zajérzékeny területek akusztikai igényeit, követelményeit ábrázolja.
3. **Konfliktustérkép:** az immissziótérkép és a stratégiai küszöbérték összehasonlításával készül, a zaj megítélési szintje, tehát a területre vonatkozó határértékek különbségét a túllépést ábrázolja a különböző megítélési időintervallumokra. Minden egyes zajforrásra külön kell elkészíteni. A konfliktus térképen pozitív számmal jelzett értékekhez tartozó lakóépületek, érintett lakók, iskolák és kórházak számát táblázatosan meg kell adni.
4. **Zajcsökkentési terv:** intézkedési terv, amely megadja a túllépés csökkentése érdekében tervezett műszaki és szervezési intézkedéseket. Meg kell adni a költségek becslését és a realizálás idejét (BITE P.-NÉ – BITE P. 2003).

A **stratégiai zajtérkép** az igazán jelentős, meghatározó zajforrások pontos hatását, hatásterületét mutatja be, képileg is szemléletesen. Alkalmazásával lehetővé válik a zajterhelés szempontjából legkritikusabb helyszínek lokalizálása (a terheltség és érintettség alapján), lehetővé teszi nagyobb térséget érintő stratégiai szintű döntések következményeinek zaj szempontú értékelését. A zajterhelés mértéke mellett információt ad a lakossági és érzékeny területek érintettségéről is (érintett lakosok, iskolák, kórházak száma), ezzel támogatja a környezeti zaj szempontjainak megalapozott figyelembe vételét a döntéshozatali folyamatokban. A kritikus zajhelyzeteket nyilvánosság számára is közérthető módon mutatja be.

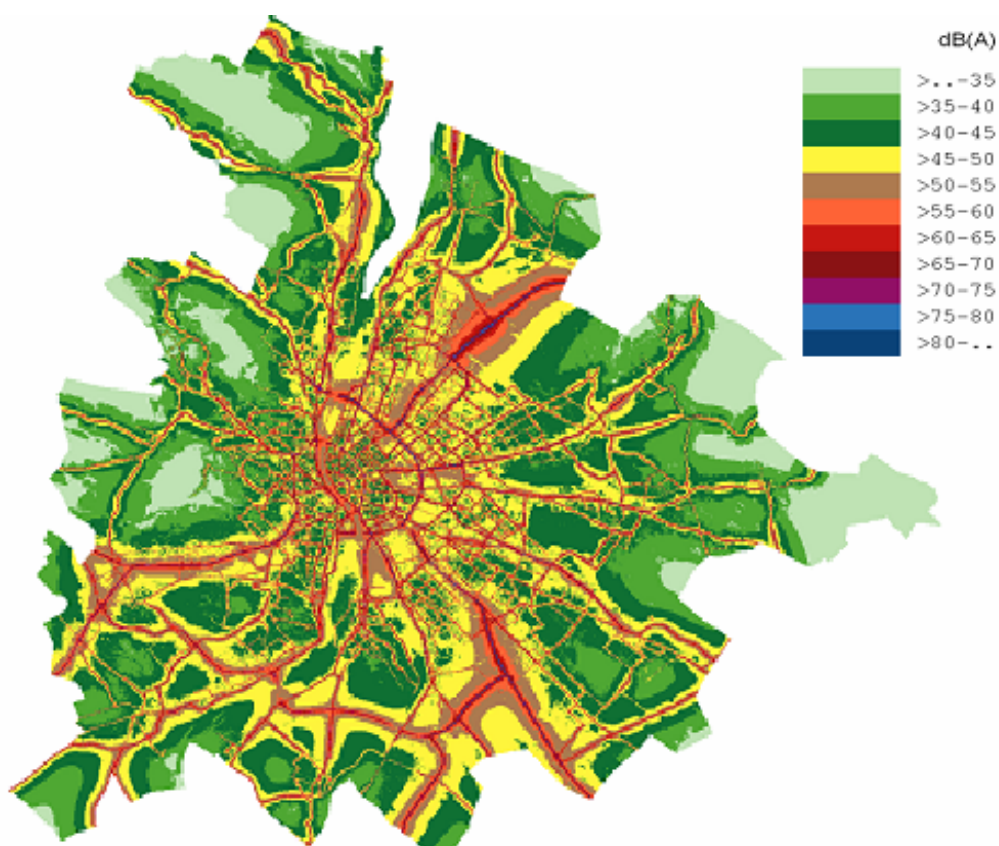
A **stratégiai zajtérkép alkalmazása** során információkat kapunk egy-egy térség jelentős, meghatározó zajterheltségéről, valamint azokról a helyekről, ahol a leginkább szükséges és egyúttal leginkább hatékony lehet a beavatkozás. A kritikus zajhelyzeteket a lakosság széles rétegei számára érthetően és világosan lehet bemutatni, gyorsan és teljes körűen vizsgálhatóvá teszi, egy-egy jelentős beavatkozás (pl. metróépítés, elkerülő út, új Duna-híd stb.) zaj szempontú pozitív/negatív következményeit (terhelés mértéke, érintettség mértéke), a döntéshozók eszközt kapnak kezükbe a zaj hatásainak gyors áttekintésére.

A **stratégiai zajtérkép** jelenlegi formájában **nem alkalmas**, kis területre kiterjedő helyi zajproblémák bemutatására és kezelésére, az agglomeráció területére vonatkozó teljes terhelési helyzet bemutatására, mivel forráscsoportonként külön-külön térképen mutatja be a terhelést és a konfliktusokat, valamint részletes akusztikai tervezésre BRENDT M. – MUNTÁG A. (2007).

A környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről szóló 280/2004 (X.20.) Kormány rendelet előírja, hogy Budapest és vonzáskörzetére a stratégiai zajtérképeket el kell készíteni (4. és 5. ábra). A 280/2004 (X.20.) Kormány rendeletben meghatározott küszöbértékekkel összehasonlítva megállapítható a küszöbérték túllépés mértéke.



4. ábra: Budapest és vonzáskörzetének stratégiai zajtérképe – L_{den}
(BRENDT M. – MUNTÁG A. 2007).



5. ábra: Budapest és vonzáskörzetének stratégiai zajtérképe – Léjjel
(BRENDT M. – MUNTÁG A. 2007).

5. Összefoglalás

A gazdaság fejlődésének hatására, a jólét növekedésével a környezeti zajterhelés kérdése egyre égetőbb problémává vált. A technika gyors fejlődésének ellenére egyre többen élnek a zaj káros hatásainak kitett környezetben. Sajnos a környezetpolitikai elvek közül nem a megelőzés, hanem leginkább a követő típus elv érvényesül. Az utólagos intézkedések azonban többnyire nagyon költségesek, és a kívánt zajcsökkentés nem mindig érhető el. Ám a megfelelő időben hozott jogi és gazdasági döntésekkel, műszaki eszközökkel, megfelelő emberi magatartással, egy komplex szemléletmód segítségével a zajterhelés viszonylag sok helyen csökkenthető lenne, a zaj szempontú települési környezetminőség javulna. Ehhez nyújt segítséget a zajtérképezés. Megkülönböztetünk tervezéshez használt zajtérképeket és stratégiai zajtérképeket.

Az általános tervezéshez használt zajtérképek segítséget nyújtanak adott zajforrás szennyeződésének vizsgálatához, egy terület zajhelyzetének feltárásához. A határértékekkel összevetve megállapítható a zajterhelt területek aránya. A megfelelő intézkedések után a zajterhelés csökkenthető az akusztikai komfortérzet javíthat, de nem alkalmas a zajterhelt területek összehasonlító elemzésére.

A stratégiai zajtérképek nem csak térképekből, hanem a segítségükkel előállítható statisztikai mutatókból és adatokból is állnak (lakossági, intézményi stb. érintettség). Alkalmas jelentős beavatkozások zajhatásának globális vizsgálatához (pl. M0, metró, kormányzati negyed, stb.). A stratégiai zajtérképek a legjelentősebb szennyezőkre koncentráló, kellőképp megalapozott zajcsökkentési intézkedési tervek készítésének lehetőségét nyújtja. Alkalmazásukkal megkezdődik egy hosszabb távon mindenképp eredményes folyamat, mely során a terhelt területek nagyságának a terheltség mértékének csökkenésével nem csak az életminőség javul, hanem esetenként jelentős értéknövekedés is kimutatható lesz. (Pl. ingatlanok értékének növekedése miatt.) BRENDT M. – MUNTÁG A. (2007).

Stratégiai zajtérképek alkalmazásával lehetőség nyílik arra, hogy az Európai Unió országok zajhelyzetét a zajterhelési mutatók és érintettségi adatok segítségével összehasonlítsuk. Hosszú távon pedig lehetőséget nyújt arra, hogy a fenntartható fejlődés elvét erősítse és segítse.

Irodalomjegyzék

- BARÓTFI I. (2000): Környezettechnika, Mezőgazda kiadó, Budapest, pp. 135-154
- BEDŐ A. (2007): Győri Árkád csomópont közúti közlekedéséből származó zajterhelés vizsgálata, Diplomamunka, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest pp. 52-53
- F.BAUM (1992): Umweltschutz in der Praxis, Oldenbourg Verlag, München, pp. 12-15.
- BITE P.-NÉ – BITE P. (2003): Az EU zajvédelmi irányelveinek érvényesítése a hazai közúti gyakorlatban, Közúti és mélyépítési szemle, 53. évfolyam, 11. szám, Budapest pp. 22-26
- BITE P.-NÉ – BITE P. (2005): A „stratégiai zajtérkép” és a „zajtérkép” értelmezése, az alkalmazási területek közötti különbségek, Közúti és mélyépítési szemle, 55. évfolyam, 7. szám, Budapest pp. 13-16
- BRENDT M. (2007): Részletes háttér – információ a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről szóló 280/2004. Kormányrendelet végrehajtásához, Budapest

- BRENDT M. – BIBÓK ZS. (2003): Közlekedjünk környezetkímélően, Környezetvédelmi és vízügyi Minisztérium, Budapest, pp. 38-41
- BUNA B.(1982): A közlekedési zaj csökkentése, Műszaki könyvkiadó, Budapest, pp. 16-73
- BRENDT M. – MUNTÁG A. (2007): Stratégiai zajtérképezés - új eszköz a környezeti zaj elleni védelemben, VII. Környezettudományi Konferencia, Győr CD-ROM
- W. GATSCHNEGG (2003): Lärm macht krank, Verkehr und Umwelt, Heft 2003/3-4, pp. 38-40
- KOREN E. (2005): Vasúti pályák környezeti állapotának elemzése, Doktori (PhD) értekezés, Sopron 2p.
- PÓTA GY,-NÉ (2006): Zajosak vagyunk Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium pp. 23-25
- ZENTAI K., SCHÁD P. (2001): A zajterhelés, mint környezetszennyezés és a növényzet szerepe a zaj csökkentésében Független Ökológiai Központ Budapest pp. 16-17.

A SZAP ÉS MOHÁCS KÖZÖTTI DUNA – SZIGETEK TERMÉSZETI ÁLLAPOTA

Dr. Alexay Zoltán

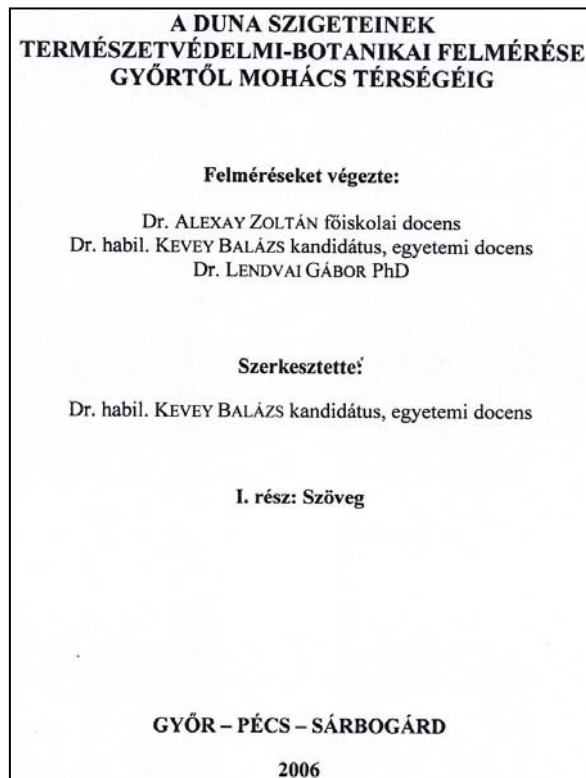
Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: alexay@sze.hu

1. Bevezetés

A Duna hajózhatóságának javítása tárgyú projekthez kapcsolódóan került sor a szigetek és mellékágak ökológiai rehabilitációjának lehetőségeit feltáró vizsgálatokra 2006-ban. Ahhoz, hogy a rehabilitációra javaslatokat tehessünk, fel kellett mérni a szigetek élővilágának jelenlegi állapotát. A munka során a makrofaunát is megfigyeltük, de a fő hangsúlyt a növénytársulások elhelyezkedésének, faji összetételének a vizsgálatára helyeztük.

A munkában Dr. habil. Kevey Balázs kandidátus (ma az MTA doktora, egyetemi tanár), Dr. Lendvai Gábor PhD és Dr. Alexay Zoltán ny. főiskolai docens vett részt. A mellékágak állapotát Dr. Rácz Tamás kandidátus és munkatársai vizsgálták.



1. ábra: Az összefoglaló munka előlapja

Szap és Mohács között 28 sziget, illetve szigetcsoport található a Budapest térségében lévő szigetekon kívül. A szigetek száma közel 100, ezek közül Gemenc és Béda–Karapancsa térségében nem végeztünk terepbejárást, mert ezeket a területeket Kevey Balázs az utóbbi évtizedekben rendszeresen kutatta, így az adatok rendelkezésre álltak.

2. Anyag és módszer

Az eredeti szerződés szerint a felmérést két év alatt (2006 és 2007-ben) kellett volna elvégezni, de végül 2006-ban be kellett fejezni a munkát. Ennek ellenére a szigetek mintegy 90%-át sikerült bejárni, pedig az április–szeptember hónapok között három árhullám vonult le a Dunán, ami komoly nehézséget okozott. Miután a szigetek az alacsony ártéren vannak, minden alkalommal víz alá kerültek, és a magas vízállás az áradás után is akadályozta a bejutást.

A hosszabb ideig vízzel borított alacsonyabb részeken a lágyszárú növények nem jelentek meg, a szigetek magasabb területeit az árvíz által lerakott iszap borította, így sok fajt itt sem tudtunk megtalálni. Szerencsésebb vízjárás esetén vélhetően lényegesen több növényfajt vehettünk volna fel a listánkra.

A rendelkezésünkre álló rövid idő alatt csak florisztikai vizsgálatra volt lehetőség. Egy helyszínre egy alkalommal jutottunk be, ezért az adott időszak aszpektusának növényeit tudtuk feljegyezni. A magas vízállás miatt nehéz volt a szigetek megközelítése; ahol nincs zárás, a halászok, ismerősök, Rácz Tamás kollégánk segítségét vettük igénybe.

Igyekeztünk egy-egy szigetet minél alaposabban bejárni, fajlistákat készítettünk, feljegyeztük a növénytársulásokat, azok előfordulási helyét, a makrofauna (elsősorban madarak és emlősök) képviselőiről is feljegyzést készítettünk. A terepen a VITUKI által adott vízügyi térképeket, és 1:10000 ill. 1:25000 méretarányú topográfiai térképeket használtunk.

