

A HAZAI FAIPARI TERMÉKEKBEN TÁROLT SZÉN MENNYISÉGÉNEK ÉS KÉSZLETVÁLTOZÁSÁNAK BECSLÉSE A 2013 IPCC SUPPLEMENTARY GUIDANCE MÓDSZERTANA ALAPJÁN

Király Éva és Kottek Péter

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Erdészeti Igazgatóság

Kivonat

A magyarországi fatermék széntározóban lekötött szén teljes mennyiségét és a szénkészlet éves változását vizsgáltuk az 1900-tól 2020-ig terjedő időszakban. Áttekintettük a rendelkezésre álló hazai és nemzetközi adatbázisokban szereplő adatokat, így állítva elő azt a minél konzisztensebb adathalmazt, amelyen a modellezést végeztük. A 2013 as IPCC Supplementary Guidance által adott módszertan alkalmazásával végeztük a számításainkat, mely több ponton eltér a hasonló számításokhoz általunk korábban felhasznált módszertantól. Eredményeink szerint a fatermékekben megkötött teljes szénkészlet napjainkban 9 millió tonnára tehető, az éves szénkészlet-növekedés pedig az utóbbi évtizedben széndioxid-egyenértékben kifejezve átlagosan 100 ezer tonna.

Kulcsszavak: HWP, fatermékek, szénkészlet, szénmegkötés, üvegházgáz-leltár, CO₂-kibocsátás, Kiotói Jegyzőkönyv, éghajlatváltozás

ESTIMATION OF THE STOCKS AND STOCK CHANGE OF THE HUNGARIAN HARVESTED WOOD PRODUCT POOL USING THE METHODOLOGY OF 2013 IPCC SUPPLEMENTARY GUIDANCE

Abstract

We estimated the amount of carbon stored in the Hungarian harvested wood product pool, and the amount of annual inflow and outflow from the pool for the time period 1900-2020. We studied national and international data sources in order to find the best available and consistent data on production and trade. Because both the dataset and the methodology, i.e., the 2013 IPCC Supplementary Guidance, that were used for this study differ from those in earlier studies, the results obtained are different as well. We now estimate that the carbon accumulation of the Hungarian HWP pool amounts to 9 million tonnes of carbon, and the average of annual net emissions from the pool is around -100,000 tonnes CO₂.

Keywords: HWP, harvested wood products, carbon stock, carbon sequestration, greenhouse gas inventory, CO₂ emission, Kyoto Protocol, climate change

Levelező szerző/Correspondence:

Király Éva, 1023 Budapest, Frankel Leó u. 42–44.; e-mail: kiralye@nebih.gov.hu



BEVEZETÉS

Már a Kiotói jegyzőkönyv első vállalási időszaka előtt egyértelműen ismert volt az erdők szénlekötő képessége (Juhász és mtsai 2010), mely funkció értékét az emissziókereskedelem révén akár pénzben is ki lehetett fejezni (Somogyi 2007).

A 2011 novemberében megrendezett durbani klímaváltozási konferencián megfogalmazták a Kiotói jegyzőkönyv második kötelezettségvállalási időszakára (2013-2020) vonatkozó új jelentéskészítési- és elszámolási szabályokat és irányelveket, melyeket végül 2012-ben Dohában fogadtak el. Az elszámolás szabályainak egyik fontos változása a második kötelezettségvállalási időszakban, hogy a fatermékek (Harvested Wood Products – HWP), mint új széntároló kötelező érvénnyel kerülnek be az üvegházgázleltárba (Frieden és mtsai 2012). A döntés értelmében a Jegyzőkönyvet ratifikáló országoknak meg kell becsülniük a HWP széntároló kibocsátásait, illetve elnyeléseit.

A fatermékekben évente globálisan megkötött szén mennyiségét 26-139 Tg/év közötti értékre becsülik (Dias és mtsai 2009; Hashimoto és mtsai 2002; Pingoud és mtsai 2003; Watson és mtsai 1996; Winjum és mtsai 1998). A HWP-ben megkötődő szén mennyisége jelentéktelennek tűnik a teljes földi ökoszisztéma szénlekötő képességéhez viszonyítva, melynek nagysága 1,6-4,8 Pg/év-es értékre tehető (Dias és mtsai 2009; House és mtsai 2003). Ugyanakkor egy-egy ország szintjén a HWP-ben tárolódó szén mennyiségének ennél sokkal nagyobb jelentősége lehet (Apps és mtsai 1999; Dias és mtsai 2005; Dias és mtsai 2009). A HWP fontosságát az is növeli, hogy épületszerkezeti anyagként helyettesíthet olyan jóval nagyobb fosszilis energiafelhasználással gyártott anyagokat, mint a beton vagy az acél, ezzel is csökkentve a légkörbe kibocsátott szén mennyiségét (Dias és mtsai 2009; Frieden és mtsai 2012; Gustavsson 2008; Pingoud és mtsai 2003; Werner és mtsai 2006).

A HWP-ben tárolódó széntartalom becslésére számos módszer létezik, melyek egymástól nagyon eltérő eredményekre is vezethetnek. A módszerek három nagy csoportba sorolhatóak az általuk felhasznált adatok, illetve annak alapján, hogy a számítások által kijelölt rendszernek mik a határai. Az ún. inflow-outflow módszerek a HWP-ben tárolódó szénkészlet változását a beáramló és a kiáramló szénmennyiség különbsége alapján számítják. Az ún. 'stock-data' (készletadat) módszerek a HWP teljes szénkészletében bekövetkezett változást értékelik, melyet két vagy több időpont készletének különbségeként számítanak. A szénkészletre vonatkozó adatok statisztikai módszerek és direkt mintavételek alapján állapíthatók meg. A harmadik módszer az emissziók közvetlen értékelésén alapszik (Dias és mtsai 2009).

