

Energetikai faültetvények telepítési lehetőségeinek és a telepítés tájra gyakorolt hatásának vizsgálata Bács-Kiskun megyében

Sóti Bernadett Henrietta

Témavezető: dr. Jombach Sándor

Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar

Tájtervezési- és Területfejlesztési Tanszék

Tájépítészmérnök MSc. II. évfolyam

Budapest, 2014

Tartalomjegyzék

ÁBRAJEGYZÉK.....	1
TÁBLÁZATJEGYZÉK	1
BEVEZETÉS.....	2
IRODALMI ÁTTEKINTÉS	3
1.1. MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ÉS HAZAI ÁTTEKINTÉSÜK.....	3
1.2. A BIOMASSZA ÉS ANNAK ENERGETIKAI JELENTŐSÉGE	5
1.2.1. A biomassa típusai, csoportosítása.....	6
1.2.2. Energetikai ültetvények	6
1.3. INDIKÁTOROK	10
1.3.1. Gazdasági indikátorok.....	10
1.3.2. Ökológiai indikátorok.....	13
1.3.3. Vizuális indikátorok.....	15
2. ANYAG ÉS MINTATERÜLET	18
2.1. ALKALMASSÁG-ELEMZÉS	18
2.1.1. Mintaterület bemutatása.....	18
2.2. ALKALMASSÁG ÉRTÉKELÉSI RENDSZERÉNEK BEMUTATÁSA, FELÉPÍTÉSE	19
2.3. KUTATÁSI FOLYAMAT ISMERTETÉSE	21
3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK	23
3.1. ALKALMASSÁG-ELEMZÉS EREDMÉNYE.....	23
3.1. TELEPÍTÉSI VÁLTOZATOK BEMUTATÁSA.....	26
3.2. INDIKÁTOROK ALKALMAZÁSÁNAK EREDMÉNYE ÉS KÖVETKEZTETÉSEK.....	27
3.2.1. Gazdasági változások	27
3.2.2. Ökológiai változások	30
3.2.1. Tájjelleget befolyásoló vizuális változások.....	34
3.3. OPTIMÁLIS VÁLTOZAT	38
4. ÖSSZEGZÉS, KITEKINTÉS	42
FORRÁSJEGYZÉK	43
MELLÉKLET.....	46

Ábrajegyzék

1. ábra - Megújuló energiaforrások felhasználása hazánkban 2011-ban és 2030-ban (becsült)- <i>Forrás: www.elte.promp.hu</i>	3
2. ábra - A tüzfű, a brikett és a gáz árának összehasonlító ábrája, 1996 és 2013 között –.....	5
3. ábra - Nyár fajból álló energetikai ültetvény - <i>Forrás: www.foerdesz.hu</i>	7
4. ábra -- Energetikai faültetvények hazánkban - <i>Forrás: NÉBIH, 2013; Szerző szerkesztése, 2014</i>	8
5. ábra- Hazánkban alkalmazott nemzetségek megoszlása az energiaültetvényekben – <i>Forrás: NÉBIH, 2013; Szerző szerkesztése, 2014</i>	8
6. ábra - Fűtőérték és nedvességtartalom közötti összefüggése - <i>Forrás: http://brikett.ewk.hu/futoertek</i>	11
7. ábra - A vizsgált erőművek elhelyezkedése – <i>Szerző szerkesztése, 2014 Vágvölgyi Andrea adatai alapján</i>	12
8. ábra - A táj nyitottságának változása indikátor képlet– <i>Forrás: Jombach, 2014, Melléklet 75. oldal</i>	16
9. ábra - Mintaterület lehatárolása: Bács-Kiskun megye és járásai - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	18
10. ábra - A megye genetikai talajtípusainak értékelése - <i>Szerző, 2014</i>	19
11. ábra - A talajvíz mélységének értékelése - <i>Szerző, 2014</i>	19
12. ábra - A temőréteg vastagságának értékelése - <i>Szerző, 2014</i>	20
13. ábra - Az értékelt felszínborítási kategóriák a megyében - <i>Szerző, 2014</i>	20
14. ábra - Védetség oltalmak értékelése a megyében - <i>Szerző, 2014</i>	20
15. ábra - Gyorsforgalmi utak értékelése - <i>Szerző, 2014</i>	20
16. ábra - Lejtési meredekség értékelése - <i>Szerző, 2014</i>	21
17. ábra - A kutatási folyamat és az alkalmazott lépések - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	22
18. ábra - Bács-Kiskun megye energetikai faültetvény telepítési potenciálja fűz és nyár nemzetség tekintetében - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	24
19. ábra - Bács-Kiskun megye erdőültetési arányának alakulása az ültetvénytelepítések hatására - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	25
20. ábra - A vizsgált forgatókönyvek bemutatása képekben - <i>Szerző, 2014</i>	26
21. ábra- Az összhozam alakulása az egyes scénáriókban - <i>Szerző, 2014</i>	28
22. ábra - Átlagos szállítási távolságok alakulása a biomasszát felhasználó erőművek kapcsán - <i>Szerző, 2014</i> ...	29
23. ábra - A foltméret változása az erdőültetések során - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	32
24. ábra - A szegélyszűrés csökkenése összefüggőbb foltok megjelenésével - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	33
25. ábra - Egyre komplexebb alakú foltok létrejöttének folyamata, $M = 1:100\ 000$ - <i>Szerző, 2014</i>	34
26. ábra - Gémeskutak láthatóságának változása - <i>Szerző, 2014</i>	Error! Bookmark not defined.
27. ábra - Gémeskút az alföldi tájban - <i>Forrás: www.sirbuday.hu/blog</i>	37
28. ábra - A gémeskutak láthatóságának vizsgálati módszere - <i>Szerző, 2014</i>	37

Táblázatjegyzék

1. táblázat - Fűtőérték és hozambecslés több forrás alapján - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	11
2. táblázat- Folttra vonatkozó indikátorok összefoglaló táblázata - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	14
3. táblázat - Szegélyre vonatkozó indikátorok összefoglalása - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	14
4. táblázat- Alakra vonatkozó indikátorok - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	15
5. táblázat - A különböző felszínborításokhoz rendelt nyitottsági számok – <i>Forrás: Jombach, 2014, Melléklet 75. oldal</i>	16
6. táblázat - Az alkalmasság-elemzés során felhasznált térképek, értékelésük és forrásuk - <i>Szerző, 2014</i>	19
7. táblázat- Az alkalmasság-elemzés során felhasznált térképek, értékelésük és forrásuk - <i>Szerző, 2014</i>	20
8. táblázat - Bács-Kiskun megye erdőtelepítési potenciáljának területi kimutatása - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i> ..	25
9. táblázat - Az erdőültetés alakulása Bács-Kiskun megyében - <i>Forrás: KSH és CLC adatok</i>	25
10. táblázat - Az egyes scénáriók összhozama nyár és fűz fajok tekintetében - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	27
11. táblázat - A folt indikátorok alakulása az egyes változatokban - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i>	30
12. táblázat - A szegély mutatóinak értékei a Bács-Kiskun megyére vonatkozóan - <i>Szerző szerkesztése, 2014</i> ...	31
13. táblázat - Bács-Kiskun megye alaki indexének értéke 2006 és az egyes változatokban - <i>Szerző, 2014</i>	31
14. táblázat - A táj nyitottság index változása 2006 és az egyes erdőtelepítési változatok között – <i>Szerző, 2014</i>	34

Bevezetés

Gyorsuló világunkban bizonyos változások egyre rövidebb időn belül következnek be, és egyre nagyobb mértékben fejtik ki hatásukat - gondoljunk például a globális felmelegedés következtében fellépő bizonyos évszakokban szokatlan meleg vagy hideg időkre, vagy az internet térhódítására. Mi, tájépítészek elsősorban a tájra gyakorolt hatásokat vizsgáljuk, melyre egyre több eszköz áll rendelkezésünkre – ilyen eszköz például a térinformatika. A térinformatika térben értelmezhetővé, elemezhetővé és térképi formában megjeleníthetővé teszi a tájelemeket. Így például a felszínborításban vagy a területhasználásban bekövetkező változásokat is – akár csak az erdősülés folyamatát is - elemezhetjük.

A megújuló energiaforrások témaköre ma már általános téma, de alkalmazásuk még mindig nem elterjedt. Napjainkban is az importfüggőség energiagazdaságunk egyik hátránya, ugyanis például földgázt tekintve is jelentős behozatalra szorulunk. A világ fosszilis energiaforrásai azonban nem fognak örökre rendelkezésünkre állni. Hazai adottságaink lehetővé tennék, hogy importfüggőségünket egy megújuló energiaforrás kiaknázásával csökkentjük.

Az Európai Unióhoz tartozás égisze alatt olyan stratégiák születtek meg hazánkban, amelyek vállalatokat tartalmaznak többek között a megújuló energiaforrások terén. A megújuló energiaforrásokon belül is a biomassza részarányának növelése az elsődleges cél, elsősorban energetikai faültetvények telepítése révén. Az energetikai célú faültetvények megítélése Magyarországon vegyes: támadják azért is, mert rengeteg tápanyagot és talajerőt von el a talajtól, de tájképi szempontból is sokak számára idegen, nem oda illő.

Dolgozatom az energetikai faültetvények tájra gyakorolt hatását vizsgálja, tárja fel. A választott mintaterület Bács-Kiskun megye, melyet személyes kötődésem révén választottam, mert Kecskeméti lakos (is) vagyok. Mivel a megye az Alföldön helyezkedik el, sajátos karakterrel rendelkezik: síkvidéki jellegű, szántók uralta táj fogadja az ide utazókat.

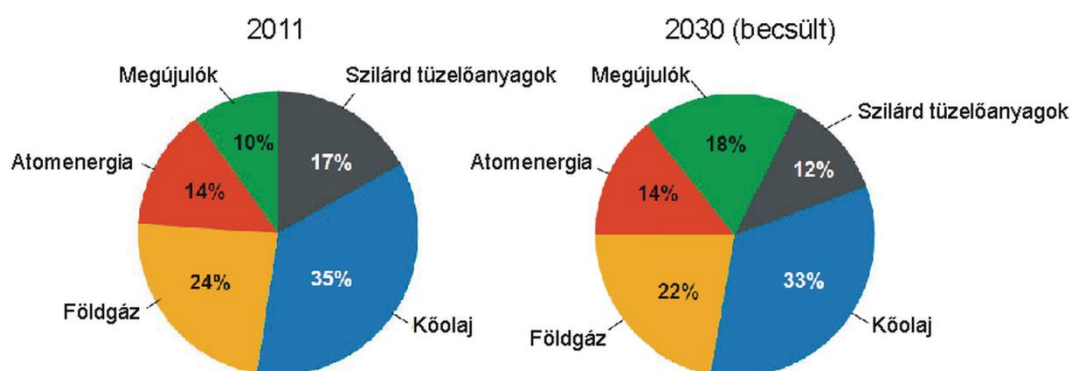
Célom egyrészt egy olyan térinformatikai elemzésen alapuló alkalmasság-elemzési módszertan megalkotása, amellyel racionális területkijelölés valósulhat meg. Kutatásomban megvizsgálom, hogy az energetikai faültetvények telepítése milyen hatással lehet egy adott területre energiagazdálkodására, táj ökológiai szerepére és tájszerkezetére, tájképi karakterére, és változásfolyamataira. Különböző indikátorok segítségével tárom fel a telepítés következményeit és elemzem azokat, majd adok egy többféle szempontnak megfelelő energetikai faültetvény-telepítési javaslatot.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Dolgozatomat háttérkutatás előzte meg, amelynek során összegyűjtöttem a téma szempontjából fontos szakirodalmat, amelyekre a későbbiekben is támaszkodtam. A megújuló energiaforrások és azok hazai helyzetének rövid áttekintésén túl a biomasszát, mint megújuló energiát és azon belül is az energetikai faültetvényeket részletesebben is bemutatom.

1.1. Megújuló energiaforrások és hazai áttekintésük

Megújuló energiaforrásoknak nevezzük azokat az energiahordozókat, amelyek hasznosításuk során nem fogynak el, hanem **újratermelődnek vagy megújulnak**. Felhasználásuk több szempontból is hasznosabb, gazdaságosabb lenne. Egyrészt környezetvédelmi szempontból, hiszen szennyezőanyag-kibocsátásuk viszonylag alacsony és használatukkal energia-importfüggőségünk mérsékelhető lenne. Másrészt pedig mivel fosszilis készleteink nem fognak örökké rendelkezésünkre állni, ezért fontos lenne olyan energiaforrások használata, amelynek készletei nem, vagy csak nagyon lassú ütemben merülnek ki.



1. ábra - Megújuló energiaforrások felhasználása hazánkban 2011-ben és 2030-ban (becsült)- Forrás: www.elte.promp.hu

A fenti ábra (1. ábra) szemlélteti hazánkban a megújuló energiaforrások felhasználásának megoszlását 2011-ben (jobb oldali diagram) és a várható megoszlást 2030-ban (bal oldali diagram) – mindezt a fosszilis energiahordozók felhasználásához viszonyítva. A prognózisok szerint 2030-ra a megújuló energiák felhasználásának aránya növekedni fog.

1.1.1. Vízenergia

Vízenergia-hasznosítás terén hazánk nincs kiemelkedő helyzetben, hiszen folyóink esése igen alacsony, ezért gazdaságos energiahasznosításra kevésbé alkalmas. Talán ebben a megújuló energiában rejlik a legkisebb potenciál a többihez képest. Hasznosítása történhet például vízerőművel (kicsi, közepes és nagy esésű erőművekkel) vagy árapálművekkel. Hazánkban a kis teljesítményű erőművek a jellemzőbbek.

1.1.2. Szélenergia

Magyarországon a szélenergiát az alacsony és ingadozó szélerősség miatt nem lehet annyira hatékonyan hasznosítani ezt az időjárásfüggő, nem szabályozható technológiát. Mellette szól azonban, hogy nagyon környezetbarát energiaforrás (kibocsátása üzemelés során 0). (*Cselekvési Terv¹, 2011*) Felhasználás módja: szél erőművek, szélturbina, szélkerék létesítése elsősorban villamos-energiatermelésre.

1.1.3. Geotermikus energia

Hazánk adottsága geotermikus energia terén kiváló, Európai viszonylatban is kiemelkedő. Köszönhető ez annak, hogy hazánkban a földkéreg vékonyabb (kb. 10 kilométerrel), így a geotermikus gradiens magasabb (5-7 °C/100 m, míg Európában az átlag 3-4 °C körül alakul 100 méterenként); még a világátlaghoz képest is. Ebből a szempontból a Dél-Dunántúli és az Alföldi területek vannak a legjobb helyzetben. A geotermális energia – vagyis a Föld hőjének - felhasználása lehetséges például hőszivattyúval, majd közvetlenül fűtésre és használati melegvíz hasznosításra alkalmazható. Gyakorlatban a lakossági fűtés mellett akár üvegházak, kertészetek fűtésére is alkalmas. (*Sallay, 2013 és Cselekvési Terv, 2011*)

1.1.4. Napenergia

Hazánk területén a napsütéses órák száma 1750 és 2050 óra között alakul; az elmúlt években ez az érték egyre magasabb volt. A 2013-as évben Magyarország legnagyobb területén 2100-2300 körül alakult a napsütéses órák száma; az országos átlag 2123 óra körül alakult. (*Országos Meteorológiai Szolgálat, www.met.hu*) A legjobb helyzetben az Alföldi régió van, hiszen itt a legmagasabb a napsütéses órák száma. Felhasználás módja történhet napkollektorok, napelem révén elsősorban használati melegvíz, fűtés előállítására (villamos energia előállítása kevésbé jellemző). Passzív és aktív hasznosításról is beszélhetünk. Passzív hasznosítás során maga az épület van úgy kialakítva, hogy az a napból érkező hőszugárzást használja fel. Aktív

¹ Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv 2010 – 2020, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium

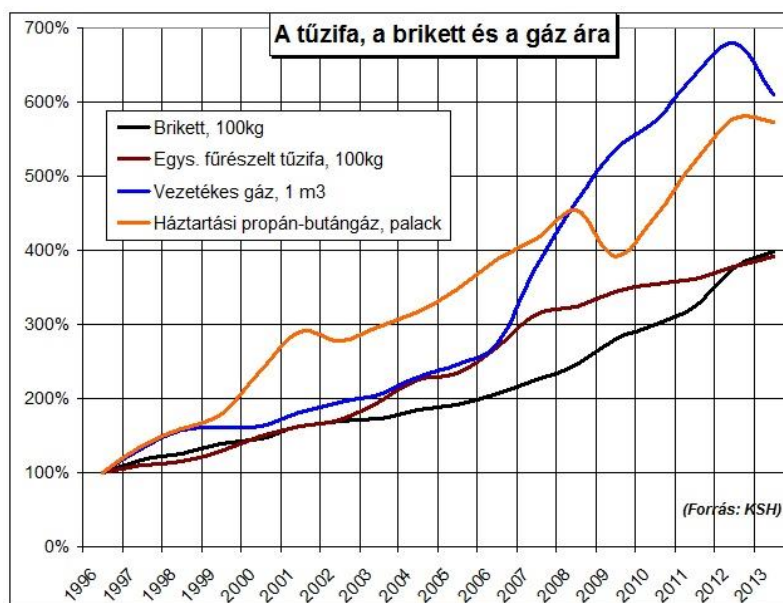
felhasználáskor különböző eszközöket (napelem, napkollektor) alkalmazunk, például tetőszerkezetre erősítve.

