

HAZAI ERDŐKBEN TÁROLT SZÉNVAGYON

Facsó Ferenc¹ – Kolozs László²

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, 9400 Sopron Bajcsy-Zsilinszky út 4.

² Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal- Erdészeti Igazgatóság
ffacsko@emk.nyme.hu

Kivonat – Nemzetközi szerződések aláírásával Magyarország kötelezettséget vállalt arra, hogy a továbbiakban fenntartható gazdálkodást folytat. Tanulmányunkban azt szeretnénk bemutatni, hogy az Országos Erdőállomány-adattár használatával hogyan tudunk ezen kötelezettségünknek megfelelni.

Kulcsszavak: ökológiai lábnyom / fenntarthatóság / klímaváltozás / szénmegkötés

Abstract – Having signed international treaties, Hungary has entered into a commitment to continue with sustainable development. In our paper we want to show how the Hungarian government can meet these obligations using the Forestry Database.

Keywords: Ecological Footprint / sustainability / climate change / carbon sequestration

Az ökológiai lábnyom csökkentésének szükségessége

Az ökológiai lábnyom egy, az erőforrás-menedzselésben és társadalomtervezésben használt érték, ami kifejezi, hogy adott technológiai fejlettség mellett egy közösségnek milyen mennyiségű földre és vízre van szüksége önmaga fenntartásához és a megtermelt hulladék elnyeléséhez. Az ökológiai lábnyom fogalmához szorosan kapcsolódik a biológiai kapacitás fogalma, ami azt takarja, hogy mennyi biológiailag produktív terület – szántóföld, legelő, erdő és halászterület – áll rendelkezésre a Földön, vagy az adott országban, térségben.

A számítás a következő előfeltételekből indul ki:

- bármely áru és szolgáltatás előállításához és használatához az ökológiai lehetőségek fajtáitól függ;
- nyomon lehet követni a felhasznált erőforrásokat és a termelt hulladékot;
- a felhasznált ökológiai „szolgáltatások” földterület-egyenértékké alakíthatók;
- az így egységesített területek összegezhettek;
- az így kiszámított terület összevethető a rendelkezésre álló biológiai szolgáltatásokkal.



Forrás: The Ministry of Environment, New Zealand

1. ábra: Az ökológiai lábnyom összetevői

A fenti feltevéseket figyelembe véve az ökológiai lábnyom öt összetevőből, úgynevezett földhasználati osztályból tevődik össze (az 1. ábra szerint balról jobbra haladva):

- ① biológiailag produktív vizek (halászierületek)
- ② beépített területek (épített környezet – leromlott föld, visszafordíthatatlanul beépített terület)
- ③ biológiailag produktív termőföldek (jelenleg használt földterületek (kert, szántó, legelő, kezelt erdő) – visszafordíthatóan beépített terület, művelt rendszerek, módosított rendszerek)
- ④ széndioxid-föld (a fosszilis energia-használatával „kisajátított” föld)
- ⑤ korlátozottan használható föld (természetes ökológiai rendszerek – érintetlen őserdők, sivatagok, jégsapkák)

Az első három kategória (①, ②, ③) egyértelmű, bővebb magyarázatot nem igényel. Az energia területegységben (④) történő kifejezésére több logika mentén történt próbálkozás. Mára az a számítási módszer elfogadott, hogy meghatározzuk annak az erdőterületnek a nagyságát, amely a kibocsátott CO₂ megkötéséhez szükséges. A legutolsó kategória (⑤) értelmezése az utóbbi időben kibővült. Az eredeti jelentés szerint ez nem tartozna bele az ökológiai lábnyom értékébe, hiszen a természetes ökológiai rendszereket soroljuk ide. A mostani számításoknál „elvárt”, hogy a felhasznált – vagy inkább elhasznált – földterület mellett mintegy 10-12%-nyi területet hagyjunk érintetlenül, a biodiverzitás megőrzése céljából (WACKERNAGEL – REES 2001, 102. o.).