Hazánkban a faipari termékekben tárolódó szénkészletre vonatkozó számításokat a 2006-os IPCC Módszertani útmutatója (IPCC 2006) Tier 1 módszerét alkalmazva Böröcsök és munkatársai végezték (2011/a;b). Becslésük során a FAOSTAT honlapján található adatokból indultak ki, az IPCC Módszertani útmutatóban megadott felezési idők felhasználásával (fatermékekre 30 év, papírtermékekre 2 év). Számításuk eredményei szerint a hazai faipari termékek szénkészlete 31 millió tonnára tehető.

Rüter (2011) az EU minden tagországára, köztük Magyarországra is becsülte a fatermékekben évente megkötött széndioxid mennyiségét, ennek átlaga számítása szerint az 1990 és 2009 közötti időszakban 159 ezer tonnára tehető.

Schöberl (2012) felmérte és grafikusán ábrázolta a fatermékekben tárolt szén civilizációs anyagáramát és ebből kiindulva értékelte klímavédelmi szerepét. Eredményei szerint a HWP tárolóba a 2003. évben belépő szénmennyiség 335 ezer tonnára tehető.

2013 őszén a NÉBIH Erdészeti Igazgatóság Statisztikai és Elemzési Osztályán átfogó számításokat végeztünk a hazai faipari termékekben tárolódó szénkészlet becslésére (Király és Kotték 2014), melyekhez a Rüter (2011) által kidolgozott módszertant vettük alapul. Ez a módszertan a 2006-os IPCC Módszertani útmutatóban szereplő készletváltozási modellen alapul, és összhangban van a vonatkozó 529/2013/EU határozattal

is. A módszer azonban eltér a 2006-os IPCC Módszertani útmutatótól (IPCC 2006) az alkalmazott felezési idők tekintetében, valamint elveti a 12.3-as egyenlet alkalmazását, mivel az a HWP készletbe való beáramlás túlbecsléséhez vezethet (Rüter 2010; Rüter 2011). Számításaink során a módszertant hazai forrásokból származó adatok felhasználásával alkalmaztuk. Így a hazai faipari termékekben tárolódó szénkészlet teljes mennyiségét 9,5 millió tonnára becsültük.

A második vállalási időszak első, 2015-ben esedékes, a 2013. évről benyújtandó jelentésének pontos tartalmát a jelenleg már elfogadott 2/CMP.6 és 2/CMP.7 határozat írja elő, illetve a jelentéstétel megkönnyítésére és a helyes gyakorlat részletes magyarázatára készült a 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol (IPCC KP Supplement) című dokumentum.

Az említett dokumentum részletes módszert ad a HWP-ben tárolódó, illetve abból ki- és beáramló szénkészlet becslésére, mely több ponton eltér a Rüter (2011) nyomán a korábbiakban általunk már alkalmazott módszertől. A továbbiakban részletesen kifejtsük az új módszertan sajátosságait, az általunk felhasznált adatok körét és az eredményeket.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A számítás módszertana

Az alkalmazott módszer input adatai a faipari félkész termékek termelési adatai köbméter, illetve tonna mértékegységben. Az első lépés ezeknek az adatoknak széntartalomra való átszámítása. Az átszámításhoz alkalmazott konverziós faktorokat, valamint sűrűségi értékeket az alábbi táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Az alkalmazott átszámító tényezők (az IPCC KP Supplement 2.8.1-es táblázata alapján)
Table 1: Applied conversion factors (based on Table 2.8.1 of the IPCC KP Supplement)

	Sűrűség (‘oven dry’ tömeg légszáraz térfogatra vonatkoztatva - Mg/ m ³)	Széntartalom (Mg C/ Mg fatermék)	A szén konverziós faktora (légszáraz térfogatra vonatkoztatva - Mg C/ m ³)
Fenyő fűrészáru	0,56	0,5	0,28
Lombos fűrészáru	0,45	0,5	0,225
Egyéb fatermékek	0,51	0,5	0,25
Bányafa	0,45	0,5	0,225
Furnér	0,505	0,5	0,253
Rétegelt és betétes falemez	0,542	0,493	0,267
Faforgácslap és pozdorjalemez	0,596	0,451	0,269
HDF	0,788	0,425	0,335
MDF	0,691	0,427	0,295
Farostlemez – gyűjtőkategória	0,739	0,426	0,315
Egyéb lemez / szigetelő lemez	0,159	0,474	0,075
	‘oven dry’ tömeg légszáraz tömegre vonatkoztatva - Mg/ Mg		Mg C/ Mg
Papír és karton	0,9		0,386



Ezek a konverziós faktorok eltérnek a Rüter (2011) által alkalmazottaktól, melyeket korábbi számításaink során mi is használtunk, többek között ebből adódik a kétféle számítási módszer eredményeinek különbsége. A bányafa és egyéb fatermék kategóriára saját becsléseket alkalmaztunk, mert a korábbi módszertanok e kategóriákra nem határoztak meg sem konverziós faktorokat, sem felezési időket.

A HWP tároló szénkészlete az a szénmennyiség, amelyet az adott év elején az összes még használatban lévő faipari termék tartalmaz. Ezt az 1900-as évben nullának tekintjük.

Minden évben az évente beáramló szénmennyiség (inflow) egyenlő az abban az évben előállított faipari félkész termékekben tárolódó szénmennyiséggel. Az évente kiáramló mennyiség (outflow) pedig egyenlő az abban az évben elhasználódott termékek széntartalmával. A HWP tároló éves szénkészletváltozása az inflow és az outflow különbségeként adódik.

Az életciklusuk végéhez érő termékek mennyiségét egy ún. elsőrendű bomlási egyenlettel határozzuk meg, melyhez 3 különböző felezési időt használunk: fűrészipari termékekre, bányafára és egyéb fatermékekre 35 évet, lemezipari termékekre 25 évet és papíripari termékekre 2 évet.