1.1.5. Biomassza

A biomassza olyan szervesanyag-tömeg, amely lehet: „a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt növények, állatok, mikroorganizmusok testtömege; biológiai eredetű termék, hulladék vagy melléktermék”. (*Környezet- és Természetvédelmi Lexikon I. kötet, 2002, 149. oldal*)

1.2. A biomassza és annak energetikai jelentősége

Energiafelhasználásban nagy szerepe van, közvetlen vagy közvetett hasznosítása révén. A biomasszán belül a **dendromassza**, amely mezőgazdasági és erdészeti tevékenységből származó faanyag - legnagyobb arányú felhasználása még mindig a tűzifa, amelyet fa- vagy vegyestüzelésű kazánban közvetlen elégetéssel hasznosítanak a háztartások. Mindezek a fosszilis tüzelőanyagok kiváltására, a gázimport csökkentésére kiválóan alkalmasak, ráadásul bizonyos összevetések szerint olcsóbbak is (2. ábra).



2. ábra - A tűzifa, a brikett és a gáz árának összehasonlító ábrája, 1996 és 2013 között –

Forrás: www.m.privatbankar.hu

Ugyanígy a **bioüzemanyagok**, a bioetanol és a biodízel pedig a fosszilis üzemanyagok felváltására alkalmasak. A **bioetanolt** erjesztéssel; kukoricából és búzából állítják elő, a **biodízelt** pedig a repce és napraforgó olajtartalmú növényi részek kisajtolásával kapunk. A **biogáz** hasonlóan a bioüzemanyagokhoz, felhasználható egyrészt gépjárművek meghajtásához, másrészt pedig a földgázhálózatba táplálva lakossági fűtésre is alkalmazható. (Sallay, 2013)

1.2.1. A biomassza típusai, csoportosítása

A termelés-felhasználási láncban elfoglalt helye szerint a biomassza lehet elsődleges, másodlagos és harmadlagos. „Az **elsődleges biomassza** a természetes vegetáció, szántóföldi növények, erdő, rét, legelő, kertészeti növények és vízben élő növények. A **másodlagos biomassza** az állatvilág, gazdasági haszonállatok összessége, továbbá az állattenyésztés főtermékei, melléktermékei, hulladékai. A **harmadlagos biomassza** a biológiai eredetű anyagokat felhasználó iparok termékei, melléktermékei, hulladékai, emberi települések szerves eredetű szerves hulladékai.” (*Környezet- és Természetvédelmi Lexikon I. kötet, 2002, 149. oldal*) **Halmazállapot szerint** is csoportosíthatjuk őket, így a biomassza lehet szilárd (dendromassza) és folyékony (bioüzemanyag) és gáz (biogáz) halmazállapotú. (*Környezet- és Természetvédelmi Lexikon I. kötet, 2002*)

1.2.2. Energetikai ültetvények

A biomassza-előállítás egyik ágazata a **fás- és lágyszárú energetikai faültetvények**, ahol direkt energiatermelés céljából ültetnek különböző úgynevezett energianövényeket. A lágyszárúak közül például az **energianád** (*Miscanthus sinensis*), vagy például hazánkban a kimondottan „Szarvasi-1” nevű **energiafű**. Ezek a növények kb. 1,5- 2 méter magasra nőnek meg és fűtőértékük megközelíti a faültetvények egyedeinek fűtőértékét. (www.emergia.hu, www.farmit.hu) Mivel kutatásom a **fás szárú energetikai faültetvények**hez kapcsolódik, így a továbbiakban ezeknek a bővebb jellemzésére fókuszálok.

1.2.2.1. Energetikai faültetvények általános jellemzése

Az **energetikai célra létesített faültetvények** fő koncepciója, hogy kis területen, nagy mennyiségű és egységes minőségű faanyagot állítsanak elő. (*Dr. Bai Attila, Sípos Géza, Erdészeti Lapok, 2007. április*) Energetikai faültetvényekben általában klónokat, azaz nemesített fajtákat alkalmaznak, melyeket direkt a célból kísérleteztek ki: fiatalon gyorsabban nőnek, mint maga az alapfaj, és már az első vágásfordulóban nagyobb mennyiségű faanyagot lehet róla letermelni, tehát nagyobb hozamúak. A 3. ábra egy nyár fajból álló ültetvényt mutat be.

1.2.2.2. Energetikai faültetvények



3. ábra - Nyár fajból álló energetikai ültetvény -
Forrás: www.foerdesz.hu

Az energetikai faültetvényeket több szempont szerint is csoportosíthatjuk. **Vágásforduló alapján** az alábbiakat különíthetjük el: *mini* (1-4 év), *midi* (5-10 év), *rövid* (11-15 év), *közepes* (16-19 év) és *hosszú* (20-25 év) vágásfordulójú ültetvények. (Vágvolgyi, 2013) Hazánkban jelenleg is a rövid vágásfordulójú (*short rotation coppice, SRC*) ültetvények.

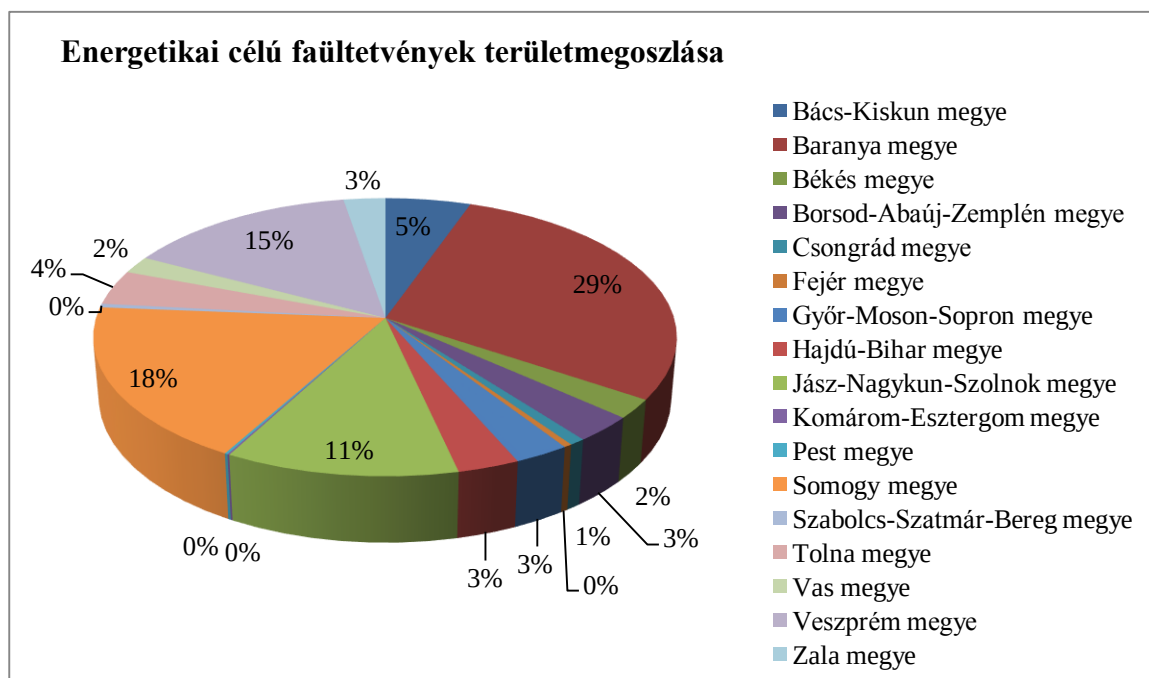
Technológia szerint sarjzatatós, újratelepítéses (hengeres) üzemmódokat különítünk el. A **sarjzatatós** módszer a legelterjedtebb hazánkban is, amelyben a vágásforduló 1-5 év. Itt elsősorban gyorsan nöövő és jól sarjadó fajokat alkalmaznak, mint amilyen például az akác (*Robinia pseudoacacia*), a fűz (*Salix sp.*) vagy a nyár (*Populus sp.*) fajok és klónjaik. **Újratelepítéses** üzemmódban a betakarítást követően végvágás van, ami után a területet újratelepítik.

Kézi és gép betakarítás egyaránt lehetséges az ültetvényeken. Gépi betakarítás – kb. 12-15%-os letjtőviszonyokig – lehetséges, többféle módon is: létezik szakaszos (több fázisú) és egymenetes betakarítási mód. Kézi betakarítás a nagyon kicsi méretű ültetvényeken végeznek. (Liebhard, 2009) Betakarítási idő télen van, azt a fa lombmentes állapotában kell elvégezni. Ilyenkor a faanyag nedvességtartalma kb. 50-55%. (Liebhard, 2009)

Az ültetvényről **kitermelt faanyag** lehet brikett (~biobrikett) és a pellett (ezek már feldolgozott, préselt, darabos tüzelőanyagok), faapríték vagy tűzifa.

1.2.2.3. Hazai helyzet

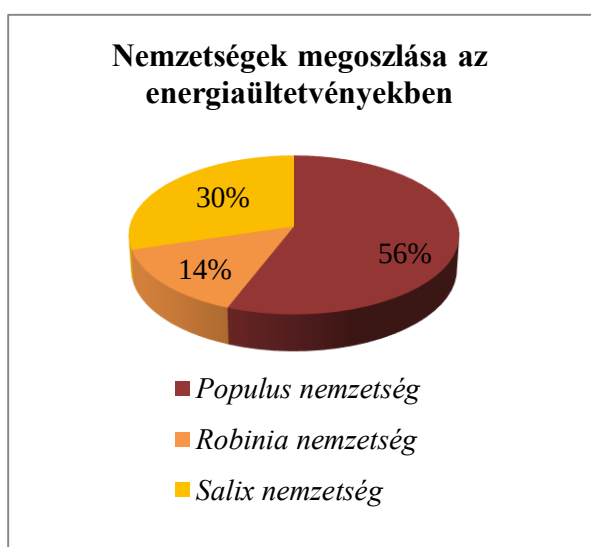
Hazánk erdősültsége 2013-as adatok szerint 20,8%, azaz összesen 1 933 604 hektáron található erdő. Megyék erdősültségi adatai alapján a legerdősültebb megyéink: Nógrád (38,9%), Zala (31,5%) és Veszprém (30,0%); ahol pedig a legkevesebb erdőterület található: Békés megye (4,6 %), Jász-Nagykun-Szolnok megye (5,8%) és Csongrád megye (8,9%) (NÉBIH, 2013). Bács-Kiskun megye erdősültsége majdnem megegyezik az országos átlaggal: közigazgatási területének 20,9%-án találunk erdőket. Alföldi viszonylatban ez magas erdősültséget jelent.



4. ábra -- Energetikai faültetvények hazánkban - Forrás: NÉBIH, 2013; Szerző szerkesztése, 2014

Hazánkban 2013-as adatok alapján összesen 2338,03 hektáron található energetikai célú faültetvény. (NÉBIH, 2013) Ehhez képest hazánk erdőállománya összesen 1 933 604 hektárt tesz ki; tehát erdőterületeink 0,12%-án folyik ilyen célú fatermesztés.

A leggyakrabban alkalmazott fajok illetve klónok *Populus*, *Robinia* és *Salix* nemzetségekből kerülnek ki. (NÉBIH, 2013) A fenti ábrán (4. ábra) látható, hogy a legtöbb energiaültetvény hazánkban Baranya (összesen 676,87 hektár), Somogy (összesen 424,41 hektár) és Veszprém megyékben (összesen 341,33 hektár) található.



5. ábra- Hazánkban alkalmazott nemzetségek megoszlása az energiaültetvényekben – Forrás: NÉBIH, 2013; Szerző szerkesztése, 2014

Az energetikai faültetvényeken a nemzetségek megoszlása (5. ábra) a következőképpen alakul. A *Populus* (nyár) nemzetségen belül is a *Populus x euramericana* 'AF2' és a 'Monvisio' klónok a leggyakrabban ültetettek, míg a *Salix* (fűz) nemzetségen belül a *Salix triandra x Salix x viminalis* 'Inger', a *Salix x viminalis* valamint a *Salix alba* 'Express' klónok a legnépszerűbbek e területen.

A hazai ültetvényben **alkalmazható fajokat** a 45/2007. (VI. 11.) FVM rendelet szabályozza. A rendelet 1. melléklete szerint ezek az alapfajok a következők:

- fekete nyár (*Populus nigra*), fehér nyár (*Populus alba*), szürke nyár (*Populus x canescens*), rezgő nyár (*Populus tremula*), fehér fűz (*Salix alba*), kosárfonó fűz (*Salix viminalis*), fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), mézgás éger (*Alnus glutinosa*), magas kőris (*Fraxinus excelsior*), keskenylevelű kőris (*Fraxinus angustifolia*), vörös tölgy (*Quercus rubra*), feketedió (*Juglans nigra*), és a korai juhar (*Acer platanoides*).

1.2.2.4. Területkiválasztáshoz szükséges adottságok

Feltárom azokat a szempontokat, amelyeket a helykiválasztás és a területi alkalmasság-elemzés során figyelembe kell venni.

Termőhelyi adottságok

A termőhelyi adottságok közül az egyik legfontosabb **a talaj paraméterei**, hiszen alapvetően az határozza meg, hogy az adott területre milyen fafajt érdemes telepíteni. Itt külön kitértem a genetikai talajtípusra (figyelembe véve a vízgazdálkodási tulajdonságukat is), a talajvíz mélységére (hogy mennyire elérhető a növény gyökérzete számára) valamint a termőréteg vastagságára. (Stefanovits, 2010)

Területi sajátosságok

Területi sajátosságok közül szükséges olyan szempontok feltárása, amelyek például jogilag vagy akár fizikailag is kizárják, lehetetlenné teszik az erdősítést – kiváltképp az energetikai célú faültetvény telepítését - az adott területen. Az alábbi szempontokat vizsgáltam meg és értékeltem:

- **Felszínborítás.** Corine Land Cover (*továbbiakban: CLC*) 2006-os felszínborítást ábrázoló térkép, amelynek kategóriáit erdőtelepítési potenciál szerint értékeltem.
- **Védettségek.** Ebben a kategóriában egyrészt jogszabályban meghatározott, hogy a hazai védettségek (nemzeti parki, tájvédelmi körzeti, természetvédelmi területi) alá eső területeken az erdők elsősorban természetvédelmi és nem gazdasági célúak. (*1996. évi LIII. törvény a természet védelméről*)
- **Úthálózat.** Az úttól való távolság szintén fontos tényező; befolyásolhatja magának az ültetvénynek a gazdaságosságát is (a szállítási költségek révén), hiszen a távolsággal a szállítási költségek is növekednek.

- **Domborzat.** Azon belül is a lejtési viszonyok a meghatározóak, hiszen a lejtés foka befolyásolhatja a betakarítás módszerét – azon kívül, hogy a lejtőfok növekedésével egyre nagyobb mértékű erózióra lehet számítani. A kategóriákat a szakirodalmakra alapozva állapítottam meg.

Az összes figyelembe vett és értékelt tulajdonság térképeit az 1. és a 2. *táblázat* mutatja be.

1.3. Indikátorok

A fenntarthatóság, és az fenntartható erőforráshasználat a legtöbb stratégiában, koncepcióban megfogalmazott célkitűzés – olvashatjuk például a Nemzeti Biodiverzitás Stratégiában vagy a Vidékfejlesztési Programban (2014-2020-as időszakra vonatkozik mindkét dokumentum) is. A megfogalmazott jövőképek között az ellátásbiztonság és a versenyképesség mellett ugyanúgy megjelenik, mint az ágazati célokban (környezet fenntarthatósága, mezőgazdaság vagy épp a vidékfejlesztés terén). Ezért a felhasznált indikátorokat **a fenntartható fejlődés három alappillére** szerint választottam ki, így:

- *gazdasági*-,
- *környezeti (tájökológiai)*-,
- *és társadalmi (tájképi)* indikátorokat alkalmazok.

1.3.1. Gazdasági indikátorok

A gazdasági indikátorok azért fontosak, mert ezekkel mérhetjük az ültetvény telepítése után jelentkező gazdasági növekedést, vagy akár a megtérülést. Ezek közül az egyik legegyszerűbben kifejezhető a összhozam és a telepített erdőterületekről származó faanyag (össz)fűtőértékének kiszámítása.

