



## JRC TECHNICAL REPORT

# A földhasználatból, földhasználat- változásból és erdőgazdálkodásból származó jövőbeli kibocsátások becslése

*Ökoszisztéma-  
szolgáltatások az  
előrettekintő  
modellezésben*

Mubareka, S., La Notte, A., Abad-Viñas, R.,  
Avitabile, V., Ballabio, C., Blujdea, V., Lindner,  
S., Lugato, E., Pérez Domínguez, I., Pilli, R.,  
Rossi, S.



Ez a kiadvány a Közös Kutatóközpont (JRC), az Európai Bizottság tudományos és ismeretterjesztő szolgálatának technikai jelentése. Célja, hogy bizonyítékokon alapuló tudományos támogatást nyújtson az európai politikai döntéshozatali folyamathoz. A kiadvány tartalma nem feltétlenül tükrözi az Európai Bizottság álláspontját vagy véleményét. Sem az Európai Bizottság, sem a Bizottság nevében eljáró személyek nem felelősek a kiadvány felhasználásáért. Az e kiadványban felhasznált olyan adatok módszertanára és minőségére vonatkozó információkért, amelyek forrása nem az Eurostat vagy más bizottsági szolgálat, a felhasználóknak a hivatkozott forráshoz kell fordulniuk. Az alkalmazott megnevezések és a térképeken szereplő anyagok bemutatása nem jelentenek véleménynyilvánítást az Európai Unió részéről bármely ország, terület, város vagy terület jogi státuszával, hatóságaival, illetve határainak vagy határainak kijelölésével kapcsolatban.

#### Kapcsolattartási információk

Név: Sarah Mubareka

Cím: JRC Forests and Bioeconomy Unit

Email: [Sarah.MUBAREKA@ec.europa.eu](mailto:Sarah.MUBAREKA@ec.europa.eu)

Tel: +39 0332 78 6741

#### EU Science Hub

<https://joint-research-centre.ec.europa.eu>

JRC131035

EUR 31489

HU

PDF ISBN 978-92-62-68-02764-6 ISSN 1831-9424 [doi:10.2760/510283](https://doi.org/10.2760/510283) KJ-NA-31-489-EN-N

Luxemburg: Az Európai Unió Kiadóhivatala, 2023.

© Európai Unió, 2023



Az Európai Bizottság dokumentumainak újrafelhasználási politikáját a bizottsági dokumentumok újrafelhasználásáról szóló, 2011. december 12-i 2011/833/EU bizottsági határozat (HL L 330., 2011.12.14., 39. o.) hajtja végre. Eltérő rendelkezés hiányában e dokumentum újrafelhasználása a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) licenc alapján engedélyezett (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Ez azt jelenti, hogy az újbóli felhasználás megengedett, amennyiben a megfelelő hivatkozást megadják, és feltüntetik a változtatásokat.

A nem az Európai Unió tulajdonában lévő fényképek vagy más anyagok bármilyen felhasználásához vagy reprodukálásához közvetlenül a szerzői jogok tulajdonosától kell engedélyt kérni. Az Európai Unió nem rendelkezik szerzői jogokkal az alábbi elemekkel kapcsolatban:

- Borítóoldal illusztráció, © Think Stock

Hogyan kell idézni ezt a jelentést: Mubareka, S., La Notte, A., Abad-Viñas, R., Avitabile, V., Ballabio, C., Blujdea, V., Lindner, S., Lugato, E., Pérez Domínguez, I., Pilli, R., Rossi, S., *Ecosystem services in forward-looking modelling: Estimating future emissions from land use, land use change and forestry*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/510283, JRC131035.

# Tartalomjegyzék

Absztrakt.....	1
Köszönetnyilvánítás .....	2
1 Bevezetés.....	3
2 Az ökoszisztéma-szolgáltatási potenciál és az ökoszisztéma-szolgáltatások felhasználása.....	4
2.1 Ökoszisztéma-szolgáltatások.....	5
2.2 Az ökoszisztéma-szolgáltatások kínálata és a földhasználat modellezése .....	6
3 Politikai kontextus .....	8
3.1 Áttekintés .....	8
3.2 Az EU biogazdasága .....	8
3.3 A LULUCF-rendelet.....	9
4 LUISA-BEES integrált modellezési keretrendszer .....	10
4.1 A földhasználati modell elveinek áttekintése.....	11
4.1.1 A földhasználati igények becslése ágazatonként .....	11
4.1.1.1 A mezőgazdasági földterületekre vonatkozó követelmények.....	11
4.1.1.2 Erdőterület-használati követelmények.....	12
4.1.1.3 Városi területfelhasználási követelmények .....	13
4.1.2 A földhasználati igények elosztása a LUISA-BEES segítségével.....	13
4.2 Változások a földhasználati modell elveiben.....	14
5 LULUCF modul .....	15
5.1 Pixel-szintű átjárható megközelítés: általános megfontolások .....	16
5.2 A föld feletti biomassa szénkészletének változásából származó kibocsátás.....	16
6 Eredmények .....	19
6.1 A földterület-változásra vonatkozó becslések közötti különbségek.....	19
6.2 A kibocsátási becslések közötti különbségek .....	21
6.3 A nemzeti szintű eltérések elemzése.....	21
6.3.1 Az IEF-értékek változása .....	22
6.3.2 Erdők.....	23
6.3.3 Nemzeti szintű eltérések a földterület-változási becslésekben .....	24
6.3.4 Vizes élőhelyek és egyéb földterületek.....	24
6.3.5 Konkrét esetek .....	24
6.4 A megfelelő országok jellemzői: Olaszország, Portugália, Spanyolország és Svédország.....	25
7 Megbeszélés és továbblépés .....	28
7.1 A koherencia javítása, földterületek átmenetei .....	28
7.2 Erdővel kapcsolatos átmenetek .....	28
7.2.1.1 Megmaradó erdőterületek Erdőterületek.....	28
7.2.1.2 Erdősítés .....	29
7.2.1.3 Erdőirtás .....	29

7.2.1.4	Összefoglaló táblázat.....	31
7.3	A talaj szénkészletének változásából származó kibocsátás .....	31
7.3.1	A talaj szénkészletének változása: térbeli explicit megközelítés.....	31
7.4	Az ökoszisztéma állapota .....	33
7.5	Következtetések .....	33
Hivatkozások.....		34
Ábrák listája.....		38
A táblázatok listája .....		39
Mellékletek.....		40
1.	melléklet. Az IEF-ek változékonysága.....	40
2.	melléklet. A LULUCF-kibocsátások forrásonkénti összehasonlítása.....	52
3.	melléklet. IPCC többszintű módszerek.....	53
4.	melléklet. A földhasználat felosztásának nemzeti szintű összehasonlítása az UNFCCC-jelentések és a földhasználati modell között .....	54
5.	melléklet. A kibocsátások összehasonlítása az egyes országok között földhasználat-átalakítási páronként	

## **Absztrakt**

Bár az olyan összetett rendszerek, mint a földrendszerek, nem ábrázolhatók teljes mértékben modellekkel, ezek olyan vitákat ösztönöznek, amelyek segíthetnek megérteni az ökoszisztéma-szolgáltatások közötti kompromisszumok lehetséges kockázatait, amikor a földalapú rendszerekre nyomás nehezedik. Egy rugalmas és moduláris, térbeli explicit földhasználati modellezési platformra építünk, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások szerepét a modellezési megközelítésünkben azáltal erősítsük, hogy a felhasználó a modellben a döntési folyamat részeként rangsorolhatja az ökoszisztéma-szolgáltatásokat. A kimenet továbbá a különböző forgatókönyvekre vonatkozó ökoszisztéma-szolgáltatások közötti kompromisszumokról is beszámol.

Ebben a jelentésben az "éghajlatszabályozás" ökoszisztéma-szolgáltatás megvalósítását ismertetjük a LUISA-BEES (Land Use Integrated Sustainability Assessment - Bioeconomy and Ecosystem Service) földhasználati modellező platformban. Itt egy térbeli explicit földhasználat, földhasználat-változás és erdőgazdálkodás (LULUCF) modult fejlesztettünk ki a kapcsolódó kibocsátások CO<sub>2</sub>-egyenértékben kifejezett becslésére, az EU-ban a biomassza iránti különböző keresleti forgatókönyvek mellett. Ismertetjük e modul sajátosságait, valamint a fejlesztés mögött meghúzódó indokokat.