A modellben a felezési idők természete szerint megfigyelhető egy felfutási periódus, ami alatt a HWP szénkészlete telítődik, eléri reális mértékét. Az 1900-as kezdődátumra azért esett a választás, mert így elegendő idő áll rendelkezésre ahhoz, hogy az üvegházgáz-letárákban először jelentésre előírt 2013-as évre a modell stabilizálódjon. Valószínűleg az 1990 előtti időszakokra a modell nem is ad elfogadható eredményeket.

A hulladéklerakókon található faanyagokban tárolt szenet az elszámolásba nem vesszük bele, s úgy tekintjük, hogy az életciklus végén a használatból kikerülő termékek teljes széntartalma azonnal az atmoszférába kerül.

Az éves szénkészlet-változás számítására (az IPCC KP Supplement 2.8.5 egyenlete alapján) alkalmazott egyenletek az alábbiak, melyekkel termék-kategóriánként külön-külön számolunk:

$$C(i+1) = e^{-k} \cdot C(i) + \left[\frac{(1 - e^{-k})}{k} \right] \cdot \text{inflow}(i) \quad (1)$$

$$\Delta C(i) = C(i+1) - C(i) \quad (2)$$

$$C(1900) = 0,0 \quad (3)$$

ahol:

i: az esedékes leltári évet megelőző év;

C(i): a széntartalom az adott HWP termék-kategóriában i év kezdetén, Gg C;

k: az elsőrendű bomlási egyenlet bomlási konstansa 1/év mértékegységben, $k = \ln(2)/\text{felezési idő}$

inflow(i): az adott HWP kategóriába való beáramlás i év folyamán, Gg C/év;

$\Delta C(i)$: adott HWP kategória szénkészletének változása i év alatt, Gg C/év.

Mivel az üvegházgáz-letár készítés szabályai szerint csak a hazai kitermelésű faanyagból származó termékekben tárolt szénmennyiség számolható el megkötésként, az összes fatermékből arányossági tényezők segítségével különítjük el az importból származó faanyagot. Ezen arányossági tényezők megállapításában tér el jelen módszer legnagyobb mértékben a korábban Rüter (2011) nyomán általunk alkalmazott módszertantól.

Rüter (2011) a fenyő, illetve lombos ipari fa termelési- és kereskedelmi adatai alapján számított két arányossági tényezőt. Fenyő fűrészáru, valamint papírtérmekek esetében a fenyő iparifa adatokból számított arányossági tényezőt alkalmazta, lombos fűrészáru esetén a lombos iparifa adataiból számítottat, a lemezipari termékeknél pedig a kettő súlyozott átlagát használta.

Hazánk esetében a fenyő, illetve a lombos ipari fa kereskedelmi adatainak bizonytalansága miatt ez a számítási lépés nagyfokú bizonytalanságot eredményezett. Ennek oka az, hogy fenyő és lombos megbontásban iparifa kereskedelemre nem álltak rendelkezésre egybehangzó hazai adatok. Ráadásul összehasonlítva a TIMBER és a ForesSTAT adatbázis (l. lejjebb) adatait kiderült, hogy a kereskedelmi adatok e két adatbázisban még nagyságrendileg sem egyeznek.

Mindezek miatt hazánk esetében sokkal szerencsésebb az IPCC KP Supplement által ajánlott módszer. Itt az arányossági tényezők az ipari fa, valamint a farost termelési- és kereskedelmi adatai alapján számítjuk. Az iparifa adatok megbontása fenyő és lombos kategóriára tehát nem szükséges.

A fűrészipari és lemezipari termékekből származó szénbeáramlást így a következő (az IPCC KP Supplement 2.8.1 és 2.8.4 egyenleteinek megfelelő) egyenletek alapján számítjuk.

$$HWP(i) = HWP_p(i) \cdot f_{IRW}(i) \quad (4)$$

$$f_{IRW}(i) = \frac{IRW_p(i) - IRW_{ex}(i)}{IRW_p(i) + IRW_{imp}(i) - IRW_{ex}(i)} \quad (5)$$

ahol:

$HWP_p(i)$: az adott HWP kategória termelésének teljes mennyisége i évben, Mt/év.

$HWP(i)$: az adott HWP kategória hazai faanyagból termelt mennyisége i évben, Mt/év.

$f_{IRW}(i)$: a hazai termelésű iparifa aránya az adott HWP kategória termelésében i évben, ahol $f_{IRW}(i) = 0$, amennyiben a számított érték negatív;

$IRW_p(i)$: iparifa termelés i évben, Gg C/év;

$IRW_{imp}(i)$: iparifa import i évben, Gg C/év;

$IRW_{ex}(i)$: iparifa export i évben, Gg C/év;

A papíripari termékekből származó szénbeáramlást az alábbi (az IPCC KP Supplement 2.8.2 és 2.8.4 egyenleteinek megfelelő) egyenletek segítségével számítjuk. Itt az iparifa termelési és kereskedelmi adatai alapján számított arányossági tényezőt is használjuk szorzótényezőként, illetve a farost adatokból származó arányossági tényezővel is számolunk.

$$HWP(i) = HWP_p(i) \cdot f_{IRW}(i) \cdot f_{farost}(i) \quad (6)$$

$$f_{farost}(i) = \frac{farost_p(i) - farost_{ex}(i)}{farost_p(i) + farost_{imp}(i) - farost_{ex}(i)} \quad (7)$$

ahol:

$HWP_p(i)$: az adott HWP kategória termelésének teljes mennyisége i évben, Mt/év.

$HWP(i)$: az adott HWP kategória hazai faanyagból termelt mennyisége i évben, Mt/év.

$f_{IRW}(i)$: a hazai kitermelésű faanyag aránya az adott HWP kategória termelésében i évben, az iparifa termelési, import és export adataiból számítva;

$f_{farost}(i)$: a hazai termelésű farost aránya a papír és karton termelésben i évben, a farost termelési, import és export adatokból számítva, ahol $f_{farost}(i) = 0$, amennyiben a számított érték negatív;

$farost_p(i)$: farost termelés i évben, Gg C/év;

$farost_{imp}(i)$: farost import i évben, Gg C/év;

$farost_{ex}(i)$: farost export i évben, Gg C/év;



A fenti egyenletek segítségével tehát HWP kategóriánként kapjuk meg az i. évben vett szénkészlet-beáramlást. Ezt követően a beáramlásokat összegezzük, így adódik az adott év teljes beáramlása.