Hozam és fűtőérték becslése

Egy adott fafaj **hozama** több tényezőtől is függ: elsősorban attól, hogy a területen milyen sorközökkel (egysoros vagy ikersoros) került telepítésre az ültetvény, valamint hogy például rövid vagy hosszú vágásfordulójú ültetvényről beszélünk. A terméshozamot befolyásolja továbbá: átlagos hajtásszám, átlagmagasság, mellmagasságban mért átlagos törzsátmérő. (Liebhard, 2009)

A fafajok **fűtőértékének számításánál** továbbá meg kell jegyezni, hogy a fűtőérték függ a fa nedvességtartalmától (6. *ábra*): minél magasabb a nedvességtartalom, annál alacsonyabb a fűtőérték, hiszen a nedvesebb fa kevésbé ég jól.

Víztartalom %	10	15	20	30	40	50
Fűtőérték (MJ/kg)	16,56	15,48	14,4	12,24	10,44	8,28
Fűtőérték (kWh/kg)	4,6	4,3	4	3,4	2,9	2,3

6. ábra - Fűtőérték és nedvességtartalom közötti összefüggése - Forrás: <http://brikett.ewk.hu/futoertek>

A szakirodalmak a fűtőértéket tekintve nem egységesek, ezért először számba vettem a talált adatokat, majd átlagértékek mellett számítom ki a fűtőértéket, és a hozamokat is (3. táblázat). A fűtőértéket megvizsgálva kijelenthetjük, hogy a kép elég vegyes, hiszen ahány forrás, annyi különböző adat áll rendelkezésre. A hozam adatok terén sem egységes a helyzet.

1. táblázat - Fűtőérték és hozambecslés több forrás alapján - Szerző szerkesztése, 2014

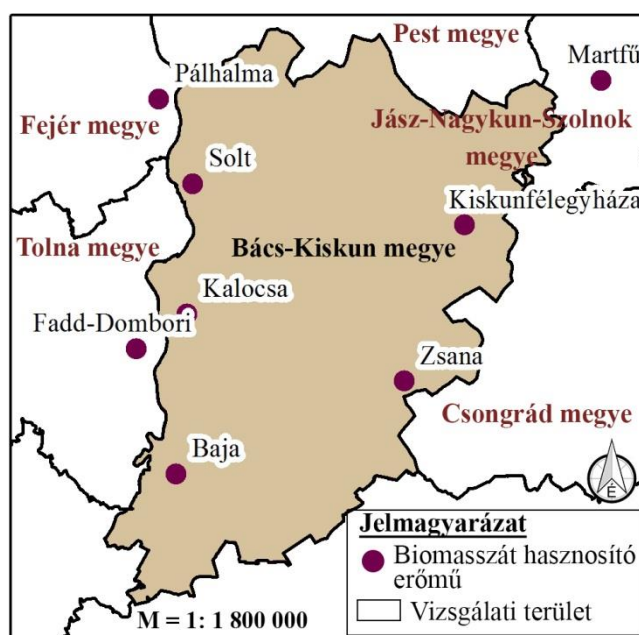
Forrás	Fűtőérték (MJ/kg)		Hozam (t/ha/év)		
	Nyár	Fűz	Forrás	Nyár	Fűz
Dr. Ivelics Ramon	18,2 – 19,5		UNI-FLEXYS Kft.	22,1	23,15
www.carborobot.hu	14,1	13,4	www.emergia.hu	20-25	35
www.korpicaskalyha.hu	n.a.	15,1	www.tankonyvtar.hu	12-25	
www.erdo-mezo.hu	19,491		Prof. Tamás János, Prof. Blaskó Lajos (2008)	7-23	20-40
www.tuzimado.hu	n.a.	13,4	Barkóczi Zsolt – Ivelics Ramón	17-22	18-24
Peter Liebhard (2009)	18,5	18,4	Csipkés Margit doktori értekezés, Sopron, 2011	20	30
Csipkés Margit (2011)	15,1	14,8	Szalay Dóra és Marosvölgyi Béla (2013)	12-15	12-17
ÁTLAG:	17,2	16,2		18,01	24,59

Az egyes változatokban egyrészt az átlagos hozamértékekkel számolva a terméshozam alakulása, illetve az változatok összefűtőérték-változás megfigyelése a cél. Az összefűtőértékkel megadható, hogy mennyi lenne a kinyerhető energia, ha az összes ültetvényt egyszerre termelnék ki. A hozamokat az új telepítésű erdőkre számítottam ki, hiszen a már most meglévő erdők csak kis része lett kimondottan energetikai ültetvényként telepítve.

Szállítási távolság

Megvizsgálom, hogy a megyében és a megyéhez közel eső, **biomasszát hasznosító** (meglévő és tervezett) **erőművek átlagosan** milyen távol vannak az egyes scenáriókban a telepíthető energetikai ültetvényektől, és hogy ez a távolság miként változott a különböző mértékű erdősítések hatására. A szállítás légvonalban mért távolságot jelent az ültetvények és a vizsgált erőművek között. Az alábbi erőműveket (7. ábra) vizsgáltam meg:

- Baja, Kalocsa, Kiskunfélegyháza, Solt és Zsana (Bács-Kiskun megye), Pálhalma (Fejér megye), Martfű (Jász-Nagykun-Szolnok megye) és Fadd-Dombori (Tolna megye).



7. ábra - A vizsgált erőművek elhelyezkedése – Szerző szerkesztése, 2014 Vágvölgyi Andrea adatai alapján

A fent említett erőművek nem mindegyike hasznosít lokálisan faanyagot, de ez is egy szempont, amit a fenntartható erőforráshasználat során figyelembe lehet venni, azaz: hogy a helyben kitermelt faanyag helyben is kerüljön felhasználásra. Az átlagos távolság ismeretében a faanyag szállítási költségét is meghatározhatjuk. A ennek becslésére több képlet is létezik, itt egy szemléltető példa:

$$K_{sz} = C * q * s$$

Ahol: K_{sz} = szállítási költség,

C = költségtényező (Ft/km),

q = rakomány (tonna),

s = távolság (km).

Forrás: (Primusz et. al, 2011)

A fenti képlet függvényében az átlagos távolságok alapján meg lehet jósolni a várható elszállítás költségét az egyes erőművekre vonatkozóan. A szállítás költsége azonban a képletben említett szempontokon kívül más tényezőktől is függ: a szállító munkadíjától, a

tehergépkocsi rakodóterétől (általában 8-12 tonna faanyagot tudnak szállítani), útdíjtól, a szállítandó faanyagtól... stb.

1.3.2. Ökológiai indikátorok

A tájökológiai indikátorok elemzése révén a táj szerkezetére, összetételére kaphatunk választ, ezért vizsgálatuk nagy jelentőséggel bír. Ebben segítséget nyújt a tájmetria, amelynek számszerűsített indikátorai alkalmazásával kvantitatív tájanalízist végezhetünk el.

Ha megnézünk egy tájat, különféle elemeket láthatunk benne: vannak lineárisak, vannak összefüggőbb, de ugyanolyan tulajdonságú foltok és vannak olyanok is, amelyekben másféle kisebb foltokat találunk. Ezek a táj alapvető elemei: **folt**, **folyosó** és **mátrix**. A **foltok** egybefüggő, jól elkülöníthető, homogén elemei a tájnak (például erdőfoltok). A **folyosók** lineáris, hosszan elnyúló elemek - ilyenek például a folyók, az utak vagy a csatornák -, melyek összekapcsolják a foltokat, a mátrixokat; áramlást biztosít közöttük (például genetikai áramlást). A **mátrix** a táj legnagyobb elemei, ugyanis ők többféle foltot is tartalmazhatnak: képzeljünk el egy városi szövetet, amelyben kisebb zöldfelületek találhatók. (*Forman, 1995 in Measuring Landscapes*). Ezeknek az elemeknek az elrendeződését nevezzük tájmintázatnak. A táj szerkezetében bekövetkezett változás hat az adott elem funkciójára is – éppen ezért azok vizsgálata jelentős szerepet kap, hiszen a táj elemei – a foltok, folyosók és mátrixok – mind-mind különféle funkciót látnak el.

A továbbiakban a tájökológiában használatos indikátor-csoportok közül azokat mutatom be, amelyeket az erdőtelepítés kapcsán indokoltnak láttam mintaterületen is alkalmazni. A megnevezésükön túl mellékelek egy rövid leírást a számításukról és arról, hogy miért fontosak, mire használják őket valamint mértékegységüket is feltüntettem. A magyar megnevezésekhez nagyrészt a Szabó Szilárd által leírt elnevezéseket használtam fel. (*Szabó, 2011*)

A fenti indikátorokat három szinten értelmezhetjük: **folt**, **osztály** és **táji szinten**. **Foltok**nak tekintünk minden olyan elemet, amely a környezetétől jól elkülöníthető, attól elválik és homogén jellegűek és nem lineáris elem. **Egy osztályhoz vagy kategóriához** az ugyanolyan típusú, adottságú foltokat soroljuk. Osztálynak tekinthetők például a különböző felszínborítási vagy területhasználati kategóriák. **Táji szinten** a vizsgálat tárgya maga az adott terület egésze, maga az adott táj, amely ilyen értelemben az összes folt együttléve. (*Measuring Landscapes, 2006*)

1.3.2.1. Foltra vonatkozó indikátorok

Az egyik legegyszerűbben számítható indikátorok tartoznak ide, amelyek jó kiinduló alapjai más indikátoroknak; önmagukban ritkábban használják őket. (Szabó, 2009) A **foltok mérete** fontos mérőszám, hiszen minden fajnak megvan az a minimum területe, amely a fennmaradásához szükséges – ez az úgynevezett *minimál área*. (Measuring Landscapes, 2006) Az alábbiakban (2. táblázat) a foltra vonatkozó mutatók közül mutatok be néhányat összefoglalóan.

2. táblázat- Foltra vonatkozó indikátorok összefoglaló táblázata - Szerző szerkesztése, 2014

Rövidítés	Indikátor neve	Magyar megnevezés	Leírás (mértékegység)
NP	<i>Number of Patches</i>	<i>Foltok száma</i>	- az összes folt száma a vizsgált területen belül (db)
CA	<i>Class Area</i>	<i>Foltterület</i>	- osztály szinten a foltok területe (ha)
MPS	<i>Mean Patch Size</i>	<i>Átlagos foltméret</i>	- a tájon belül a foltok területének átlaga (ha)

1.3.2.2. Szegélyt jellemző indikátorok

Szegélynek tekintjük **két élőhely határát**, amely egyrészt vizuálisan is jól elkülönül egymástól, valamint florisztikailag (botanikailag) is elkülöníthető. (Szabó, 2011) Szegélyekkel kapcsolatban több paramétert is vizsgálhatunk: annak összhosszát, átlagos hosszát vagy sűrűségét egy adott területre vetítve (3. táblázat). A szegélyre vonatkozó mutatók például a **szegélyhatás** miatt jelentősek. Vannak olyan fajok, amelyek a szegélyekben találhatók meg (ezek a **szegélykedvelő fajok**), de vannak olyanok is, amelyek élőhelye a szegélytől távolabb esik. (Báldi előadása, ELTE-TTK)

3. táblázat - Szegélyre vonatkozó indikátorok összefoglalása - Szerző szerkesztése, 2014

Rövidítés	Indikátor neve	Magyar megnevezés	Leírás (mértékegység)
TE	<i>Total Edge</i>	<i>Összes szegélyhossz</i>	- az adott terület összes szegélye összegezve (m)
ED	<i>Edge Density</i>	<i>Szegélysűrűség</i>	- egy hektárra jutó szegélyek hossza folt típusonként (m/ha)

1.3.2.3. Alaki indexek

Az **alaki mérőszámok** (4. táblázat) mind a foltok geometriai tulajdonságára: az alakjára illetve komplexitására utalnak. Az **alaki index** az adott folt alakját mindig egy egyszerű alakzathoz hasonlítja: vektoros állományban körhöz, raszteres állomány esetén pedig négyzethez, mivel ezek a legkompaktabb és legegyszerűbb formák. Az alaki index értéke 1 (ha kör, vagy négyzet, vagy ehhez korreláló) vagy annál nagyobb, minél szabálytalanabb alakú. (*Fragstats Landscape Metrics*)

4. táblázat- Alakra vonatkozó indikátorok - *Szerző szerkesztése, 2014*

Rövidítés	Indikátor neve	Magyar megnevezés	Leírás (mértékegység)
SI	<i>Shape Index</i>	<i>Alaki index</i>	- az adott folt alakját viszonyítja kör vagy négyzet alakjához . Arányszám; értéke: 1 vagy annál nagyobb.
MSI	<i>Mean Shape Index</i>	<i>Átlagos alaki index</i>	- az alaki index átlaga.
PARA	<i>Perimeter-Area Ratio</i>	<i>Kerület-terület aránya</i>	- a kerület és a terület hányadosa.
MPAR	<i>Mean Perimeter-Area Ratio</i>	<i>Átlagos kerület-terület arány</i>	- a kerület és a terület hányadosának átlaga.

1.3.3. Vizuális indikátorok

Mivel egy telepített erdő, amely akár 7-8 méter magasra is megnőhet, és ugyanolyan fajokból áll, melyek ugyanolyan korúak, vizuális szempontból igen markánsan jelenik meg a tájban. Ezért ennek vizsgálatára két indikátort választottam ki és alkalmaztam: az egyik a Jombach Sándor által megalkotott táj nyitottság-index, a másik pedig egy láthatóság-elemzés gémeskutakra vonatkozóan.

1.3.3.1. Táj nyitottsága index

A **táj nyitottsága** a tájkarakter egyik fontos attribútuma, jellemzője – melyet értelmezhetünk vertikálisan és horizontálisan is. A táj nyitottságának változásának vizsgálatával feltárhatjuk, hogy az adott terület a vizsgált időszakban milyen mértékben nyílt vagy záródott. (*Jombach, 2014*) A táj nyitottságának változását kifejező index a felszínborítási adatokra építve az alábbi módon számolható ki:

$$\frac{\text{VáltCLC} * (\text{NytKódCLC2006} - \text{NytKódCLC2000})}{\text{TájTer} * 100}$$

Ahol:
VáltCLC = a felszínborítás-változás területe (km²)
NytKódCLC2000 = a korábbi felszínborítás-kategória nyitottság értéke (0 és 1 között)
NytKódCLC2006 = a későbbi felszínborítás-kategória nyitottság értéke (0 és 1 között)
TájTer = a tájegység, vagy tájtypus területe (km²)

8. ábra - A táj nyitottságának változása indikátor képlet – Forrás: Jombach, 2014, Melléklet 75. oldal

Az indexben három értéket kell rendelni a megfelelő felszínborítási kódokhoz aszerint, hogy az mennyire zárt vagy nyitott: 0 (zárt), 0,5 (átmeneti) és 1 (nyílt). Az eredmény negatív ill. pozitív értékei a táj-nyitottság csökkenésének ill. növekedésének mértékét mutatják meg.

A tanulmányomban a táj nyitottságának változását vizsgálom, ahol a kiinduló állapot a 2006-os felszínborítás a meglévő erdőfoltokkal; ehhez képest elemzem, hogy a különböző intenzitású telepítési fázisokban (~ változatokban) hogyan változik a táj nyitottságának mértéke. Mivel az erdő ilyen szempontból zárt, ezért még több erdőfolt megjelenésével a táj nyitottságának egyre nagyobb mértékű csökkenésére lehet számítani. Bizonyos tevékenységek hatására – például beépítés, erdősítés – jelentősen módosul a táj láthatósága. (Jombach, 2014)

A megyében előforduló felszínborítás-kategóriák besorolása nyitottság szerint:

5. táblázat - A különböző felszínborításokhoz rendelt nyitottsági számok – Forrás: Jombach, 2014, Melléklet 75. oldal

	Zárt (0)	Átmeneti (0,5)	Nyitott (1)
CLC Kód (2006)	111, 112, 121, 133, 311, 312, 313, 323	141, 142, 221, 222, 242, 324, 412	122, 124, 132, 211, 231, 243, 321, 333, 411, 511, 512

Néhány **példa** a fenti táblázathoz: zárt felszínborításnak számít például a településszerkezet, ipari vagy kereskedelmi területek - és az erdők is ide tartoznak. Átmeneti besorolású a szőlők, gyümölcsös vagy a lápok. Nyitott felszínborítások közé tartoznak többek között az állóvizek, a mocsarak és az intenzív legelők.