Mind az ökológiai lábnyom, mind a biokapacitás mértékegysége a globális hektár (gha), amely egy olyan hektárnak felel meg, ahol a termelékenység egyenlő a Föld 11,2 milliárd bioproduktív hektárjának átlagos termelékenységével. Ezek alapján egy átlagnál magasabb termelékenységű termőföld egynél több globális hektár, az átlagnál alacsonyabb termelékenységű föld egy hektára pedig egynél kevesebb globális hektár.

Az értékeket egy szorzással állítjuk elő:

$$EF = \frac{P}{Y_N} \cdot YF \cdot EQF, BK = A \cdot YF \cdot EQF \quad (1a, 1b)$$

EF: az ökológia lábnyom értéke (gha);

BK: a biológiai kapacitás értéke (gha);

P: a felhasznált termék mennyisége (liter, kilogramm stb.);

Y_N: termékenység faktor – a számlálóban szereplő termék megtermelésekor elért terméshozam (*ha);

A: a rendelkezésre álló földterület (ha)

YF: nemzeti szorzótényező – mértékegység nélküli érték (2010-es értékek Magyarország esetében: szántó: 1,1; erdő: 2,6; legelő: 1,9);

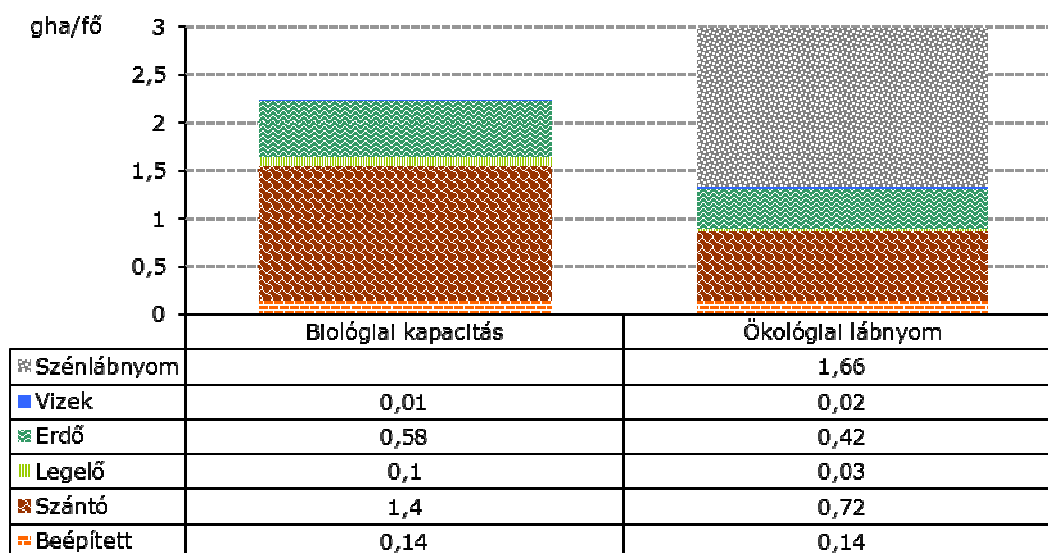
EQF: egyenértékűségi faktor – ez egyes földhasználati osztályok „kiegyensúlyozását” szolgálja; mértékegysége gha/ha (2010-es értékek: szántó: 2,51; erdő: 1,26; legelő: 0,46; beépített terület: 2,51) (EWING et al. 2010).

Az ökológiai lábnyom globális szintű változását vizsgálva azt a kijelentést tehetjük, hogy míg az utóbbi fél évszázadban az összetevők nagy része nem változott vagy csökkent, addig van egy komponens, ami közel ötszörösére nőtt. Ez a tényező az energiafelhasználást mutató szénlábnyom. Magyarország esetében a Global Footprint Network 2010-es adatai szerint ökológiai lábnyomunk biológiailag aktív összetevői esetében (szántó, legelő, erdő, vizek) egyiknél sem lépjük át a rendelkezésre álló biológiai kapacitást. A 2. ábrán bemutatott végelszámolásban található 0,8 gha-os deficit a másfél gha-t meghaladó szén-lábnyomunkból adódik. Ha ezt az összetevőt csökkenteni tudjuk, azaz csökkentjük az ökológiai lábnyomunkat, akkor közelebb kerülünk a fenntarthatósághoz. Ez kétféleképpen valósítható meg:

- bruttó csökkentés: ha olyan technológiára váltunk, amely kisebb széndioxid-kibocsátással jár,

- nettó csökkentés: minden olyan „technológia”, ami széndioxidot képes megkötni és tárolni.