Az évente beáramló szénmennyiséget, az évenként adódó, illetve a teljes szénkészletet szén-dioxid egyenértékben is ki tudjuk fejezni a Gg C-ben kifejezett mennyiség 44/12-es szorzóval való szorzásával. Így megkapjuk a megkötődő széndioxid mennyiségét Gg-ban (1 Gg = 1000 tonna).

Azokban az esetekben, amikor nem állt rendelkezésre a teljes vizsgált időszakra vonatkozólag termelési adat az egyes HWP kategóriákban, illetve termelési és kereskedelmi adat iparifa és farost vonatkozásában, ott az adat nélküli időszak termelési és kereskedelmi adatait egyenlőnek vettük az 5 legkorábbi, még adattal rendelkező év adatainak átlagával.

A 2013 és 2020 közötti időszakra előrejelzést is végeztünk a HWP tároló szénkészletének változására nézve. Ehhez az 1993 és 2012 közötti időszak fakitermelési adatsorának lineáris extrapolációja segítségével becsültük a 2013-2020-as években várható fakitermelést. Az előrejelzett fakitermelés évenkénti értékét viszonyítottuk az utolsó 5 adattal rendelkező év fakitermelésének átlagához, majd az így kapott arányszámokkal szoroztuk a HWP kategóriákba való szénbeáramlás értékének utolsó 5 évre vett átlagát, így kaptuk meg az évenkénti inflow értékeket a 2013-2020-as évekre.

Adatforrások

Munkánk során több adatforrás áttekintésével próbáltunk kialakítani egy minél konzisztensebb adathalmazt. A fatermékek hosszú életidejét leírni szándékozó módszertan jellegzetességéből adódóan a múlt hosszabb időszakára vonatkozó adatokra volt szükség. A hazai források közül felhasználtuk egyrészt Halász Aladár (1960, 1966, 1994) munkáit, továbbá a KSH által kiadott 1978-as Könnyűipari adattárát, az 1965-ben kiadott Mezőgazdasági adattárát, illetve az évente megjelenő Iparstatisztikai évkönyveket, Mezőgazdasági statisztikai évkönyveket, Mezőgazdasági statisztikai zsebkönyveket, illetve Statisztikai évkönyveket. Másrészt áttekintettük az ENSZ Európai Gazdasági Bizottság (UNECE) honlapján található TIMBER adatbázis, valamint a FAO honlapján megtalálható ForesSTAT erdészeti adatbázis adatait.

Az alkalmazott módszer sajátjaiból adódóan a következő termék kategóriákra vonatkozó adatok feldolgozására volt szükség:

2. táblázat: Vizsgált termék kategóriák és kódjuk a Közös Erdészeti Ágazati Kérdőív (JFSQ) szerint

Table 2: Product categories included in the calculations and their product codes used in the Joint Forest Sector Questionnaire

Termék kategória	JFSQ termék kód
fenyő fűrészáru	5.C
lombos fűrészáru	5.NC
egyéb fatermékek	-
bányafa	-
furnér	6.1
rétegelt és betétes falemez	6.2
faforgácslap és pozdorjalemez	6.3
HDF (nagy sűrűségű farostlemez)	6.4.1
MDF (közepes sűrűségű farostlemez)	6.4.2
farostlemez – gyűjtő kategória	6.4.x
egyéb lemez / szigetelő lemez	6.4.3
papír és karton	10
iparifa	1.2
farost	7

Fenyő és lombos fűrészáruról 1932-től álltak rendelkezésre adatok több párhuzamos hazai adatforrásban egybehangzóan. 1965-től a különböző adatforrások adatai egyre nagyobb mértékben tértek el egymástól, ezért 1964-től a TIMBER adatbázisban található adatokat tekintettük relevánsnak, egyrészt mivel az IPCC KP Supplement módszertana pontosabb adatok hiányában ezek használatát ajánlja, másrészt mert általában elmondható, hogy a nemzetközi adatszolgáltatásokat alaposabban ellenőrzik.

Egyéb fatermékek kategóriába soroltuk a következő termékeket: vasúti talpfa, nyers parkettaléc és -elem, ládaelem, hordódonga, rakodólapelem, bútorléc, bútoralkatrész, szőlőkaró és tám, vezetékoszlop, cölöpfa, állványfa, sarangolt és egyéb szerfa, karámfa, rúdfa. A felsorolt termékek a JFSQ termékkategóriák között nem szerepelnek, így a KP Supplement módszertana sem írja elő a számításba való bevonásukat. Azonban mivel az Országos Statisztikai Adatgyűjtési Program (OSAP) keretében ezeknek a termékkategóriáknak az adatait is gyűjtik, így a módszertan fejlesztése során a számításokba való bevonásuk mellett döntöttünk. 1990-től napjainkig az OSAP adatgyűjtések adatait használtuk, az ezt megelőző időszakokra pedig a Halász (1994) által közölt adatokat.

Bányafa néven összegeztük a bányaszéldeszka, bányabéléspalló és egyéb fűrészelt, hasított bányászati faanyag kategóriák termelési adatait. Ezek szintén szerepelnek az OSAP adatgyűjtésekben, így az 1990-2012 közötti időszakokra ezek adatait, a korábbi időszakokra a Halász (1994) által közölt adatokat vettük alapul.

Furnérra vonatkozóan 1949-től 1970-ig álltak rendelkezésre egybehangzó adatok, 1970-től a hazai adatforrások bizonytalansága miatt a TIMBER adatbázis adatait használtuk.