A 2012-2020 közötti modellfuttatás eredményeit a CRF táblázatokban (2022-es benyújtások) összehasonlítjuk az UNFCCC 2020-ra vonatkozó jelentésével. Az eredmények jelentős eltéréseket mutatnak a jelentés és a modellezés eredménye között. Ezeket megvitadjuk, és javaslatokat teszünk a javításra.

## **Köszönetnyilvánítás**

Ezt a munkát a Kutatási és Innovációs Főigazgatóság finanszírozta a DG RTD 013 KCB (LC-01591551) JRC N ° 35895 NFP adminisztratív megállapodás keretében.

A szerzők köszönetet mondanak a JRC.B3-nak, különösen Chris Jacobs-Crisioninak a LUISA modell egyszerűsített változatának elkészítéséért a biogazdaságossággal kapcsolatos értékelések céljából.

A szerzők elismerik Marco Follador, Adrian Leip, Giulia Fiorese, Maarten Hilferink és Erik Oudejans értékes hozzájárulását.

A szerzők köszönetet mondanak a két névtelen bírálónak hasznos észrevételeikért.

## **Szerzők**

Sarah Mubareka, Alessandra La Notte, Raul Abad-Viñas, Valerio Avitabile, Cristiano Ballabio, Viorel Blujdea, Soeren Lindner, Emanuele Lugato, Ignacio Pérez Domínguez, Roberto Pilli, Simone Rossi.

## 1 Bevezetés

Az EU biogazdasága a zöld átmenet egyik eszköze. Ezért a "biogazdasági politikák" kifejezés alatt az összes olyan politikát értjük, amelyek célja a zöld átmenet lehetővé tétele. Ezek sokrétűek és együttesen nagyon messzire nyúlnak, túlmutatva magán az EU biogazdasági stratégiáján. Ez a széleskörűség kényszerít bennünket arra, hogy biztosítsuk, hogy a zöld átmenet valódi hatásai a különböző biogazdasággal kapcsolatos mechanizmusokon keresztül ismertek legyenek, vagy legalábbis elismerjék azokat. Ebből a feltevésekből kiindulva a <sup>LUISA1</sup> (Perez-Soba et al. 2010) földhasználati modellezési platform egyszerűsített változata jelenleg egy sor változtatáson megy keresztül, hogy felvértezzék néhány olyan eszközzel, amelyekkel jobban értékelni lehet a biogazdaság és a kapcsolódó ágazati politikai menetredek, valamint a tágabb értelemben vett zöld átmenet célkitűzései közötti koherenciát (Európai Bizottság 2019). Ezt a modellt, amely az eredeti LUISA-modell elágazása, a továbbiakban "LUISA-BEES" (Land Use Integrated Sustainability Assessment - Bioeconomy and Ecosystem Services) néven nevezzük.

A 2018-as stratégiában (EC, 2018) meghatározott uniós biogazdaságnak kötelessége a biogazdaság alapjául szolgáló ökoszisztémák fenntartása és helyreállítása. Az ökoszisztéma-szolgáltatások állapotának feltérképezését és értékelését az EU biológiai sokféleséggel kapcsolatos stratégiája (EC, 2020) elismeri és támogatja. Az ökoszisztéma-szolgáltatásokat úgy határozzák meg, mint az ökoszisztéma hozzájárulását a gazdasági tevékenységekhez és az emberi jóléthez (MA 2005, TEEB 2010, Haines-Young és Potschin 2018). Az ökoszisztéma-szolgáltatások példái a biomassza biztosításától (pl. termények, fa és halászat) a szennyező anyagok (levegőből, vízből és talajból történő) kiszűrésén át a természeti veszélyektől (pl. árvizek és földcsuszamlások) való védelemig és az emberek által közvetlenül és közvetve használt és értékelt élőhelyek fenntartásáig (pl. beporzás, kártevőirtás és szénmegkötés) terjednek.

Az Európai Bizottság tesztelte és végrehajtotta a SEEA EA-val összhangban lévő általános iránymutatásokat, és kidolgozott egy operatív megközelítést: a természeti tőke elszámolásának integrált rendszerét (INCA). Az INCA keretrendszerben leírtak szerint, amelyek megfelelnek az ENSZ-szabványoknak, az ökoszisztéma-szolgáltatások létrehozása az ökoszisztéma-potenciáltól függ, ami viszont a földterület borításától és használatától, valamint a gazdálkodás módjától függ (La Notte et al., 2019a). Itt a földhasználat és a földhasználati változások közötti kapcsolatot, valamint ezek ökoszisztéma-szolgáltatásokra gyakorolt hatását használjuk ki.

Az olyan összetett rendszerek, mint a földrendszerek, amelyek magukban foglalják az ember és a föld közötti kölcsönhatást, nem ábrázolhatók teljes mértékben egyetlen modellel vagy akár több modellel sem, azonban segíthetnek abban, hogy hasznos történeteket meséljünk el komplex problémákról (Giampietro & Bukkens, 2022). Az előremutató modellezés olyan eszköz, amely hasznos lehet, ha őszintén, átláthatóan és nagyképszerűség nélkül írjuk le. Az itt leírt munkában nem a jövő előrejelzésére vagy "igazsággép" előállítására teszünk kísérletet, hanem inkább arra, hogy egy olyan heurisztikus eszköz kifejlesztésével ösztönözzük a vitát, amely segíthet megérteni az ökoszisztéma-szolgáltatások közötti kompromisszumok lehetséges kockázatait, amikor a szárazföldi rendszerekre nyomás nehezedik. A modellezés hasznos lehet abban, hogy több paraméter nem lineáris, váratlan eredményei felszínre kerüljenek. Az értékválasztás egyértelműen a modellparaméterezés részét képezi, és ez hátránynak is tekinthető, de a forgatókönyvek kidolgozásához is felhasználható, ha a leírás egyértelmű és átlátható.

A kompromisszumok értékeléséhez az ökoszisztéma-szolgáltatásokat jól kell reprezentálni a modellben. Ezek megfelelő ábrázolásához a biofizikai folyamatokat ismerő tematikus szakértőket vonnak be a munkába. Ehhez fokozatos folyamatra van szükség. Ebben a jelentésben az éghajlatszabályozás LULUCF-moduljának fejlesztésére összpontosítunk.

Az (EU) 2018/841 rendelet előírja a LULUCF-jelentések térbeli megközelítését. Ez a térbeli megközelítés továbbá akkor válik érdekessé, amikor a földrajzi elhelyezkedésre érzékeny ökoszisztéma-szolgáltatásokat - például az árvízvédelem és a beporzás - értékeljük. Ily módon ez a megközelítés képes lesz arra, hogy bármilyen léptékű (helyi, regionális, nemzeti vagy uniós) természet helyreállítására vagy védelmére vonatkozó jogszabályokat tájékoztasson, amelyek jellemzője, hogy térbeli explicitásra töreksszenek.

Ez a jelentés részletezi a LUISA-BEES-ben kifejlesztett LULUCF-modul főbb jellemzőit, amely a földhasználatból, földhasználat-változásból és erdőgazdálkodásból (LULUCF) származó CO<sub>2</sub>-egyenérték-kibocsátás becslésére szolgál különböző forgatókönyvek mellett. Hozzájárul ahhoz a tágabb célhoz, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások koncepcióját beépítsék a földhasználati modellbe. Az üvegházhatásúgáz-kibocsátás modellezése tekintetében ez a gyakorlat szolgálhat egy olyan pont meghatározására, ahonnan kiindulva tovább lehet lépni a folyamat alapú modellezés jelentési célú alkalmazásának lehetőségét tekintetében.