Az 1980-as években a Meteorológiai Világszervezet egy tanulmányt jelentetett meg az éghajlatváltozás, a globális felmelegedés kockázatairól. 1988-ban létrehozták az Éghajlatváltozási Kormányközi Testületet (IPCC) a vizsgálatok koordinálására, és ezen folyamat kiemelt jelentőségű eseménye volt az 1992-ben Rióban, az ENSZ égisze alatt megtartott Környezet és Fejlődés Konferencia. A tanácskozás egyezményéhez csatlakozott országok vállalták, hogy a nettó CO₂ kibocsátásukat csökkenteni fogják. A kötelezettségek teljesítése többféle módon képzelhető el, a módszerek közötti választás esetében a költség-hatékonyság – vagyis mennyibe kerül egységnyi mennyiségű szén lekötése – döntő fontosságú tényező. A lehetséges módszerek egyike lehet az erdőgazdálkodás, amely jelentős mértékben, akár teljes egészében hozzájárulhat a kötelezettség teljesítéséhez. Az erdőknek a szén-körforgalomra gyakorolt hatása nagyon kedvező: hosszú termelési ciklus; természetis biztonsága; erdőtalaj szénraktározó képessége; fotoszintetizálás nagy intenzitása; fatermékek hosszú élettartama; gazdaságosság gyengébb talajokon is.



Forrás: http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/2010_NFA_data_tables.xls

2. ábra: Magyarország biológiai kapacitásának és ökológiai lábnyomának összetevői

A FAO jelentése szerint a világ erdei közelítőleg 120 Gt szenet tárolnak. Ez több mint a széndioxid formájában az atmoszférában megtalálható szén mennyisége. Európa erdei körülbelül 200 milliárd t CO₂-t tartanak megkötve, ami évente további 0,5 milliárd t-val bővül, az évi átlagos 650 000 ha-os erdőtelepítésnek (FAO 2011) köszönhetően.

Kontinensünkön mintegy 220 millió t széndioxidot tárolnak a használatban lévő fatermékek, és ez az érték évente 20 millió t-val növekszik a használatban lévő fatermékek növekedésével. Ráadásul a fatermékek „alacsony szénigényűek”, vagyis előállításuk kevesebb energiát igényel, mint egyéb alapanyagokból megtenni ugyanezt (FRÜHWALD et al. 2003). Például 1 m³ fával helyettesítve más építőanyagot körülbelül 1 t széndioxidot lehet megtakarítani. A fa használata tüzelőanyagként a foszilis tüzelőanyagokkal szemben „szénsemleges” megoldást jelent, vagyis a tüzelőanyag elégetése során pontosan ugyanannyi szén-dioxid kerül vissza a levegőbe, amennyit a növények fejlődésük során megkötöttek.

Az egyezményekben vállalt jelentések elkészítésének módszertana

Magyarország 1995 óta évente leadja ÜHG leltárát. Az éves leltár az ENSZ által ellenőrzött és elfogadott módszer szerint történik. A jelentés alapvető követelményei:

- átláthatóság, vagyis mindenre kiterjedő volta,
- pontosság, vagyis ne tartalmazzon szisztematikus hibát,
- adat-konzisztencia, vagyis minden évben ugyanolyan módszerekkel készüljön,
- összehasonlíthatóság, vagyis minden jelentést tevő országban (közel) azonos, összehasonlítható módszerekkel készüljön,
- teljesség, vagyis minden lényeges kibocsátásra kiterjedjen,
- gyakorlatiasság, vagyis olyan módszerekkel kell az egyes követelményeket kielégíteni, hogy az költségkímélő legyen.

A leltárban az egész országra vonatkozóan, földhasználati szektoronként, egy naptári évre kell a kibocsátást és az elnyelést becsülni. Tehát nem közvetlenül mérjük, hanem valamilyen statisztikában rendelkezésre álló adatot veszünk alapul, és abból, megfelelő összefüggések felhasználásával számítjuk a kibocsátást és az elnyelést. Az erdő földhasználati osztályba vont terület Magyarország területének körülbelül ötödét teszi ki. Az erdőgazdálkodásra vonatkozó részletes adatokat az Országos Erdőállomány-adattár (OEA) tartalmazza. A jelentés erdőekkel foglalkozó fejezete az OEA-ra alapozva készül el.