Faforgács lap és pozdorjalemez tekintetében 1959-től vannak egybehangzó hazai adatok, melyek 1964-től a TIMBER adatbázis adataival is megegyeznek. Az MDF, HDF és farostlemezre vonatkozóan a következőket találtuk: a TIMBER adatbázis 1998 előtti adatforrása a FAO/ECE Forest Products Questionnaire (erdészeti és faipari termékek kérdőív). Ezek áttanulmányozása alapján megállapítható, hogy a TIMBER adatbázis 1964 és 1994 között duplán tartalmazza a farostlemezre szolgáltatott adatot – egyrészt a HDF kategóriában, másrészt a farostlemez gyűjtőkategóriában. A hazai adatforrásokban farostlemezre vonatkozó egybehangzó adat 1953-tól található. Ennek alapján 1953 és 1994 között a farostlemez gyűjtőkategória konverziós faktorát használva számoltunk a farostlemezadatokkal, 1995-től pedig a HDF konverziós faktorát használva számoltunk a TIMBER HDF adataival. MDF termelés 2011 előtt, Méri Sándorné (KRONOSPAN-MOFA Hungary Kft.) szíves szóbeli közlése szerint, nem volt Magyarországon.

Egyéb lemez termeléséről a TIMBER adatbázisban nem szerepel adat, hazai adatforrásokban azonban 1949 és 1975 között találtunk egybehangzó adatokat. Rétegelt és betétes falemez tekintetében a hazai adatforrások egymástól teljesen eltérő adatokat tartalmaztak, ezért ennél a kategóriánál kizárólag a TIMBER adatbázis adatait használtuk.

Papírról és kartonról 1932-től álltak rendelkezésre hazai adatok, melyek 1964 től megegyeztek a TIMBER adatbázis adataival.

Iparifa-termelésről az 1921 és 1964 közötti időszakól található hazai adatok, kereskedelmi adatok pedig a 1920 és 1958 közötti időszakra. 1964-től a TIMBER adatbázis adatait használtuk.

A farosttermelés, -import és -export tekintetében a TIMBER adatbázis adatait használtuk.

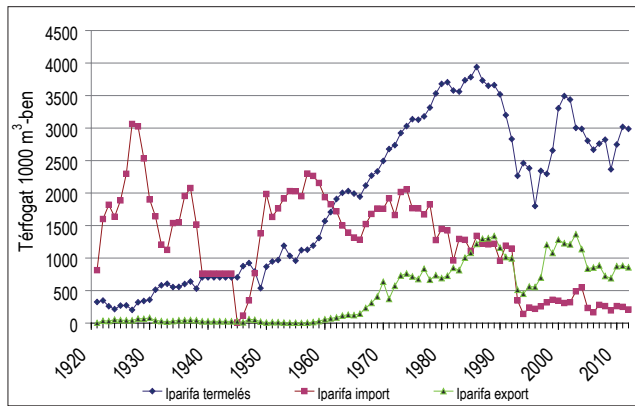
2002-től minden termékkategóriára a JFSQ kérdőívek adatait használtuk, melyeket az OSAP adatgyűjtések során az elmúlt években már felülvizsgáltak.

2002-től minden termékkategóriára a JFSQ kérdőívek adatait használtuk, melyek az OSAP adatgyűjtéseink alapján az elmúlt években már átestek egy felülvizsgálaton.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A módszertan sajátosságaiából következően az iparifa- és farosttermelés, -import és -export adatainak alakulása nagyon jelentősen befolyásolja a számítások végeredményét, mivel ezeknek az adatoknak az alakulásából következtetünk arra, hogy a félkész termékek termelésének mekkora hányadában használtak hazai alapanyagot.

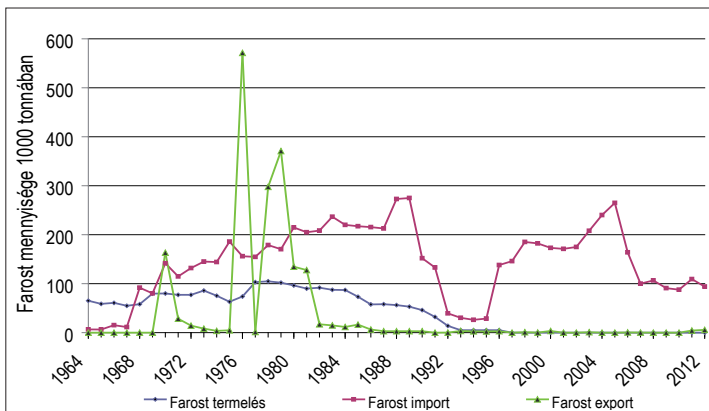
Az 1. ábra alapján látható, hogy az 1950-es évek végéig az iparifa-termelés alatta maradt az import mennyiségének, amiből az következik, hogy a faipari termékek előállításában ebben az időszakban nagyobb részben használtak importból származó faanyagot, mint hazai kitermelésűt. Az 1962-es évben az arány közelítőleg 50-50%, majd ezt követően már egyre nagyobb arányú a hazai kitermelésű alapanyag felhasználása.



1. ábra: Iparifa termelés, import és export alakulása 1921 és 2012 között

Figure 1: Industrial roundwood production, import and export in time period 1921-2012

A 2. ábrán látható, hogy a farostimport 1967 után jelentősen megnőtt, ettől kezdve a hazai termelés alatta maradt az import mennyiségének. 1989 után a farosttermelés jelentősen lecsökkent, 1997-től pedig teljesen megszűnt. Ez a jelenség valószínűleg azzal magyarázható, hogy a rendszerváltást követően a papírgyárak privatizációja miatt azok már nem hazai alapanyag felhasználásával dolgoztak.