Természetvédelmi értébecslést is végeztünk, ezt térképen jelentettük meg. A természetes társulásokat piros színnel, a természeteshoz közeliakat zölddel, a közepesen degradáltakat kék színnel jelöltük, az erősen degradált zónákat üresen hagytuk. Feljegyeztük a turizmus által igénybevett területeket, kijelöltük a jövőben ilyen célra hasznosítható helyeket. A munka során elkészítettem a szükséges fotodokumentációt is.

A Szap és Horányi – sziget, valamint a Paks és Mohács közötti részeket Kevey Balázssal közösen (néhány szigetet egyedül) vizsgáltuk, a Rácalmás és Paks közötti szigeteket Lendvai Gábor járta be.

Az eredményeket írásban foglaltuk össze, jellemeztük a sziget(ek) és a mellékágak jelenlegi állapotát, a jellemző növénytársulásokat, feltüntettük a megtalált védett növényeket, a makrofaunát, értékeltük a területet, és végül javaslatot tettünk a rehabilitációs intézkedésekre.

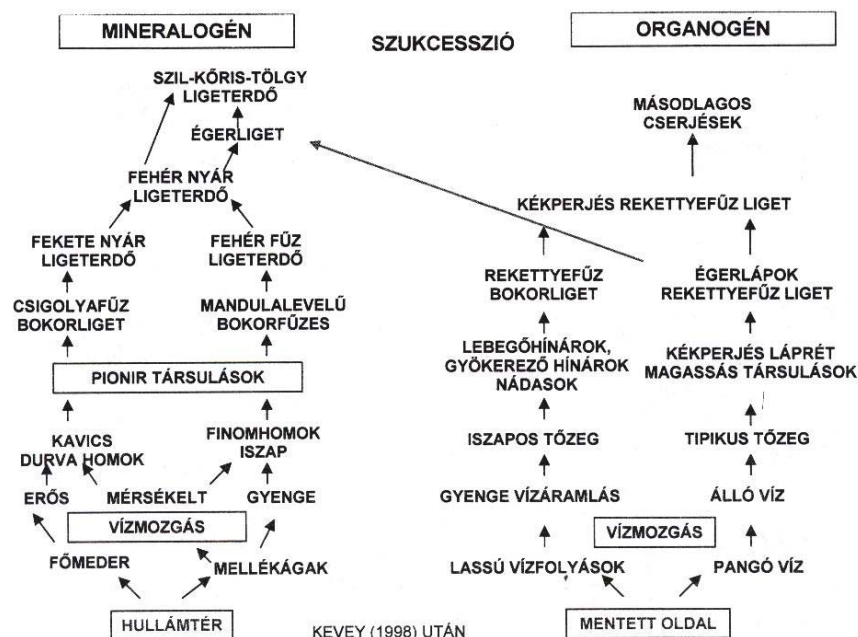
Elkészítettük az összesített fajlistát, ahol bejelöltük, hogy egy – egy faj hol fordult elő a vizsgált területeken.

Javasataink kiterjedtek az erdők rehabilitációjának lehetséges módjára, az invazív fajok visszaszorítására, erdőrezervátumok kijelölésére, a turizmus szabályozására, a mellékágak rehabilitációjára. A mellékágak feltöltődése természetes folyamat, de a folyamszabályozás óta a megszűnő ágak helyett nem keletkeznek újak. Így –ha meg akarjuk őrizni a tájképi értékeket és az élőhelyeket – szükségessé válik a természetes folyamattal ellentétes beavatkozásra, a feliszapolódott, előregedett ágak kotrására, a zárások megnyitására. Figyelembe kell venni, hogy a hullámtéri élővilág számára meghatározó feltétel a változatos vízterek megléte, tehát szükség van a sekélyvizű, álló vagy lassú folyású ágakra is, ezért a rehabilitációs beavatkozásokat kellő körültekintéssel és a helyi adottságok gondos mérlegelésével lehet csak végrehajtani. Bonyolítja a kérdést az is, hogy a mellékágak megnyitása, mélyítése vizet von el hajóútból, ami növeli a nemzetközi hajózás amúgy is meglévő nehézségeit a Duna magyarországi szakaszán.

3. A Duna hullámterének növényföldrajzi jellemzése

A Duna hazánkban a Pannónia – flóratartomány (Pannonicum) területén halad át, két flóravidéket (Alföld – Eupannonicum és Dunántúli Középhegység – Bakonyicum) érint. Az Alföld – flóravidéken belül több flórajáráshoz tartozik a Duna – völgy; ezek a Kisalföld flórajárás (Arrabonicum), a Duna – Tisza köze (Praematrix), a Mezőföld – Solti-síkság (Colocense), a Dél – Alföld (Titelicum), a Bakonyicum flórvidekből a Visegrádi – flórajárás (Visegradense) területét a Duna – kanyarban érinti.

A vizsgált terület legnagyobb része az alacsony ártérhez tartozik, csak néhány helyen éri el a magas ártéri szintet, ezt jelzik a szil – kőris – tölgy ligeterdő (Fraxino pannonicae – Ulmetum) maradványai, pl. a Mocsi- szigeten, Gemenc és Béda térségében. A legfontosabb ökológiai faktor a víz, a Duna évenkénti áradásai elborítják a szigeteket, és iszapot raknak le. Az áradások rombolják a partokat, másutt zátonyokat építenek, ahol aztán kisvízkor megjelennek a pionír társulások. A fásszárú együttesek megtelepedése után új szigetek is kialakulhatnak. Ez a folyamat a szabályozás és az osztrák és német vízlépcsők megépülése előtt állandóan lejátszódott: élt, változott a táj. A rendszeres áradások a holtágakat, mélyfekvésű területeket is átöblítették, ezért a hullámtér a szukcesszió mineralogén sorozatának a társulásai a jellemzőek. A pionír társulások kialakulását követően megjelenik a durva hordalékon a csigolya bokorfűzes (Rumici crispae – Salicetum purpureae). A fokozódó hordaléklerakás miatt szárazabbá váló élőhelyen ebből kialakul a fekete nyárliget (Carduo crispae – Populetum nigrae). A finomabb, jobb vízgazdálkodású hordalékon, pl. a parti sávban a mandulalevelű bokorfűzes (Polygono hydropiperi – Salicetum triandrae) a jellemző társulás. Ebből a szukcesszió továbblépésekor a fehérfűz liget (Leucojo aestivi – Salicetum albae) alakul ki. Mindkét ligeterdőből a szigetek legmagasabb részein létrejöhet a fehérnyár liget (Senecioni sarracenici – Populetum albae). A hullámtér magasártérhez tartozó részén a szil – kőris – tölgy ligeterdő (Fraxino pannonicae – Ulmetum) fordul elő. Ez a társulás az ártéri szukcesszió klimax társulását jelenti. Csak az igen magas árvizek borítják el rövid ideig, így az igényesebb, szűktűrűsű fajok is megjelennek, de – mint már említettem – nagyon ritkák a szigeteken.



2. ábra: A biotikus szukcesszió mineralogén és organogén sorozatának társulásai

4. Értékelés

Az összefoglaló fajlista táblázatban 365 faj szerepel, ami azt mutatja, hogy a Duna szigetvilága a sok negatív hatás (telepített erdők, turizmus, szennyezés, invazív fajok megjelenése) ellenére is természeti értékekben gazdag. Ha figyelembe vesszük, hogy a felmérés időszakában három árhullám vonult le a Dunán, amely gyepszint növényeinek megjelenését részben akadályozta ill. a már kihajtott fajokat befedte iszappal, ez a fajgazdagság figyelemreméltó, hiszen jórészt az egész vizsgált terület egységes élőhely – alacsony ártér. A fajlétszámot gazdagították az Erebei – Duna jobb partján lévő mocsárrét (Pap – rét), a Koppánymonostori – sziget közepén, a táti Körtvélyes – szigeten és a Koppány – szigeten lévő mocsárrét növényei.

A biotikus szukcesszió organogén sorozatának társulásai közül az említett mocsárréteken kívül a nádasok (*Phragmitetum communis*) az egész területen előfordulnak. Néhány helyen – pl. Koppány – sziget, Égető – sziget, Gemenc – megtalálhatók a lebegő és gyökerező hínártársulások fajai is, köztük a védett rucaöröm (*Salvinia natans*) és a tündérfátyol (*Nymphoides peltata*).

A szigetekre általánosan jellemző, hogy a pari sávban megjelenő bokorfüzesek (*Rumici crispi* – *Salicetum purpureae*, *Polygono hydropiperi* – *Salicetum triandrae*) még természetes állapotban vannak; ezeket a turizmus veszélyezteti, illetve az árvízlevezetés javítása érdekében kivágják őket. A többi társulás általában csak elszórtan, kis foltokban maradt fenn, helyüket elfoglalták a telepített füzesek és nyárasok. Természetszerű, nagyon szép állományok vannak a Szőnyi – szigetek (nehezen megközelíthetőek, a letermelés sokba kerülne), a Kompkötő – szigeten, a Gödi – sziget felső részén, a Koppány – szigeten, stb.. Ezek erdőrezervátummá nyilvánítását javasoltuk. Az Erebe – szigetek telepített erdei megkapták ezt a státust, az idős nyáras itt igazi őserdő képet mutat – tehát a telepített erdő is lehet idős korban természetvédelmi szempontból nagyon értékes.

A szigetek a szélsőséges vízviszonyok, a gyakori áradások miatt kevés a környezettel szemben igényes, védett faj mindössze 16 került elő a vizsgálataink során. (Ha ezt a listát a gemenci területtel kiegészítjük, akkor a védett növényfajok száma már 40.) A szigetek leggyakrabban előforduló védett fajok a nyári tözike (*Leucojum aestivum*), a ligeti csillagvirág (*Scilla vindobonensis*), a fekete ribiszke (*Ribes nigrum*). Egyetlen orchidea került elő több helyen is, a széleslevelű nőszőfű (*Epipactis helleborine*).

A telepített erdők aljnövényzete erősen degradált, a közönséges hazai és adventív fajok az uralkodóak, mint a ragadós galaj (*Galium aparine*), a csalán (*Urtica dioica*), a hamvas szeder (*Rubus caesius*), a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*). A felső szakasz szigetein néhol tömeges a bíbor nyúljhózzám (*Impatiens glandulifera*), az alsó szakaszon a gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), a süntők (*Echinocystis lobata*), a zöld juhar (*Acer negundo*), ugyancsak az alsó szakaszon egyre tömegesebb a selyemkóró (*Asclepias syriaca*), és a Kotyola-zátanyon már megjelent a Szigetközben gyakori selyemmályva (*Abutilon theophrasti*) is.

A Dunakanyarban lévő szigetek partján lévő fákon 10 – 15 méter magasra is felkúszik a parti szőlő (*Vitis riparia*), amely másutt ritka, vagy egyáltalán nem fordul elő.

A makrofauna képviselőinek részletesebb kutatása az egy – egy szigeten töltött kevés idő miatt nem volt megoldható. Azokat a fajokat jegyeztük fel, amelyekkel a terepmunka során találkozunk. Ezek a feljegyzések csupán adatok lehetnek, amelyek megerősítik a kutatási eredményeket.

Munkánk során 29 madárfajjal és 8 emlősfajjal vagy azok jelenlétét bizonyító nyomokkal, dagonyákkal találkoztunk. A Duna-völgyben mintegy 200–220 fészkelő és vonuló

madárfajról tudunk, ezeknek 15%-át figyeltük meg, köztük ritka, fokozottan védett fajokat is. Ilyenek a nagy kócsag (*Casmerodius albus*), a kis kócsag (*Egretta garzetta*), a fekete gólya (*Ciconia nigra*), a bakesó (*Nycticorax nycticorax*), a barna kánya (*Milvus migrans*). A természetes társulások maradványainak öreg fái fontos fészkelőhelyek, a mellékágak különösen a récefélék, a gólyaalkatúak táplálkozási területei. A legértékesebb részek zavartalanságának biztosítása, az idős faállományok megőrzése a jövő fontos feladata.

Emlősök közül a nagyvad (szarvas, őz, vaddisznó) mindenütt előfordul a szigeteken, jelentőségük elsősorban gazdasági.

A budapesti agglomeráció területén és a Dunakanyarban a vízi turizmus több szigeten nagy környezeti terhelést jelent, a zavarás, a szemetelés, a hangoskodás, a fák, bokrok ágainak levágása, csónakkikötők építése egyaránt károsan hat az élővilágra. A száguldozó motorcsónakok által keltett hullámok károsítják a parti sáv élővilágát, rombolják a partokat. Néhány sziget területét részben vagy egészben felparcellázták, ahol hétvégi házak/bódék és más építmények vannak; itt a természetes vegetációnak csak a romjai találhatók, mint pl. a Bergmann-szigeteken és mellékágakon, a Gödi-sziget alsó szakaszán, a Horányi-sziget területe, stb.. A helyzet javítására megtettük a javaslatainkat, figyelembe véve azt, hogy a nagyvárosok (Vác, Szentendre, Budapest) közelében a vízi turizmust nem lehet drasztikusan korlátozni.

Összefoglalás

A 2006-ban végzett felmérés alkalmával a magyarországi Duna Szap és Mohács közötti szakaszán lévő szigetek/szigetcsoporthoz élővilágát vizsgáltuk. A munka során bejártuk a szigeteket, feljegyeztük az ott található fajokat, a természetes illetve természeteshez közeli társulások állapotát és elhelyezkedését, a makrofauna képviselőit.

A munkát az idő rövidsége mellett az abban az évben levonuló három árhullám nehezítette. Annak ellenére, hogy több faj nem tudott megjelenni, illetve a gypsintet borító vastag iszapréteg miatt sok növényt nem lehetett megtalálni, meglepő az alacsony ártéri terület fajgazdagsága, összesen 365 növényfaj került elő.

Megállapítottuk, hogy a szigeteken az ültetett fűzesek és nyárasok a jellemzőek, a természetes társulások néhány kivételtől eltekintve csak kis területeken, fragmentáltan találhatóak meg. A szélsőséges vízviszonyok miatt kevés az igényes, védett faj, mindenütt elterjedtek viszont az agresszív hazai és behurcolt özönnövények.

Tapasztalatainkat és az ökológiai rehabilitációra tett ajánlásainkat összefoglaló jelentésben tettük meg, térképen jelöltük a társulások helyét, elkészítettük az áttekintést segítő fajlistát.

Irodalomjegyzék

ALEXAY Z. (1982): Szigetköz – ember és táj. Gondolat kiadó, Budapest

ALEXAY Z. (1998): Változó Szigetköz. BKL Kiadó, Szombathely

ALEXAY Z. – KEVEY B. – LEDVAI G (2006): A Duna szigeteinek természetvédelmi – botanikai felmérése Győrtől Mohács térségéig. Szerk.: Kevey B. Győr – Pécs – Sárbogárd (kézirat)

BARINA Z. (2003) : Adatok az esztergomi Duna ártér flórájához. Kitaibelia 8.

BORHIDI A. – SÁNTA A. szerk. (1999): Vörös könyv Magyarország növénytársulásaiból. 1, 2. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest

KÁRPÁTI I. – KÁRPÁTI V. (1958): A hazai Duna – ártér erdőtípusai. Az Erdő 7.

KEVEY B. (1998): A Szigetköz erdeinek szukcessziós viszonyai. Kitaibelia 3.

KEVEY B. – TÓTH I. (2000): Adatok a hazai Alsó – Duna ártér flórájához. Kitaibelia 5.

TÓTH I. (1953): Nyártermőhelyek növénytársulásai. In: Koltay Gy. (szerk.): A nyárfa. Mezőgazdasági kiadó, Budapest

TÓTH I. – KÁRPÁTI I. (1959): Ártéri erdeink tipológiai beosztása. Az Erdő. 8.