<sup>1</sup> [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/luisa\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/luisa_en)



## 2 Az ökoszisztéma-szolgáltatási potenciál és az ökoszisztéma-szolgáltatások felhasználása

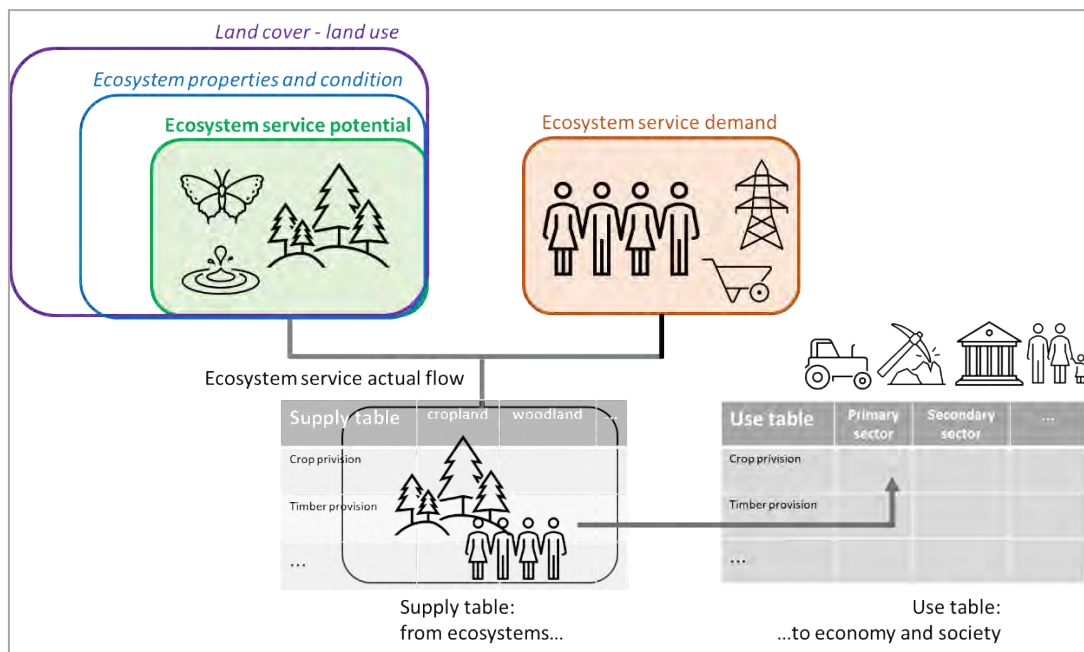
A társadalmi-gazdasági rendszer nagymértékben függ az egészséges ökoszisztémáktól, amelyek szerkezete és funkciói más inputokkal kombinálva ökoszisztéma-szolgáltatásokat hoznak létre. A szolgáltatások folyamatos áramlása az emberi jólét alapja, például a biomassza biztosításától kezdve a szennyező anyagok eltávolításán át a veszélyek elleni védelemig.

Az ökoszisztéma tulajdonságai és állapota biztosítja az ökoszisztéma-szolgáltatási potenciálokhoz szükséges ökológiai folyamatokat (Burkhard és Maes, 2017). Konkrétabban, a tulajdonságok (például a talajtípus és a lejtő lejtésének lejtése) az ökoszisztéma jellegét és szerkezetét, az állapotok (például a fajösszetétel vagy a szennyezőanyagok koncentrációja) pedig az ökoszisztéma integritását és egészségi állapotát írják le. A földhasználat és a földtakaró szolgáltatja az alapot az ökoszisztéma tulajdonságainak és állapotainak méréséhez, amelyek együttesen határozzák meg a szolgáltatások létrehozására való képességet (azaz a potenciált). Az ökoszisztéma-szolgáltatási potenciál azt jelenti, hogy az ökoszisztémák mit tudnának nyújtani, de nem feltétlenül azt, amit igénybe vesznek, amit a szolgáltatás iránti kereslet vezérel (La Notte et al. 2019a). Az ökoszisztéma-szolgáltatási potenciál és a kereslet közötti megfelelés hozza létre az ökoszisztéma-szolgáltatás tényleges áramlását (vagy felhasználását). Például: az árvízveszélyt mérséklő erdők és erdős területek jelenléte (folyásirányban feljebb) az emberi településekkel és gazdasági javakkal rendelkező árterületen (folyásirányban lejjebb) szolgáltatás (Vallecillo et al. 2019). A térbeli explicitást kulcsfontosságú meghatározni:

- az ökoszisztémák tulajdonságai és állapota a földterület-fedettség - földhasználat - szerint;
- van-e kereslet az ökoszisztéma-szolgáltatások iránt;
- hogy a szükséges ökoszisztémák jelen vannak-e az igényelt szolgáltatások nyújtásához.

Az ökoszisztéma tulajdonságai és állapota az ökoszisztéma típusát tükrözik egy adott földhasználat eredményeként. Az ökoszisztéma-szolgáltatásokat viszont a hatásterületükön belüli ökológiai folyamatok, például vízgyűjtők, élőhelyek, természeti régiók és földhasználati egységek generálják. Az ezt alátámasztó összefüggés vizuálisan leegyszerűsíthető az INCA megközelítés bemutatásával, amint azt az 1. ábra mutatja.

1. ábra. A földtakaró-földhasználatról a gazdasági számláig az INCA megközelítés szerint.



Forrás: JRC, <https://ecosystem-accounts.jrc.ec.europa.eu/>

Amint az 1. ábrán látható, az ökoszisztéma-szolgáltatás tényleges áramlása egyfajta belépési pontot jelent a gazdaságba (számviteli szempontból). Ezt az áramlást "kínálatnak" nevezzük, ha azt vesszük figyelembe, hogy honnan származik (azaz az ökoszisztémák típusaiból), és "felhasználásnak", ha azt vesszük figyelembe, hogy hová kerül (azaz a gazdasági ágazatokba és a háztartásokba). A félreértések elkerülése érdekében az ökoszisztéma-szolgáltatási potenciálnak (és nem ökoszisztéma-szolgáltatási kínálatnak) nevezzük azt, amit az

ökoszisztémák képesek nyújtani, függetlenül attól, hogy lesz-e rá kereslet vagy sem.

A térbeli egyértelműség kulcsfontosságú annak feltárásához is, hogy hol van eltérés az ökoszisztéma-szolgáltatási potenciál és a kereslet között. Az eltérés abból adódhat, hogy nincsenek olyan ökoszisztémák, amelyek képesek lennének biztosítani a szükséges ökoszisztémákat.

szolgáltatások (például a talajeróziót megakadályozó növényzet hiánya) vagy a szolgáltatások nem fenntartható felhasználása (például a fenntarthatósági küszöbértéket meghaladó nitrogénkibocsátás) (La Notte et al., 2021).

Az ökoszisztéma-szolgáltatások és a földhasználati modellezésben betöltött szerepük konkrét megértése érdekében a következő szakaszok az INCA-projekt keretében értékelt, értékelt és elszámolt néhány olyan szolgáltatás osztályozását és jelentését ismertetik, amelyek az uniós rendeletjavaslat (EC, 2022) részét is képezik.

## 2.1 Ökoszisztéma-szolgáltatások

A jelenleg használt egyik legnépszerűbb osztályozási rendszer, a CICES<sup>2</sup> szerint az ökoszisztéma-szolgáltatásokat általában három nagy kategóriába sorolják: Ellátás, szabályozás és fenntartás, valamint kultúra (2. ábra).

2. ábra. Az ökoszisztéma-szolgáltatások vázlatos ábrázolása.



Forrás: Getty Images 1372468124

A fenti ábra közepe a szolgáltatásokat nyújtó ökoszisztémákat mutatja. Az ábrát körülvevő ikonok magukat a szolgáltatásokat jelképezik, amelyeket egy vagy több ökoszisztémától is beszerezhetünk. A földhasználati modellezés szempontjából ezek az összetevők megfelelnek a potenciálnak és a keresletnek: A potenciál az ökoszisztéma azon képessége, hogy egy szolgáltatást nyújtson, míg a kereslet a társadalomtól várható igény.

Az uniós rendeletnek (EK, 2022) megfelelően a nyomon követendő szolgáltatások a következők

(a) Ellátási szolgáltatások:

– Termésellátás, amely a növények növekedéséhez való ökoszisztéma-hozzájárulásként van meghatározva, és a betakarított termés ökológiai inputoknak tulajdonítható mennyiségeként becsülhető. Ez nem a betakarított biomassa teljes mennyisége: minél magasabb a természetes inputok aránya (az emberi inputokhoz képest), annál magasabb a termésellátási szolgáltatás. Az intenzív monokultúrák (ahol az emberi ráfordítások magasabbak, mint a természetes ráfordítások) olyan szolgáltatási áramlást jelentenek, amely

<sup>2</sup> Ref. <https://cices.eu/>

alacsonyabb, mint a biogazdálkodás vagy az extenzív mezőgazdasági rendszerek. A növénytermesztés különböző célokra szolgál, többek között élelmiszer- és rosttermelésre, takarmány- és energiatermelésre, valamint legeltetett biomassza előállítására;

– Faanyagellátás, amely a fák és más fás biomassza növekedéséhez való ökoszisztéma-hozzájárulás, nettó növekményként jelentve.