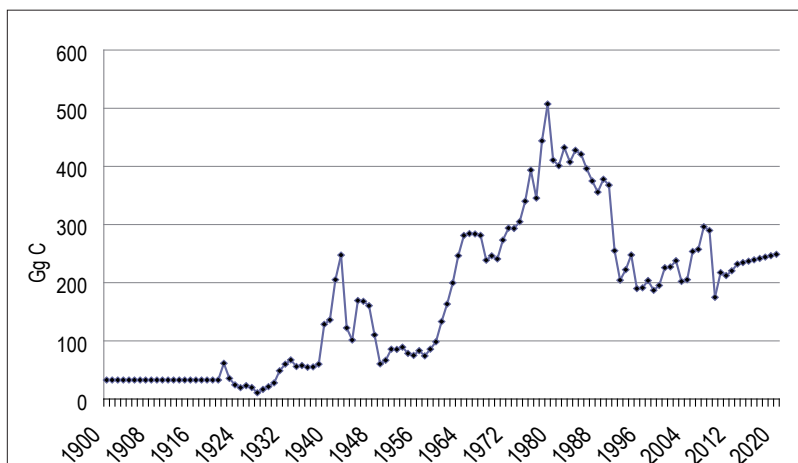
2. ábra: Farost termelés, import és export 1964 és 2012 között a TIMBER adatbázis adatai alapján

Figure 2: Wood pulp production, import and export in time period 1964-2012 (data of the TIMBER database)

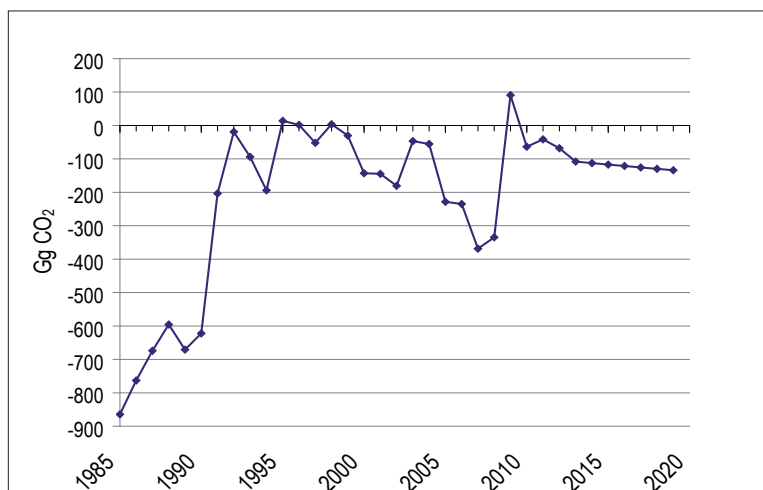
Ebből az következik, hogy a napjainkban gyártott papír teljes mennyisége import anyagból származik, azaz a HWP elszámolásba nem vehető be. Ennek megfelelően a farostadatokból számolt arányossági tényező 1997-től kezdve nulla értékű, azaz ekkortól kezdve a modell a papíriparból származó inflow-t nullának veszi.

Ez a módszer tehát lehetővé tette az import anyagból gyártott papírtermékek számításból való kiszűrését, melyre az általunk korábban Rüter (2011) nyomán használt módszer nem volt alkalmas. A konverziós faktorok eltérése mellett ez magyarázza, hogy az újabb módszerrel számított teljes HWP szénkészlet a korábbiakhoz képest kisebb.

A 3. ábra a magyarországi HWP tárolóba évente beáramló szén mennyiségét, a 4. ábra a tárolóból származó, CO₂-egyenértékben kifejezett kibocsátásokat, illetve elnyeléseket mutatja.



3. ábra: A HWP széntárolóba évente beáramló szén mennyisége 1900 és 2020 között
 Figure 3: Annual inflow to the HWP pool in time period 1900-2020



4. ábra: A HWP tároló széndioxid kibocsátása és elnyelése 1985 és 2020 között
 Figure 4: Carbon emissions and removals from HWP pool in time period 1985-2020

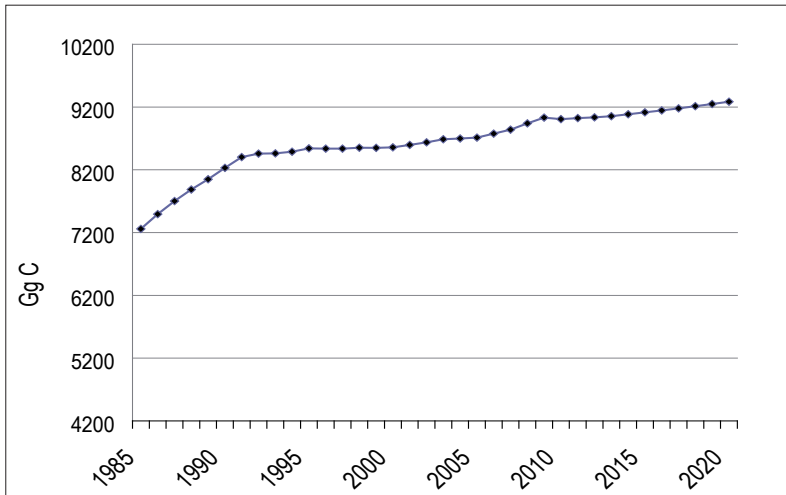


A tárolóba évente beáramló szénmennyiség az utóbbi évtizedben átlagosan 221 ezer tonna (ami széndioxid-egyenértékben kifejezve 813 ezer tonna CO_2).

A modell szerint a HWP tároló az 1927-es, 1995-96-os, 1998-as és 2009-es évek kivételével szénelnyelő szerepet töltött be. Az 1927-es, 1995-96-os és 1998-as év kibocsátása jelentéktelen, 10 ezer tonna körüli CO_2 -értékek, a 2009-es év kibocsátása 90 ezer tonna CO_2 -értékű. Megjegyzendő azonban, hogy a szénkészlet-változások egyes évekre becsült értékeinek bizonytalansága véleményünk szerint nagy, ezért elképzelhető, hogy 2009-ben is inkább csekély elnyelés lehetett, ahogy az is lehetséges, hogy a modell szerint szénelnyelést mutató években valójában kismértékű kibocsátás volt.