Képmelléklet



1. kép: Zátonyra futottunk a Helemba-szigetnél (Kevéy Balázs és Rácz Dániel)



2. kép: Erdőrezervátum részlete az Erebe-szigeteken



3. kép: Mocsárrét és víznyerőkutak a Koppánymonostori-szigeten



4. kép: A mélyebb részeket tartósan víz borította



5. kép: Őserdő a Gödi-szegeten



6. kép: Iszappal borított fiatal fűzes



7. kép: A párhuzamművön átbukik a víz a neszmélyi Felső-szigetnél



8. kép: Partszaggyatás a Zsidó-szigeten



9. kép: Nagyméretű uszadékfa a Szabadság-zátonynál



10. kép: Árvíz után a Mohács alatti szakaszon



11. kép: Elpusztult kagylók a Szentendrei-sziget partján



12. kép: Bibor nenyúljohozzám (*Impatiens glandifolia*) 13. kép: Süntök (*Echinocystis lobata*)



14. kép: Selyemmályva (*Abutilon theophrasti*)



15. kép: Rucaöröm (*Salvinia natans*) és békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*)



16. kép: Tündérfátyol (*Nymphoides peltata*)

PROJEKTMENEDZSMENT ELVEK ALKALMAZHATÓSÁGA KÖRNYEZETVÉDELMI BERUHÁZÁSOKNÁL - EGY INTEGRÁLT MODELL FEJLESZTÉSE

Dr. Torma András¹ – Vagdalt László² – Alois Kauer² – Csizmadia László²

¹Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék
9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: torma@sze.hu

²Audi Hungaria Motor Kft
9027 Győr, Kardán út 1.

1. Bevezetés

Az 1960-as évektől kezdődően a társadalomnak egyre növekvő mértékben szembe kell néznie a globális és egyben a lokális természeti környezet változásával, legtöbb esetben romlásával. Ez a környezetállapot-változás napjainkra már globális jelenségek (klímaváltozás, természeti erőforrások rendelkezésre állásának beszűkülése, stb.) formájában is testet ölt.

A természeti környezet ezirányú változásainak bizonyíthatóan gazdasági vonatkozásai is vannak, ily módon a gazdaság fenntarthatóságának egyik egyre jelentősebb feltétele a környezeti tőke megfelelő állapotának megőrzése. Ez a tény teszi indokolttá a **környezetvédelmi beruházások egyre növekvő számosságát és mértékét.**

Magyarországon a **nemzetgazdasági környezetvédelmi beruházások összege közel 147 milliárd forintot tett ki [KSH, 2008].** Ezt egészíti ki a **szervezeteken belüli folyó környezetvédelmi beruházások értéke, mely 205 milliárd forint volt 2007-ben.**

A fenti adatokból is látható, hogy **a környezetvédelemre fordított pénzüsszegek a GDP jelentős százalékát alkotják.** Ennek megfelelően különösen **fontos az összegek megfelelő hatékonyságú felhasználása.** A hatékonyság kérdése ezen beruházásoknál nem csak gazdasági, hanem környezeti szempontból is fontos, a cél az ökológiai és ökonómiai optimum megtalálása.

Napjainkban **a környezetvédelmi beruházások (mikro-, meso- és makroszinten egyaránt) számossága és komplexitása egyre nő.** A növekvő bonyolultság és a hozzájuk kapcsolódó jelentős pénzáramok indokolttá teszik / megkívánják e projektek egységes, hatékony keretek között történő lefolytatását.

Jelen cikk célja megvizsgálni, hogy milyen módszerrel lehetne a legnagyobb mértékben növelni az egyes környezetvédelmi beruházások hatékonyságát és javaslatot tenni egy olyan egységes, flexibilisen alkalmazható módszertanra, mely lehetővé tenné ezt.

2. Környezetvédelmi beruházások hatékonyságnövelésének célja

Egy **környezetvédelmi beruházás** megvalósítása (legyen az akár mikro-, meso-, vagy akár makro-szinten) **kihatással bír a fenntarthatóság mind a három összetevőjére** (környezet, gazdaság, társadalom).

A környezeti hatás a környezetvédelmi beruházás lényegéből fakad, melynek célja egyértelműen a környezetterhelés csökkentése, a lokális környezetállapot javítása.

A környezetvédelmi beruházások társadalmi hatásai többértékűek. Egyrészt a megvalósuló beruházás az adott területen hozzájárulhat a foglalkoztatottság növeléséhez, indirekt módon a jólét növeléséhez. Másrészt a környezetvédelmi beruházás által elért környezetállapot-javítás hozzájárul az adott területen élők jólét-emelkedéséhez. Harmadrészt egy megvalósult környezeti célú beruházás növelheti a technológiai színvonalat, ezáltal pedig ismételt pozitív hatást gyakorol a területegység, régió gazdasági és társadalmi viszonyaira.

A környezetvédelmi beruházások gyakorta a hatékonyság növelését eredményezik. Ez magasabb profitabilitásban, jobb jövedelmezőképességben jelentkezik. A gazdasági hatások terén kiemelendő a környezetvédelmi technológiák mögött álló környezeti ipar szerepe, mely jelentős munkaerő-foglalkoztató, ezáltal fokozza a vásárlóképes keresletet.

A pozitív hatások mellett természetesen negatívak is felmerülhetnek, ilyen például a kivitelezés során jelentkező többlet-környezetterhelés.

Mindazonáltal azonban a környezetvédelmi beruházások pozitív hozadécai meghaladják az esetleges negatív következményeket.

3. Környezetvédelmi beruházás, mint projekt

A klasszikus projektmenedzsment definíciói szerint egy projekt **egyszeri komplex feladat, világos céllal**, célokkal (termék, vagy szolgáltatás), azaz a végrehajtás eredménye egy **konkrét eredményben** realizálódik. További jellegzetessége egy projektnek, hogy **időben, költségeiben és a rendelkezésre álló humán erőforrások tekintetében behatárolt tevékenység**, vagyis fix, meghatározott mértékű ráfordításokkal lehet számolni az esetében. Egy projekt, pont a konkrét cél megléte, illetve a behatárolt ráfordítások miatt **szignifikánsan különbözik az algoritmikusan végrehajtható (rutinjellegű) feladatoktól** (mint például egy termelői üzem esetében a gyártás). Valamint **több szakterület közös együttműködésében**, projektszervezet keretei között **realizálódik** [PMI, 2006].

Az általános projektdefiníciót tekintve felvetődik a kérdés, hogy egy környezetvédelmi beruházás tekinthető-e projektnek.

Egy adott környezetvédelmi beruházás célja olyan új infrastruktúra létrehozása, vagy a meglévő műszaki infrastruktúra olyan átalakítása, mely által a környezeti teljesítmény javítható. Ennek megfelelően egy környezetvédelmi beruházás világos céllal rendelkező egyszeri feladat. A beruházás, pont a környezetvédelem szerteágazó hatásai miatt mindenképp komplexnek tekinthető.

Pont a beruházás eredményeként létrejövő konkrét termék, vagy szolgáltatás miatt a környezetvédelmi beruházás megvalósítása időben és térben (meghatározott körülmények közötti környezeti állapot-javítás) korlátozott. Ugyanez igaz a beruházáshoz felhasználható pénzeszközökre és humán erőforrásokra.

Minden környezetvédelmi beruházás a cél és az elvégzendő feladat egyedisége miatt külön tervezést igényel és semmi esetre sem tekinthető rutinszerűleg végrehajtható, esetleg algoritmizálható folyamatnak.

Mivel a beruházás eredményeképpen létrejövő új technológia, berendezés, eljárás nem működhet önállóan, csak más rendszerekhez kapcsoltn, ezért már a tervezés és utána a kivitelezés során kiemelt fontosságú az, hogy több szakterület együttműködésében valósuljon meg.

E tényezők következtében kijelenthető, hogy **a környezetvédelmi beruházások** minden tekintetben megfelelnek a projektmenedzsmentben használt általános projektdefiníciónak, így egyedi **projekteknek tekinthetők**.

4. Projektmenedzsment alkalmazásának lehetősége környezetvédelmi beruházásoknál

A projektmenedzsment nem más, mint „projektkövetelmények teljesítése érdekében végzett tevékenységek során a tudás, képességek, eszközök és technikák alkalmazása.” [PMI, 2006]. Mindez azért, hogy az egy adott idő-, pénz- és emberi erőforrás kereten belül a projekt kapcsán kitűzött célok sikeresen teljesüljenek [Wikipedia, 2009].

Vagyis a projektmenedzsment egy olyan módszertan, melynek célja az erőforrások leghatékonyabb felhasználása az adott cél elérése érdekében és mindez oly módon, hogy az egyes erőforrások és a hozzájuk kötődő folyamatlépések tervezett módon kerüljenek felhasználásra, implementálásra.

Ily módon **a projektmenedzsment** alkalmazása **hozzájárul a projektek költség- és erőforrás-hatékony végrehajtásához**, továbbá ahhoz is, hogy a kitűzött célok a tervezettnél megfelelően időre megvalósulhassanak.

A projektmenedzsment általános módszertanát számos speciális területre adaptálták. Ilyenek többek között az építési beruházások, vagy az IT-beruházásokra specifikált módszertanok. Ezek az adott beruházás jellemzőit figyelembe véve típusspecifikus módszertanokat jelentenek, melyek maximálisan alkalmasak arra, hogy az adott területen a hatékonyságot növeljék.

A környezetvédelmi beruházások komplexitásukból és speciális jellemzőikből (interdiszciplinaritás) kifolyólag egyedi beruházási (projekt) területnek tekinthetők. Ennek megfelelően az általános projektmenedzsment módszertanok nem alkalmazhatók feltétel nélkül és hatékonyan az ilyen jellegű feladatokra.

Léteznek különféle módszertani ajánlások, melyek a környezetvédelem bizonyos tématerületein a hatékonyság és teljes körűség fokozását tűzik ki célul. Ilyenek például az életciklus-elemzés (LCA), a környezeti tényezők, s hatások analízise, vagy a PDCA-ciklus a környezetirányítási rendszerek esetében. Ezek azonban lokálisan, adott esetben egy átfogó projekt elemeként értelmezhető probléma megoldását támogató módszertani ajánlások, melyek a gyakorló kutató és mérnök nélkülözhetetlen eszközei.

Hiányzik azonban egy átfogó, a környezetvédelmi jellegű projektek, beruházások inicializálási, projekttervezési és -kivitelezési, valamint projektzárási és -hatékonyság-vizsgálati szakaszait, tehát a teljes projektélelciklust átölelő módszertani ajánlásgyűjtemény, mely összességében jelentősen növelhetné a projektek fentebb említett aspektusokból értelmezett hatékonyságát.

A lehető legnagyobb hatékonyság elérése érdekében **a projektmenedzsment alapfolyamatainak és -eszközeinek adaptálása szükséges**. Így rendelkezésre állhat egy olyan komplex módszertan mely alkalmas arra, hogy a környezetvédelmi beruházások hatékonyságát jelentősen emelje.

5. A komplex hatékonyságnövelő módszer célkitűzései

A komplex, környezetvédelmi beruházásokra specifikált projektmenedzsment módszer kifejlesztésének és későbbi alkalmazásának célja az ilyen jellegű beruházási projektek hatékonyságnövelése.

Ez a **hatékonyságnövelés hármas optimalizálást** szolgál:

- Ökológiai optimalizálás: a megfelelő megoldások választásával, hatékony kivitelezésével a projekt eredményeként megvalósuló beruházás időben előbb és hatékonyabban szolgálhatja a környezetállapot javítását, tehát a környezeti teljesítmény magasabb lesz.
- Ökonómiai optimalizálás: növelhető a környezetvédelmi beruházásra rendelkezésre álló források felhasználásának hatékonysága, illetve adott beruházás alacsonyabb összegből finanszírozható.
- Szabályozási előnyök: az egységes alapelvek szerint lezajló projektek jobban szabályozhatóak, a beavatkozás gyorsabban, hatékonyabban történhet.

Kiindulva abból, hogy a környezetvédelmi beruházások döntően a fenntarthatóság mind a három összetevőjére (környezet, társadalom, gazdaság) kihatással vannak, így a hatékonyságnövelésre alkalmazott adaptált környezetvédelmi projektmenedzsment módszer hozzájárul a gazdaság fenntarthatóbb működéséhez, a fenntarthatóság eléréséhez.

Ahogy a környezetvédelmi projektek szignifikáns eltéréseket mutatnak a többi beruházáshoz képest, ugyanúgy **az egyes környezetvédelmi projektek is jelentősen különbözhetnek egymástól**. A különbség oka lehet többek között:

- a beruházás során érintett környezeti elem,
- a beruházás célja: műszaki infrastruktúra, vagy éppen folyamatjavítás,
- a beruházás által érintett terület: mikro-, meso-, vagy makro-szintű beruházás,
- a beruházás komplexitása,
- a beruházásba bevonandó további szakterületek száma, illetve a bevonás mértéke.

Ennek megfelelően a komplex hatékonyságnövelő rendszer esetében nem lehet egyetlen módszertani megközelítésről beszélni. A módszer fejlesztése során cél, hogy különféle jellegű környezetvédelmi projektek támogatására alkalmas legyen, azaz **környezetvédelmi típusprojektekre adaptált projektmenedzsment módszerre van szükség**.

Módszertani oldalról fontos, hogy alkalmas legyen a hatékonyság szempontjából szükséges lépések definiálására. Kiemelendő cél továbbá, hogy a tervezés és megvalósítás során felhasználóbarát és standardizált módszertani lépésekből építkezzen az eljárás.

Gyakran probléma a környezetvédelmi beruházások során, hogy elmarad, nem teljes körű, vagy éppen nem felel meg a fenntarthatóság követelményeinek a projekt monitoringja. Ezért a komplex módszer kifejlesztése során fontos feladat, hogy alkalmas legyen a különböző típusú környezetvédelmi projektek hatékonyságának fenntarthatóság-központú monitorozására.

Összegezve tehát a **komplex hatékonyságnövelő módszernek környezetvédelmi típusprojektek szintjén alkalmasnak kell lennie a fenntarthatóság mind a három aspektusában a hatékonyság fokozására.**

6. A komplex hatékonyságnövelő módszer jellemző felépítése, feladatai

A komplex, adaptált környezetvédelmi projektmenedzsment módszer célzottan az alábbi öt kulcstémakör esetében nyújt segítséget a későbbi felhasználóknak:

- projektmenedzsment folyamata,
- projekt team fejlődésének folyamata,
- eredmény-előállítási folyamat,
- döntési folyamat,
- tudásmenedzsment.

A projektmenedzsment folyamata tovább bontható a projektinicializálás lépésére, melynek során a projektötletből konkrét, realiztikus projektcél, illetve projektmegbízás születik.

A projektcél részleteiben történő alábontása és kidolgozása a **projekttervezés** során történik. Itt többek között döntés születik a projektszervezeti formáról, kidolgozásra kerül a kockázatelemzés, illetve a stakeholder-elemzés. Mindezekkel összefüggésben lezajlik az **erőforrás-tervezés** és végső eredményként elkészül a projekt struktúra-, idő- és kommunikációs terve.

A **projekt-kivitelezés** során megtörténik a tervek transzformációja eredményekké, azaz megszületik a projekt végső terméke, eredménye. E szakaszban különösen fontosak a kivitelezés hatékonyságát támogató különböző menedzsment-módszerek (megbeszélések, workshopok, elemzési módszerek, stb.). Kiemelendő e szakaszban a **projekt változásmenedzsmentjének**, illetve **monitoringjának módszerei**.