(b) Szabályozási és karbantartási szolgáltatások:

– A beporzást, amely a vadon élő beporzóknak a fenti növények termeléséhez való ökoszisztéma-hozzájárulásaként van meghatározva, a beporzóktól függő növények tonnájában kell jelenteni, amely a vadon élő beporzóknak tulajdonítható, a beporzóktól függő növények fő típusai - gyümölcsfák, bogyós gyümölcsök, paradicsom, olajos magvak és "egyéb" - esetében növénytípusonként;

– A levegőtisztítást, amely az ökoszisztéma hozzájárulását jelenti a levegőben lévő szennyező anyagok szűréséhez a szennyező anyagok lerakódása, felvétele, rögzítése és tárolása révén az ökoszisztéma összetevői, különösen a fák által, ami enyhíti a szennyező anyagok káros hatásait, az adszorbeált finom részecskék (PM<sub>2,5</sub>) tonnájában kell jelenteni;

– Globális éghajlatszabályozás, amely az ökoszisztémák hozzájárulása az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának csökkentéséhez a szén légkörből történő eltávolítása (nettó megkötése) és a szén ökoszisztémákban történő visszatartása (tárolása) révén. A hozzájárulást a szárazföldi ökoszisztémákban tárolt szén nettó megkötésének tonnájában és szerves szén tonnájában jelentik, beleértve a földfelszín feletti és a talaj első 0,3 méteres rétegében (beleértve a tőzegmohákat is) a föld alatt tárolt szerves szén mennyiségét;

– Helyi éghajlatszabályozás, amely az ökoszisztéma hozzájárulása a környezeti légköri viszonyok (beleértve a mikro- és mezoszintű éghajlatot is) szabályozásához a városi területeken a növényzet jelenléte révén, amely javítja az emberek életkörülményeit és támogatja a gazdasági termelést, a városi növényzet hatására bekövetkező hőmérsékletcsökkenésként kifejezve és jelentve a városokban a 30 Celsius-fokot meghaladó napokon mért hőmérsékletcsökkenésként Celsius-fokban.

(c) Kulturális szolgáltatások:

– A természetalapú turizmushoz kapcsolódó szolgáltatásokat, amelyeket úgy határoznak meg, mint az ökoszisztémához való hozzájárulást, különösen az ökoszisztémák biofizikai jellemzői és tulajdonságai révén, amelyek lehetővé teszik az emberek számára, hogy a környezettel való közvetlen, helyszíni, fizikai és tapasztalati kölcsönhatások révén használják és élvezzék a környezetet, a szállodákban, szállókban, kempingekben stb. eltöltött vendégéjszakák számában kell jelenteni, amelyek az ökoszisztémák látogatásának tulajdoníthatók.

## 2.2 Az ökoszisztéma-szolgáltatások kínálata és a földhasználat modellezése

A földhasználati modell és az ökoszisztéma-szolgáltatások közötti hidat az *ökoszisztéma-típusok* jelentik. Az ökoszisztématípusok alapvetően a földhasználati osztályok aggregátumai. Az INCA-ban figyelembe vett és az uniós rendeletnek (EC, 2022) megfelelő ökoszisztématípusokat az 1. táblázat mutatja be:

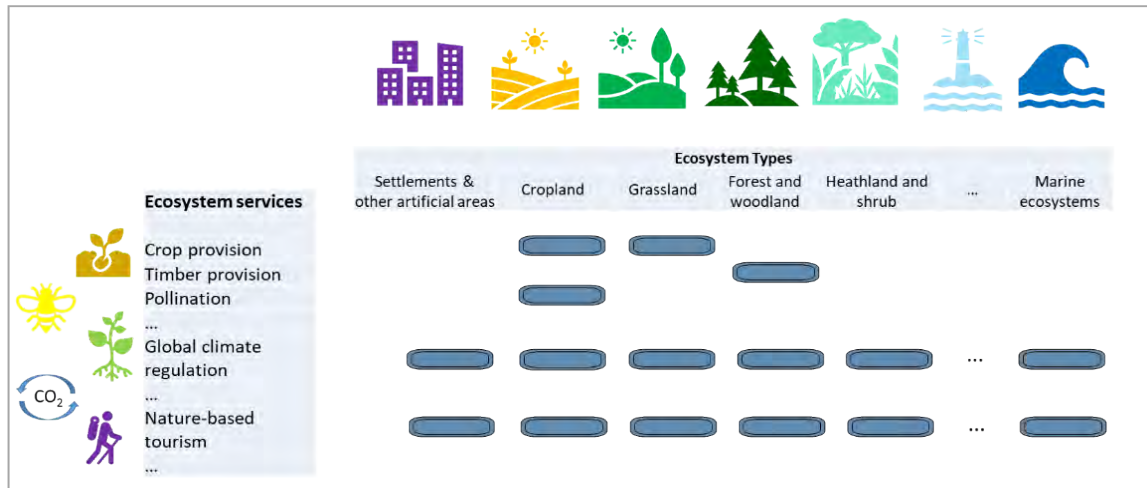
1. táblázat. A modellezési célokra a földhasználati osztályokhoz társítandó ökoszisztémák típusai.

Kategória	Az ökoszisztéma típusának neve
1	Települések és egyéb mesterséges területek
2	Szántóföldek
3	Gyepterületek (legelők, természetközeli és természetes gyepek)
4	Erdő és erdőterület
5	Pázsit és cserje
6	Gyér növényzetű ökoszisztémák
7	Belvízi vizes élőhelyek
8	Folyók és csatornák
9	Tavak és víztározók
10	Tengeri öblözetek és átmeneti vizek

11	Tengerparti strandok, dűnék és vizes élőhelyek
12	Tengeri ökoszisztémák (tengeri part menti, part menti és nyílt óceán)

Minden ökoszisztématípus nyújthat egy vagy több ökoszisztéma-szolgáltatást, amint azt a 3. ábra mutatja, és teljes körűen leírja és beszámol La Notte (2019b, 2020, 2021) és Vallecillo (2018, 2019). Az ökoszisztéma-szolgáltatások annyiban kapcsolódnak a földtakaróhoz és a földhasználathoz, hogy ezek leírják az ökoszisztéma-típusokat. A földterület átalakulásával az általa nyújtott szolgáltatások is megváltoznak.

3. ábra. Az ökoszisztéma-típusok és az ökoszisztéma-szolgáltatások közötti kapcsolat.



Forrás: JRC, saját kidolgozás

Ezzel a munkával azt vizsgáljuk, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások fogalmát hogyan lehet integrálni a földhasználati modellezési platformba.

### 3 Politikai kontextus

#### 3.1 Áttekintés

Az európai zöld alku (EGD) az EU stratégiája a fenntartható fejlődési modellre való áttérésre. Az EGD jelentős hatást gyakorol arra, hogy hol és hogyan történik a biomassza beszerzése (Mubareka et al, 2022). A hazai biomassza-termelés növelése közvetlen és közvetett következményekkel jár majd az európai természeti erőforrásokkal való gazdálkodásban. A földhasználat változásai, akár a szántóföldek gyepterületekre és elhagyott területekre való kiterjesztése, akár az erdőalapú ágazatok számára az erdők kitermelési arányának növelése miatt következnek be, hatással lesznek a különböző uniós szakpolitikai menetredekre, többek között a biológiai sokféleségre, az élelmezésbiztonságra és az élelmiszer-szuverenitásra, az energiára, az éghajlatváltozásra és a természet helyreállítására. Ezért annak megértése, hogy a szakpolitikák hogyan hatnak és hogyan hatnak a földhasználat változására, különösen a biomasszaigény különböző szintjei mellett, támogathatja az EU biogazdasággal kapcsolatos szakpolitikáinak koherens megközelítését.

Az erdészeti ágazatban az éghajlatváltozás mérséklésére irányuló stratégiák mérlegelésekor a legjobb a rendszer szintjének szemlélete. Az EU erdei a 2016-2018-as adatok szerint mintegy -360 Mt CO<sub>2</sub>/év kibocsátást egyenlítenek ki, míg a LULUCF teljes eltávolítása körülbelül -265 Mt CO<sub>2</sub>/év, ami az EU teljes ÜHG-kibocsátásának mintegy 7%-a (Grassi et al, 2021). Az erdőkből és erdőkké történő földátalakítás hatása tehát fontos összetevője az EU teljes üvegházhatásúgáz-kibocsátási költségvetésének.