Azokban az években, amikor a tároló ténylegesen kibocsátóvá vált, a kibocsátást a korábbi folyamatok hosszú távú hatásain kívül a háború utáni, illetve egyéb okokból bekövetkezett gazdasági hanyatlás és visszaeső termelés is magyarázza. A 2009-es évre számolt emissziós értéket elsősorban a faforgácslap-gyártás visszaesése okozta. (Az Interspan faforgácslap-gyártó cég a 2011-es évben szűnt meg, azonban termelése 2009-ben is jóval elmaradt a korábbi évekéétől.)

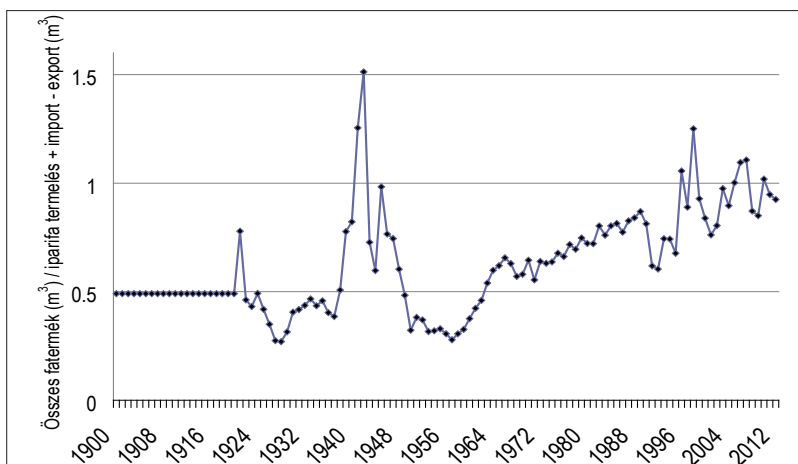
Az 5. ábra szemlélteti a magyarországi HWP széntároló szénkészletének növekedését 1985 és 2020 között. A tároló szénkészlete számításaink szerint napjainkban 9 millió tonnára tehető.



5. ábra: A HWP készlet széntartalma
Figure 5: Carbon content of HWP pool

Ez a mennyiség jelentősen alacsonyabb a Börcsök és munkatársai (2011/a;b) által számított értéknél. Ennek magyarázata egyrészt az, hogy az import faanyagból gyártott termékek kiszűrésére alkalmazott módszerek különbözőek, másrészt a felezési idők és konverziós faktorok is eltérőek.

A készlet becsült mennyiségét befolyásolja az egyes termékkategóriákban már az 1920-as évektől rendelkezésre álló hazai termelési statisztikai adatok felhasználása. Az adatok pontossága az időben visszafelé haladva egyre kevésbé ellenőrizhető. Az adatok trendje véleményünk szerint jól egybevág az ágazat történetével. A kereskedelmi adatok alakulása leképezi az I. világháború utáni fahiányt, melynek következtében az erdőtelepítések megindultak. Azonban a trend helyessége önmagában nem garantálja, hogy az adatok a termelés teljes mennyiségét jelezték. A felhasznált adatok validálására az ipari fa termelési és kereskedelmi adatainak, valamint a fatermék termelési adatainak összege alapján kihozatali arányt számítottunk (6. ábra).



6. ábra: A faipar speciális kihozatali aránya
 Figure 6: Specific conversion ratio of wood-industry

Ez az arány az 1960-as évektől kezdve egyenletesen, kis kilengésekkel növekszik, az 1960-as évek közepe előtti időszakban 0,5 körüli, az 1990-es évek elején 0,85 körül mozog. Vagyis az „új gazdasági mechanizmus” bevezetése előtt a termelési statisztikákban az évente rendelkezésre álló ipari fa mennyiségének csak kb. a fele jelenik meg fatermékekben. Ez részben magyarázható azzal, hogy a gyártási technológiák határfoka régebben alacsonyabb volt, és így több hulladék keletkezett. Az is feltételezhető, hogy a statisztikákban ipari faként megjelenő famennyiség bizonyos hányadát végül tűzifaként használták fel. Mindemellett azonban valószínű, hogy a korabeli termelési statisztikákban nem minden elkészült fatermék jelent meg.

A hosszú felezési idők miatt az 1970-es éveket megelőző időszakra vonatkozó adatok bizonytalansága a napjainkban kimutatható készletet nagymértékben befolyásolhatja.

A modellben a fentiekén kívül jelentős bizonytalansági tényező a fatermékek életidejének becslése is, mivel az IPCC által megadott értékek napjainkra vonatkoznak, és korábban a fatermékek életideje sokkal hosszabb is lehetett.

Végül pedig fontos hangsúlyozni, hogy a használt IPCC módszertan elsődlegesen a HWP tároló szén-elnyeléseinek (és kibocsátásainak) becslésére hivatott és alkalmas, mivel ezt a mutatót kell jelenteni az üvegházgázleltárakban. Tehát a módszertan elsősorban a szénkészlet-változás számítására szolgál, és mivel az alapfeltételezések, illetve az adatok bizonytalansága miatt a készletváltozás becslése is pontatlan, így a készlet számítása során ennek hibája halmozottan jelentkezhet.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az eredmények alapján látható, hogy a hazai HWP széntároló az elmúlt időszakban szénelnyelő szerepet töltött be. A tárolóban 1992 és 2012 között az éves átlagos szénmegkötés közelítőleg 100 Gg (100 ezer tonna) CO₂/év. Összehasonlításképpen, a 2008-2011-re vonatkozó üvegházgázleltárak (NIR 2013) alapján a nyilvántartásban levő magyarországi erdőállományok teljes föld feletti és föld alatti biomasszájában kb. 3000 Gg CO₂ kötődik meg évente, ebből az 1990 óta telepített erdőkből származó éves megkötés 1200 Gg CO₂ körül lehet. Tehát az erdőállományok élőfakészletében realizálódó megkötésekhez viszonyítva a HWP tároló megkötéseinek mértéke nem számottevő.