A projekt befejezése a **projekt zárásával** történik, melynek során megtörténik a tervezett és a megvalósult állapot végső összevetése és értékelése. További feladat a **projekteredmények fenntarthatóságának**, további folyamatos, hatékony alkalmazhatóságának **elemzése** és az ennek biztosítására szolgáló módszerek kifejlesztése.

A projektek során gyakran elhanyagolt lényegi elem a **teamfejlődés** módszertani támogatása. Ahhoz, hogy emberek halmaza együtt dolgozni, s eredményeket felmutatni képes csapat legyen, elengedhetetlen a folyamat módszertani eszközökkel történő segítése.

A projekt tervezése és kivitelezése mentén zajlik a **tudásmenedzsment**, mely a projektmenedzsment hatékonysága fejlődésének melegágya. E terület standardizálása és módszertani ajánlásainak megfogalmazása kiemelt jelentőségű.

A kutatás során kidolgozandó komplex módszer e tématerületek kapcsán nyújt felhasználóbarát megoldásokat a környezetvédelmi projektek finanszírozói, tervezői és kivitelezői számára.

7. Összegzés

A kutatási projekt célja egy olyan **integrált, környezetvédelmi beruházásokra specifikált projektmenedzsment módszer megalkotása**, mely lehetővé teszi a **környezetvédelmi projektek kivitelezésének hatékonyságnövelését, a tervezési és kivitelezési idő rövidülését**. A kidolgozott és széles szakmai és tudományos körben egyeztetett, konkrét mintaprojekteken kipróbált integrált módszer környezetvédelmi **típusprojektekre specifikált standard megoldásokkal segíti a projekt vezetőjét**, melyekkel az adott beruházási projektben identifikálható **projektmenedzsment-, teamfejlődési-, eredményelőállítási- és döntési folyamat hatékonyabbá tehető**. A módszer alkalmazásának **előnyei** egyszerre **ökológiaiak** (környezeti teljesítmény javítása, környezetvédelmi beruházás gyorsabb üzembe állása) és **ökonómiaiak** (költségcsökkentés, jobb költségallokáció, rövid tervezési-, kivitelezési folyamat).

A módszer alkalmazásával **az adott projektre fordított költség jelentős százaléka megtakarítható**, mely éves szinten – kiindulva a környezetvédelmi beruházásokhoz kötődő jelentős nemzetgazdasági és magánszférához köthető pénzáramokból – mind a **nemzetgazdasági beruházásoknál, mind pedig a szervezeten belüli beruházásoknál szignifikáns megtakarításokat eredményezhet**.

A költségcsökkentés (erőforrások hatékonyabb allokálása) mellett kiemelten **fontos eredménye az integrált környezetvédelmi projektmenedzsment módszer kifejlesztésének**, hogy segítségével a **fenntarthatóság mind a három összetevője esetében magasabb fokú teljesítmény célozható meg**.

Irodalomjegyzék

- [1] [CZINKÓCZI S., 2008]: Projektmenedzsment, Dunaújvárosi Főiskolai Kiadó, Dunaújváros, 2008, ISBN 978-963-87968-1-3
- [2] [HOFBAUER H. – KAUER A.]: Einstieg in die Führungsrolle: Praxisbuch für die ersten 100 Tage., Hanser Wirtschaft, 2008, ISBN 978-3446409262
- [3] [KERZNER, H., 2000]: Applied project management, Wiley, New York, 2000, ISBN 0-471-36352-9

- [4] [KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL, 2008]: Statisztikai Tükör, II. évfolyam, 152. szám, KSH, Budapest, 2009
- [5] [GÖRÖG M., 2003]: Bevezetés a projekt menedzsmentbe, Aula, Budapest, 2003, ISBN 963-9215-11-2
- [6] [GÖRÖG M., 2008]: Projektvezetés, Aula, Budapest, 2008, ISBN 978-963-9698-49-9
- [7] [PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2006]: Projektmenedzsment útmutató, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006, ISBN 963-05-8401-8

ENERGIAMENEDZSMENT FUNKCIÓJA EGY KÖRNYEZETBARÁT IPARVÁLLALATNÁL

Dr. Nagy Géza¹ – Vagdalt László²

¹ Tisztább Termelés Győri Regionális Központ, SZE, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: nagyg@sze.hu

² Audi Hungaria Motor Kft

9027 Győr, Kardán út 1.

Kivonat

Napjaink globális problémáinak kialakulásában komoly szerepe van a gazdaságnak, melynek fenntartásához és fejlődéséhez nagy, s egyre növekvő mennyiségű energia szükséges. Az egyre szűkösebben rendelkezésre álló forrásokból táplálkozó és egyre súlyosbodó globális, köztük környezeti problémákat okozó energiatermelés és -felhasználás strukturális változása, reformja nem kerülhető el. Ennek szellemében mind az energia-előállítás mind pedig az -ellátás területein új struktúrák, technikák és módszertanok térnyerésének idejét éljük. Így van ez a versenyszférában is, ahol az energia, annak környezetkímélő előállítása és optimális felhasználása versenyképességi faktor.

Egy termelő ipari nagyvállalat számára, ahol mind az energiaellátás, mind pedig az energiafelhasználás magas komplexitású folyamatok mentén valósul meg, módszertani támogatás szükséges az említett folyamatok áttekintéséhez és elemzéséhez, illetve az analízis eredményeként kapott kívánatos profil vállalati bevezetéséhez. Ezen esetben ad nélkülözhetetlen támogatást egy energiamenedzsment rendszer bevezetése és működtetése.

Az energiamenedzsment rendszer helye a vállalati környezetmenedzsment rendszerben van, hiszen egy ipari termelő vállalat esetében az energia az egyik legjelentősebb környezeti tényező, s a legmarkánsabb környezeti hatások okozója. A tanulmány egy járműipari nagyvállalat környezetirányítási rendszerébe integrált energiamenedzsment rendszer kifejlődése útját, a funkcióit valamint az elért eredményeit mutatja be.

KÖRNYEZETI INFORMÁCIÓK A TELEPÜLÉSEK HONLAPJAIN

György Krisztina – Kupó Enikő– Szitovszky Kitti– Dr. Szalay Zoltán

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: szalayz@sze.hu

1. Bevezetés

Korunk egyik meghatározó jellemzője az információk hihetetlen mértékű és gyorsaságú áramlása. Minden információhoz a lehető leggyorsabban kell hozzájutnunk, amelyhez nagy segítséget nyújt az internet. Az utóbbi időben egyre szélesebb körű ismeretanyag található meg itt, elősegítve az emberek munkáját. Legyen szó kisiskolásról, középiskolásról illetve egyetemi hallgatóról, bármilyen településsel kapcsolatos információra van szüksége, biztos, hogy legelőször az internetet hívja segítségül. A honlapokat karbantartó személyek ma már igyekeznek naprakész információt nyújtani az érdeklődőknek, így valószínű, hogy amit a település honlapján olvasunk, az naprakész és pontos adatokat szolgáltat az adott településre nézve.

Témaválasztásunkat így alapvetően az motiválta, hogy a különböző települések mennyire élnek ennek az eszköznek a használatával, hogyan próbálják az abban rejlő lehetőségeket kihasználni. A honlapok vizsgálatával nem pusztán az volt a célunk, hogy megnézzük, mennyi és milyen információt nyújt egy-egy település honlapja, hanem, hogy a honlapok mennyire könnyen kezelhetők, használhatók, főleg ami a környezeti információkat illeti. Az egyes önkormányzatoknak is érdeke az igényes és tartalmas honlap készítése, hiszen ez őket minősíti.

Elemzésünk elkészítése során a környezetvédelmi tájékoztatás minőségét és mennyiségét vizsgáltuk az egyes települési honlapok információ bázisán keresztül.

2. Önkormányzati kötelezettségek az információ szolgáltatás területén

A környezetvédelmi információk nyilvánossá tételének jogi alapját három törvény alkotja. A környezetvédelmi jellegtől eltekintve a közérdekű adatok megismeréséhez való jog érvényesülését szolgáló alapvető szabályokat a 1992. évi LXIII. Törvény tartalmazza, melynek III. fejezete rendelkezik a közérdekű adatok nyilvánosságáról.

Környezetvédelmi adatszolgáltatás kötelezettségeire vonatkozóan, pedig az 1995. évi LIII. Környezetvédelmi törvény első fejezetében, a tájékozódásról, tájékoztatásról és nyilvánosságról szóló 12. §-a képez jogi alapot. Ennek értelmében lehetővé kell tenni a környezetkárosító tevékenységek és azok fontosságának megismerését, továbbá mindenkinek joga van a külön jogszabályban meghatározott környezeti információkat - mint közérdekű adatokat – megismerni. A fenn említett § bekezdéseinek alapkitétele, hogy az állami szervek, önkormányzatok kötelesek a rendelkezésre álló információkat hozzáférhetővé tenni.

Ezen törvény magába foglalja az önkormányzatok számára kötelezővé tett feladatokat. A hatályos környezetvédelmi törvény IV. fejezete tartalmazza a helyi önkormányzatok környezetvédelmi feladatait. Ezen a fejezeten belül az (1) bekezdés e) pontja rendelkezik az önkormányzat adatszolgáltatási kötelezettségéről, melynek értelmében a települési önkormányzat a környezet védelme érdekében „elemzi, értékeli a környezet állapotát

illetékességi területén, és arról szükség szerint, de legalább évente egyszer tájékoztatja a lakosságot.”

Európai Unió tagorszádként a környezeti adatszolgáltatás kapcsán alapvető jogi dokumentum a 2001. évi LXXXI. törvény, a környezeti ügyekben az információhoz való hozzáférésről, a nyilvánosságnak a döntéshozatalban történő részvételéről és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosításáról szóló, Aarhusban, 1998. június 25-én elfogadott Egyezmény kihirdetéséről. A tárgyalt szempont szerint kiemelkedő jelentőségű e törvény 5. cikkének (3) bekezdése, amely értelmében „valamennyi fél biztosítja azt, hogy a környezeti információk egyre inkább rendelkezésre álljanak olyan elektronikus adatbázisokban, amelyek a nyilvánosság számára a nyilvános telekommunikációs hálózaton keresztül könnyen hozzáférhetők. Az ilyen formában hozzáférhető információ tartalmazza:

- a) a környezet állapotáról szóló jelentést az alábbi 4. bekezdés szerint;
- b) a környezetről szóló vagy azzal kapcsolatos jogszabályok szövegét;
- c) ahol lehetséges, a környezetről szóló vagy azzal kapcsolatos irányelveket, terveket, programokat; és
- d) egyéb információt, amennyiben annak hozzáférhetősége e formában elősegíti a jelen Egyezményt végrehajtó nemzeti jogszabályok érvényesülését, feltéve, hogy ezen információk már elérhetők elektronikus úton.”

3. Települések kiválasztásának szempontjai

A települések kiválasztása a következő honlap alapján történt, ahol az eredeti dokumentáció készítésének idején a legfrissebb, 2008 évi települési statisztikai adatok találhatóak. A honlap elérhetősége: <http://www.nepszamlalas.hu/hun/egyeb/hnk2008/tablak2.html>.

A települések kiválasztása a települések igazgatási rangja alapján történt. Eszerint négy típus különböztethető meg: megyeszékhely, város, nagyközség, kisközség. A reprezentativitás érdekében megyénként és település típusonként azonos számú településeket véletlenszerűen választottunk ki:

- Megyeszékhely: 1db
- Város: 3db
- Nagyközség: 2db
- Kisközség: 10db

4. Települési honlapok vizsgálata néhány kiragadott példa alapján

A következő alpontokban a települések honlapjait elemeztük szerkezeti és legfőképp környezetvédelmi szempontból, megyénként külön szedve. A mostani tanulmányban 3 megyét választottunk ki, amelyeket bővebben is bemutatunk, hiszen az összes megye, (és azok települései, amiket előzőleg már megvizsgáltunk) bemutatása terjedelmileg nem lehetséges. A vizsgált területeket úgy próbáltuk kiválasztani, hogy azok reprezentatív képet adjanak az országról. A jelen tanulmányban vizsgált települések honlapjainak összesített adatait az átláthatóság kedvéért táblázatba szedve jelenítjük meg. A táblázatok után az egyes honlapokról elkészített bővebb jellemzés olvasható.

A következő megyéket néztük meg:

- Borsod-Abaúj-Zemplén
- Győr-Moson-Sopron
- Bács- Kiskun

Megyéenként megvizsgáltunk:

- Megyeszékhely: 1
- Város: 2
- Nagyközség: 2
- Kisközség: 4

1. táblázat: Borsod – Abaúj – Zemplén megye

Megye	Település neve	Lakos szám	Webcím	Tájékoztató	Rendeletek / Határozatok							Környezetvédelmi program	
					Terület fejlesztési / rendezési terv	Környezetvédelem							
						Hulladék - gazdálkodás	víz	Levegő	Talaj	Természet	Zaj		
Borsod – Abaúj – Zemplén	Megyeszékhely												
	Miskolc	172637	http://www.miskolc.hu/	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
	Város												
	Kazincbarcika	30 709	http://www.kazincbarcika.hu/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Ózd	37 040	http://www.ozd.hu/	+	-	+	-	+	+	-	-	-	
	Nagyközség												
	Alsószolca	6 186	http://www.alsozsolca.hu/	-	+	+	+	-	+	-	-	-	
	Taktaharkány	4 021	http://www.taktaharkany.hu/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Község												
	Bodrogkeresztúr	1 212	http://www.bodrogkeresztur.hu/	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
	Forró	2 468	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Harsány	2 101	http://www.harsany.hu/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Ormosbánya	1 886	http://www.ormosbanya.hu/	-	-	+	-	-	+	+	-	-	

Miskolc

A város honlapján könnyen megtalálhatóak a környezetvédelemre vonatkozó adatok. Találhatunk itt információkat a város környezetének állapotáról, az önkormányzat környezetpolitikájáról, és a település környezetvédelmi programjáról (2006–2011) is. Fellelhető még a honlapon a város hulladékgazdálkodási terve, Miskolc környezeti helyzete és a környezet állapotát alakító tényezőkről szóló dokumentum, és információkat találhatunk a város levegőtisztaság-védelmi és klímavédelmi programjáról.

És fellelhető még egy beszámoló az 1999–2005. közötti időszak környezetvédelmi tevékenységéről, illetve a város környezetvédelmi kerettervében foglaltak végrehajtásáról.

A rendeletek menüpontban szinte minden környezeti elemről megtalálhatunk hatályos rendeleteket. Csak pár példát sorolnánk fel:

- 11/1998-a helyi vízkár-elhárítási feladatokról
- 18/1998 - a zaj- és rezgésvédelem helyi szabályairól
- 20/1998 - az allergén növényekkel kapcsolatos helyi szabályokról
- 20/2007 - a települési hulladékgazdálkodási terv felülvizsgálatáról
- 22/2004 - az épített környezet értékeinek helyi védelméről
- 56/2001 - a települési szilárd hulladékkal kapcsolatos hulladékkezelési helyi közszolgáltatásról

63/1997 - a helyi környezet- és természetvédelmi alap létrehozásáról, valamint az azzal való rendelkezés és gazdálkodás szabályozásáról

Ózd

A honlapon csak a környezetvédelemmel kapcsolatos rendeletek találhatók:

- Az Önkormányzat Környezetvédelmi Alapjáról - 5/1997. (III. 10.) számú rendelet
- Ózd város Hulladékgazdálkodási Tervéről - 1/2005. (I. 25.) számú rendelet
- A települési folyékonyhulladék-kezelési közszolgáltatásról 33/2001. (XII. 20.) számú rendelet
- A talajterhelési díjjal kapcsolatos helyi szabályokról - 26/2004. (IX. 23.) számú rendelet
- A levegő minőségének védelméről - 37/2005. (XII. 22.) számú rendelet

Alsózsolca

A honlapon megtalálható a közös helyi hulladékgazdálkodási terv és az eddigi összes elfogadott rendelet, de csak tömörített formában.