1.3.3.2. Láthatóság-elemzés

Láthatóság elemzése azért fontos, hiszen például egy viszonylag olyan sík területen, mint amilyen a választott mintaterület – Bács-Kiskun megye – is, egy kb. akár 7-8 méter magasra megnövő, egyöntetű erdőfolt erőteljes megjelenésű; markáns tájelemévé válhat az adott tájnak. A fűz- és nyár ültetvények faegyedei a telepítést követő év végére akár 2-4 méteres növekedést

is produkálhatnak, így mire az levágásra kerül (2-3 éves évfordulóval számítva), elérheti akár a 8 méteres magasságot is. (DEFRA, 2004)

Láthatóság elemzésénél vizsgálhatjuk például, hogy adott pontról **a táj egyes részletei milyen mértékben látszódnak**. A dolgozatban a tájértékek, és azon belül is a gémeskutak láthatóságát elemzem, mivel azok a szántóterületek fontos karakteradó elemei. Célom feltárni, hogy az egyes telepítési változatokban miként változik azok láthatósága az erdőtelepítés hatására; csökken, vagy nő, esetleg lesznek-e olyan gémeskutak, amelyek az új telepítés következtében „eltűnnek”, mert környezetük beerdősül.

2. ANYAG ÉS MINTATERÜLET

A fejezetben bemutatom a kiválasztott mintaterületet, amelyre az értékelési rendszer is készült és amely területnek az erdőtelepítési potenciálját is megvizsgálom – fűz és nyár fajból álló ültetvények tekintetében. Ebben csak azokat a szempontokat értékeltem, amelyek a területen előfordulnak.

2.1. Alkalmasság-elemzés

Kutatásom során elvégeztem a kiválasztott mintaterület alkalmasság-elemzését. A már feltárt területi adottságok segítségével megvizsgáltam a mintaterület energetikai faültetvény-telepítési potenciálját.

2.1.1. Mintaterület bemutatása



9. ábra - Mintaterület lehatárolása: Bács-Kiskun megye és járásai - Szerző szerkesztése, 2014

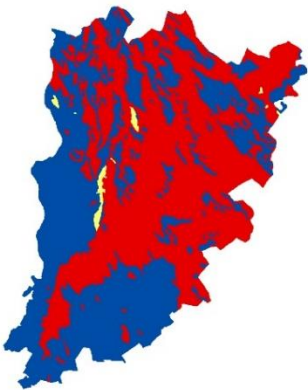
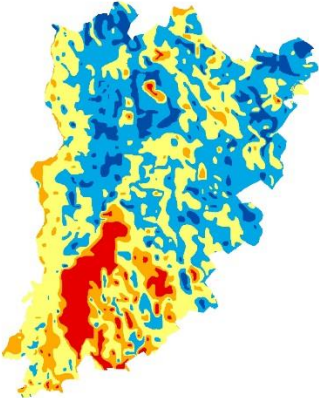
Az alkalmasság elemzés mintaterülete **Bács-Kiskun megye** (9. ábra), megyeszékhelye Kecskemét megyei jogú város. A hazánk legnagyobb területű megyéje, közigazgatási területe összesen 844 500 hektárt tesz ki. Földrajzilag az Alföld nagytájon található, ám ennek ellenére nagy mértékben erdősült megye. Erdősültsége a 2013-as országos aránnyal majdhogynem megegyezik: területének 20,9%-án találunk erdőt, amely alföldi viszonylatban magasnak mondható. Köszönhető ez nagyrészt a 19-20. században végrehajtott alföldfásításoknak: először Vedres István, majd Kiss Ferenc, végül pedig Kaán Károly 1923. évi törvénye alapján a mezőgazdasági

művelésre alkalmatlan földterületek fásításra kerültek. (dr. Barna Tamás, Kefag Zrt.) Bács-Kiskun megyében jelenleg összesen 126,02 hektár energetikai célú faültetvényt tartanak számon, mely az alábbi települések közigazgatási területén található: Ágasegyháza, Izsák, Kiskunfélegyháza, Mélykút, Solt és Szabaszállás. (NÉBIH, 2013)

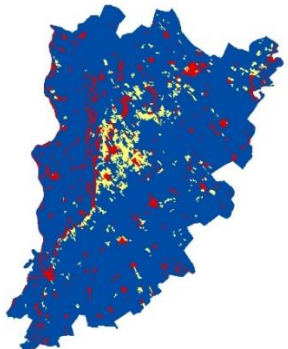
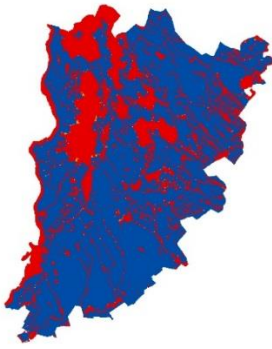
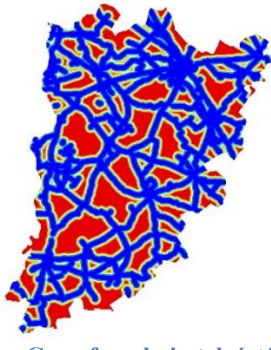
2.2. Alkalmasság értékelési rendszerének bemutatása, felépítése

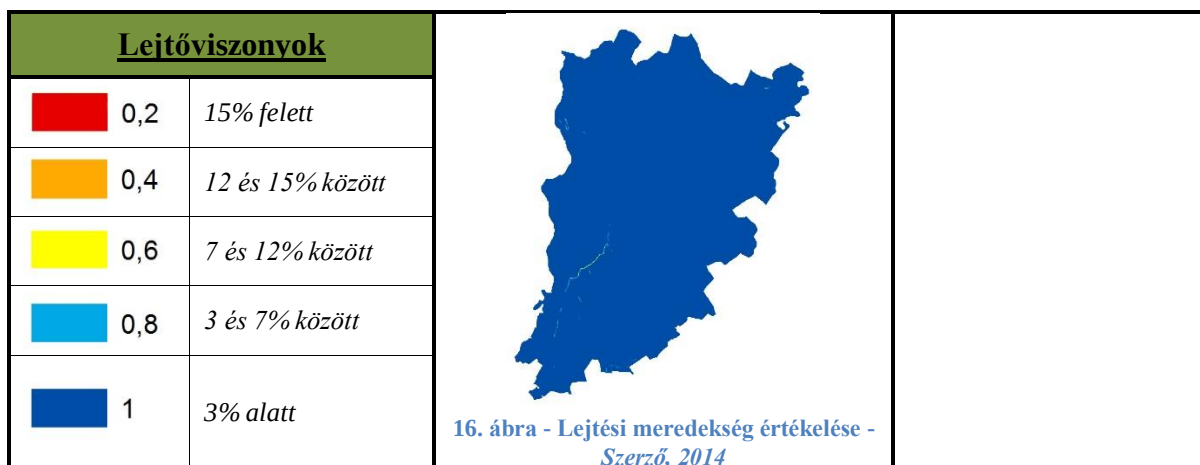
Értékelési rendszeremet a már előzetesen megvizsgált szempontokra építettem fel (1. és 2. táblázat illetve a 1.2.2.4 fejezet). Minden tényezőnél azt vizsgáltam és értékeltem, hogy **az adott tulajdonság mennyire alkalmas vagy nem alkalmas energetikai célú faültetvény szempontjából** – azon belül is fűz és nyár nemzetségből álló ültetvényere koncentrálna, hiszen hazánkban e nemzetségek klónjait preferálják. Mellékeltem egy rövid indoklást is, hogy az értékeket mi szerint rendeltem hozzá az adott tulajdonságokhoz. Az értékelési szempontokat a **Melléklet 1. táblázatában** foglaltam össze.

6. táblázat - Az alkalmasság-elemzés során felhasznált térképek, értékelésük és forrásuk - Szerző, 2014

JELMAGYARÁZAT		TÉRKÉP	FORRÁS
<u>Genetikai talajtípus</u>		 10. ábra - A megye genetikai talajtípusainak értékelése - Szerző, 2014	Agrotopo adatbázis
 0,1	Szikes talajok, vázталajok, réti talajok, csernozjom talaj		
 0,5	Láptalajok, barna erdőtalajok		
 1	Réti talajok, öntés talajok, csernozjom talajok		
<u>Talajvíz mélysége</u>		 11. ábra - A talajvíz mélységének értékelése - Szerző, 2014	Agrotopo adatbázis
 0	8 méter felett		
 0,3	4 és 8 méter között		
 0,6	2 és 4 méter között		
 0,8	1 és 2 méter között		
 1	1 méter alatt		

7. táblázat- Az alkalmasság-elemzés során felhasznált térképek, értékelésük és forrásuk - Szerző, 2014

Termőréteg vastagsága		 12. ábra - A termőréteg vastagságának értékelése - Szerző, 2014	Agrotopo adatbázis
 0,1	20 cm alatt		
 0,3	20 és 40 cm között		
 0,6	40 és 70 cm között		
 0,8	70 és 100 cm között		
 1	100 cm felett		
Felszínborítási kategóriák		 13. ábra - Az értékelt felszínborítási kategóriák a megyében - Szerző, 2014	2006-os Corine Land Cover (CLC) 100 felszínborítási térkép kategóriái alapján
 0	Erdőtelepítési potenciállal nem rendelkező ter.		
 0,5	Közepes erdőtelepítési potenciállal rendelkező ter.		
 1	Erős erdőtelepítési potenciállal rendelkező ter.		
Védettségi kategóriák		 14. ábra - Védettségi oltalmak értékelése a megyében - Szerző, 2014	Nemzeti Ökológiai Hálózat (NÖH), Védett természeti területek és Natura2000 védettség
 0	Országos védettség		
 0,2	Európai Unió szintű védettség		
 1	Nincs védettség		
Úthálózat		 15. ábra - Gyorsforgalmi utak értékelése - Szerző, 2014	
 0,6	2500 méternél távolabb		
 0,7	2000 és 2500 méter között		
 0,8	1500 és 2000 méter között		
 0,9	1000 és 1500 méter között		
 1	1000 méteren belül		



2.3. Kutatási folyamat ismertetése

Az alábbiakban azt a folyamatot illetve lépéseket mutatom be, hogy a kutatás egy-egy részletét milyen lépéseken keresztül valósítottam meg.

Az **első fázis** maga a **vizsgálat** volt, ahol az összegyűjtött szempontokat értékeltem alkalmasság szerint, Bács-Kiskun megyére vonatkozóan. Majd ezeket a szempontokat térinformatikai módszerrel fel is dolgoztam, és térképesen ábrázoltam. Ez a **második fázis**, azaz az **értékelés** részét képezte, amelynek során az alkalmasság-térkép is készült Bács-Kiskun megyére. A **harmadik**, és egyben utolsó fázisban először az alkalmasság-térképből származtatott változatokat hoztam létre, majd azokon **alkalmaztam a** kiválasztott **indikátorokat**. A végső lépés az indikátorok eredményeinek értelmezése, és a tájra vonatkozó **következtetések** levonása volt, az indikátorok által jelzett értékek alapján. Ezeket a lépéseket és magát a folyamatot a 17. ábra mutatja be.

VIZSGÁLAT

TERÜLETKIVÁLASZTÁS SZEMPONTJAI

1. Termőhelyi adottságok

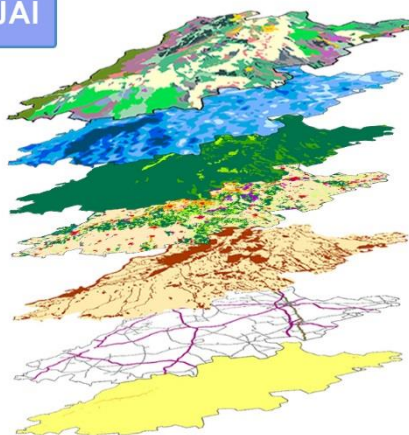
- genetikai talajtípus
- talajvíz mélysége,
- termőréteg vastagsága

2. Felszínborítás

3. Védelettség

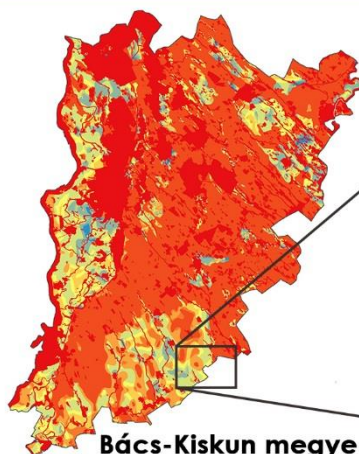
4. Úthálózat

5. Lejtőviszonyok

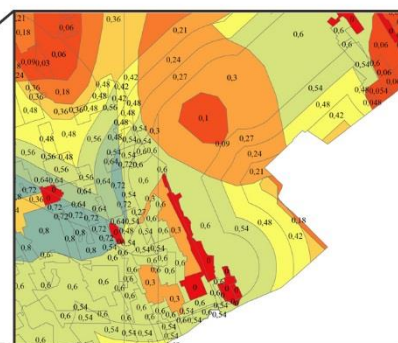


ÉRTÉKELÉS

ALKALMASSÁGI TÉRKÉP



Bács-Kiskun megye



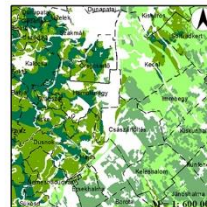
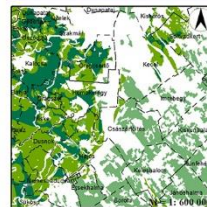
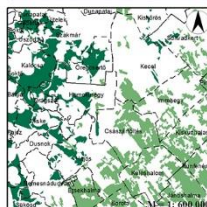
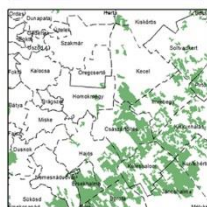
KÖVETKEZTETÉS

Kiinduló
állapot

Kis mértékű
erdősítés

Közepes
mértékű
erdősítés

Nagy mértékű
erdősítés



Hatások elemzése indikátorokkal

3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A fejezetben nem csak a megyére elkészített alkalmazás-elemzés eredményét tárom fel, hanem az indikátorok által kapott eredményeket, és a levont következtetéseket, változásokat is leírom. Bemutatom az egyes, gazdasági, ökológiai és vizuális változásokat is.

3.1. Alkalmasság-elemzés eredménye

A területkijelöléshez szükséges adatok segítségével meghatároztam Bács-Kiskun megye erdőtelepítési potenciálját, fűz (*Populus sp.*) és nyár (*Salix sp.*) fajok esetében. Az alábbiakban ezt a potenciált ábrázoló térkép (8. táblázat) látható, mely azt mutatja meg, hogy mely területek milyen mértékben alkalmasak energetikai célú erdőtelepítésre.

A 18. ábra mutatja be Bács-Kiskun megye erdőtelepítési potenciálját energetikai faültetvényekre vonatkozóan, azon belül is fűz és nyár nemzetségek tekintetében. Az alkalmasság-értéket, amely egy szorzat, az alábbi képlet szerint számítottam ki:

$$\text{Alkalmassági érték} = Tg_szám \times Tv_szám \times Tr_szám \times F_szám \times V_szám \times Ut_szám \times L_szám$$

Ahol: $Tg_szám$ = genetikai talajtípus értéke,
 $Tv_szám$ = talajvíz értéke,
 $Tr_szám$ = termőréteg vastagságának értéke,
 $F_szám$ = felszínborítás értéke,
 $V_szám$ = védettség értéke,
 $U_szám$ = úttól való távolság értéke,
 $L_szám$ = lejtőmeredekség értéke.