Az erdő művelési ágból való kivonás, azaz az erdővel borított területek más művelési ágba kerülése nyomán keletkező éves CO₂-kibocsátás 1990 óta körülbelül 50 Gg-ra tehető. A fatermékekben évente megkötött szén-dioxid mennyisége tehát átlagosan kétszerese a hazai erdők e művelési ágból más művelésbe kerülése folytán az atmoszférába kerülő mennyiségnek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük Méri Sándornénak (KRONOSPAN-MOFA Hungary Kft.) az MDF termelésre vonatkozó adatokat, valamint Dr. Tobisch Tamásnak és Babinyec Ferencnek (NÉBIH EI) a JFSQ termelési és kereskedelmi adatok felülvizsgálatát és az OSAP adatokkal kapcsolatos útmutatásokat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Agrárgazdasági statisztikai zsebkönyv 1996, 1997, 1998, 1999. KSH, Budapest.
- Apps, M.J.; Kurz, W.A.; Beukema, S.J. and Bhatti, J.S. 1999: Carbon budget of the Canadian forest product sector. *Environmental Science & Policy*, 2: 25-41.
- Börcsök Z.; Molnár S. és Schöberl M.; 2011a: TÁMOP 4.2.2 III/3 alprogram. NyME FMK Sopron.
- Börcsök Z.; Schöberl M.; Molnár S.; Lakatos Á.; Ábrahám J. és Molnár A. 2011b: A faipari termékekben tárolt szén szerepe a klímavédelemben. <http://www.fataj.hu/2011/01/123/1tema.pdf>
- Dias, A.C.; Louro, M.; Arroja, L. and Capela, I. 2005: The contribution of wood products to carbon sequestration in Portugal. *Annales Forest Science*, 62: 903-9.
- Dias, A. C.; Louro, M., Arroja, L. and Capela, I. 2009: Comparison of methods for estimating carbon in harvested wood products. *Biomass and Bioenergy*, 33: 213-222.
- Frieden, D.; Pena, N. and Bird, D.N. 2012: Incentives for the use of forest biomass: A comparative analysis of Kyoto Protocol accounting pre- and post-2012. *Smart Forests* 04.
- Gustavsson, L. 2008: Substitution effects of wood-based construction materials. *Geneva Timber and Forest Discussion Papers*, 55. 9-10.
- Halász A. 1960: Erdőgazdaságunk, faiparunk és faellátásunk helyzete és fejlődése 1920-1958-ig. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- Halász A. 1966: Faellátásunk helyzete és fejlődése. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest.
- Halász A. 1994: A magyar erdészet 70 éve számokban 1920-1990. FM Erdőrendezési Szolgálat, Budapest. 204 p.
- Hashimoto, S.; Nose, M.; Obara, T. and Moriguchi, Y. 2002: Wood products: potential carbon sequestration and impact on net carbon emissions of industrialized countries. *Environmental Science & Policy*, 5: 183-93.
- House, J.I.; Prentice, I.C.; Ramankutty, N. and Houghton R.A. 2003: Reconciling apparent inconsistencies in estimates of terrestrial CO₂ sources and sinks. *Tellus*, 55B: 345-63.
- Iparstatisztikai évkönyv 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988. KSH Budapest.
- IPCC 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC KP Supplement 2013: 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol; Pre-publication Version; Lead Authors: Hiraishi, T.; Krug, T.; Boer, R.; Gonzalez, S.; Penman, J.; Sturgiss, R.; Zhakata, W.; Tanabe, K.; Srivastava, N.; Review Editors: Irving, W.; Zhou, L. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/index.htm>
- Juhász P.; Bidló A.; Ódor P.; Heil B. és Kovács G. 2010: Őrségi erdőtalajok széntartalmi vizsgálata. Talajtani Vándorgyűlés Kiadványa, Szeged.
- Király E. és Kottek P. 2014: A hazai faipari termékekben tárolt szén mennyiségének becslése az IPCC módszertan alapján. http://www.fataj.hu/2014/01/071/2014hnn0_HU-faban-szen-becslese.php

- Könnyűipari adattár 1978. KSH, Budapest.
- Magyar statisztikai évkönyv 1990, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997. KSH, Budapest.
- Mezőgazdasági adattár I. 1965. KSH, Budapest.
- Mezőgazdasági élelmiszeripari statisztikai zsebkönyv 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996: KSH, Budapest.
- Mezőgazdasági statisztikai évkönyv 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1997, 1998. KSH, Budapest.
- NIR 2013: National Inventory Report for 1985-2011, Hungary. Hungarian Meteorological Service, Greenhouse Gas Inventory Division, April 2013.
- https://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php
- Pingoud, K.; Perälä, A.-L.; Soimakallio, S. and Pussinen, A. 2003: Greenhouse gas impacts of harvested wood products. Evaluation and development of methods. In: VTT research notes 2189. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Rüter, S. 2011: Projections of Net Emissions from Harvested Wood Products in European Countries. Work Report No. 2011/x of the Institute of Wood Technology and Wood Biology, Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI). Hamburg.
- Schöberl M. 2012: Fatermékekben tárolt szén hazai civilizációs anyagárama és a klímavédelem. Faipar. XL. 04. 10-13.
- Somogyi Z. 2007: A Kiotoi jegyzőkönyv és az erdők – Erdészeti Lapok 142 (5): 152-154.
- Statisztikai évkönyv 1949-55. KSH, Budapest 1957.
- Statisztikai évkönyv 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989. KSH, Budapest.
- Watson, R.T.; Zinyowera, M.C. and Moss, R.H. 1996: Climate change 1995-impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Contribution of working group II to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
- Werner, F.; Taverna, R.; Hofer, P. and Richter, K. 2006: Greenhouse gas dynamics of an increased use of wood in buildings in Switzerland. Climate Change, 74: 319-347.
- Winjum, J.K.; Brown, S. and Schlamadinger, B. 1998: Forest harvests and wood products: sources and sinks of atmospheric carbon dioxide. Forest Science, 44: 272-284.

Érkezett: 2014. március 10.

Közlésre elfogadva: 2014. szeptember 15.