Környezeti szempontból fontosak a következők:

- Alsózsolca Város Képviselő-testületének 3/2006./I.26./ sz. KT. rendelete a települési szilárd és folyékony hulladékkal kapcsolatos hulladékkezelési helyi közszolgáltatásról
- Alsózsolca Város Önkormányzatának 15/2004./VIII.31./ számú rendelete a talajterhelési díjjal kapcsolatos helyi szabályokról
- Alsózsolca Város Képviselő-testületének 24/2003./XII.16./ sz. rendelete a vízi közműből szolgáltatott ivóvíz és csatornadíjakról, valamint a közkifolyók vízhasználati díjáról
- Helyi Építési Szabályzat 12/2005./V.13./ sz. KT rendeletet

Bodrogkeresztúr

A honlapon konkrét környezetvédelemre vonatkozó részt nem találtunk, de volt egy rendelet a helyi szilárd hulladékkezelési közszolgáltatás rendjéről 10/2007. (XII.18.)

Ormosbánya

A község honlapján pedig a témához kapcsolódó rendeletekre leltünk :

- 12/2007.(XII.27.) sz. rendelet a település folyékony hulladékkal kapcsolatos kötelező helyi közszolgáltatásról szóló 5/2003.(IV.01) sz. rendelete módosításáról.
- 2/2008.(II.15.) sz. rendelet a helyi környezet védelméről, a közterületek és ingatlanok

rendjéről, a település tisztaságáról.

- 20/2005.(XI.23.) sz. rendelet a talajterhelési díjjal kapcsolatos adatszolgáltatási és eljárási szabályokról.

Kazincbarcika, Taktaharkány, Forró és Harsány honlapjain nem találtunk környezetvédelemre vonatkozó információkat.

2. táblázat: Győr – Moson – Sopron megye

Megye	Település neve	Lakos szám	Webcím	Tájékoztatás	Rendeletek / Határozatok							Környezetvédelmi program	
					Terület fejlesztési / rendezési terv	Környezetvédelem							
						Hulladék - gazdálkodás	víz	Levegő	Talaj	Természet	Zaj		
Győr-Moson-Sopron	Megyeszékhely												
	Győr	128.808	www.gyor.hu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Város												
	Mosonmagyaróvár	31.799	www.mosonmagyarovar.hu	+	+	+	+	-	+	+	-	+	
	Csorna	10.738	www.csorna.hu	+	+	+	+	-	+	+	-	+	
	Nagyközség												
	Fertőszentmiklós	3.815	www.fertoszentmiklos.hu	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Beled	2985	www.beled.hu	+	-	+	-	-	-	+	-	-	
	Község												
	Abda	3.126	www.abda.hu	+	-	+	+	-	-	+	-	-	
	Győrladamér	1.450	www.gyorladamer.hu	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
	Kóny	2.685	www.kony.hu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Pér	2382	www.per.hu	+	-	+	+	-	-	-	-	-	

Győr

Találtunk információkat a városi szennyvíztisztító telep bővítési beruházásáról, Győr Nagytérségi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulásról, a közterület kialakítási tervekről (KKT).

Olvashatunk az Infóláncról (www.infolink.hu), ami a települések környezeti állapotának többnyelvű bemutatásáról szól (adatbázis).

Letölthető dokumentumok találhatók még az EMAS-ról, tájékoztatók Győr környezeti állapotáról, ÖkoBusinessPlan-ról, (ami egy partnerségi projekt Bécs város önkormányzatával), a Szennyvíztisztító beruházásról és a Hulladékgazdálkodási projektről.

Győr-Moson-Sopron megye székhelyének igényes honlapja van környezetvédelmi szempontból nézve, így kell kinéznie egy környezettudatos magatartást követő város honlapjának.

Mosonmagyaróvár

Letölthető, környezetvédelemmel kapcsolatos rendeletek:

19/1994. (VII.1.) rendelet a közterület-használatról

37/1998.(XII.21.) rendelet a víz- és csatornaszolgáltatási díjak megállapításáról

15/2002.(V.15.) rendelet Mosonmagyaróvár építési és városrendezési szabályzatának megállapításáról

19/2002.(VI.28.) A köztisztaságról és hulladékgazdálkodásról.

38/2003.(XII.15.) rendelet Mosonmagyaróvár épített környezetének és zöldfelületeinek helyi védelméről

38/2007. (XI.30.) rendelet a helyi hulladékgazdálkodási tervről

Találtunk még letölthető Hulladékgazdálkodási tervet, Környezetvédelmi programot és Mosonmagyaróvár állapotértékelésével kapcsolatos dokumentumot.

Csorna

Letölthető a közterületek tisztántartásáról és a települési szilárd hulladékkal kapcsolatos közszolgáltatásról szóló rendelet, a Műemlékvédelmi rendelet és a víziközműből szolgáltatott ivóvíz, szennyvízelvezetés, szennyvíztisztítás és kezelés díjának megállapításáról szóló rendelet.

Olvashatunk az Építési szabályzatokról és találtunk térképeket a kihelyezett hulladékgyűjtő szigetekről.

Fertőszentmiklós

A honlapon mindig jelen vannak az aktuális hírek, vagy programok. Egyszerű a szerkezete, és könnyen megtalálhatóak a keresett információk, és ezek le is tölthetők a megfelelő formátumban.

Beled

A honlap szerkezete egyszerű, könnyen kezelhető. Hangsúlyt fektet az értékek bemutatására, számos szempontból informatívnak találjuk. Az oldalon egy lépésből megközelíthető a jogtár, mely szintén egyszerű szerkezetű, és kezelését meg könnyíti egy szűrő rendszer. A jogszabályok között találhatóak környezeti témájúak is.

Abda

Szavazás olvasható a kezdőlapon arról, vajon szükség van-e a mozgó árusokra, zaj és nyugalomzavarásuk miatt.

A 11/2006. (III.31.) rendelet a helyi környezet védelméről, a közterületek és ingatlanok rendjéről, a település tisztaságáról sajnos nem megnyitható.

Letölthetők a rendezési tervek: belterületi, külterületi, major, iparterület, ill. a helyi építési szabályzat és az alátámasztó munkarészek.

Győrladamér

Győrladamér képviselőtestületének rendeletei:

6/2007.(VI.15.) rendelete a települési szilárd hulladék kezelésével kapcsolatos közszolgáltatás megszervezéséről és kötelező igénybeviteléről.

11/2007.(XII.12.) rendelete a 2008. évi ivóvíz és csatornaszolgáltatás díjáról

Letölthető dokumentum a Helyi építési szabályzat pdf formátumban.

Térképek: Belterületi szabályozási terv, Külterületi szabályozási terv és a Szerkezeti terv.

Kóny

Környezetvédelemmel kapcsolatos tudnivalók a településen, hogy a 2008. július 15. és szeptember 30. közti időszakra meghirdetett „Parlagfümentes ház” akció lezárult.

Pér

Három rendelet található meg a honlapon:

13/2006. (XII. 28.) rendelet a 2007. évre esedékes víz- és csatornadíj mértékének megállapításáról

11/2006. (XI. 28.) rendelet a közterületek használatáról

5/2008.(VI.26.) rendelete a település szilárd és folyékony hulladék kezelésével kapcsolatos közszolgáltatás megszervezéséről, kötelező igénybevételéről, valamint a közterületek tisztántartásáról szóló 4/2000.(VII.22.) ÖKR rendelet módosításáról.

3. táblázat: Bács – Kiskun megye

Megye	Település neve	Lakos szám	Webcím	Tájékoztató	Rendeletek / Határozatok							Környezetvédelmi program
					Terület fejlesztési / rendezési terv	Környezetvédelem						
						Hulladék - gazdálkodás	víz	Levegő	Talaj	Természet	Zaj	
Bács-Kiskun	Megyeszékhely											
	Kecskemét	110316	http://www.kecskemett.hu	-	+(városfejlesztés)	+	-	-	-	-	-	-
	Város											
	Kiskunhalas	29168	http://www.kiskunhalas.hu	+	-	+	-	-	+	+	+	-
	Tiszakécske	11581	http://www.tiszakecske.hu	+	-	+	-	-	-	-	+	--
	Nagyközség											
	Harta	3484	http://www.harta.hu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mélykút	5483	http://www.melykut.hu	+	-	-	+	+	+	+	+	-
	Község											
	Apostag	2053	http://apostag.hu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bátya	2163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nemesnádudvar	1921	http://www.nemesnadudvar.hu	+	-	+	+	+	+	+	+	-
	Szank	2514	http://www.szankinfo.hu/default.html	+	-	+	+	+	+	+	+	-

Kecskemét

A város honlapja egyszerű megjelenésű, célirányos keresés esetén egyszerű a tájékozódás. A „városunk” menüpont alatt található almenüpont a „környezetvédelem”. Itt viszont a várakozásokkal ellentétben, csak 2 letölthető dokumentum található: a település környezetvédelmi programja és a hulladékgazdálkodási terv felülvizsgálata. Az oldal keresőjébe a környezetvédelem címszó beírása után 50 találatot adott ki, rendeleteket és híreket. Ezek közt több fontos és közérdekű információ is található, amelyeket menüpontokon keresztül rendkívül bonyolult megtalálni, vagy egyáltalán nem lehetséges. Véleményünk szerint sem tájékoztatás, sem környezetvédelmi információ nyújtás terén nem megfelelő a honlap.

Kiskunhalas

A weblap esztétikusan kialakított, a menüpontok közti tájékozódás könnyű. Már a

nyitóoldalon egy, a hulladékkezeléssel kapcsolatos tájékoztató jellegű hír jelenik meg. Majd a további böngészés során a rendeletek közt a Hulladékgazdálkodási tervet, a környezetvédelmi alapról, zajvédelemről, talajterhelési díjról, a helyi környezet védelméről, és természetvédelmi vonatkozású jogi dokumentumok tölthetők le. A keresőbe beírt „környezetvédelem” címszó után, az csupán 6 találatot adott, amelyek közül egy sem bírt használható tartalommal. Annak ellenére hogy egy közel 30 000 fős város honlapját elemeztük, a környezetvédelemmel kapcsolatban csak az itt felsorolt információk találhatóak. Hiányolom a külön „környezetvédelem” menüpontot, hisz egy ekkora településnek már több ilyen vonatkozású programja, hirdetménye kell hogy legyen. Így ezt információ visszatartásnak is lehet minősíteni.

Tiszaújszász

A település honlapja kicsit nehezen áttekinthető. A lapon néhány tájékoztató jellegű környezetvédelmi hír olvasható, és letölthetőek ilyen vonatkozású rendeletek is. Így a hulladékgazdálkodási terv is. Keresési lehetőség nem áll rendelkezésre, ezzel is nehezítve az eligazodást a menüpontok közt. A fent elemzett városhoz hasonlóan itt sem érvényesül megfelelően a környezetvédelmi webes tájékoztatás.

Harta

A nagyközség honlapja egyszerű felépítésű és megjelenésű, nagyon kevés információval. Helyi rendeleteket egyáltalán nem lehet elérni és az oldalon egyetlen környezetvédelemmel kapcsolatos információ sem található.

Mélykút

Az oldal tetszetős megjelenésű, az adatokat áttekinthető módon rendezi menüpontokba. A rendeletek pontban, több a vizsgált szempont szerinti dokumentum is található, amelyek a jogi szerepükön túlmutatva tájékoztató jelleggel is bírnak. Véleményem szerint ez a mennyiségű információ még messze nem megfelelő, viszont ha a megyében vizsgált másik nagyközséggel össze kell hasonlítani: előbbi az abszolút negatív-, utóbbi a már pozitívabb példa.

Apostag

A honlap rövid áttekintése után az első környezetvédelemmel kapcsolatos információ, az önkormányzat Környezetvédelmi Bizottság tagjainak nevei, és feladatai. A rendeletek menüpont alatt egy, ide tartozó rendelet található: Apostag Község Önkormányzata Képviselő-testületének 16 /2007.(XII.19.) rendelete a Helyi környezet védelméről, a közterületek és ingatlanok rendjéről, a település tisztaságáról szóló 10/2003.(IX.3.) rendelet módosításáról. A fent felsoroltakon kívül más információ nem áll rendelkezésre, így a település weblapján a minimális környezetvédelmi információkhoz sem lehet hozzájutni.

Nemesnádasd

A weblap igényesen elkészített, a kisközség kategóriához mérten információban gazdag. Környezetvédelem témában a rendeletek közt több is található, ezek tájékoztató és jogi jellegűek. Menüpontként megtalálható a „környezetvédelem” címszó, ez a szennyvíztisztító telepről ad bővebb információt. Bács-Kiskun megye területén vizsgált 10 kisközség közül itt található a legtöbb környezetvédelemmel kapcsolatos információ.

Szank

A község honlapja egyszerű megjelenésű, a nyitóhírek közt találni az első tájékoztatást a keresett témában. A jogtár menüpontban a hulladékgazdálkodási tervet, és egyéb a környezetvédelméhez kapcsolódó rendelet található.

Bátya településnek nem volt honlapja.

5. Megyék összehasonlítása

A 4. táblázatban megyénként összegeztük a táblázatok adatait. A vizsgálati szempontok átfogják a környezetvédelem tárgyát.

Az adatok a megyénként összefoglalt településeket tükrözik a honlapjaikon található információk szempontjából.