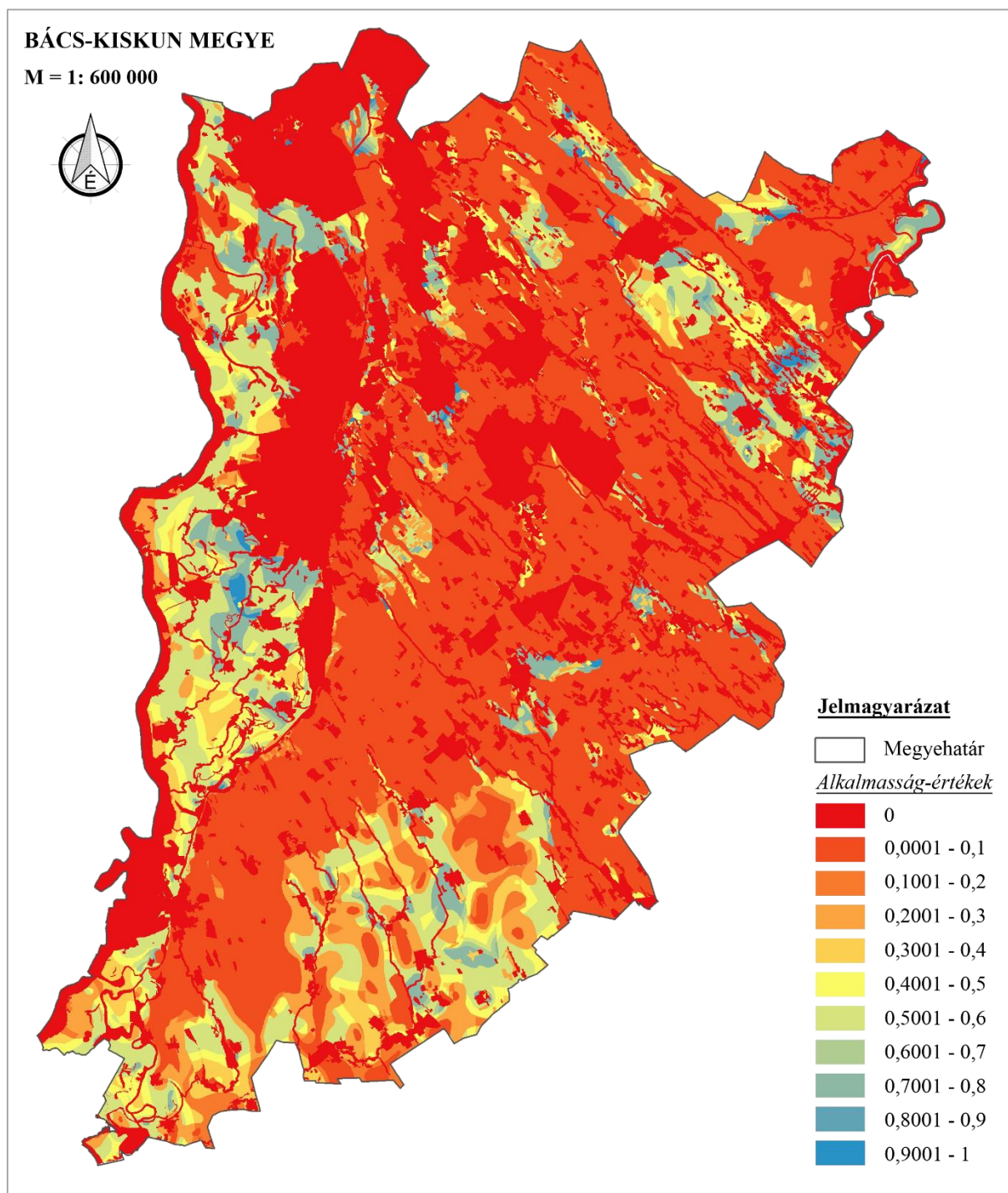
Az alábbi értékhatárok mentén állapítottam meg az egyes alkalmassági fokozatokat:

- **nagyon alkalmas területek:** 0,9 – 1 pont,
- **közepesen alkalmas területek:** 0,5 – 0,9 pont,
- **legkevésbé alkalmas területek:** 0,1 pont alatt.

A pirossal jelölt területek egyáltalán **nem alkalmasak** energetikai célú fűz vagy nyár faültetvény telepítésére (de erdőtelepítésre sem), hiszen ezek a területek azért „értékelődtek” le ilyen szempontból, mert vagy beépített (például települési, vagy ipari) vagy védettség alatt álló területek. A sárga illetve kék árnyalatú területek közepesen, valamint nagyon alkalmasak ültetvényerdő telepítésére.

A térképet megnézve megállapítható, hogy egyrészt a legalkalmasabb területek a Duna mentén találhatók, illetve a megye déli és északkeleti részében, ahol csernozjom és réti öntéstalajok találhatók és ahol a talajvíz is a felszínhez közelebb helyezkedik el.

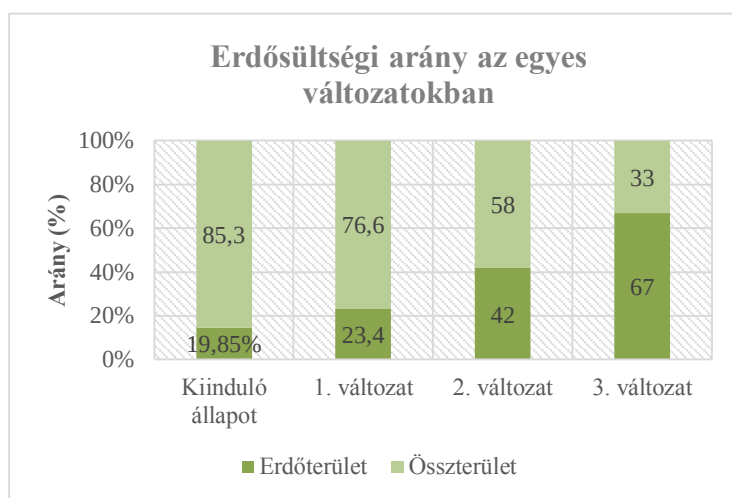
18. ábra - Bács-Kiskun megye energetikai faültetvény telepítési potenciálja fűz és nyár nemzetség tekintetében - Szerző szerkesztése, 2014



Az alábbiakban az alkalmasság mértéke szerinti megoszlást ismertetem.

8. táblázat - Bács-Kiskun megye erdőtelepítési potenciáljának területi kimutatása - Szerző szerkesztése, 2014

<u>Alkalmasság</u>	<u>Szorzat</u>	<u>Változat</u>	<u>Összterület</u>	<u>Megoszlás</u>
Legalkalmasabb	0,5001 – 0,1	1. scenárió	73 852 ha	
Közepesen alkalmas	0,1001 – 0,5	2. scenárió	156 638 ha	
Legkevésbé alkalmas	0,1000 – 0,001	3. scenárió	212 061 ha	
Nem lehetséges	0	0	181 586 ha	



19. ábra - Bács-Kiskun megye erdősültségi arányának alakulása az ültetvénytelepítések hatására - Szerző szerkesztése, 2014

A 19. ábra pedig a megye erdősültségi arányát mutatja, az alkalmasság függvényében.

Az 1. változatban mindössze kis mértékben növekedett az erdősültség mértéke (19,85%-ról 23,4%-ra), ám a többi változatban sokkal nagyobb mértékű növekedés tapasztalható. Ezeket az értékeket összevetve a KSH adataival elmondható, hogy lassú ütemben

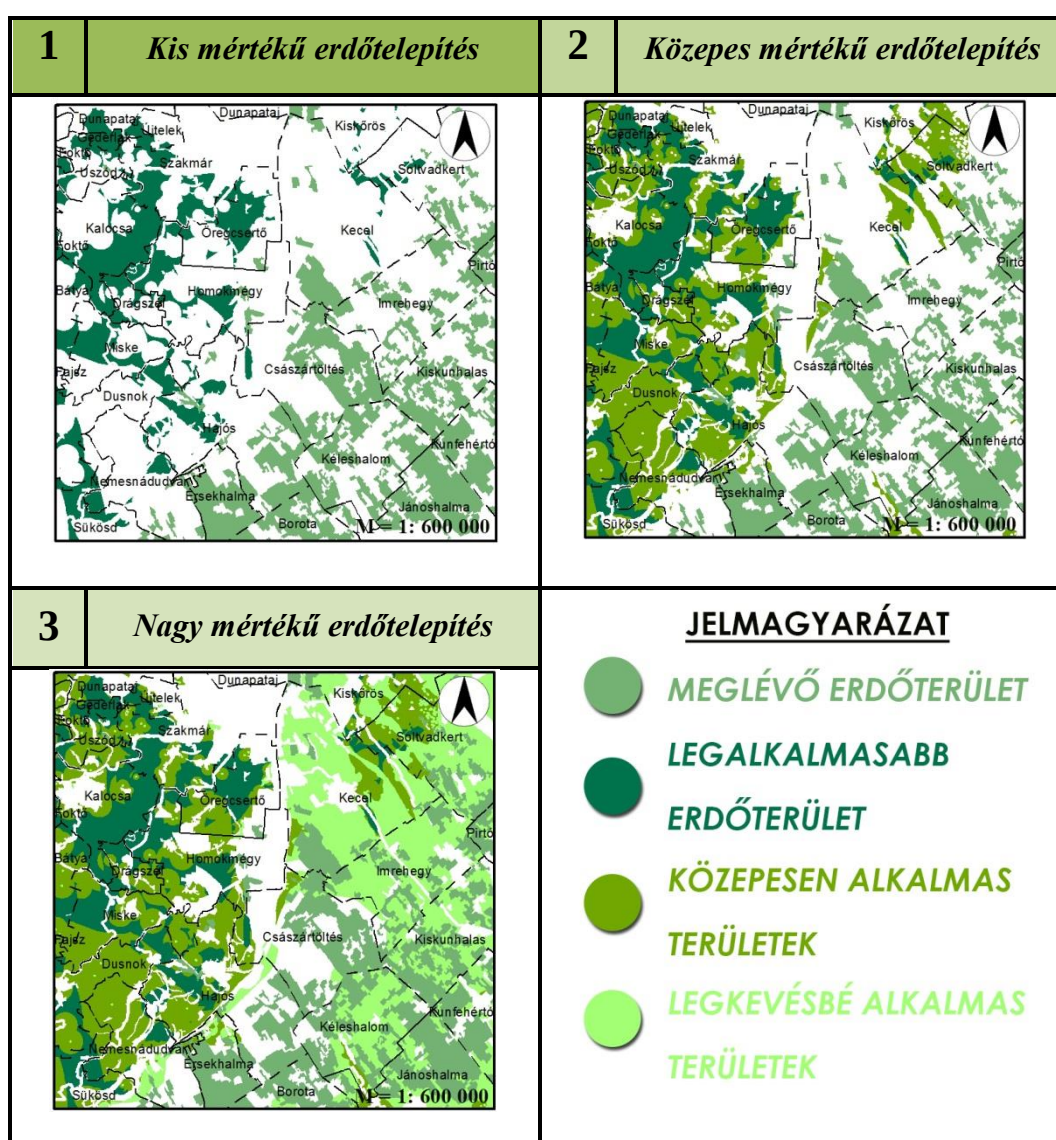
ugyan, de növekedés tapasztalható az erdőterületeket tekintve:

9. táblázat - Az erdősültség alakulása Bács-Kiskun megyében - Forrás: KSH és CLC adatok

ÉV	1895	1971	1990	2000	2006	2012
%	7,43%	11,47%	17,47%	18,14%	19,85%	21,5%

3.1. Telepítési változatok bemutatása

Az előző fejezetben ismertetett indikátorokat a kiinduló állapotra és három további változatra alkalmaztam. A kiindulási alapnak a 2006-os Corine Land Cover szerinti felszínborítást vettem, ahol a már meglévő erdőket külön leválogattam. Az egyes változatok tulajdonképpen egyrészt az alkalmasság szerinti telepítési fázisok: **(1) Kis mértékű erdősítés**, ahol csak a legalkalmasabb területek kerülnek betelepítésre, majd a **(2) közepes mértékű erdősítés** során már a közepesen alkalmas területek is, míg végül **(3) a nagy mértékű erdősítés** során a legkevésbé alkalmas területek is betelepítésre kerülnek az egyes forgatókönyvek szerint (20. ábra).



20. ábra - A vizsgált forgatókönyvek bemutatása képekben - Szerző, 2014

3.2. Indikátorok alkalmazásának eredménye és következtetések

Az alábbiakban az indikátorok alkalmazása révén kapott eredményeket foglalom össze, majd az általuk jelzett változásokat tárom fel.

3.2.1. Gazdasági változások

A szakirodalmak a hozamok becslésénél és a fűtőérték meghatározásánál nem egységesek, több forrás több különböző értékeket ad meg. Ezért ezeket először egy táblázatban összegzem, majd a továbbiakban átlagértékekkel számolok.

3.2.1.1. Hozambecslés

A hozam megbecsléséhez szükség van az egyes változatokban újonnan telepített erdők összterületére valamint a már kiszámított (1.3.1 fejezet) átlagos hozamadatokra, melynek tükrében egy referenciahozam érték adható meg. Ezen adatokkal számolva az alábbi hozamokra lehet számítani az egyes telepítési változatokban (10. táblázat):

10. táblázat - Az egyes scenáriók összhozama nyár és fűz fajok tekintetében - Szerző szerkesztése, 2014

Adatok	Összhozam (ezer t / év)		Telepített erdő területe (ha)
SCENÁRIÓK	Nyár	Fűz	Energetikai faültetvény
Kis mértékű erdősítés	3561	4863	197 763
Közepes mértékű erdősítés	6383	8715	354 401
Nagy mértékű erdősítés	10 202	13 929	566 462

Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a hozamot az alkalmazott termesztéstechnológia is befolyásolja, azaz, hogy az adott területen milyen tű- és sortávval kerülnek a faegyedek elültetésre.

3.2.1.2. Fűtőérték

Az **átlagos fűtőértéket** több forrás adataira támaszkodva már a 1.3.1 fejezetben kiszámítottam. Ezt az értéket, az összes telepített erdő területére vetítve össze lehet hasonlítani például egy átlagos méretű ház fűtési energiaigényeivel, vagy hogy fűz és nyár ültetvényekről származó faanyaggal mennyivel lenne gazdaságosabb a fűtés.

3.2.1.3. Gazdasági növekedés

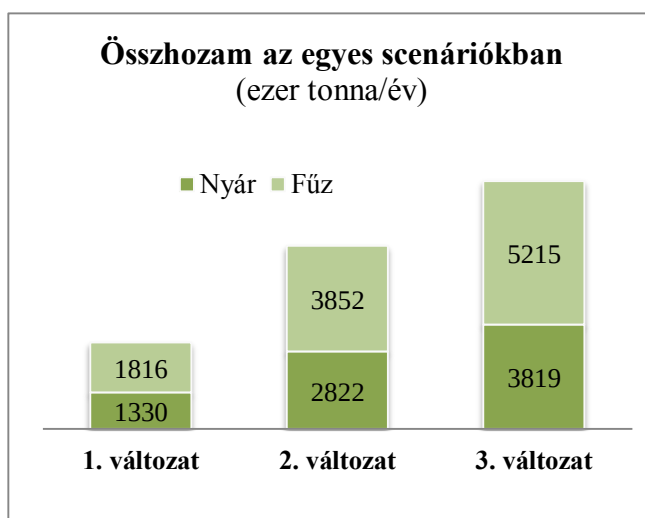
A gazdasági indikátorok alkalmazásának eredményeként az összfűtőérték és az összhozamértékek is növekedtek, mivel ezeket területi alapon számítják; így ha az erdőterületek növekednek, akkor ezek az értékek is növekedni fognak. Az összhozam és összfűtőérték egyszerre került értékelésre, hiszen azok összefüggenek: az összhozam alapján kiszámíthatjuk a megyére vonatkozóan az egyes változatok összfűtőértékét.

Összhozam és összfűtőérték növekedése

Azt vizsgáltam, hogy milyen ütemben növekszik az összhozam és az összfűtőérték az egyes forgatókönyvekben jelzett erdőtelepítés hatására.

Vizsgálat eredménye: Megállapítottam, hogy az egyes változatokban átlagértékekkel számolva (21. ábra) milyen hozamok érhetők el, és azok milyen mértékben változtak. Mivel a számítást területi alapon végeztem, és az egyes fázisokban egyre nagyobb lett az ültetvények területe, ezért rajta a hozamok, és az összfűtőérték is növekedett. A diagram (21. ábra) is jól mutatja, hogy a fűz fajok hozama valamivel nagyobb, mint a nyár fajoké.