A magyarországi erdők biomasszájában tárolt szénmennyiség

A biomassza szénkészlet-változásának becslése

A biomasszában, mint széntárolóban lezajló készletváltozást kétféle módszerrel lehet becsülni. Az egyik az úgynevezett készletváltozási módszer (2a és 2b képletek), mely esetben két év élőfakészletéből kiindulva kiszámítjuk a két év szénkészletét, majd ezeknek a differenciája adja a változást:

$$\Delta C_b = \frac{C_{t_2} - C_{t_1}}{t_2 - t_1} \quad (2a)$$

$$C_t = V_t \cdot \gamma \cdot (1 + \rho) \cdot \varphi \quad (2b)$$

ahol: ΔC_b = a biomassza szénkészletének változása (t),
 C_t = a szénkészlet t időpontban (t),
 V_t = élőfakészlet (m^3),
 t_2 = a leltár évének vége,
 t_1 = a leltárt megelőző év vége,
 γ = bázissűrűség (t/m^3),
 ρ = föld feletti és föld alatti biomassza aránya,
 φ = széntartalom a szárazanyagban

A másik módszer (3. képlet) az, amikor megbecsüljük az élőfakészlet-változást, és ebből állítjuk elő a szénkészlet-változás értékét:

$$\Delta C_b = \Delta V_b \cdot \gamma \cdot (1 + \rho) \cdot \varphi \quad (3)$$

ahol: ΔC_b = a biomassza szénkészletének változása (t),
 ΔV_b = a biomassza térfogatának változása (m^3),
 γ, ρ, φ = az előzőek szerint.

Magyarországi viszonyok között az elsőt használjuk, hiszen az OEA-ban rendelkezésre állnak minden évre az élőfakészlet adatok fafaj és korosztálybontásban, tehát ezekből előállítható a szénkészlet-leltár is. Emellett a szisztematikus hibák nagy része is eltűnik, amikor az egymást követő évek adatait egymásból kivonjuk, míg a második esetben egy alá-

vagy fölé becslés befolyásolja a végeredményt. (A 2a, 2b és a 3. képletek alapja 2006-ban kiadott IPCC IV. kötete 2. fejezetének 2.8. összefüggése.)

A fatérfogatot (V) az OEA-ban rendelkezésre álló adatokból (fafaj, magasság, mellmagassági átmérő) levezethetjük a Sopp táblákon alapuló Király-féle fatérfogat-függvényeket használva. A függvény a teljes vágáslap feletti fatérfogatot adja, ezért a más országokban használt úgynevezett biomassa átszámítási tényezőt nem kell alkalmazni.

A bázissűrűség értékére fajokra, fajcsoportokra bontva vannak adataink. Az első időszakban használt adatok esetében felmerült a gyanú, hogy fölé becsüljük ezt az értéket, ezért 2008-ban vizsgálatokat végeztek a bázis sűrűsége vonatkozásán. A kapott eredmények azt mutatták, hogy a valós értékek átlagosan 17%-kal kisebbek a régebbi irodalmi adatoknál (SOMOGYI 2008). Az új elemzések statisztikai jellemzőit felhasználva elkészültek a javított paraméterek azokra a fajokra, amelyek az OEA-ban szerepelnek (1. táblázat).

1. táblázat: Bázissűrűség értékei

Fafaj, fajcsoport	Bázissűrűség
Tölgyek	0,665
Cser	0,77
Bükk	0,68
Gyertyán	0,79
Akác	0,74
Egyéb kemény lomb	0,59
Nyárok	0,35
Egyéb lágy lomb	0,56
Fenyők	0,53