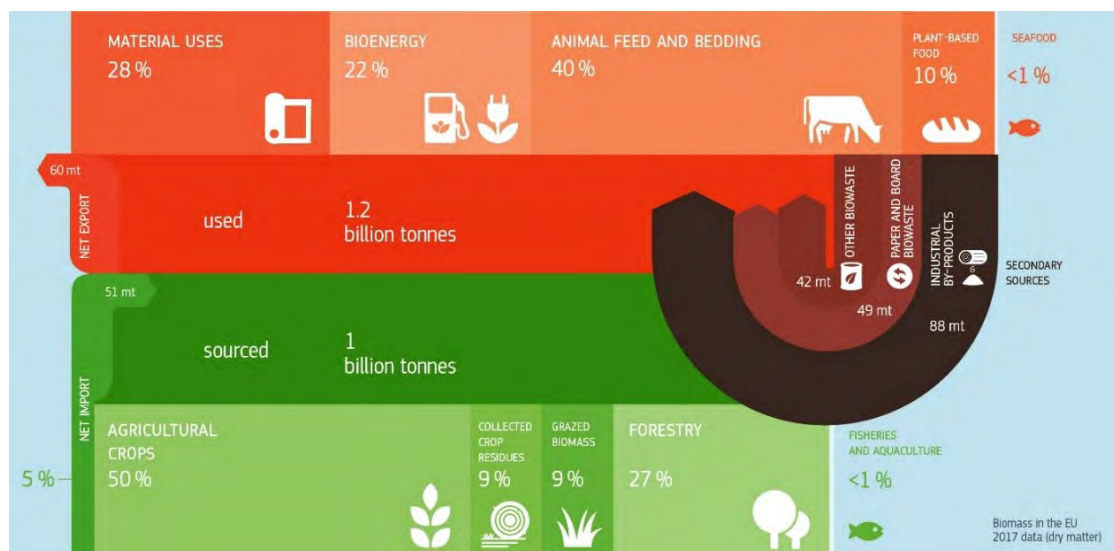
#### 3.2 Az EU biogazdasága

Az európai biogazdaság a termelő ágazatok széles skáláját - azaz a mezőgazdaságot, az erdészetet, a halászatot, az élelmiszeripart, a bioenergiát és a bioalapú ipart - foglalja magában, és 2019-ben mintegy 17,5 millió embert foglalkoztatott<sup>3</sup> (Ronzon et al, 2020).

Az EU biogazdaságához messze a hagyományos mezőgazdaság és az abból előállított termékek járulnak hozzá a legnagyobb mértékben, ezt követik az erdőalapú ágazatok. Az új szolgáltatások és termékek (pl. a bioalapú vegyi anyagok vagy a bioenergia) még csak a kezdeti szakaszban vannak.

A 4. ábra azt mutatja, hogy 2017-ben az EU-27-ben a biomasszaellátás nagy része a mezőgazdaságból és az erdészeti ágazatból származott<sup>4</sup>.

4. ábra. Az EU-27 biomassza-kínálata és -felhasználása 2017-ben. Forrás: JRC Biomass Mandate<sup>5</sup>.



Forrás: JRC biomassza megbízás (2022)

<sup>3</sup>[https://knowledge4policy.ec.europa.eu/visualisation/eu-bioeconomy-monitoring-system-dashboards\\_en?indicatorId=5.2.a.1](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/visualisation/eu-bioeconomy-monitoring-system-dashboards_en?indicatorId=5.2.a.1)

<sup>4</sup>[https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/infographics-biomass-sources-eu-27-2017-data\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/infographics-biomass-sources-eu-27-2017-data_en)

<sup>5</sup>[https://knowledge4policy.ec.europa.eu/projects-activities/jrc-biomass-mandate\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/projects-activities/jrc-biomass-mandate_en)



A 2012-es biogazdasági stratégia (EC, 2018a)<sup>6</sup> 2018-as aktualizált változata megerősítette a 2030-ig tartó időszakra vonatkozó menetrend és a fenntartható fejlődési célok, valamint a Párizsi Megállapodás célkitűzései felé irányuló fellépésének hatókörét, új cselekvési terveket határozva meg a következőkre vonatkozóan: i) a bioalapú ágazatok megerősítése és méretnövelése, a beruházások felszabadítása és a piaci bevezetés növelése; ii) a helyi biogazdaságok gyors kiépítése Európa-szerte; iii) a biogazdaság ökológiai határainak megértése. A harmadik intézkedés célja a biogazdaság fenntarthatósági dimenzióira vonatkozó tudásbázis bővítése a megfigyelési, mérési, monitoring és modellezési kapacitások javításával. Felismeri a különböző biomassza alapanyagok iránti növekvő keresletből eredő közvetlen és közvetett földhasználati változások modellezésének és számszerűsítésének fontosságát a rendelkezésre álló természeti erőforrások optimális felhasználásának biztosítása, valamint a biológiai sokféleség, a szénkészlet és az ökoszisztéma-szolgáltatások degradációjának korlátozása érdekében.

### 3.3 A LULUCF-rendelet

Az (EU) 2018/841<sup>7</sup> rendelet (a továbbiakban: LULUCF-rendelet) meghatározza az EU földhasználati, földhasználat-változási és erdészeti (LULUCF) ágazatának elszámolási szabályait a 2021-2030-as időszakra, azaz azt, hogy a LULUCF-ágazatból származó üvegházhatású gázok kibocsátását és eltávolítását hogyan kell majd beszámítani az EU<sup>8</sup> éghajlati céljaiba. A LULUCF-rendelet része az EU azon kötelezettségvállalásának, hogy az éghajlat- és energiaügyi keretrendszer<sup>9</sup> keretében 2030-ig legalább 40%-kal csökkenti az összkibocsátást. Minden tagállamnak a LULUCF-ágazat elszámolt üvegházhatásúgáz-kibocsátását az elszámolt üvegházhatású gázok eltávolításának azonos összegével kell ellensúlyoznia ("no debit rule"). Az esetleges többlet-eltávolítások bizonyos korlátokig felhasználhatók az erőfeszítés-megosztási rendelet<sup>10</sup> hatálya alá tartozó ágazatokból származó kibocsátások kompenzálására.

A LULUCF-rendelet által lefedett földterület-nyilvántartási kategóriák az erdősített földterület, az erdőirtott földterület, a kezelt szántóföld, a kezelt gyepterület, a kezelt vizes élőhely és a kezelt erdőterület. Ebben az összefüggésben a "kezelt" kifejezés nem feltétlenül az aktív gazdálkodásra utal, hanem azokra a földterületekre vonatkozik, amelyekről az éves nemzeti üvegházhatásúgáz-kibocsátási nyilvántartásokban (GHGI-k) jelentést tesznek az antropogén kibocsátásokról és eltávolításokról<sup>11</sup>. Minden egyes földterület-számviteli kategória esetében a föld feletti biomassza, a föld alatti biomassza, az alom, a holtfa és a talaj szerves szénjének szénkészletéből származó kibocsátásokat és eltávolításokat is figyelembe kell venni az elszámolásban. A kezelt erdőterületek elszámolásának tartalmaznia kell a föld feletti biomassza, a holtfa és a kitermelt fatermékek szénkészletét. Ily módon az energetikai célú biomassza elégetéséből származó kibocsátások szerepelnek a LULUCF-számvitelben, és a kettős elszámolás elkerülése érdekében ugyanezek a kibocsátások az energiaágazati számlákban nullázásra kerülnek.

A különböző földkategóriákra vonatkozó elszámolási szabályok eltérnek egymástól: az erdősített és az erdőirtott földek esetében az összes kibocsátás és eltávolítás szerepel az elszámolásokban. A kezelt erdőterületek esetében az elszámolás egy előre jelzett erdei referenciaszinthez viszonyítva történik, amely a 2021-2025 és 2026-2030 közötti időszakban várható jövőbeli kibocsátások és abszorpciók viszonyítási alapját jelenti, ha az erdőgazdálkodási gyakorlat a 2000-2009 közötti időszakhoz hasonlóan folytatódik (Korosuo et al., 2021). Az erdei referenciaszint tehát lehetővé teszi a kitermelési szintek változását, amely az erdő korszerkezetének alakulásából adódik. A cél az erdőgazdálkodásban bekövetkezett szakpolitikai változások - vagyis azok, amelyeket a tagállamok még befolyásolni tudnak - hatásának elkülönítése azoktól a döntésektől, amelyeket már a múltban meghoztak, de amelyek hatása még mindig érezhető az erdőkben.

---

<sup>6</sup>[https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/updated-bioeconomy-strategy-2018\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/updated-bioeconomy-strategy-2018_en)

<sup>7</sup> Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/841 rendelete (2018. május 30.) a földhasználatból, a földhasználat-megváltoztatásból és az erdőgazdálkodásból származó üvegházhatásúgáz-kibocsátásnak és -elnyelésnek a 2030-ig tartó időszakra vonatkozó éghajlat- és energiaügyi keretbe történő felvételéről, valamint az 525/2013/EU rendelet és az 529/2013/EU határozat módosításáról. <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj>.