Következtetés: Az egyes változatokban megtermelt és előállított faanyagokból x db ház éves energiaszükségletét lehetne ellátni. Egy átlagos, 100 m² alapterületű ház, az átlagosabbnál kicsit magasabb energiafelhasználásával számolva fűtési igénye kb. 150 000 kWh évente (www.emergia.hu)



21. ábra- Az összhozam alakulása az egyes scenáriókban -
Szerző, 2014

Összefüggések: 1 kWh = 3,6 MJ és 1 tonna = 1000 kg. Ennek alapján például az első változatot tekintve:

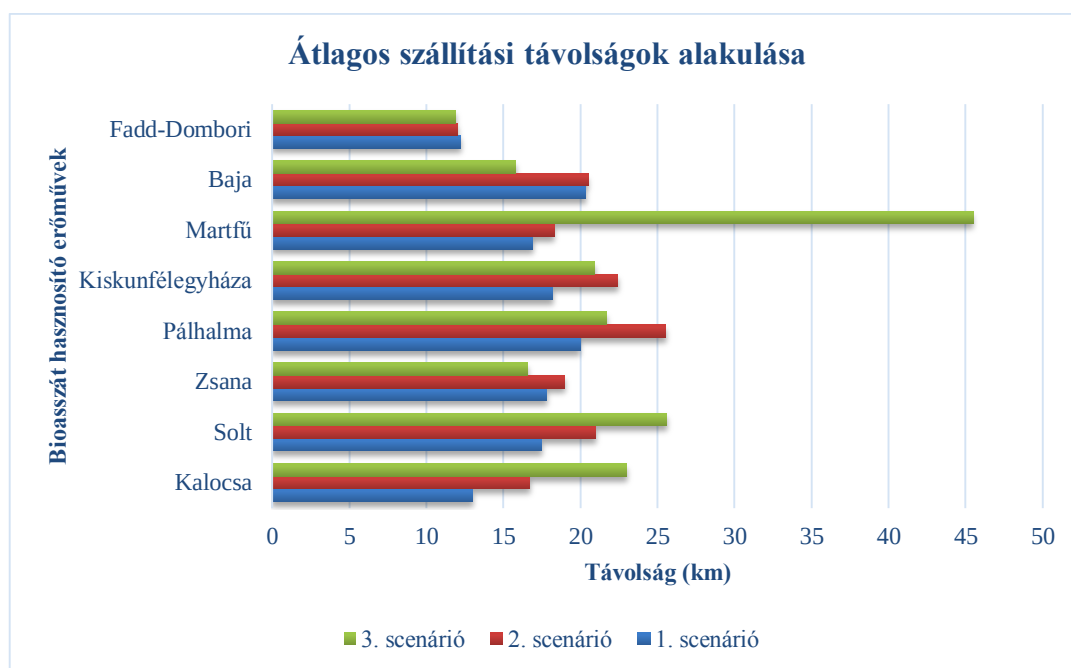
- 1330 ezer tonna nyár összfűtőértéke: $1\,330 \cdot 10^6 \text{ kg} \times 17,2 \text{ MJ} = 22\,876 \cdot 10^6 \text{ MJ/kg}$ összfűtőérték, ami kWh-ra átszámítva: $22\,876 \cdot 10^6 : 3,6 = 6354 \cdot 10^6 \text{ kWh}$. Ami $6354 \cdot 10^6 : 150\,000$ (átlagos fűtési energiaigény kWh/év/100m²) = 42360 lakóház fűtési igényét elégítené ki.

Szállítási távolságok változása

Indikátor leírása: Megvizsgáltam, hogy Bács-Kiskun megyében, és a szomszédos megyékben, ahol van biomasszát felhasználó erőmű (Jász-Nagykun-Szolnok és Tolna megye), hogy azok 50 km-es körzetében található energetikai ültetvények között mennyi az átlagos távolság. Ez azért fontos, hiszen a faanyag szállításánál nem mindegy, milyen távolságra kell azt elszállítani: ha minél messzebbre, annál nagyobb lesz a szállítási költség.

Vizsgálat eredménye: A vizsgálat kimutatta, hogy az egyes erőművek esetén mekkora volt az átlagos (légvonalban mért) távolság a változatokban telepített ültetvényektől számítva (22. ábra). Megállapítottam, hogy a távolságok viszonylatában a kezdeti 6 erőmű közül a 3. változatban már csak 3-at lehetett átlagosan az ültetvényekről 10-20 km-en belül elérni.

Következtetés: A szállítási távolságok ismeretében meg lehet határozni az egyes változatokban telepített erdőkről betermelt faanyag szállítási költségeit. Azért a már előzőekben említett erőműveket vizsgáltam, mert a mintaterülethez azok még közel helyezkednek el. Átlagosan kb. 50-80 km-es körzetben belül még gazdaságosan lehet a faanyagot szállítani.



22. ábra - Átlagos szállítási távolságok alakulása a biomasszát felhasználó erőművek kapcsán - Szerző, 2014

A vizsgált erőművek közül a következők a tervezettek: Fadd-dombori, Kalocsa, Pálhalma, Solt és Zsana településeken találhatók. A szállítási távolságok változásának ismeretében meghatároztam a tervezett erőművek megépítésének sorrendjét, amely a következő: **1. Fadd-Dombori, 2. Zsana, 3. Pálhalma, 4. Solt és 5. Kalocsa.** Fadd-Dombori esetében a legkisebb a távolság, amely a változatok során sem változott sokat. Solt és Kalocsa esetében viszont ehhez képest sokat növekedett a szállítási távolság. Zsana esetében csökkent, de ezek a távolságok minden változatban nagyobbak Fadd-Dombori távolságaihoz viszonyítva.

3.2.2. Ökológiai változások

Az alábbi táblázat (*Melléklet 1. táblázat*) tartalmazza, hogy mit mutatnak az ökológiai indikátorok- Ezek alapján hozom meg a következtetéseimet.

3.2.2.1. Folt mutatók

Az **átlagos foltméret** is a táj felszabdaltságára utal: minél kisebb ez az érték, az azt jelenti, hogy a táj annál fragmentáltabb², kisebb részekre szabdalt erdőfoltokból áll. (*Measuring Landscapes, 2006*)

Jelen esetben ez az érték egyre növekszik – a kiinduló állapothoz képest kb. 4,5-esére nőtt, amiből arra lehet következtetni, hogy a táj felszabdaltsága nem növekedett, hiszen egyre nagyobb és összefüggőbb (erdő)foltok uralják a tájat. A Bács-Kiskun megyében található foltok értékei a *11. táblázatban* láthatók.

11. táblázat - A folt indikátorok alakulása az egyes változatokban - Szerző szerkesztése, 2014

	Összfoltszám (db)	Átlagos foltméret (ha)
Kiinduló állapot	513	241,54
1. változat	1 149	172,12
2. változat	1 206	293,86
3. változat	504	1 123,93

3.2.2.2. Szegély mutatók

A szegélyben nagyobb az abundancia (borítás) és a diverzitás is. A fragmentációval nő a szegélyek aránya (vagy épp hossza) (*McGarigal*) is, így a fajok közötti predáció is erősebb (~negatív biológiai hatás érvényesül). A szegélyhatás, a növekvő szegély-arány a táj heterogenitását idézi elő. (*Báldi András, ELTE TKK*) A szegély mutatók által kapott értékeket a *12. táblázat* tartalmazza.

² Fragmentáltságról akkor beszélhetünk, ha az ember tevékenység folytán alakul ki; a természetesen módon kialakult felszabdaltságot mozaikosságnak nevezzük.

12. táblázat - A szegély mutatóinak értékei a Bács-Kiskun megyére vonatkozóan - Szerző szerkesztése, 2014

Scenáriók	Összes szegélyhossz (km)	Foltonkénti szegélysűrűség (km/ha)	Foltonkénti átlagos szegélyhossz (km)
Kiinduló állapot	5980	483	11,6
1. változat	8975	454	7,8
2. változat	11 576	326,6	9,6
3. változat	10 705	189	21,2

3.2.2.3. Alaki index

Az alaki indexre vonatkozó mutató eredményei a 13. táblázatban olvashatók. Az alaki index megmutatja, hogy négyzethez vagy körhöz viszonyítva mennyire komplex alakú foltok helyezkednek el egy adott területen.

13. táblázat - Bács-Kiskun megye alaki indexének értéke 2006 és az egyes változatokban - Szerző, 2014

Scenáriók	Kiinduló állapot	1. scenárió	2. scenárió	3. scenárió
Alaki index értéke	2,2	2	2,2	3,46

3.2.2.1. Ökológiai változások

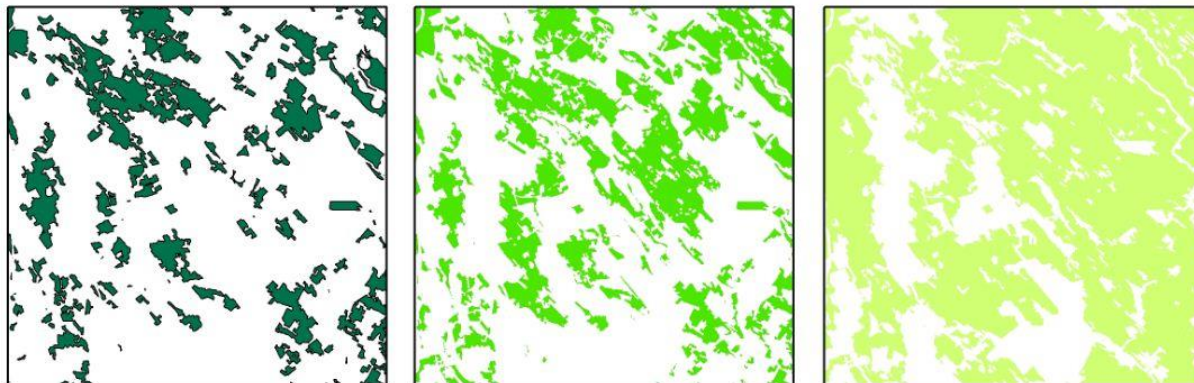
Az indikátorok eredménye, és hogy azokból milyen folyamatokra, hatásokra lehet következtetni, nem minden esetben függetleníthető egymástól, hiszen több indikátor is korrelál egymással, azaz ugyanarra vonatkozóan mutat ki eredményt. Itt leginkább a folyamatokat különítettem el. Az egyes változások kapcsán először leírom magát az indikátort és hogy mit mértem vele, majd a vizsgálat eredményét és a következtetést ismertetem.

Átlagos erdőfoltméret növekedése

Az elemzés során megállapítottam, hogy miként változott az átlagos foltméret a megyén belül, és hogy mennyire lett összefüggőbb a táj (megye).

Vizsgálat eredménye: A foltméret változását megyei szinten vizsgáltam meg, ezen belül is az egyes forgatókönyvekben telepített erdőfoltokra végeztem el. Az átlagos foltméret az első változatban (gyenge erdősítés) csökkent; a második – de főleg az erős erdősítés során a kiinduláshoz képest 4,6x-orosára nőtt. Emellett meg kell egyezni, hogy az összfoltszám nem

növekedett (kivéve a gyenge és a közepes erdősítés során). Ez azt mutatja ki – amit például az ábrarészlet (23. ábra) is láthatunk, hogy a tájban egyre összefüggőbb és nagyobb foltot alkotnak az erdők.



23. ábra - A foltméret változása az erdősítések során - Szerző szerkesztése, 2014

Következtetés: A nagyobb foltméret azoknak a fajoknak kedvez leginkább, amelyek élőhelye a szegélytől távolabb található. Tehát, ha egy folt nagyobb, akkor ezeknek a fajoknak nagyobb lesz az abundanciájuk (borítás, denzitás) abban az adott foltban.

A foltterület növekedése továbbá azt jelenti, hogy a táj nem fragmentálódott, hanem kevesebb, de sokkal összefüggőbb foltok jöttek létre, tehát egyre homogénebbé vált a táj. A nagyobb foltok pedig sokkal ellenállóbbak (~stabilabbak) a diszturbanciával (zavarással) szemben.

A foltok összefüggősége azt is jelenti, hogy a tájban az erdőterületek konnektivitása (összekapcsoltsága), folytonossága egyre inkább nőtt: ám szem előtt kell tartani azt, hogy ezek az életterek nem azonosak a természetes erdőkkel, sem szerkezetükben (magasság, életkor), sem pedig diverzitásukban.

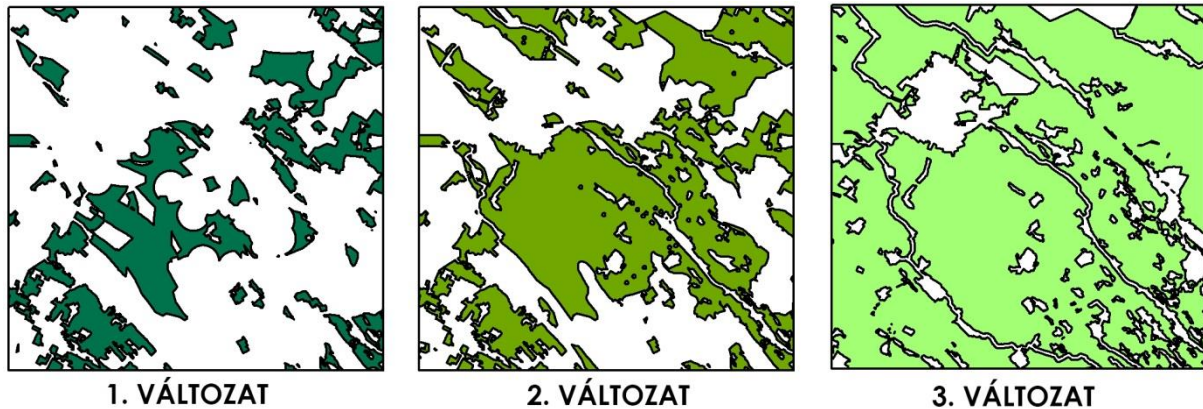
Az erdőszegélyhossz és az erdőszegélyszűrűség változása

Indikátor leírása: A szegély mutatók közül a szegélyhossz és az egységnyi területre eső szegélyhossz vizsgálatával foglalkoztam. A szegélyhossz megmutatja a tájban található összes folt szegélyeinek összes hosszát azaz: egységnyi területen belül a belső határvonalak összes hosszát. Ha a szegély sűrűsége nagyobb, akkor az azt jelenti, hogy egy hektáron belül sok, összetett formájú folt található.

Vizsgálat: Az egyre nagyobb területű és egyre komplexebb alakú foltoknak a szegélye is egyre növekszik. A 24. ábrán az első változatban egy komplex erdőfoltot látunk, amely a harmadik változatra egy nagyobb, egyszerűbb foltta alakul. Meg kell jegyezni azonban, hogy ez csak egy

példa a sok folt közül, amely a tájban található – tehát ennek ellenére az átlagos alaki index például egyre összetettebb foltok megjelenését mutatja.

Ezzel szemben a szegélysűrűség nem növekedett, amiből arra lehet következtetni, hogy azért csökkent a szegélysűrűség, mert egyre nagyobb és összefüggőbb foltok jöttek létre.



24. ábra - A szegélysűrűség csökkenése összefüggőbb foltok megjelenésével - Szerző szerkesztése, 2014

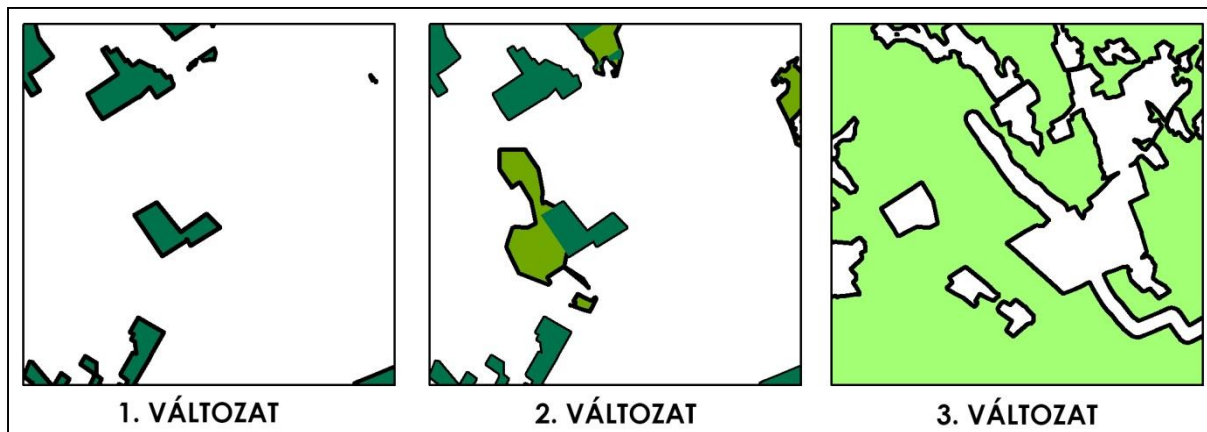
Következtetés: A szegély növekedése kedvez a szegélykedvelő fajoknak: nő azok abundanciája és diverzitása is. Erdőszegélyek megjelenése szántóföldek mellett védő hatással lehet azokra: csökkenti a szél sebességét, ezáltal növelve a terméshozamokat az érintett területeken. A szegélyhatás fajspecifikus, ezért a szegély paramétereinek megváltozása nem ugyanolyan mértékben hat minden fajra. (Báldi előadás, ELTE-TTK)

Erdőfoltok alakjának átalakulása

Indikátor leírása: A V-Late modul segítségével az átlagos kerület-terület arány és az alaki index vizsgálata volt a cél abból kifolyólag, hogy a tájban található foltok alakjának változását feltárjam. Az eredmények segítségével megmondható, hogy a foltok egyre egyszerűbbek, avagy komplexebbek lettek.

Vizsgálat eredménye: A legegyszerűbb alakzatok a négyzet és a kör, ezek alaki indexének értéke 1. Minden ettől magasabb érték azt jelzi, hogy az adott folt alakja egyre komplexebb, egyre szabálytalanabb formát ölt. Ezt a folyamatot mutatta ki az átlagos alaki index (MSI) alakulása is az egyes változatokban: a kezdeti 2 és 2,2 érték az erős erdőtelepítés végére 3,46 lett. Ez azt jelenti, hogy a megyében a foltok alakja egyre komplexebbé vált. Ezt a folyamatot mutatja be a mintaterület egy kis részén a 25. ábra.