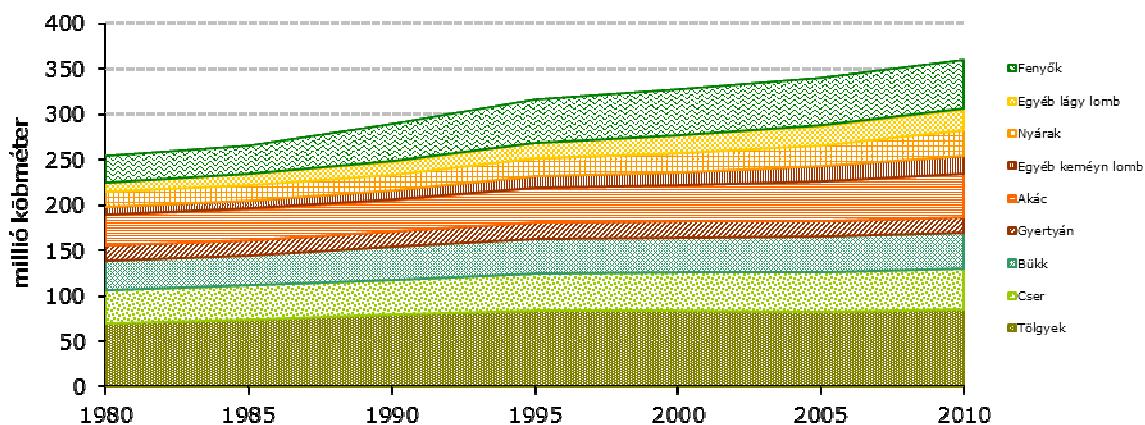
A föld feletti biomassa mennyiségének becslésére egy átlagos (minden fajokra megegyező) gyökér-hajtás arányszámot használunk, melynek értéke 0,25. (Az IPCC ennél magasabb értéket javasol, de tekintve, hogy erdeink fiatalnak mondhatóak, ezt az alacsony értéket használjuk.) A pár mérés, ami történt magyarországi viszonyokra 20% és 37% között mozog, de a mintavételek száma kevés volt, így ezek az értékek nem megbízhatóak.

A fa, mint biomassa szénttartalmának becslésére az IPCC ajánlása alapján a 0,5-es értékkel számolunk. Ez nagyon jó egyezést mutat az itthoni pár méréssel, melyek értékei az 50,1% és 52,3% között mozogtak.

A magyarországi erdőkben lekötött szén mennyisége

Az erdőtervi adatok számítógépen történő tárolása lehetővé tette a különböző időpontokban felvett adatok egy időhorizontra történő vetítését, az aktualizálást. Az egyes fajok térfogatviszonyai az ország területét lefedő digitális adatbázis teljességétől vizsgálhatók. A főbb fajcsoportok fatérfogatának az utóbbi harminc évben történt változását a 2. ábra mutatja.

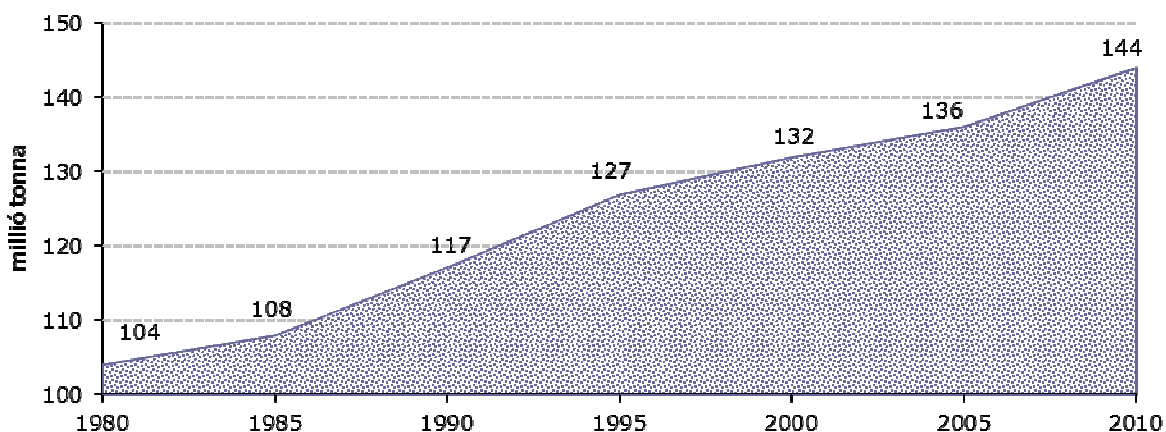
A (2) képletet és a 3. ábrán ábrázolt fatérfogat-adatokat felhasználva elvégeztük a számításokat, és a 4. ábrán bemutatjuk, hogy az utóbbi három évtizedben hogyan alakult a magyarországi erdőkben lekötött szén mennyisége.