<sup>8</sup> Mivel az üvegházhatást okozó gázok földdel kapcsolatos áramlását részben természeti jelenségek és a múltbeli gazdálkodás befolyásolja, a LULUCF-ágazatban a közelmúltban hozott kibocsátáscsökkentő intézkedések hatásának értékelése nehezebb, mint más ágazatokban (energia, közlekedés). Ebben az összefüggésben az elszámolási szabályok a nemzeti ÜHG-kibocsátási és -elnyelési jelentésekben szereplő kibocsátásokat és eltávolításokat kiszűrik azzal a céllal, hogy értékelni lehessen az éghajlatváltozás mérséklésére irányuló intézkedések hatását, és azokat az éghajlati célértékekbe beszámítsák.

<sup>9</sup> [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/strategies/2030/docs/2030\\_euco\\_conclusions\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/strategies/2030/docs/2030_euco_conclusions_en.pdf)

<sup>10</sup> Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/842 rendelete (2018. május 30.) az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának a tagállamok által 2021 és 2030 között az éghajlatváltozás elleni küzdelemhez hozzájáruló, a Párizsi Megállapodás szerinti kötelezettségvállalások teljesítéséhez szükséges éves kötelező erejű csökkentéséről és az 525/2013/EU rendelet módosításáról. <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/842/oj>.

<sup>11</sup> Az IPCC iránymutatásaival (2006, 2019) összhangban az üvegházhatást okozó gázok és gázok kibocsátását és eltávolítását a "kezelt földterületek" tartalmazzák, azaz "ahol emberi beavatkozásokat és gyakorlatokat alkalmaztak termelési, ökológiai vagy társadalmi funkciók ellátására".



## 4 LUISA-BEES integrált modellezési keretrendszer

A KKK számos különböző, a biogazdasághoz kapcsolódó alkalmazásban - többek között a földhasználat változásai, az erdőzet és a mezőgazdaság területén - fejlesztette modellezési kapacitásait. Bár az adatok és a modellek jellege nagyon eltérő, lehetséges a kiemelkedő részek egyesítése a gyakorlati szakpolitikai támogatás érdekében. A biomasszára vonatkozó <sup>megbízás<sup>12</sup></sup> keretében a KKK jelentős szemantikai erőfeszítéseket tett annak érdekében, hogy e modellek fogalmait egyesítse, és így képet alkosson a biomassza rendelkezésre állásának, kínálatának és keresletének lehetséges jövőbeli helyzetéről. Az integrált modellezési keretrendszer erőssége a térbeli-explicit komponens, valamint a különböző ágazatok földterület iránti igényeinek összefogására és összeegyeztetésére való képesség (Mubareka et al., 2018).

A múltban a biomassza kínálati oldalára helyezték a hangsúlyt, azonban az EU Green Deal végrehajtásával a hangsúly a rendszerszintűbb nézőpont felé tolódik el, és annak elismerése felé, hogy a Föld eltartóképességének vannak korlátai. Így a jövőre vonatkozó forgatókönyveknek túl kell lépniük azon, hogy gazdasági szempontból termeljenek outputot, és elhanyagolják az emberi jólétet és a különböző forgatókönyvekből eredő életveszteségeket, ahogyan azt jelenleg számos integrált értékelési modellezési gyakorlat teszi (Stern, 2016), és el kell kezdeni a modellezést a viselkedésre vonatkozó realisabb feltételezésekkel, és így egy igazabb rendszert kell képviselniük (Asefi- Najafabady et al, 2021).

A térbeli explicit modellezés lehetővé teszi, hogy figyelembe vegyünk a helyi biofizikai és szomszédsági jellemzőket, amelyek hatással lehetnek a földhasználatra és az ökoszisztéma-szolgáltatásokra. A LULUCF-ágazat szempontjából például a föld feletti és alatti biomassza helyi szinten, a részletes ökoszisztéma típusától és állapotától függően hat, ami a kibocsátások szempontjából befolyásolja a zavarokkal szembeni sebezhetőséget (Cotrufo et al., 2019). A gazdálkodás és az átalakítás típusa szintén hatással lesz a helyi szintű kibocsátásra (lásd például Pilli et al. 2017).

Végezetül, a térbeli explicit modellezés kulcsfontosságú az ökoszisztéma-szolgáltatások értékeléséhez. A legtöbb kulturális, szabályozó és fenntartó szolgáltatásra vonatkozóan nincsenek olyan nyers adatok, amelyeket egyszerűen felmérés vagy népszámlálás útján lehetne összegyűjteni, ellentétben a gazdasági és társadalmi statisztikákkal. Magát a szolgáltatás létrehozását alátámasztó ökológiai folyamatot kell térben "szimulálni", hogy megbecsüljük az ökoszisztéma-szolgáltatás áramlásának legjobb helyettesítőjét. Ilyen például az édesvízi ökoszisztémák nitrogén-eltávolítása (a víztisztításhoz), a RUSLE-egyenlet (a talajvisszatartáshoz), a görbeszám (az árvízvédelemhez), (La Notte et al., 2021, Vallecillo et al, 2019). Az ökológiai folyamatok viszont az ökoszisztéma jellemzőin alapulnak, amelyek viszont függnek a talajborítástól és a földhasználattól.

Az EU-ban a földhasználat változásának értékelésére használt modell a "Land Use Integrated Sustainability Assessment - Bioeconomy and Ecosystem Services" (LUISA-BEES) konfiguráció. Ennek a modellnek az eredete, mivel az Európai Bizottság számára fejlesztették ki 2010-ben. A modellezési keretrendszer működéséről, valamint a bemeneti adatokról és feltételezésekről részletesebben a Perez-Soba et al., 2010; Lavallo et al., 2011; és Lavallo et al., 2016 című dokumentumokban olvasható. A főbb specifikációkat a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A LUISA-BEES főbb specifikációi.

Térbeli felbontás	100m
Földrajzi lefedettség	Európai Unió 27
Időlépés	5 év
Bázistérkép	Corine Land Cover térkép 2018, az erdőterülethez igazítva
A szimuláció tartománya	2018-2050

<sup>12</sup>[https://knowledge4policy.ec.europa.eu/file/biomass-mandate-jrc\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/file/biomass-mandate-jrc_en)

A földterületek teljes alkalmassága olyan tényezők kombinációjának eredménye, amelyek kifejezik a földterületek egy adott földhasználati célra történő kijelölésének hozzáadott értékét, és együttműködéssel fejezhető ki. A Luisa-BEES optimalizálja a földhasználati eloszlásokat az egyes földhasználati típusok előre meghatározott területigénye mellett, figyelembe véve, hogy a földterület véges. A helyzeti hasznosságot a földhasználati célú alkalmassági térképek tartalmazzák, amelyek egy sor fizikai tényező, a szomszédsági potenciál, az átmeneti költségek, a helyspecifikus támogatások vagy adók eredményeként jönnek létre. Ezen túlmenően a modell fizikai korlátozásokat ír elő az átmenetekre. Ezek a konfigurációban időfüggőek lehetnek, és jellemzően olyan átmeneti osztályokhoz kapcsolódnak, mint például a "fiatal erdő".

A modell a GeoDMS deklaratív nyelven íródott. A GeoDmsRun.exe egy C++ nyelven írt futtatható program, amely számítási eredmények előállítására használható parancssorból vagy kötegeltektől. A GeoDMS nyílt forráskódúként érhető el.

#### 4.1 A földhasználati modell elveinek áttekintése

A külső ágazati modelleket és adatokat általában arra használják, hogy a különböző forgatókönyvek szerinti társadalmi-gazdasági tendenciákra és politikára vonatkozó feltételezéseket a mezőgazdasági, erdőterületek és beépített területek jövőbeli földhasználatra vonatkozó előrejelzésekké alakítsák át. A földhasználati modellek, mint például a Luisa-BEES, az exogén előrejelzéseket használják inputként, és ezeket a mennyiségeket (pl. hektárszám, emberek száma) többek között a biofizikai jellemzők, földhasználati korlátok függvényében rendelik hozzá, és a jövőbeli földhasználati térképeket és a kapcsolódó átmeneti mátrixokat adják ki.