Következtetés: Az alaki index értékének változása azt mutatta ki, hogy a kiinduló változatban még viszonylag egyszerűbb foltokat (MSI=2) láttunk, mint a többiben (MSI=2,2 majd 3,46). Tehát, a különböző, változatos alakú foltok egyre nagyobb mértékű összenövésével azok még inkább komplexebbé válnak.



25. ábra - Egyre komplexebb alakú foltok létrejöttének folyamata, M = 1:100 000 - Szerző, 2014

3.2.1. Tájjelleget befolyásoló vizuális változások

Az alábbiakban a vizuális indikátorok alkalmazása révén kapott eredményeket mutatom be.

3.2.1.1. Táj nyitottság-index változása

Az alábbiakban az egyes változatnál a táj nyitottság változásának mértékét követhetjük végig a 14. táblázatban. Ha megnézzük az adatokat, akkor a nyitottság mértékének csökkenését figyelhetjük meg, ahogy egyre több terület kerül beerdősítésre.

2000 és 2006 között a nyitottsági index -1 volt Bács-Kiskun megyét tekintve. *Az Alföldön található megyék közül* majdnem ez a legalacsonyabb érték (Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében ez -2,54% volt), tehát ott még markánsabb volt a csökkenés. Ilyen tekintetben a legkisebb változás Békés-megyét érintette, ahol -0,06 volt a nyitottsági index változásának mértéke. **Hazai viszonylatban** a két szélsőérték a következő: -2,54% (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye) és Zala megyében, ahol 0,32% volt 2000 és 2006 között.

14. táblázat - A táj nyitottság index változása 2006 és az egyes erdőtelepítési változatok között – Szerző, 2014

Scenáriók	Bázisidőszak (2000 és 2006)	1. Scenárió (2006 és gyenge erdősítés)	2. Scenárió (2006 és közepes erdősítés)	3. Scenárió (2006 és erős erdősítés)
Indikátor				
Táj nyitottsági index változása	- 1 %	- 8,6 %	- 26 %	- 46 %

Ehhez képest a többi változat esetében az index értéke a következőképpen alakult:

- *-8,6 a legalkalmasabb területek beerdősítése esetén;*
- *-26 a második változat esetében;*
- *-46% az erős erdőtelepítés következtében.*

Ez markáns csökkenést jelent a táj nyitottsága esetében. A 2. és 3. szcenárióban tapasztalt csökkenés mértéke minden bizonnyal eléri és meghaladja a tájkarakter-változás küszöbértékét (15%, Tirászi, 2011), azaz az erdősítés eredményeként tájkarakter-változás történik. Ez az eredmény messze kiugrik az eddig tapasztalt változások közül, mert a hazai változások között az 1990-2006 időszakban nem volt ilyen mértékű növekedés megyei szinten.

3.2.1.2. Láthatóság változása

Feltártam a táj láthatóságának változását, és ezzel együttesen a kiválasztott tájelem – a gémeskutak – láthatóságának változását is megvizsgáltam. Minden változathoz elkészítettem a terület láthatóságát a domborzat alapján – mindig beleszámítva az új telepítésű erdők magasságát, a 8 métert, majd pedig a gémeskutak láthatóságát vizsgáltam meg.

A láthatóság értékei 0 és 14 között voltak; ez a szám azt fejezi ki, hogy azt az adott gémeskutat az 5 km-es sugarú területről hány pontból lehet látni. Ezekhez az értékekhez %-ot rendeltem, majd így néztem végig az egyes változatokban a láthatóság-változását, amelyet egy kis területen be is mutatok (26. ábra).

A 26. ábrán látszik, hogy a zöld színnel jelölt, a terület 100%-ról jól látható gémeskutakból egyre kevesebb lesz az egyre nagyobb volumenű erdősítések hatására. A világoskék illetve sötétkék színnel jelölt kutak láthatósága 0 és 40 % között van; ezekből is egyre több lesz, tehát egyre több gémeskút lesz kevésbé látható.

3.2.1.3. Következtetések a tájképi változásokra vonatkozóan

Ebben a fejezetben a tájjelleget, tájkaraktert befolyásoló változásokat tárom fel Bács-Kiskun megyére vonatkozóan. Az első indikátor a táj nyitottsági index volt, a másik pedig egy láthatósági elemzés, amelyet a gémeskutak példáján keresztül szemléltettem.

A táj nyitottságának változása

Jelen esetben azt vizsgáltam, hogy az erdősítés hatására milyen mértékben változott meg a táj nyitottsága – hiszen maga az erdő egy zárt eleme a tájnak, ezért mindenképp csökkenésre lehet számítani.

Vizsgálat eredménye: a CLC 2006-os felszínborítás-változás-térkép képezte az alapot, az itt kiszámított indikátor a 2000 és 2006 között bekövetkezett nyitottság-változást mutatja meg, amely 9% volt. Ehhez képest, azaz a nyitottság egyre nagyobb mértékű csökkenése figyelhető meg: a gyenge erdősítéskor ennek területi intenzitása még csak majdnem 9%, volt ám a harmadik változatkor ez az érték már 46%.

Következtetés: Az egyes erdősítések kapcsán a látóhatár egyre nagyobb beszűkülését figyelhetjük meg. Az Alföld pusztája jellege; a sík, szántóföldek által uralta táj egyedisége el fog veszni, ha egyre nagyobb volumenű erdősítés következik be. A tájkarakter megváltozásának küszöbértéke Tirászi szerint 15% (Tirászi, 2011), tehát jelen esetben a közepes erdősítés kapcsán már jelentős tájkarakter-módosulás következik be. Ugyanez vonatkozik a tájat meghatározó, karaktert adó tájelemek vagy a fontos rálátások, kilátások eltűnésére is. Tájékozódási pontok – például templomtornyok - láthatóságának megszűnése szintén nem kívánatos.

A legnagyobb változás olyan területeken következne be, ahol korábban szántóföldek voltak. A harmadik forgatókönyv szerint az erdősítés majdnem 70%-a ilyen területen történne meg. Viszonylag nagy erdősítés érintené a szőlőterületeket (~6%), az átmeneti erdős-cserjés területeket (5,2%) és az intenzív legelőket valamint degradált gyepeket (4,5%).

Utak – különösen gyorsforgalmi utak, autópályák mentén - a táj záródása – nyílt szántóföldek helyett erdők megjelenése – negatívan hat, csőszerű érzetet kelt, monotonná válik maga az utazás is. Általában olyan tájban kellemes (és biztonságosabb) utazni, ahol az utak mentén először szántók találhatók, majd utána következik a zártabb erdő. A monotonitás csökkentésével maga az utazás biztonságosabbá tehető. (Good Road Guideline, 1992) Az út menti erdősáv, erdősítés kitakarja például a környező tájat, településeket; elveszik a kapcsolat

a közvetlen környezettel. Erős hófóvással kitett szakaszokon is csak az út nyomvonalától számított 20-25 méter múlva ajánlott erdősáv telepítése. (Csimá, 1999)

A táj láthatóságának csökkenése

A táj, tájrészletek láthatósága alapvetően függ a domborzattól, de a tájban található nagyobb kiterjedésű vertikális elemek is jelentősen befolyásolják azt. Mivel kutatásomban fás szárú ültetvénytelepítést vizsgálok, ezért fontosnak tartottam feltárni, hogy az erdősítés hatására hol miként változik a vizuálisan jelentős tájelemek láthatósága.

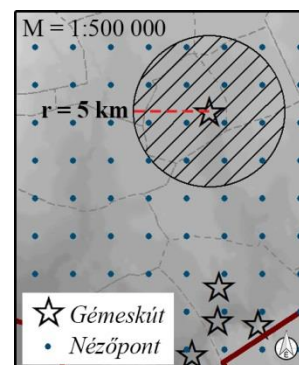


26. ábra - Gémeskút az alföldi tájban -
Forrás: www.sirbuday.hu/blog

Az Alföld, amelynek legnagyobb része művelés alatt álló szántókból áll, sík táj, éppen ezért bizonyos tájelemek már messziről jól látszanak. Közülük is a gémeskutakra (27. ábra) koncentrálok, hiszen azok jelentős elemei a mezőgazdasági kultúránknak. Bács-Kiskun megyében összesen 3456 db gémeskút található (TÉKA adatbázis), ezért úgy gondolom, vizsgálatuk reprezentatív eredményt ad.

Vizsgálat: Felszínmodell alapján megvizsgáltam, hogy a gémeskutak közül melyik milyen mértékben látható. A vizsgálati terület minden gémeskút esetén a gémeskút körüli 5 km-es sugarú körben történt. A kapott eredmény azt mutatja be, hogy az adott gémeskút ebben a vizsgálati területben hány pontról volt látható (28. ábra). A telepített erdők kapcsán az elérhető maximális magasságot, azaz 8 méteres értéket vettem figyelembe. A bázisévhez (2006) képest az egyes scénáriókban az alábbi változások történtek:

- a bázisévhez képest egyre kevesebb olyan gémeskút volt, amely a terület legalább feléről jól látható volt;
- egyre több gémeskút láthatósága csökkent, vagy szűnt meg teljesen;
- a nagyon jól (a terület több, mint feléről) látható gémeskutak száma egyre csökkent.



27. ábra - A gémeskutak láthatóságának vizsgálati módszere - Szerző, 2014

Következtetés: Az elkészített domborzati modellek alapján elmondható, hogy az erdőterületek növekedésével a táj egyre nagyobb mértékű záródása vizuálisan is számottevően bekövetkezett, tehát egyes tájrészletek láthatósága jelentős mértékben megváltozott, módosult – így a gémeskutaké is. Míg a kiinduló állapotban a gémeskutak majdnem 20%-a volt jól látható a tájban, ez az erős erdősítésbeli állapotban mindössze 8,7%-ra csökkent: egyre több gémeskút vált nem láthatóvá.

3.3. Optimális változat

Az alkalmasság-elemzésre építő három erdőtelepítési változat vizsgálata, és a következtetések levonása után a rendszert további szempontokkal egészítettem ki, annak érdekében, hogy egy optimális változatot javasolhassak.

A termőhelyi és az általam kiválasztott területi sajátosságokra építve az alábbi szempontok szerint lehet még kijelölni területet faültetvény telepítésére:

- **Megyei területrendezési terv övezetei,**
- **Kiemelt üdülőkörzetek (országos szinten)**
- **Egyedi tájértékek,**
- **Erdősültség maximuma,**
- **Gyorsforgalmi utak,**
- **Turistautak,**
- **Gyárok és ipari parkok,**
- **Szennyvíztisztítók és hulladéklerakók,**
- **Leghátrányosabb települések.**

A továbbiakban azt fejtem ki, hogy e szempontokat miért fontos figyelembe venni, ha energetikai célú erdőt szeretnénk telepíteni hazánkban.

1. **Megyei területrendezési terv övezeteit** azért érdemes és kell figyelembe venni, hiszen azok kijelölik azokat a területeket, ahol egyáltalán lehetséges új erdőterület kijelölésen, valamint előírásokat is tartalmaznak rájuk vonatkozóan, hogy hány %-ot kell erdő területfelhasználási kategóriába sorolni.

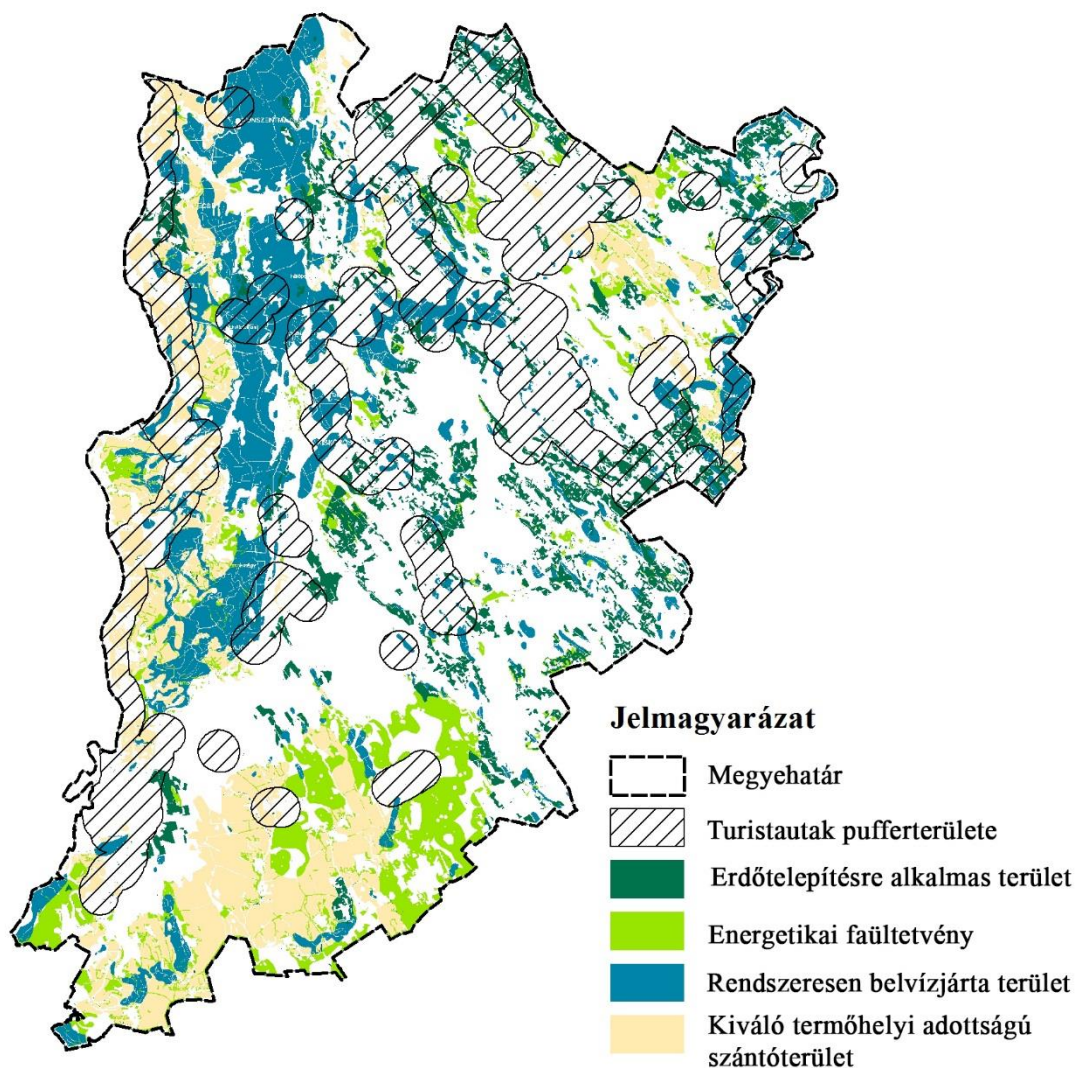
- *kiváló termőhelyi adottságú szántóterületet* azért nem kívánatos beerdősíteni, hiszen a népesség élelemellátása előbbre való, amire e területek pedig kiválóan alkalmasak növénytermesztésre – tehát ez mindenképp kizáró oknak tekinthető.
- *tájképvédelmi szempontból kiemelten kezelt övezet* által érintett területek esetében maga a tájkép az, ami egyedi, jellegzetes és ezért megőrzendő. Emiatt telepítést kizáró oknak kell tekinteni, hiszen az energetikai ültetvények tájkép szempontból kevésbé diverzek, mint a természetes erdők.
- *kiemelt fontosságú meglévő honvédelmi terület* környezetében takatásként
- *erdőtelepítésre alkalmas területek* olyan területek, amelyek temőképessége igen alacsony, ezért élelmiszertermelésre kevésbé alkalmasak. Ezeken a területeken elsősorban gazdasági, vidékfejlesztési és környezetvédelmi okok indokolják az erdők telepítését, és azt természetvédelmi okok nem zárják ki. Viszont meg kell jegyezni, hogy az alkalmasság-elemzés során ezek a területek „leértékelődtek”.

- **világörökségi területek** közül vannak kulturális és természeti világörökségi helyszínek, melyeket törvény szerint jelöltek ki. A természeti örökség szempontjából tehát nem mindegy, hogy annak környezetében lesz-e egyöntetű energiaültetvény, vagy sem – ez főként tájképi szempontból kizáró ok. Ezeket a területüket páratlan természeti adottságaik alapján jelöltek is, és sérülékenyek is az emberi hatásokkal szemben, ezért védeni kell őket.
- **rendszeresen belvízjárta területeken** gyakran nagy mennyiségű csapadékvíz gyűlik össze. A fűz és nyár fajok ugyan időszakos vízborítottságot bírják, de a pangó vizet nem szeretik. Ráadásul a belvíz nem csak a (gép) betakarítást nehezíti meg, hanem az egyéb munkálatokat is, pl.: ápolást.
- **szélerózióknak kitett területeken** telepített erdők faegyediben főleg a telepítést követő években tehet kárt az erózió, ezért ezeken a területeken csak fokozottan érdemes telepítést végrehajtani.