4. táblázat: Összesített táblázat

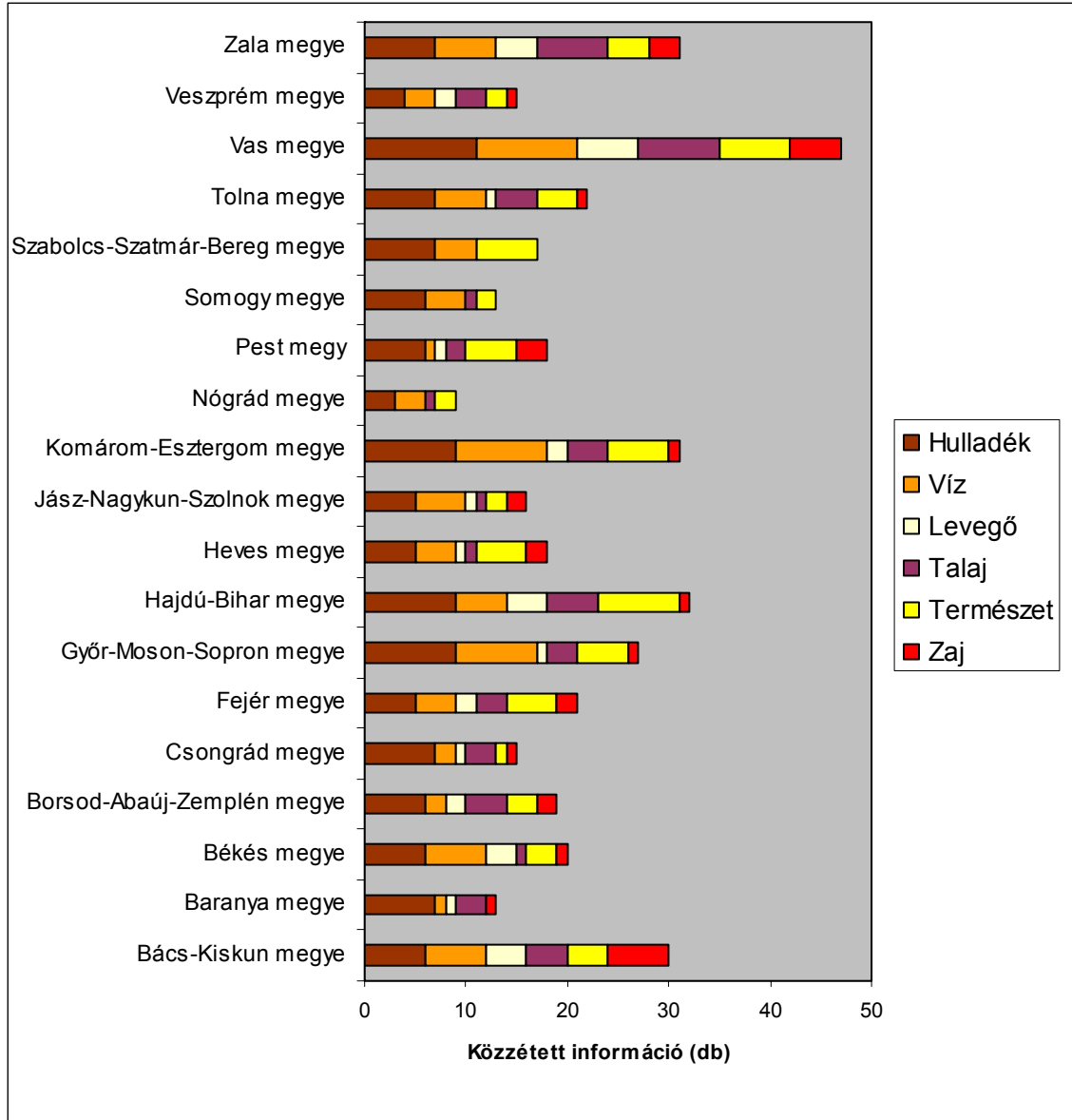
Megye	Település igazgatási rangja	Honlapok száma	Rendeletek / Határozatok							Környezetv édelmi program
			Terület fejlesztési / rendezési terv	Környezetvédelem						
				Hulladék - gazdálkodás	víz	Levegő	Talaj	Természet	Zaj	
Bács- Kiskun	Megyeszékhely	1	+	+	-	-	-	-	-	
	Város	3	-	1	1	-	-	-	1	
	Nagyközség	2	-	-	1	1	1	1	1	
	Község	8	-	4	4	3	3	3	4	
Baranya	Megyeszékhely	1	+	+	+	+	+	-	+	
	Város	3	1	3	-	-	2	-	-	
	Nagyközség	2	-	-	-	-	-	-	-	
	Község	4	-	2	-	-	-	-	-	
Békés	Megyeszékhely	1	+	+	+	-	-	+	+	
	Város	3	2	2	1	1	1	1	-	
	Nagyközség	2	2	2	-	-	-	-	-	
	Község	7	-	1	2	2	-	1	-	
Borsod- Abaúj- Zemplén	Megyeszékhely	1	-	+	+	+	+	+	+	
	Város	3	-	2	-	1	1	1	1	
	Nagyközség	2	1	1	1	-	1	-	-	
	Község	6	-	2	-	-	1	1	-	
Csongrád	Megyeszékhely	1	-	+	+	+	+	-	+	
	Város	3	1	2	1	-	2	1	-	
	Nagyközség	2	-	1	-	-	-	-	-	
	Község	7	-	3	-	-	-	-	-	
Fejér	Megyeszékhely	1	+	+	+	+	+	+	+	
	Város	3	1	2	2	1	1	2	1	
	Nagyközség	2	-	-	-	-	-	-	-	
	Község	9	-	2	1	-	1	2	-	
Győr- Moson- Sopron	Megyeszékhely	1	+	+	+	+	+	+	+	
	Város	3	2	2	2	-	2	2	-	
	Nagyközség	2	-	1	-	-	-	1	-	
	Község	9	1	5	5	-	-	1	-	

Hajdú-Bihar	Megyeszékhely	1	+	+	+	+	+	+	+	+
	Város	3	3	3	2	2	2	3	-	2
	Nagyközség	2	-	2	1	-	-	1	-	-
	Község	10	-	3	1	-	1	3	-	-
Heves	Megyeszékhely	1	+	-	-	-	-	+	-	-
	Város	3	1	2	1	1	1	2	2	1
	Nagyközség	2	2	1	1	-	-	2	-	1
	Község	9	1	2	2	-	-	1	-	-
Jász-Nagykun-Szolnok	Megyeszékhely	1	+	-	-	-	-	-	-	-
	Város	3	3	2	2	1	-	2	1	1
	Nagyközség	2	1	2	1	-	-	-	-	-
	Község	7	-	1	2	-	1	-	1	-
Komárom-Esztergom	Megyeszékhely	1	+	+	-	+	+	+	+	+
	Város	3	3	2	1	-	1	2	-	2
	Nagyközség	2	-	1	1	-	-	1	-	-
	Község	10	2	5	7	1	2	2	-	2
Nógrád	Megyeszékhely	1	+	-	-	-	-	-	-	+
	Város	3	2	2	2	-	1	2	-	1
	Nagyközség	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Község	9	-	1	1	-	-	-	-	-
Pest	Megyeszékhely	1	+	+	-	-	+	-	+	-
	Város	3	-	2	-	1	1	2	1	1
	Nagyközség	2	1	-	-	-	-	-	-	-
	Község	7	1	3	1	-	-	3	1	-
Somogy	Megyeszékhely	1	+	+	-	-	-	+	-	+
	Város	3	1	-	1	-	1	2	1	2
	Nagyközség	2	1	2	2	-	2	1	-	1
	Község	6	5	3	1	-	3	3	2	2
Szabolcs-Szatmár-Bereg	Megyeszékhely	1	+	+	-	-	-	+	-	-
	Város	3	3	3	2	-	-	3	-	1
	Nagyközség	2	-	1	-	-	-	-	-	-
	Község	7	1	2	2	-	-	2	-	2
Tolna	Megyeszékhely	1	+	+	-	+	+	+	-	+
	Város	3	1	3	3	-	2	2	1	-
	Nagyközség	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Község	8	1	3	2	-	1	1	-	-
Vas	Megyeszékhely	1	-	+	+	+	+	+	+	-
	Város	3	1	3	3	1	3	2	1	1
	Nagyközség	2	-	2	1	-	1	1	-	-
	Község	8	1	5	5	4	3	3	3	-
Veszprém	Megyeszékhely	1	+	+	-	+	-	+	+	-
	Város	3	2	3	2	1	1	2	-	-
	Nagyközség	2	-	-	-	-	1	-	-	-
	Község	8	-	1	1	1	1	-	1	-
Zala	Megyeszékhely	1	+	+	+	+	+	+	+	+
	Város	3	1	2	2	1	2	1	1	1
	Nagyközség	2	-	1	1	1	1	1	1	-
	Község	7	-	3	2	-	3	1	-	-

A törvény előírja a környezetvédelmi programok készítését, de ennek ellenére sok településnek nem készült el ill. nem található a honlapon. Ennek alapvető oka, hogy

elkészítésük nincs határidőhöz kötve. Azt is tapasztaltuk, hogy nagyon kevés település honlapján található meg a környezetvédelmi program. A 4. táblázat is ezt mutatja.

6. Összehasonlító diagramm



6. ábra: A települési honlapok környezetvédelmi információ nyújtásának összehasonlítását szolgáló diagram

A honlapok vizsgálata során összegyűjtött környezetvédelmi információk mennyiségének és minőségének megyénkénti megoszlását a 1. ábra szemlélteti. A diagram szerkezetéből egyértelmű következtetés vonható le, miszerint a különböző megyék településeinek honlapjai, a környezetvédelmi tájékoztatás szerint jelentősen eltérő minőséget mutatnak. A legminimálisabb tájékoztatás Nógrád megyében, a legbővebb Vas megyében kapható a honlapok böngészése során. Itt hangsúlyozni kell, hogy a diagram csak kettő, a mennyiség és az információ témája szerint hasonlítja össze az elektronikus adatlelőhelyeket. Így a felállított rangsor csak e szempontok szerint minősíti a községek honlapjait.

7. Összegzés

Összefoglalásként levonhattunk pozitív és negatív tapasztalatokat egyaránt. Mintegy 304 település honlapjának vizsgálata, megfigyelése után meglepően tapasztaltuk, hogy a kis települések közül is nagyon sok rendelkezik saját honlappal. A kis települések honlapjai minőségileg is megfelelnek egy olyan színvonalas honlapnak, amelyekkel megyei jogú városok rendelkeznek.

Együttesen hiányoltuk – mindenki a saját megyéjének tapasztalata alapján – a környezetvédelmi programok nyilvánossá tételét. A honlapok vizsgálata során a célunk, nem csak az volt, hogy megnézzük mennyi információval szolgál egy-egy település honlapja környezetvédelmi szempontból, azaz – levegő-, víz-, talajvédelem ill. zaj- és természeti szempontból - hanem, hogy megvizsgáljuk mennyire felkészültek a honlapok és szerkezetileg mennyire könnyen kezelhetők, használhatók. A községek érdeke, hogy településük weboldalának megtekintése után, pozitív véleményt alkossanak róluk. Ehhez kell a honlap egyszerű, kezelhető és áttekinthető megszerkesztése. A jövőben várhatóan egyre több információt tesznek közzé, az előírásoknak megfelelően.

Az alábbi hallgatók vettek még részt a munkában:

Böröndi Gergely
Horváth Alexandra
Paál Ingrid
Stekovits Viktória

Irodalomjegyzék

<http://www.nepszamlalas.hu/hun/egyeb/hnk2008/tablak2.html>

A vizsgált települések hivatalos honlapjai

A TELEPÜLÉSI HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ÉS A REGIONALITÁS KAPCSOLATA

Buruzs Adrienn

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

9026 Győr, Egyetem tér 1., Tel: (+36)-96/503-453, E-mail: buruzs@sze.hu

Abstract:

A tanulmány célja és tárgya a Győr Nagytérsegi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás működésének bemutatása. A problémakör és az összefüggésrendszer teljes megvilágítása érdekében áttekintést adok a jelenlegi jogi szabályozás helyzetéről, a múltbeli állapotokról. Bemutatom a fejlesztést megelőző viszonyokat, majd ismertetem a fejlesztés megvalósulásának folyamatát és a várható előnyöket. A tanulmányban nem konkrét kutatási eredményekről számolok be, hanem egy helyzetelemzést adok a jelenlegi körülményekről.

1. Multidéző – városfejlődés és köztisztaság

Győrben a XVI. század végén a közállapotok rendezetlenek voltak, ezt gróf Heister Siegbert várparancsnok megsokallván, 1713-ban igen szigorú rendőri szabályzatot adott ki, mely a polgárságra éppen úgy, mint a katonai parancsnokság alá tartozókra egyaránt kötelező volt.

E rendőri szabályzatból a köztisztasággal kapcsolatban, a 25. § a következőket rendeli:

„...A ganéjt, piszkot és egyéb szemetet se a magyar, se pedig a német katonaság, vagy polgárság ne szórja, s a moslékot ne öntse ki az utcára, csöbrökben sem szabad szemetet kihordani, mivel mindez nyáron döglettessé teszik a levegőt. A várban talált dögtetek eltakarításáról a porkolábnak kell gondoskodnia. Az istállók ganéját a fehérvári kapu elé, - a kijelölt helyre - kell hordatni. Aki ez ellen vét, annak lovát, ökrét és szekerét a kapuórság feltartóztathatja mindaddig, míg csak ki nem egyenlíti az ügyet és ki nem váltja a lefoglalt zálogot.”

Ebben az időben a köztisztasággal szembeni igények igen szerények voltak. Az 1850-es években az utcákat és tereket még csak hetenként egyszer, rendszerint szombaton reggel takarították s minden valószínűség szerint, öntözés nélkül. Abban az időben a belváros egyik utcájának, tereinek, járdáinak, valamint az újjvárosi Kossuth Lajos utcának a kivételével az utak, terek és járdák burkolatlanok voltak.

A győri kereskedők testülete, az 1856-ban alakult „Kereskedelmi Gyűlde”, később a győri Lloyd Részvénytársaság, sorra intézte beadványait a városi hatósághoz az útjavítások érdekében. Ezt elsősorban a kereskedelmi érdek követelte meg, de találkoztunk az 1800-as évek derekán a Kereskedelmi Gyűlde elnökének olyan beadványával, mely a tarthatatlan köztisztasági állapotokat tette bírálat tárgyává 1856-ban:

„...hogya a város legszebb és legnépesebb utcáját, a Fehérvár utcát (mai Baross Gábor út) libaréce tyúk, malac, mindenféle szárnyas és szárnyatlan állatok árusítóhelyévé aljasították le.” Javasolta ennek a piacnak a Karmelita kolostor mögött elterülő tágas térre való áthelyezését.

Mivel az utcákat hetenként csak egyszer takarították, egy héten át a főutcán éktelenkedett a baromfipiac szeme, hulladéka.

Zechmeister Károly polgármesteri működésével 1899. augusztus 9-én fogadta el a város törvényhatóságának közgyűlése az 56 §-ból álló "Közürendészeti Szabályrendelet"-et,

amelynek első 14 §-a a köztisztasággal és az ezzel összefüggő kötelekkel foglalkozik. Ez a szabályrendelet az akkori viszonyok között és az akkori követelményeknek megfelelően, igen korszerű és előremutató volt, olyannyira, hogy egyes szakaszai a ma alkotta jogszabályokban is megállnák helyüket.

A szemét elfuvarozásáról a város gondoskodott, az I. világháború után a győri ingatlan tulajdonosoknak a csatornadíj, illetve a házadó arányában kellett hozzájárulniuk a szemétszállítás költségeihez.

Mai szemmel visszatekintve a kezdeti időszakra, az akkori utcatisztítást és szemétfuvarozást primitívnek találjuk. A házi szemetet a lakók összegyűjtötték s hetenként a meghatározott napon a ház elé rakták.

A szemégyűjtő napokon, a járdák szélén ládák, fazekak, lábasok, rossz lavórok és egyéb edények letakaratlanul álltak tele szeméttel, amelyekben a kóbor kutyák is kapirgálhattak egy kis ennivaló után. Majd jött a "szemetes", aki az érkezését már az utca elején erős kolompolással jelezte. A nyitott, magas oldalfalú kocsijával megállt a házak előtt és a szeméttároló edények tartalmát beleöntötte a nyitott kocsiba. Sokszor megtörtént ugyan, hogy ez nem sikerült teljes rendben, és a kocsi mellé ömlött a szemét, különösen, ha a szemetes alacsony termetű volt. A kiömlött szemetet azután a szél szabadon kergette végig az utcákon. Ez a fajta szemétszállítás 1957-ig volt szokásban, akkor vezették be a kuka-rendszerű szemégyűjtést.

A gyárak és ipartelepek az összegyűlt salakot, szemetet és egyéb hulladékot saját maguk fuvarozták a szemételepre.

A város köztisztaságai munkáit alapvetően érintette az a kormányintézkedés, amely a köztisztasági, a háziszemét-gyűjtési és fuvarozási feladatokat 1949. július 2-án kivette a Városi Tanács hatásköréből és külön az e célra életre hívott „Köztisztasági Vállalat” kezelésébe utalta.