##### 4.1.1 A földhasználati igények becslése ágazatonként

###### 4.1.1.1 A mezőgazdasági földterületekre vonatkozó követelmények

A mezőgazdasági földigényt az európai mezőgazdasági ágazat exogén modellje adja meg. A CAPRI-modell egy részleges egyensúlyú, mezőgazdasági ágazati modell, amely a közigazgatási régiók (NUTS2) szintjén működő mezőgazdasági kínálati modellekből és egy globális, több áru piacot tartalmazó modellből áll (Britz és Witzke 2014). Mindkét modell iterációban fut, amíg az árupiaci árak konvergenciáját nem találjuk. A CAPRI "összehasonlító-statisztikus", az előzőektől függetlenül szimulálja az időlépéseket. A mezőgazdasági, környezetvédelmi és kereskedelmi politikák mezőgazdasági termelésre, mezőgazdasági árakra és jövedelemre, kereskedelemre, valamint környezetvédelmi mutatókra gyakorolt hatásainak elemzésére szolgál. A kínálati modell lehetővé teszi az uniós szakpolitikák részletes bemutatását, beleértve az üvegházhatású gázok mérséklésére szolgáló technológiák endogén modellezését is. A piaci modell a nemzetközi kereskedelmet és a globális piacok árváltozásait szimulálja. A nem mezőgazdasági ágazatokkal való lehetséges kölcsönhatásokat nem modellezik és exogén tényezőként szimulálják.

A CAPRI-modell kimenetei között szerepel a különböző mezőgazdasági termékek előállításához szükséges földterület hektárban kifejezve, amelyet a 3. táblázat mutat be.

3. táblázat. A CAPRI árucikkek és a Luisa\_BEES földhasználati osztályok közötti megfeleltetés.

CAPRI árucikk	CAPRI REGIO-KÓD <sup>13</sup>	Luisa-BEES osztály
Gabonafélék (búza, árpa, kukorica, rizs)	ARAB	Szántóföldek
Olajos magvak (repce, napraforgó)	ARAB	
Len, kender, dohány, zöldségek, gyümölcsök és egyéb évelő növények, virágok.	ARAB	
Takarmány (kukorica, gyökérnövények, egyéb takarmányok szántóföldön)		
Alma, egyéb gyümölcsfák, citrusfélék, szőlő	PERM	Állandó kultúrák
olajbogyó (olajhoz)	PERM	
Legeltetés és legeltetés		Legelő
		Felhagyott szántóföldek
		Felhagyott állandó kultúrák
		Elhagyott legelő

<sup>13</sup> Forrás: 266. oldal, [https://www.capri-model.org/docs/CAPRI\\_documentation.pdf](https://www.capri-model.org/docs/CAPRI_documentation.pdf).

A 3. táblázatban a "felhagyott" földhasználati osztályokra történik utalás. Ezek a LUISA-BEES modellben endogének. Azért vezették be őket, hogy figyelembe vegyék a használatban lévő mezőgazdasági területek csökkenését egyes régiókban. A földterület kiesik a használatból, és addig nem termel, amíg újra nem lesz rá szükség. Ha nincs rá szükség, akkor a felhagyás után öt évvel kezdődő természetes szukcessziókat veti alá magát.

A CAPRI .gdx fájlokat az adott forgatókönyvhöz beolvassuk, és az R-ben a `gdrrw` <sup>csomagból14</sup> származó `rgdx.param` segítségével feldolgozzuk. A mezőgazdasági földhasználatra vonatkozó keresleti fájlokat a földhasználati modell által elvárt formátumban írjuk. Az, hogy a CAPRI-modellen belüli közigazgatási határok hasonlóak, de nem teljesen kompatibilisek a LUISA-BEES-ben használt EUROSTAT NUTS 2 kódokkal. Ezért egy belső leképezési mechanizmus kompenzálja az esetenkénti eltéréseket.

#### **4.1.1.2 Erdőterület-használati követelmények**

A legtöbb forgatókönyv esetében nincs aktív kereslet az erdőterületek iránt, mivel az erdei termékek iránti keresletet általában az erdőgazdálkodási gyakorlatok kiigazításai vagy a kereskedelem ingadozásai elégítik ki, nem pedig az erdőterület változásai. Ez nem jelenti azt, hogy az erdőterületek egyáltalán nem változnak az EU-ban. Az elmúlt 30 évben 9%-kal nőtt az erdőterület (Forest Europe, 2020) a társadalmi-gazdasági (felhagyás) és az azt követő természetes folyamatoknak, valamint az aktív erdősisítésnek köszönhetően. Az EU-27 erdőterületének 89%-a és biomasz-készletének 92%-a áll rendelkezésre faellátásra (Avitabile et al., 2023). Az európai erdők nagy részét tehát kezelik, és emiatt a kezelés intenzitása a fakeresletnek megfelelően változhat. A jelentésben következő vita szempontjából releváns: az erdőterület növekedhet, nem biztos, hogy az erdők jó ökológiai állapotban vannak (Maes et al., 2020). Az erdők megkötési kapacitása az erdő korszerkezetétől és fajösszetételétől függően változik, többek között az erdő egyéb jellemzői, például az erdei szénkészletek (beleértve az élő biomasszát, az elhalt szerves anyagot és a talajt) közötti áramlások függvényében (Grassi et al. 2021).

Annak biztosítása érdekében, hogy a modellszimuláció indításakor a helyes erdőterületet használjuk, a Corine 2018-as földtakaró-térképét úgy igazítottuk ki, hogy az megfeleljen a FAO FRA 2020 referencia-statisztikában szereplő erdőterületnek. A CORINE térkép kiigazításához a Copernicus Forest Type térképét és az ESA GlobBiomass térképét használtuk, megtartva a CORINE térkép MMU-ját. A jövőbeli forgatókönyveknél figyelembe vettük a faellátásra rendelkezésre álló erdők térképezését is (Alberdi et al, 2020). Az ESA CCI 2017-es biomasz-térképét használtuk a CORINE-térkép kiigazításához a következőképpen:

- A 2018-as CORINE földtakaró térképen a lombhullató erdők (311), a tűlevelű erdők (312) és a vegyes erdők (313) osztályait egyetlen erdő osztályba sorolták. Az egyes Corine erdőpoligonok átlagos biomasz-sűrűségét az ESA CCI 2017-es biomasz-térképének felhasználásával számították ki;
- A CORINE-térkép országonkénti teljes erdőterületét (lombos erdők + tűlevelű erdők + vegyes erdők) kiszámították és összehasonlították a FAO által bejelentett erdőterülettel;
- Azokban az országokban, ahol a CORINE térkép nagyobb erdőterületet mutatott, az erdőt a legalacsonyabb biomasz-sűrűségű CORINE erdőpoligonok iteratív eltávolításával csökkentették, amíg az erdőterület meg nem egyezett a FAO statisztikákkal. A Corine-térképen erdőből nem erdővé alakított területeket az "Átmeneti erdő / cserje" (324) osztályba soroltuk;
- Azokban az országokban, ahol a CORINE-térkép KISEBBSÉGES erdőterületet mutatott, az erdőt a "Átmeneti erdő" (324. osztály) kategóriába sorolt és a legnagyobb biomasz-sűrűségű CORINE-poligonok iteratív hozzáadásával NÖVELTE, amíg az erdőterület meg nem egyezett a FAO-statisztikáival. Ha az erdő területe még mindig kisebb volt, mint a referencia-statisztikák, miután az összes átmeneti erdő osztály erdővé alakult át, az erdő osztályt tovább bővítettük a Corine térképen szereplő bármely más "nem erdő" és a legnagyobb biomasz-sűrűségű erdő poligonok iteratív hozzáadásával. A nem erdőből erdővé átalakított területeket a legközelebbi Corine erdőosztályhoz (lombos 311, tűlevelű 312, vegyes 313) rendeltük, ahol a távolságot euklideszi távolságként számoltuk ki;
- A korrekciót poligonléptékben végeztük el, a CORINE poligonok 25 hektáros minimális térképezési egységét a lehető legnagyobb mértékben megtartva. Mégis vannak raszteres "objektumok" (összefüggő pixelek csoportjai) < 25 ha: ezek részben már az eredeti Corine-térképen is jelen voltak (raszteres

<sup>14</sup><https://rdrr.io/github/GAMS-dev/gdxrw-miro/man/rgdx.html>

verzió), és a poligonok raszterizálása miatt (amelyek MMU-ja 25 ha). A poligonok raszterre alakítása során elkerülhetetlenek a torzulások, és < 25 ha-os raszterobjektumok alakulhatnak ki;

- A modellben használt korrigált CORINE LC 2018 térkép nemzeti léptékben megegyezik a FAO 2018-as erdőterületével (Izlandon kívül).