Forrás: Csóka et al. 1997, Bán et al. 2002, KOTTEK 2008

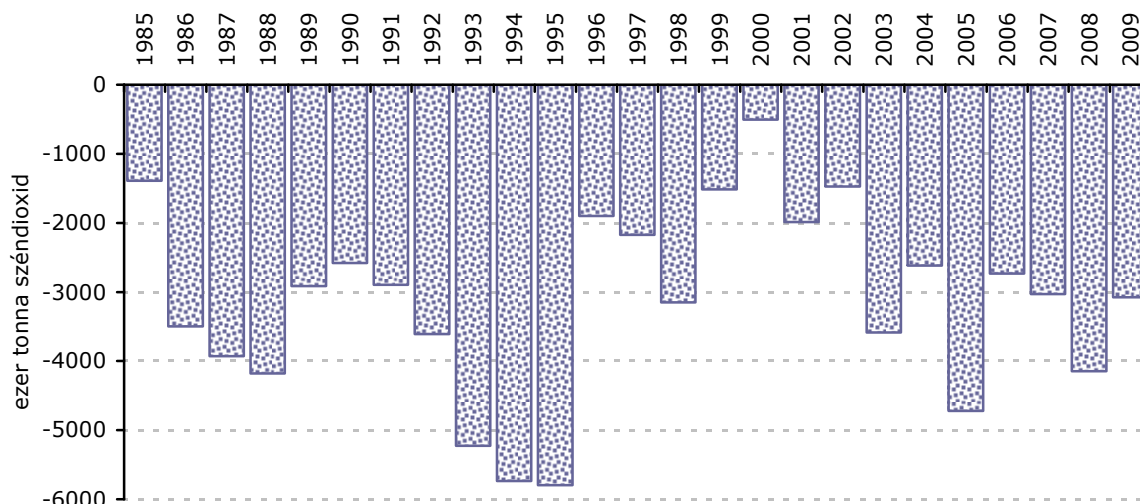
3. ábra: Magyarországi erdők térfogatviszonyai

Számszerűsítve: 2010-ben közel 144 millió tonna szén volt megtalálható a magyarországi erdők biomasszájában. Ez másodpercenként mintegy 140 kg, évente közel négy és fél millió tonna lekötését jelenti. Ha az 1980-2010 közötti harminc évet vizsgáljuk, akkor a terület valamivel több, mint negyedével, a fatérfogat valamivel 40% fölött, a megkötött szénmennyiség pedig kevéssel a 40%-os érték alatt nőtt.



4. ábra: Magyarországi erdőkben lekötött szén mennyisége

Számításaink ellenőrzéséhez felhasználtuk a magyarországi LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) jelentést, amely a lekötött CO₂ éves változásait tartalmazza (LULUCF 2010). Az 5. ábra tulajdonképpen a 4. ábra deriváltjának tekinthető. Jól látható, hogy a 4. ábra burkolóvonalának meredeksége „ritmusban van” az 5. ábra oszlopainak nagyságával.



Forrás: LULUCF report of Hungary 2010

5. ábra: Magyarországi erdőkben átlagos nettó CO₂ kibocsátása (+) / elnyelése (-)
(A módszertan szerint a kibocsátásokat pozitív, míg az elnyeléseket negatív számok jelzik.)

Az 5. ábra értékeléséhez azt az információt kell tudni, hogy a diagram oszlopainál a lekötött bruttó szénmennyiséget csökkentték a fakitermelés utáni vágástéri hulladék elégetése és az erdőtüzek okán keletkező széndioxiddal, de ezek mennyisége gyakorlatilag elhanyagolható: 10-15 ezer t a 110-140 millió t-hoz képest, ami hozzávetőlegesen 0,01%.