Az alapító levél szerint a községi vállalat neve: Győri Köztisztasági Községi Vállalat.

Feladatát ekképpen határozták meg: „a városi utcák, terek tisztántartása és öntözése, a házi szemét összegyűjtése és elfuvarozása, gépi és fogatos járművek tartása és ezek karbantartási, javítási munkáinak elvégzése, a város hivatalai, vállalatai részére szükséges fuvarok biztosítása.”

A rendszerváltást követően a gazdasági átalakulások keretében a volt tanácsi vállalatokat is átalakították gazdasági társasággá, 1993. január 1-től a vállalat Korlátolt Felelősségű Társasággá alakult, a neve pedig Győri Kommunális Szolgáltató Kft. lett. Társaságunk tevékenységi köre: hulladékgazdálkodás, lakossági-, közületi hulladékszállítás, hulladékbefogadás, kezelés, szelektív hulladékgyűjtés, parképítés, parkgondozás, úttisztítás, szállítás, szennyvíz-szippantás, parkolók, parkolóház, mélygarázsok üzemeltetése.

2. A települési szilárdhulladék-gazdálkodás jelenlegi jogszabályi helyzete

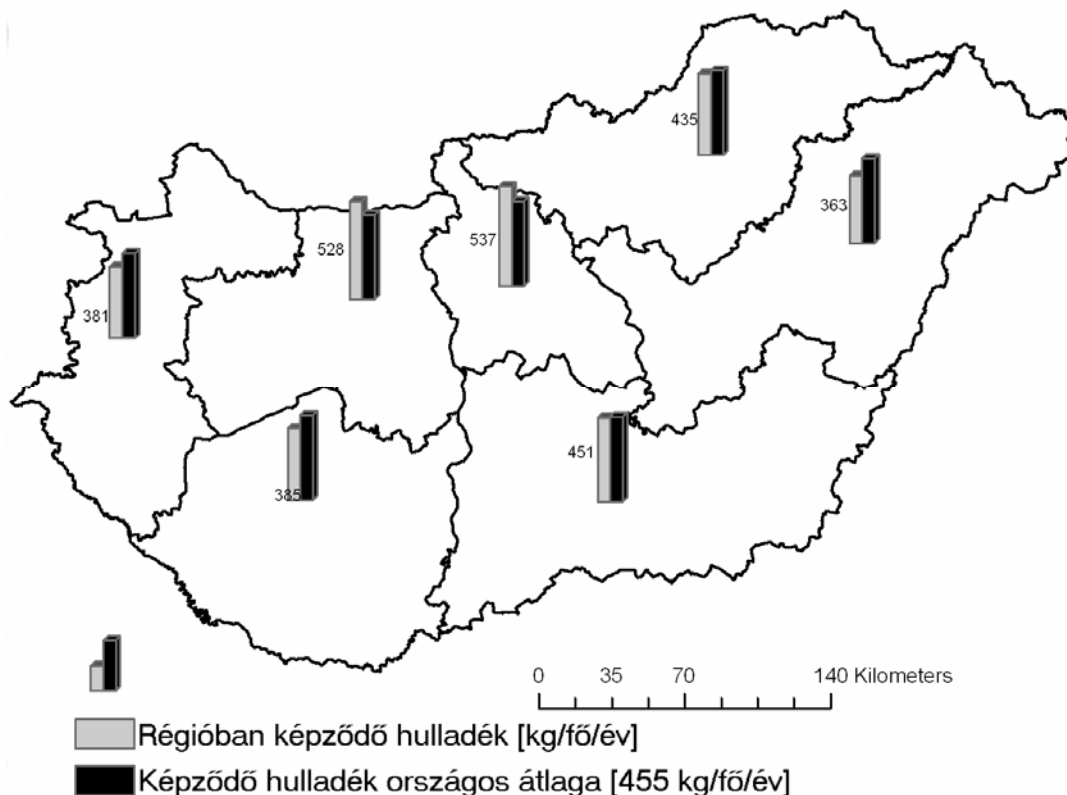
A 90-es években gyakran hallhattuk azt az állítást, hogy Magyarország kommunális hulladékgazdálkodásának 25-30 éves lemaradást kell behoznia, ha a legfejlettebb európai országok színvonalát kívánja elérni. Azóta a hulladékgazdálkodás területén a hazai jogharmonizáció lényegében megvalósult. A hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény és a kapcsolódó rendeletek tartalmilag megfelelnek az uniós szabályozásnak. A települési önkormányzatok számára 2003 januárjától a hulladékkezelés megszervezése kötelező közszolgáltatássá vált. Jelentősen átalakult a hulladékkezeléssel kapcsolatos

engedélyezési eljárások rendszere, szigorodtak az ilyen tevékenységet végző létesítmények, hulladéktelepek működési feltételei. A termelők és hulladékkezelők nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettsége révén jóval pontosabb adatokkal rendelkezünk a hulladékgazdálkodás hazai helyzetéről. A megbízhatóbb információs rendszer pedig megteremtette a hulladékgazdálkodási területi tervezés (országos, regionális, megyei, települési) alapjait. Magyarország a 2003-2008. közötti időszakra Országos Hulladékgazdálkodási Tervet készített.

Tanulmányom célja, hogy bemutassam a Győr Nagytérségi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás működését, a hulladékgazdálkodás jelenlegi helyzetét.

3. A keletkező települési szilárd hulladék mennyisége, összetétele – országos kitekintés

A keletkező települési szilárd hulladék mennyisége 2000–2004 közötti időszakban 4,5 és 4,7 millió tonna/év körül ingadozott, a térfogata enyhe növekedést mutatott. A fogyasztás kismértékű bővülését bizonyos mértékben kompenzálni tudta a fogyasztói szokások kedvező, bár minimális változása. A hulladék tömeg/térfogat arányának kedvezőtlen alakulásában a könnyű összetevők (főként műanyag csomagolási hulladék) növekedése játszik szerepet. Az országban keletkező települési szilárd hulladék harmada a Közép-Magyarországi Régióban képződik, ami döntően a főváros országosan 26%-os részarányának köszönhető. A keletkező települési szilárd hulladék mennyiségét egyrészt a lakosok száma, másrészt a régió gazdasági fejlettségét tükrözi, egy főre jutó fajlagos hulladékmennyiség határozza meg (1. ábra).



1. ábra: A keletkezett települési szilárd hulladék fajlagos mennyisége régióként 2004-ben
(Forrás: Fazekas, Orosz 2007)

4. Győr Nagytérsegi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás

A tervezés megkezdésének első fázisaként 2003-ban 112 önkormányzat polgármestere aláírta a győri Városházán a Győr és térsége hulladékgazdálkodási rendszer konzorciális szerződését. 2005-ben ez a konzorcium átalakult társulássá, Győr Megyei Jogú Város Önkormányzatának segítségével. Azzal a céllal alakult meg a Győr Nagytérsegi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás, hogy egy olyan regionális hulladékgazdálkodási rendszert alkossanak meg, ami modernebb az eddiginél, és amely a kor és az EU szabványainak és elvárásainak is megfelelő. Ennek első eleme volt a Sas-hegyi Hulladékkezelő Központ megépítése.

2007. év végén a Környezet és Energia Operatív Program kertében önálló felhívás jelent meg a térségi szintű hulladéklerakók rekultivációjára, illetve a hulladékgazdálkodási rendszerek fejlesztésére. A Győr Nagytérsegi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás 2007. november 9-én elsőként nyújtotta be pályázati dokumentációját 44 önkormányzati hulladéklerakó rekultivációjára, melynek becsült beruházási költsége 5,4 Mrd Ft.

A fent ismertetett létesítményeket magában foglaló fejlesztési projekt pályázati dokumentációja 2007 decemberében benyújtásra kerül, mellyel 9,5 Mrd Ft értékű beruházás támogatását igényelték.

5. Regionális Hulladékgazdálkodási Rendszer

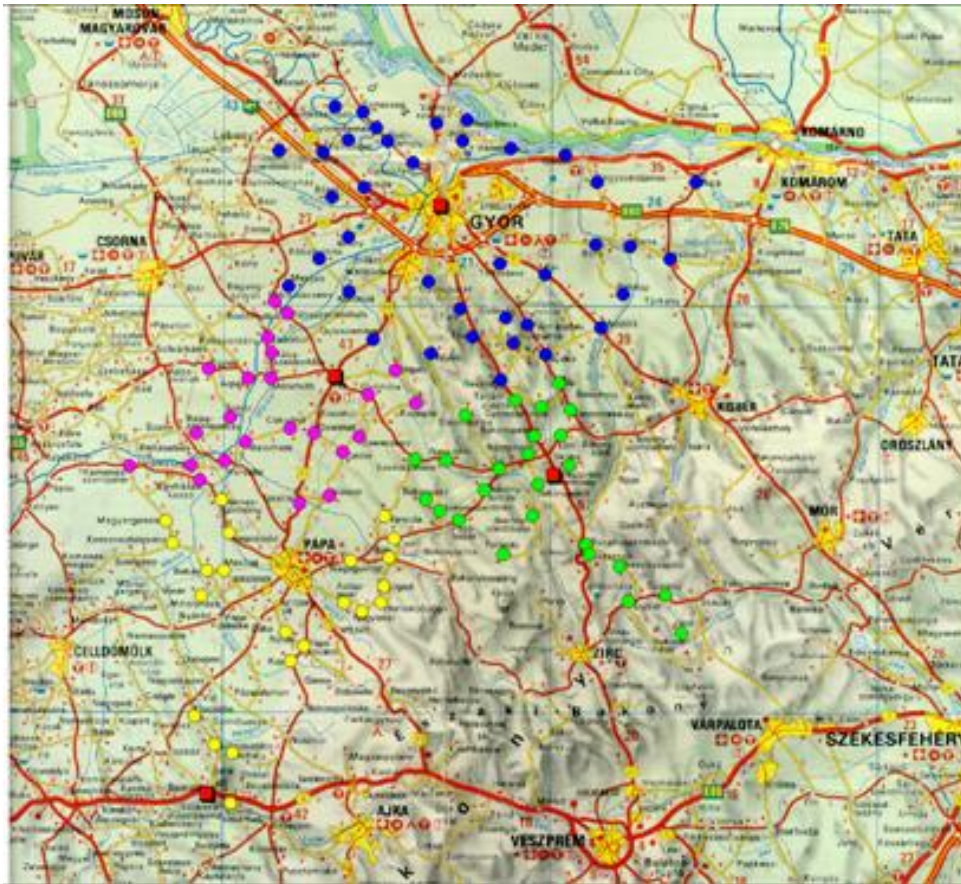
A hazai hulladékgazdálkodási törvényben megfogalmazott régiós követelményt az unió is támogatja, egészen pontosan csak regionális rendszer kiépítéséhez ad pénzt.

2000. évi XLIII. törvény a hulladékgazdálkodásról; 4. § i) a regionalitás elve (területi elv) alapján a hulladékkezelő létesítmények kialakításánál a fejlesztési, gazdaságossági és környezetbiztonsági szempontoknak, valamint a kezelési igényeknek megfelelő területi gyűjtőkörű létesítmények hálózatának létrehozására kell törekedni;

A hulladékgazdálkodási rendszer legfontosabb eleme a sas-hegyi lerakó, amelyet az általános európai normáknál szigorúbb környezetvédelmi követelmények szerint terveztek.

A Győrben tervezett rendszerhez 112 település csatlakozott (2. ábra). A térségi rendszer kialakításával a településeken megteremtik a szelektív hulladékgyűjtés feltételeit, megoldódik a hulladékok szakszerű gyűjtése, kezelése, újrahasznosítása. A csatlakozott településeken úgynevezett kétkannás gyűjtést vezetnek be, vagyis külön gyűjtik a komposztálható hulladékot a lerakóhelyre kerülő anyagoktól. A szelektív gyűjtés, a válogatás, a tömörítés után a jelenleginél sokkal kevesebb hulladék kerül a kezelőtelepi lerakóba. A szelektív gyűjtésben való aktív részvétel, az újonnan létesülő ügyfél-azonosító rendszer bevezetésével a lakosság számára közvetlen takarékoskodást is lehetővé tesz.

A tervezett beruházás a régió újkori történelmének legnagyobb értékű környezetvédelmi létesítménye lesz, mai áron számolva a teljes bekerülési érték 9,5 milliárd forint. Az Európai Unió pályázat útján a regionális hulladékgazdálkodási rendszer költségeinek 70 százalékát adja, a társulás tagönkormányzatainak önrészként 30 százalékot kell fedeznie.



2. ábra: Regionális Hulladékgazdálkodási Rendszerhez csatlakozott 112 település
(Forrás: Komszol Kft.)

6. A közszolgáltatás ellátásának módja és szervezése

6.1. A hulladékgyűjtés jelenleg alkalmazott formái

A hulladékgyűjtés jelenleg alkalmazott két fő formája

- Lakossági kommunális hulladékgyűjtés
- Szelektív gyűjtés.

Szelektív hulladékgyűjtés – hulladékgyűjtő szigetek

Az országban elsőként 2001-től Győrben vezették be a szelektív hulladékgyűjtést, a csomagoló anyagokra vonatkozólag, mely során 130 gyűjtőszigetet, valamint hat körülkerített hulladékgyűjtő udvart alakítottak ki a városban, ahol a lakosság külön edényben gyűjtheti a papírt (vegyes papír, karton csomagolóanyag), a műanyagot (műanyag palack, flakon), az üveget (vegyes üveghulladék) és az italos fémdobozokat (alu/vas italos dobozok).

Kezdetben csak Győrben 130 sziget került kialakításra. Az állandó fejlesztések eredményeként jelenleg 134 sziget működik Győr területén, ezek egyike a 3. ábrán látható.



3. ábra: Szelektív gyűjtősziget a Balázs Béla iskolánál (Forrás: Komszol Kft.)

Szelektív hulladékgyűjtés – hulladékgyűjtő udvarok

A létesítmények Győr város lakói számára, a háztartásokban keletkező, hasznosításra részben alkalmas lomszerű hulladékok ingyenes elhelyezésére szolgáló bekerített terület.

6.2. Hulladékgyűjtő szigetek üzemeltetése

A telepítendő új 339 db szelektív hulladékgyűjtő szigetet a jelenlegi Győr városában meglévő 134 db szigettel együtt kívánják kezelni. A négy hulladékfrakció eltérő ürítési gyakoriságot igényel.

Ennek megfelelően szezonaritást is figyelembe véve

- a műanyag palackokat legalább heti két alkalommal,
- papírhulladékot legalább heti egy alkalommal,
- üvegpalackokat és fém csomagolási hulladékokat legalább kéthetente szükséges üríteni.

A papírhulladékot a veszprémmvarsányi és a vaszari körzetekből az átrakóállomásokon keresztül 27 m³-es konténerekben szállítják a válogatóműbe, illetve megfelelő szerződési feltételek mellett közvetlenül a hasznosítóhoz. Minden további frakció közvetlenül a sashegyi válogatóműbe kerül.

6.3. Hulladékudvarok üzemeltetése

A hulladékgyűjtő udvarokban a háztartásban keletkezett olyan hulladékokat gyűjtjük, melyek méretüknél, illetve fajtájuknál fogva a háztartási gyűjtőedényben nem helyezhetők el.

Az üzemeltetésnél elsődleges cél, hogy a keletkező hulladékok újrahasznosításra kerüljenek, és ezáltal csökkenjen a lerakásra kerülő hulladékok mennyisége. Az udvarok működése során jelentős eredmény várható továbbá az illegális hulladéklerakások számának csökkenésében is.