(Forrás: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0300026.TV)

2. **Kiemelt üdülőkörzetek területén (2005-ös OTK szerint)** - országos elemzés esetén! - például a Balaton kiemelt üdülőkörzet esetében, táji, természeti és települési környezeti minőség védelme céljából lett kijelölve e régió. mindemellett figyelembe véve az idegenforgalom minőségi fejlesztését is. Éppen emiatt az egyedi, karakteres táj megőrzésének céljából egyöntetű ültetvényerdő telepítése nem javasolt.
3. **Egyedi tájértékek (TÉKA adatbázis, www.tajertektar.hu)** – itt akár a tájban karakteresen, messziről jól látható értékek láthatósága csökkenhet az erdősítés hatására, ahogy azt már a gémeskutak esetében is. A tájérték jelentősége szerint meghatározott puffterület figyelembevétele mellett meghatározható az a terület, amelyen belül erdősítés nem történhet meg.
4. **Erdősültség maximuma** az országban a NÉBIH 2013-as adatai alapján 38,9%, ami jelenleg Nógrád megyére vonatkozik. Az Alföld hat megyéje (Bács-Kiskun, Békés, Csongrád, Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye) közül Bács-Kiskun és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye a legerdősültebbek, területük mintegy 21%-án található erdő. A többi megye erdősültsége 11% vagy az alatti, tehát e megyék között nagy a különbség, amely további erdősítéssel ez csak még tovább fokozódik.

5. **Gyorsforgalmi utak közvetlen környezetében** elsősorban vizuális és biztonsági szempontok miatt nem szerencsés összefüggő erdő telepítése. Utak környezetében 20-25 km-es távolság után kezdődjenek az erdősávok.
- (*Good Road Guideline, 1992 és Csima, 1999*)
6. **Turistautak közvetlen környezetében** (www.tahu.hu) nem csak tájképi szempontokat kell figyelembe venni - például hogy értékes kilátást ne takarjon ki egy összefüggőbb erdőfolt-, hanem tájékozási szempontból is zavaró lehet, ha hosszú
7. *Állóvizek*
8. **Leghátrányosabb településeken** (*TEIR adatbázis*) elsősorban társadalmi szempontból lenne kedvező, hiszen nem csak a betakarítás idejére biztosít munkalehetőséget, hanem szinte egész évben, kezdve a telepítéstől, a gondozáson át egészen a faápolási munkálatokig, amelybe akár közmunkaprogramon keresztül is csatlakozni lehet.



Az optimális változatra egy példatérképet is készítettem, ahol az alábbi szempontokat jelenítettem meg:

- **Kizáró szempontok:** kiváló termőhelyi adottságú szántóterület, rendszeresen belvízjárta területek és turistautak (2,5 km-es pufferterület figyelembevételével);
- **Erősítő szempontok:** erdőtelepítésre alkalmas területek és erdőtelepítésre alkalmas területek.

Az optimális változat elősegíti a területrendezést érintő jogi keretekhez való alkalmazkodást. A kizáró tényezőkkel elkerülhető, az erősítő tényezők pedig még jobban alátámasztják ültetvényerdő telepítésének legitimitását (és a terület alkalmasságát) az adott területen. Energetikai céllal telepített erdőültetvények e további szempontok figyelembevételével valósuljanak meg.

4. ÖSSZEGZÉS, KITEKINTÉS

Kutatásom során célom az volt, hogy feltárjam az energetikai faültetvények telepítésének tájra gyakorolt hatásait egy kiválasztott mintaterületen keresztül. A mintaterületi választást – Bács-Kiskun megye – egyrészt a személyes kötődés (Kecskeméti lakos vagyok) másrészt pedig a következő kérdés megválaszolása motiválta: mi történik akkor, ha a stratégiákban előirányzott faültetvény-telepítések megvalósulnak egy olyan, sík és szántóföldek uralta tájban, mint az Alföld?

A kérdés megválaszolására a felállított szempontrendszer szerint először feltártam a megye potenciálját fás szárú energetikai ültetvények telepítése tekintetében, majd különböző forgatókönyveket vizsgáltam meg gazdasági, ökológiai és vizuális indikátorok segítségével. A kapott eredmények révén következtettem a telepítés tájra gyakorolt hatásaira.

Maga a telepítés gazdasági szempontból megtérülne, hiszen több faanyag felhasználása révén egyre inkább csökkenthető lenne a fosszilis tüzelőanyagok, a földgáz és faszén használata. Lokális felhasználásra törekedve, közintézmények és lakossági egy részére helybeni energiaellátást biztosítana. Ökológiai szempontból kissé árnyaltabb a helyzet; itt a hazai és Európai Unió védettség alatt álló területek (és jelölő élőhelyek, fajok) miatt óvatosan kell kezelni a telepítést.

Végül pedig vizuális indikátorok alkalmazásával a táj nyitottságának változását és a táj, valamint tájelemek láthatóságát vizsgáltam meg. Feltártam, hogy bizonyos fokú erdőtelepítés után elveszne az Alföldre jellemző tájkarakter; utak mentén fontos átlátások, kilátások tűnnének el, és tájelemek láthatósága csökken (vagy teljesen megszűnik).

Úgy gondolom, hogy ezeket a következményeket együttesen vizsgálva kell a telepítéseket elvégezni. Dolgozatommal célom volt egy olyan módszertan kialakítása, amelyet az ország bármely más területén – a területi sajátosságok, adottságok figyelembe vétele mellett – alkalmazni lehet, és amely feltárja, hol lehet racionális és fenntartható keretek között energetikai céllal fás ültetvényeket telepíteni.

FORRÁSJEGYZÉK

Nyomtatott irodalomjegyzék

- Botequilha Leitao, André; Miller, Joseph; Ahern, Jack; McGarigal, Kevin (2006): *Measuring Landscapes – A Planner’s Handbook*. Island Press, Washington, Covelo, London.
- dr. Csima Péter, Kincses Krisztina (1999): *Tájrehabilitáció*. Egyetemi Jegyzet. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Tájépítészeti-, -Védelmi, és Tájfejlesztési Kar, Budapest.
- DEFRA (2004): *Best Practice Guidelines for Applicants to DEFRA’s Energy Crops Scheme. Growing short rotation coppice*. Defra Publications, London.
- Forman, Richard T.T. (1995): *Land Mosaics – The Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge University Press, Harvard University.
- Jombach Sándor (2014): *Passzív képalkotó távérzékelés a tájkarakter-elemzésben*. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar, Budapest.
- Láng István (szerk.) (2002): *Környezet- és Természetvédelmi Lexikon I-II. kötet*, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Liebhard, Peter (2009): *Energetikai faültetvények – Rövid vágásfordulójú faanyagtermelés – A jövő nyersanyaga*. Cser Kiadó, Budapest.
- McGarigal, K. : *Landscape Metrics for Categorical Map Patterns*.
- Primusz Péter, Péterfalvi József, Kisfaludi Balázs, Biczó Balázs (2011): *Faanyagmozgatás hatása az erdészeti úthálózatok szállítási és fenntartási költségeire*. Erdészettudományi közlemények, 2011. 1. évf. 1. sz., 135-151. oldal.
- Stefanovits Pál (szerk.) (2010): *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Szabó Szilárd (2009): *Tájmetriai mérőszámok alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a tájanalízisben*. Habilitációs értekezés. Debreceni Egyetem, Természetudományi és Technológiai Kar, Debrecen.
- Tirászi Ágnes, Terpó Veronika és Konkoly-Gyúró Éva (2011): *Tájváltozás vizsgálata múltbéli és jelenkori fényképfelvételek alapján a Fertő tájon*. Tájökológiai lapok. 11/2. pp. 325-333. in Jombach Sándor (2014): *Passzív képalkotó távérzékelés a tájkarakter-elemzésben*. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar, Budapest.

- Túri Zoltán – Szabó Szilárd (2009): *Néhány tájmetriai mutató és a felbontás kapcsolatának vizsgálata egy Tiszazugi tájrészleten*. Debreceni Egyetem, TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen.
- Vágvolgyi Andrea (2013): *Fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig: üzemeltetésük, hasznosításuk alternatívái*. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.

Koncepciók, stratégiák

- Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv 2010 – 2020, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (*rövidítése: Cselekvési Terv*)
- Nemzeti Biodiverzitás Stratégia – A biológiai sokféleség megőrzésének nemzeti stratégiája (2014 – 2020)
- Vidékfejlesztési Program 3.0 (2014-2020), Vidékfejlesztési Minisztérium

Törvények, rendeletek, határozatok

- 45/2007. (VI. 11.) FVM rendelet a a fás szárú energetikai ültetvények telepítésének engedélyezése, telepítése, művelése és megszüntetése részletes szabályairól, valamint ezen eljárások igazgatási szolgáltatási díjáról.
- 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről.
- OTK

Előadások

- Heim Anita¹ – Báldi András² előadása a szegélyhatásról. ¹ELTE TTK Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, ²MTA-MTM Állatökológiai Kutatócsoport.
- Dr. habil. Sallay Ágnes: Környezetvédelem előadások, Budapesti Corvinus Egyetem. Tájépítészeti Kar

Internetes források

- NÉBIH, Erdészeti adatok, 2013, http://www.oee.hu/upload/html/2014-02/NEBIH_leporello.pdf
- Országos Meteorológiai Szolgálat, www.met.hu, http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evek_idojarasa/
- www.energia.ma
- Fragstats Landscape Metrics: <http://iale.org.uk/files/pdfs/Fragstats-Landscape-Metrics-Considerations.pdf>

- Erdészeti Lapok (Dr. Bai Attila, 2007):
<http://www.erdeszetilapok.hu/?page=view&id=268>

Képek internetes forrásai:

1. kép – www.elte.prompt.hu
2. kép – www.m.privatbankar.hu
3. kép – www.foerdesz.hu
6. kép – www.brikett.ewk.hu/futoertek
8. kép – www.brikett.ewk.hu/futoertek
17. kép – www.pasztolife.hu
19. kép – www.sirbuday.hu/blog

Adatbázisok:

- KSH községsoros adatok
- Egyedi téjértékek – TÉKA adatbázis, www.tajertektar.hu
- Turistautak – www.tahu.hu

MELLÉKLET

SZEMPONT		ADOTTSÁG	PONTSZÁM	INDOKLÁS
KÓD				
TALAJVISZONYOK				
T _g	Genetikai talajtípus	Réti talajok közül: réti talaj, lápos réti talaj, réti öntéstalaj Öntéstalajok: nyers öntéstalaj Csernozjom talajok: mélyben sós és alföldi mélyben sós mészlepedékes talaj, mélyben sós és mélyben szolonyeces réti csernozjom talajok	1	Réti és öntés talajok vízgazdálkodási tulajdonsága és tápanyag-ellátottságuk is igen kedvező. A csernozjom talajok tápanyag-ellátottsága szintén kedvező, és jó vízáteresztő- illetve megtartó képességűek.
		Láptalajok: síkláptalaj Barna erdőtalajok: Csernozjom BET, és Ramann-féle barnaföld	0,5	Jó tápanyag-ellátottságúak és jó vízgazdálkodási tulajdonságokkal (~ jó vízmegtartó képesség) rendelkező talajok, amelyekben a humusztartalom is magasabb.
		Szikes talajok: szoloncsák, szoloncsák-szolonyec, réti szolonyec, sztyeppesedő réti szolonyes talaj Váztalajok: futóhomok, humuszos homoktalaj Réti talaj: szolonyeces réti talaj Csernozjom talaj: csernozjom jellegű homoktalaj	0,1	A szikes talajok magas sótartalmúak és kötött talajok, emiatt a legkevésbé alkalmasak. Kedvezőtlen vízgazdálkodási tulajdonságú és alacsony tápanyag-ellátottságú valamint humusztartalmú talajok.
T _v	Talajvíz szintje	1 méter alatt	1	Hazánkban leggyakrabban használt fafajok a nyár és fűzök közül kerülnek ki, melyek vízigényes fajok. Ezért fontos, hogy az adott területen a talajvíz a fa gyökérzete számára elérhető közelségben legyen. Ezek a fafajok időszakos vízborítottságot is elviselnek.
		1 és 2 méter között	0,8	
		2 és 4 méter között	0,6	
		4 és 8 méter között	0,3	
		8 méter felett	0,1	
T _r	Termőréteg vastagsága	100 cm felett	1	A termőréteg a talaj azon rétege, amelyet a növény a gyökérzete által hasznosítani tud, ahonnan tápanyagot és vizet vesz fel. Éppen ezért jelentősége van annak, hogy ez a réteg milyen vastag. Minél vastagabb, annál nagyobb területről tud tápanyagot felvenni a növény.
		70 és 100 cm között	0,8	
		40 és 70 cm között	0,6	
		20 és 40 cm között	0,3	
		20 cm alatt	0,1	

Melléklet 1. ábra - Bács-Kiskun megye adottságainak értékelő táblázata - Szerző, 2014

SZEMPONT		ADOTTSÁG	PONTSZÁM	INDOKLÁS
FELSZÍNBORÍTÁS (CORINE LAND COVER 100)				
KÓD	Megnevezés	A megyében előforduló Corine kódok		
F	Erős erdőtelepítési potenciállal rendelkező területek	Pl.: szántó, ritkás növényzet és meglévő erdők 211, 231, 242, 243, 311, 312, 313, 321, 324, 333	1	Azon területek, ahol a legegyszerűbb új faültetvény telepítése.
	Közepes erdőtelepítési potenciállal rendelkező területek	Pl.: szőlő, gyümölcsös 141, 221, 222	0,5	Olyan területek, ahol kis átalakításokkal alkalmas lenne a terület erdőtelepítésre, ám ültetvény telepítése nem kívánatos.
	Erdőtelepítési potenciállal nem rendelkező területek	Pl.: település, állóvizek, repülőterek, lápok 112, 121, 122, 124, 132, 133, 142, 411, 412, 511, 512	0	Ültetvény telepítése ezeken a területeken fizikailag sem lehetséges.
VÉDETTSÉGI KATEGÓRIÁK				
NV	Nincs védettség	-	1	Ha a területen nem érvényesül természetvédelmi oltalom, akkor ott elméletileg jogszabályi szinten nincs akadálya ültetvény telepítésének.
E	Európai Unió szintű	Natura 2000 SPA, SCI	0,2	Európai Unió szintű védettségi fokozat, ahol a jogszabályok kötöttek, nem hazai fennhatóság alá tartoznak. Erdőtelepítés kizárólag őshonos fajokból lehetséges.
O	Országos szintű	Nemzeti Ökológiai Hálózat, nemzeti park, tájvédelmi körzet, természetvédelmi terület	0	Védett természeti területen ültetvény telepítése nem lehetséges, valamint e területen található erdők elsősorban védelmi, és nem gazdasági rendeltetésűek.
ÚTHÁLÓZAT				
Ut	Távolság	1000 méteren belül	1	Az úthálózatnak a faanyag szállításában van szerepe, éppen ezért ahol van a közelben út, az jobb, mivel ott a szállítási költségek alacsonyabbak.
		1000 és 1500 méter között	0,9	
		1500 és 2000 méter között	0,8	
		2000 és 2500 méter között	0,7	
		2500 méternél távolabb	0,6	
DOMBORZAT				
Lejt	Lejtő-viszonyok	3 % alatt	1	A lejtésvizonyok a gépi betakarítás során jelentősek, mivel bizonyos lejtőfok felett a gépi betakarítás nem lehetséges.
		3 és 7 % között	0,8	
		7 és 12 % között	0,6	
		12 és 15 % között	0,4	
		15 % felett	0,2	

Melléklet 1. ábra (folytatás) - Bács-Kiskun megye adottságainak értékelő táblázata - Szerző, 2014

Melléklet 1. táblázat - Az ökológiai indikátorok eredményei. Készült az ArcGIS V-Late és a Patch Analyst kiegészítő programjaival. – Szerző, 2014

Scenáriók		Kiinduló állapot	1. Változat	2. Változat	3. Változat
Ökológiai indikátor					
FOLT	Összfoltszám (db)	513	1 149	1 206	504
	Átlagos foltméret (ha)	241,54	172,12	293,86	1 123,93
SZEGÉLY	Szegélysűrűség (km/ha)	483	456	327	189
	Összes szegélyhossz (km)	5 980	8 975	11 576	10 705
	Átlagos foltszegélyhossz (km)	11,6	7,8	9,6	21
ALAK	Átlagos terület/kerület arány (m/ha)	1,3	1,35	1,39	1,45
	Átlagos alaki index	2,2	2	2,2	3,46