Következtetések

Számításaink igazolták, és a grafikonról megállapítható, hogy – bár változó mértékben – a magyar erdők az elmúlt negyed században mindgyszénelnyelők voltak. Ezzel hozzájárultak környezeti állapotunk őrzéséhez.

Az erdőgazdálkodás megítélése az utóbbi időben – szerencsére! – megváltozott. A korábbi eredménycentrikus szemlélettel szemben egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert az erdők egyéb funkciói. Az NFFT (2009) jelentése kinyilvánította, hogy az agrárgazdaságon belül az erdőgazdálkodást a társadalom jobb környezeti feltételeit biztosító szolgáltatóként kell kezelni. Az agrárgazdaságnak meg kell óvnia a termőföldet, a vizet, a tájat, a biodiverzitást. Ebben jelentős szerepe van az erdőborításnak. Ezen okok miatt növelni kell az ország erdősültségét, ezen belül növelni kell a honos fafajok arányát. A szabályozást oly módon kell átalakítani, hogy az erdőtulajdonosokat és -kezelőket a lehető legjobb ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtó erdőtársulások kialakítására ösztönözzék.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen című TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú és a Szellemi, szervezeti és K+F infrastruktúra fejlesztés a Nyugat-magyarországi Egyetemen című TÁMOP 4.2.1.B-09/1/KONV-2010-0006 számú projektek keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- BÁN István – KIRÁLY Pál – PLUZSIK András – SZABÓ Péter – WISNOVSZKY Károly – ZÉTÉNYI Zoltán (2002): Magyarország erdőállományai 2001. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 250 pp. ISSN: 0238 1303
- CSÓKA Péter – CZIROK István – FEJES László – JANCSÓ György – MADAS Katalin – SZEPESI András – SZABÓ Péter (1997): Magyarország erdőállományainak főbb adatai 1996. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 240 pp. ISSN: 0238 1303
- EISBRENNER, Katja – GILBERT, Alyssa (2009): Land use, land use change and forestry. Sectoral Emission Reduction Potentials and Economic Costs for Climate Change (SERPEC-CC). Ecofys, Utrecht
- EWING, Brad – MOORE, David – GOLDFINGER, Steven – OURSEL, Anna – REED, Anders – WACKERNAGEL, Mathis (2010): The Ecological Footprint Atlas 2010. Global Footprint Network, Oakland CA
- FAO (2011): State of the World's Forests 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISBN 978-92-5-106750-5
- FRÜHWALD, Arno – WELLING, Johannes – SCHARAI-RAD, Mohammad (2003): Comparison of wood products and major substitutes with respect to environmental and energy balances. ECE/FAO Seminar: Strategies for the Sound Use of Wood, Poiana Brasov, Romania. 24-27 March 2003.
- KOTTEK PÉTER (szerk.) (2008): Magyarország erdőállományai 2006. MGSZH Erdészeti Igazgatóság, Budapest, 12 pp. + 64,3 MB CD. ISSN: 2060 2634
- NEMZETI FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSI TANÁCS (2009): Jövökereső. A Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács jelentése a magyar társadalomnak. Nyomda: Multiszolg Bt., Budapest, 2010. november 13. 136 pp. ISBN: 978 963 9848 30 6
- SOMOGYI Zoltán (2008): A hazai erdők üvegház hatású gáz leltára az IPCC módszertana szerint. Erdészeti Kutatások 2007-2008. Vol. 92. 145-162. p. ISSN: 0521-3851
- KOLOZS László – SZEPESI András (2010): Hungary. In: TOMPO, Erkki – GSCHWANTER, Thomas – LAWRENCE, Mark – MCROBERTS, Roland E. (eds.): National Forest Inventories. Pathways for Common Reporting. Springer Verlag, Heidelberg, Dordrecht, London, New York. 612 + 26 pp. ISBN: 978-90-481-3232-4, e-ISBN: 978-90-481-3233-1
- LULUCF Report of Hungary 2010. http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/hun-2010-kplulucf-8nov.zip (22 February 2012)
- WACKERNAGEL, Mathis – REES, William (2001): Ökológiai lábnyomunk. Hogyan mérsékeljük az ember hatását a földön? Föld Napja Alapítvány, Budapest, 232 pp. ISBN: 963 00 7430 3