A hulladékgyűjtő udvar működése során az alábbi tevékenységeket végzik:

- a lakosság által szelektíven gyűjtött és beszállított hulladékok átvétele,

- a begyűjtött hulladék rendszeres elszállításig történő szelektív tárolása,
- a begyűjtött hulladékok további kezelésre történő átadása,
- a begyűjtött és elszállított hulladékok nyilvántartása.

A hulladékgyűjtő udvaron a következő hulladékok szelektív gyűjtésére kerül sor: veszélyes hulladék (háztartási eredetű: fűadott olaj, sütőolaj, fénycső, izzó, festékesdoboz, szárazelem, akkumulátor); háztartási és elektronikai lom; fémhulladék; üveghulladék; műanyag hulladék; papírhulladék; zöldhulladék; építési- és bontási hulladék; lom és egyéb fahulladék; textíliák és gumiabroncs.

6.4. A szelektív hulladékgyűjtés megvalósítása – a kétkannás, házhoz menő, szelektív hulladékgyűjtés

A lakossági kommunális hulladékgyűjtésben alkalmazott egygyűjtőedényes rendszert a kétedényes gyűjtés váltja fel a családi házas városi, kisvárosi és a falusias településeken. Ebben a gyűjtési rendszerben **a háztartásban keletkező, vegyes hulladék** a lakosság által osztályozásra kerül biológiailag bontható „biohulladéokra” és szerves anyagban szegény, vegyes maradék hulladéokra.

A szelektív gyűjtéshez a kiépítésre kerülő rendszer háztartásonként két gyűjtő edényt biztosít (barna és szürke kuka) és ezekhez kapcsolódóan, két szállító vonalat fogak üzemeltetni.

A barna kannába kerülő **biohulladék** a kerti és konyhai hulladékot jelenti, melyek szerves bomló anyagai miatt elszállítását legalább hetente tervezik, direkt beszállítással a központi komposztáló telepre. A biohulladék aránya a vegyes háztartási hulladékban 20-50 %, szezonális változással.

A szürke kannába kerül a vegyes maradék hulladék, amelynek szerves anyag tartalma jelentősen csökken a szelektálás következtében, amely igen kedvező a lerakással történő ártalmatlanításra.

A gyűjtést, szállítást a biohulladék esetében heti gyakorisággal, a maradék hulladék esetében pedig kétheti gyakorisággal tervezzük végrehajtani. A maradék hulladék elszállításánál az edényt az ügyfél akkor köteles kihelyezni, ha az megtelt.

A kétkannás gyűjtési rendszerben valamennyi edényen azonosító chip kerül elhelyezésre, amely csak az edény roncsolásával távolítható el. A chip olvasó meghibásodás esetén az adatbeolvasás biztonsága érdekében az edények ezen felül vonalkóddal is jelöltek. Az ürítő járművekre szerelt elektronikai berendezés alkalmas mindkét jelzés automatikus vagy kézi olvasására.

Fentiek alapján megvalósítható az igénybevéttel arányos díjfizetés, érvényesül a „szennyező fizet” elve.

7. A Pápai úti hulladéklerakó

A kommunális szilárdhulladék-lerakók közül azokat, amelyek nem felelnek meg az EU hulladéklerakókra vonatkozó 1999. április 26-i 1999/31/EK irányelvben és 2003/33/EK határozatában megfogalmazott előírásoknak, a 20/2006. (IV.5.) KvVM rendelet 19.§. bekezdésének megfelelően 2009. július 16-ig be kell zárni. Magyarországon a fenti

jogszabályok alapján a határnapkal összesen 137 korszerűtlen hulladéklerakót kellett bezárni, ezek között volt a győri Pápai úti hulladéklerakó telep is.

A lerakó 2009. július 16-ig fogadta a lakossági kommunális hulladékot, a lakossági lomot, a veszélyes hulladékot. A lerakót 2009. július 16-ával bezárták.

8. Sas-hegyi hulladékkezelő telep

A Győr Nagytérsegi Hulladékgazdálkodási Rendszer létesítményei a hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. tv (Hgt.) 4. §-ában lefektetett hulladékgazdálkodási alapelvek – különösen a regionalitás elve - figyelembevételével kerültek kialakításra, így üzemeltetésük is az alapelveknek való megfelelést biztosítja.

A hulladékgazdálkodási rendszer legfontosabb eleme a sas-hegyi hulladékkezelő-telep és lerakó, amelyet az általános európai normáknál szigorúbb környezetvédelmi követelmények szerint terveztek. A Sas-hegyi hulladéklerakó az egykori kavicsbánya helyén létesült, mely korábban inert hulladékot fogadott. Az ide beérkező, hulladékot a végleges lerakás előtt válogatják, kinyerve az újrahasznosítható hulladékokat illetve a lerakhatatlan hulladékokat.

A depónia teljes szigetelt területe 72.000 m², ami 3 kazettára oszlik. A lerakó teljes kiépítettségében 1,2 millió m³ tömörített hulladék elhelyezésére lesz alkalmas.

A beérkezéskor a hulladékszállítmányt mennyiségének, összetételének, származási helyének megfelelő tarifacsoportba sorolják. A hulladék mennyiségét az elektronikus hídmérlegen bruttó és tara mérésekkel határozzák meg és regisztrálják.

A nem veszélyes hulladéklerakóban lerakott és tömörített hulladékot 2,0 m-ként 15-20 cm vastagságú inert anyagú fedéssel takarják. A takaróanyag beszállított, feldolgozott építési törmelékből biztosítható.

8.1. Mechanikai-biológiai előkezelés

Az előkezelési eljárás a komposztálási folyamat tapasztalatain alapul, melynek során az előzetesen aprított kommunális hulladékot 2-3 m magas, támfalak között helyezik el, a támfalak közé telepített levegőztető csövek segítségével, számítógép vezérlésű kompresszor révén szabályozottan levegőztetik, szárítják. A támfalak fölé egy háromrétegű takarófóliát helyeznek el, ami lehetővé teszi az optimális, kiegyenlített a hőháztartást. A paraméterek - oxigéntartalom, hőmérséklet, nedvességtartalom - együttes beállításával, a folyamat ellenőrzésével garantálható az anyag stabilizálódása és az egyenletes nedvességtartalom csökkenés. Az anyag leggyorsabb szárítása a levegőztetés fokozásával érhető el.

A hulladékkezelő központba beszállított, vegyesen gyűjtött települési szilárd hulladékot (az „egykanás” gyűjtésből, Győr város tömbházas és lakótelepi részéről származó hulladékot) a mérlegelést követően közvetlenül a mechanikai-biológiai kezelőterre szállítják. A technológiai elemei a következők:

- A helyszínre szállított vegyes hulladék aprítása.
- Az aprított hulladék támfalak közé rakása homlokrakodó géppel. A szemipermeabilis membránnal történő takarás és mesterséges levegőztetés, aminek a szabályozása azonos a zöld- és biohulladék együttes komposztálásánál alkalmazottal. A stabilizálás kezelési időtartama 3-4 hét.

- A stabilizátumot dobrostán választják szét a 30-50 mm feletti méretű, un. tüzelőanyag és a lerakásra kerülő maradékanyag-frakcióra. A dobosta kihordószalagjára telepített mágneses szeparátor választja ki a tüzelőanyag-frakció vastartalmát.
- A kiszáradt tüzelőanyag-frakció vagy közvetlenül a speciális, többrétegű fóliába csomagoló bálázóba kerül,
- A többrétegű fóliába csomagolt bálák tárolása elszállításig nyílt téren történik.
- A rostálásból kikerülő maradékanyag frakciót a rendezett lerakóban ártalmatlanítjuk.

Az eljárás során visszanyert stabilizált és bálázott másodlagos tüzelőanyag felhasználható energetikai hasznosításra cement- vagy fűtőműben. A 30-50 mm feletti tüzelőanyag-frakció fűtőértéke 10 % nedvességtartalom mellett kb. 12-15 MJ/kg érték tartományban van.

A termékek hulladékokból keletkeznek és hulladékként hasznosíthatók anyagukban vagy energiatartalmukban olyan hasznosítónál, aki a vonatkozó besorolású hulladék hasznosítására engedéllyel rendelkezik. A stabilizálásból kinyert tüzelőanyagot erőművi felhasználásra adjuk tovább.

8.2. Válogatómű

A szelektív hulladékgyűjtő szigetekről beszállított anyagok a válogatóműbe kerülnek. A másodnyersanyag frakciók utóválogatására szolgáló válogatómű a kézi válogatásra épül, vasleválasztóval kiegészítve. Az épületbe telepített válogatómű a szükséges műveleti egységekkel (előrostálás, félautomata folyamatos bálázás lokális porelszívás és légtisztítás, belső anyagmozgatás, mágneses vasleválasztás) felszerelt.

A tervezett technológia folyamata:

- a szállítmány (papír, műanyag, fém) ürítése, előszelektálás, rakatba tárolás a válogatócsarnokban,
- a nagy tisztaságú hulladékok feladószalagon keresztül közvetlenül a bálázóra kerülnek,
- utóválogatást igénylő hulladékok szemrevételezést követően, szennyezettségük függvényében a dobrostán keresztül, illetve közvetlenül a válogatószalagra kerülnek (a dobrostán szükség szerint a finomszemcsés szennyeződés leválasztását végzik el),
- a klimatizált válogatókabinban a haszonanyagok kisedése pozitív válogatással történik a kabin alatti boxokba,
- a szalag végén a maradékanyagokból a fémhulladékot elektromágneses vasleválasztással gyűjtik ki,
- a válogatott anyag a boxokból tolólapos munkagéppel feladószalagra kerül, mely a bálázógép garatába juttatja a haszonanyagokat,
- a folyamatos üzemű bálázóból kikerülő bálák mozgatását bálafogóval felszerelt szállítótargonca végzi, hasznosítóba történő elszállításig a bálátároló csarnokban tárolják,
- a válogatószalagon átmenő, nem hasznosítható maradékanyagot konténerbe gyűjtik és az a már leválasztott finomfrakcióval együtt a nem veszélyes hulladék-lerakóra kerül.

A válogatóműben egy soron legalább 6-7 frakcióra osztályozást biztosítanak, 6-7 pár (12-14 fő) dolgozóval. A gyűjtőjáratok szervezésénél biztosítani kívánják, hogy a válogatósoron

lehetőség szerint egy műszakban csak egyféle frakció kerüljön feldolgozásra folyamatos munkavégzés mellett.

A szelektív szigetekről beszállított üvegfrakciót közvetlenül a hasznosítóba történő szállításra rendszeresített konténerbe ürítik, elszállításig manipuláció nélkül tárolják.

8.3. Komposztáló

A komposztálóműben a kétkannás gyűjtésből származó bio- és zöldhulladékok kerülnek feldolgozásra. A technológia szerint a beszállított hulladék a manipulációs téren kerül ürítésre. A tervezett homlokrakodó a kalapácsos aprítóberendezésbe termeli az anyagot, ahol a technológiának megfelelő méretűre darabolják. Ezt követi az aprított anyagok összekeverése a komposztáláshoz szükséges optimális jellemzők beállítása.

A komposztálótér előkészítését (szellőző-, csurgalékvíz-elvezető csatorna tisztítása) követően az aprított és bekevert anyag prizmába rakása következik, a hőmérséklet- és oxigénmérő szondák elhelyezése, és végül a szemipermeábilis takarófólia rögzítésével. A takarás után indul a mérőszondák adatainak visszacsatolásával működtetett levegőztető rendszer.

A négy hetes érési időtartam alatt a levegőztetés a hőmérséklet és oxigéntartalom mérése alapján működik, számítógépes vezérléssel. Az anyag átforgatása a komposztálás ideje alatt nem szükséges. A takarófólia lebontására négy hetes érés után kerül sor, a komposzt ezt követően homlokrakodóval az utóérlelő térre kerül. A komposztálótér, a levegőztető rendszer tisztítása magasnyomású mosóberendezéssel történik a kitermelést követően, a hulladék-maradványok rászáradás előtt, azonnali eltávolításával.

Az utóérlelés prizmákban történik, mintegy további két hónapon keresztül, nyílt utóérlelő téren. Az utóérlelés alatt az anyagot szükség szerinti gyakorisággal, de legalább 2-3 hetente traktorra szerelt komposztforgató adapter segítségével átforgatják.

A végső munkafázis az érett komposzt mobil dobrostával és a hozzákapcsolt légosztályozó géppel való tisztítása. A durva frakciót oltóanyagként visszaforgatják a rendszerbe. A kitisztított kész komposztot a tervezett fedett tárolótérben tárolják az értékesítésig, illetve egyéb felhasználásig. Az eltávolított maradékanyagok a lerakón kerülnek ártalmatlanításra.

A naponta begyűjtött biohulladék azonnali feldolgozásra kerül, a szaghatás elkerülése miatt.

A komposztáló téren egy komposztálási ciklusban a max. feldolgozási kapacitása 800-1000 t/ciklus. A komposztálási idő 7-9 hét. Az év folyamán, a léghőmérséklettől függően max. 4-5 teljes komposztálási ciklust lehet kezelni.

8.4. Sikátori átrakóállomás és komposztáló

Az átrakó-állomások az összegyűjtött vegyes hulladék átrakására szolgálnak. A szolgáltatási terület földrajzi kiterjedése a távolságok miatt átrakóállomásokkal az anyag minél nagyobb mennyiségű és tömörségű szállítását kell megvalósítani a fajlagos szállítási költségek csökkentése érdekében.

A létesítményen lévő zöldkomposztálóba a körzet hulladékudvaraiban összegyűjtött kertészeti nyesedék kerül beszállításra.

8.5. Vaszari mobil átrakóállomás

A vaszari hulladékátrakó állomás üzemeltetése teljes egészében megegyezik a fent említett átrakóállomásával, eltérés a tömörítő gép technikai kivitelében van.

9. Kockázatok elemzése

A működés és fenntarthatóság szempontjából a következő kockázatok jelentkezhetnek:

- A hulladék mennyisége nem a várt módon alakul, kevesebb lesz a tervezettnél.
- A tervezettnél jobban nőnek a működési költségek.
- A bevételek elmaradnak a tervezettől.
- Magasabb lesz a beruházási költség.
- A másodlagos nyersanyagok értékesítési ára elmarad a tervezettől.

A fenti események bekövetkezése reális kockázatot jelent (4. ábra), de akkor lesznek különösen súlyosak, ha több kedvezőtlen esemény egyszerre következik be.

		Kockázat hatása	
		Magas	Alacsony
Kockázat bekövetkezésének valószínűsége	Magas	Működési költségek változása Beruházási költségek változása	Hulladék mennyiségének változása
	Alacsony	Díjbevétel változása	Másodlagos nyersanyagok értékesítési árának változása

4. ábra: Kockázatok bekövetkezésének valószínűsége és hatása

10. Összefoglalás

Tanulmányomban bemutattam a Győr Nagytérsegi Hulladékgazdálkodási Önkormányzati Társulás működését. Áttekintést adtam a jelenlegi jogi szabályozás helyzetéről, a múltbeli állapotokról.

A fejlesztések teljes körű megvalósítására érdekében a hiányzó műszaki berendezések beszerzése és beüzemelése a jövő év közepéig megvalósul, amivel a térségben keletkező és lerakásra kerülő hulladékok mennyisége jelentősen csökkenthető.

Kutatási témaként javasolható a kezelőtelep fenntarthatósági kérdéskörének vizsgálata, a környezet-társadalom- gazdaság hármas egységére kiterjedően.