#### 4.1.1.3 Városi területfelhasználási követelmények

A népesség-előrejelzések az EUROSTAT <sup>EUROPOP15</sup> című kiadványából származnak. Ezeket úgy kezeljük, hogy ténylegesen különböző típusú földhasználatok népesedhetnek be. A népsűrűség a szimuláció során a népsűrűség eloszlásának kezdeti becslésére építve az idővel fejlődik. A népsűrűség alakulását a kezdeti népsűrűség és a közvetlen szomszédság átlagos sűrűségeinek kombinációja határozza meg (Barbosa et al., 2015; Kompil et al., 2015). Amint a népsűrűség elér egy küszöbértéket, a területet a "városi" földhasználati osztályba sorolják át. A városi földterületek elnéptelenedhetnek és a "elhagyott városi" osztályba is átalakíthatók.

#### 4.1.2 A földhasználati igények elosztása a LUISA-BEES segítségével

A LUISA-BEES modellben a földterület-kiosztás a Dyna-CLUE modellen alapul (Verburg és Overmars 2009). A kiosztás diszkrét, ami azt jelenti, hogy minden egyes területegységet, jelen esetben minden egyes hektárt egyetlen földhasználati típushoz rendelünk. Azt, hogy melyik földhasználati típus kerül kiosztásra, a földterületnek az adott földhasználati típus befogadására való alkalmassága és a földhasználati típus iránti kereslet kombinációja határozza meg. A földterület teljes alkalmassága olyan tényezők kombinációjának eredménye, amelyek kifejezik a földterület egy adott földhasználati célra történő kijelölésének hozzáadott értékét. Ezt együtthatóval fejezik ki. Minden egyes földhasználati típushoz tartozik egy alkalmassági térkép, amely fizikai tényezők, szomszédsági potenciál, átmeneti költségek, helyspecifikus támogatások vagy adók, valamint az esetleges fizikai korlátozások eredményei. Ezek a konfigurációban időfüggőek, és olyan "átmeneti" osztályokhoz kapcsolódnak, mint például a "fiatal erdő".

A keresleti adatok a modell szempontjából exogénnek tekinthetők, és különböző forrásokból származnak (4. táblázat).

4. táblázat. A LUISA-BEES földhasználati osztályai és a kapcsolódó keresletforrások.

ID	Név	A kereslet forrása
1	Városi	Népességnövekedés (EUROPOP)
2	Iparág	Az ipari területek bővülésének tendenciáinak extrapolálása
3	Szántóföldek	CAPRI modell kimenete
4	Állandó kultúrák	CAPRI modell kimenete
5	Legelők	CAPRI modell kimenete
6	Érett erdő	Az erdők alaptérképét (lásd a 4.1.1.2. szakaszt) érett erdőnek kell tekinteni. A szimuláció során csak a "fiatal erdők" és a "faültetvények" fejlődhetnek közvetlenül érett erdővé.
7	Átmeneti erdők és égetett területek	A Corine földtakaró az első évben leégett területek és az átmeneti erdők esetében. A modellezett évek esetében: a későbbiekben nincs leégett terület; az átmeneti erdőterületek a mezőgazdasági területek felhagyása után 5 évvel alakulnak ki.
8	Felhagyott szántóföldek	Endogén a modellben, ha a szántóterület iránti kereslet < tényleges szántóterület

<sup>15</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/web/population-demography-migration-projections/population-projections-data>

9	Felhagyott állandó kultúrák	Endogén a modellben, ha az állandó kultúrák iránti kereslet < tényleges állandó kultúrterület
10	Elhagyott legelők	Endogén a modellben, ha a legelők iránti kereslet < tényleges legelőterület
11	Felhagyott városi területek	Endogén a modellben, ha a legelők iránti kereslet < tényleges városi földterület
12	Felhagyott ipari terület	Endogén a modellben, ha a legelők iránti kereslet < tényleges ipari terület
13	Új energianövények	CAPRI modell kimenete
14	Féltermészetes növényzet	Corine földtakaró az első évben, nincs igény erre az osztályra, de földet lehet venni belőle.
15	Fiatal erdő	Endogén a modellben, nincs kereslet. A földterület erdővé válik, ha korábban átmeneti erdőterület volt. A fiatal erdő 20 év múlva érett erdővé alakul át.
16	Infrastruktúra (kikötők, repülőterek, utak)	Nem modellezett
17	Egyéb természet	Nem modellezett
18	Sósok, mocsarak és lápok	Nem modellezett
19	Vízfolyások, lagúnák és torkolatok	Nem modellezett
20	Városi zöld	Nem modellezett

## 4.2 Változások a földhasználati modell elveiben

A fentiekben leírtak szerint a földhasználati modellben a felosztás diszkrét, ami azt jelenti, hogy minden egyes földegységet, jelen esetben minden egyes hektárt egyetlen földhasználati kategóriához rendelünk. Azt, hogy melyik földhasználati típus kerül kiosztásra, a földterületnek az adott földhasználati típus befogadására való alkalmassága és a földhasználati típus iránti kereslet kombinációja határozza meg. A földterület teljes alkalmassága olyan tényezők kombinációjának eredménye, amelyek kifejezik a földterület egy adott földhasználati célra történő kijelölésének hozzáadott értékét.

Az ökoszisztéma-szolgáltatások fogalmának a modellbe való integrálásával nagyobb rugalmasságot kapunk a forgatókönyvekben az ökoszisztéma-szolgáltatások tekintetében kitűzött célok meghatározásában, és jobban tudjuk értékelni ezek földrajzilag érzékeny kompromisszumait. Továbbá ez a megközelítés alkalmas lesz arra, hogy bármilyen léptékű (helyi, regionális, nemzeti vagy uniós) természet helyreállítási vagy természetvédelmi jogszabályok térbeli vonatkozású politikáinak tájékoztatására, amelyek jellemzője, hogy térben explicitek.

A LULUCF-modul kidolgozásával kezdjük az éghajlatszabályozási ökoszisztéma-szolgáltatás megvalósítását, amely a jelentés középpontjában áll.

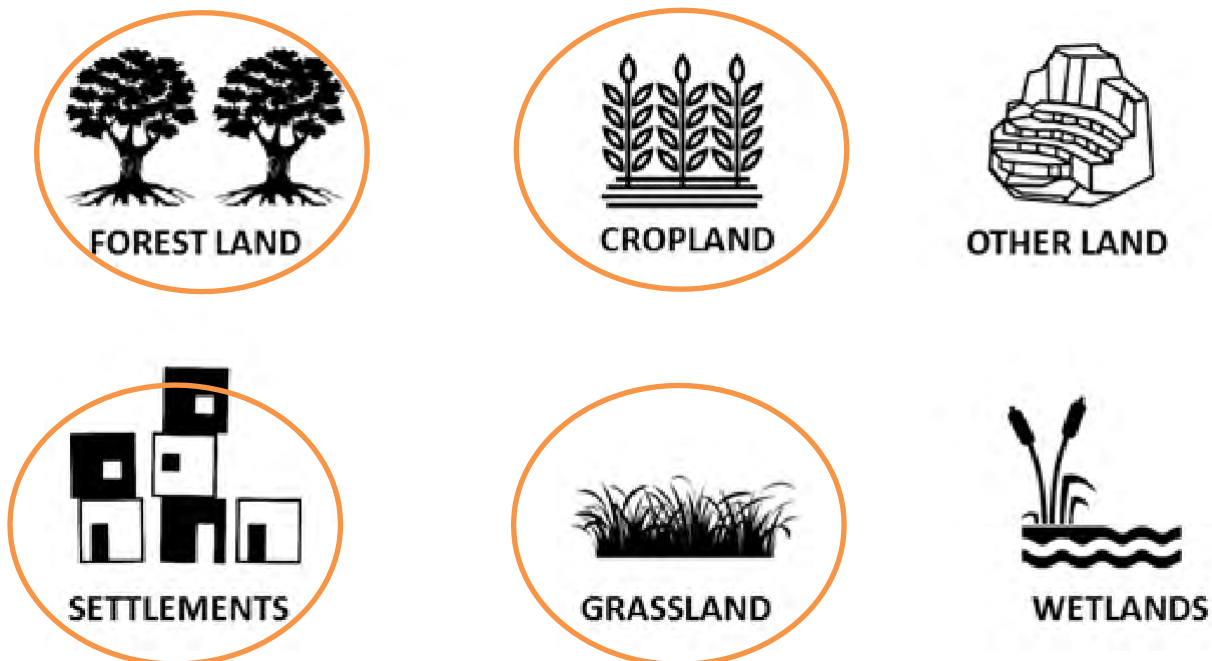
## 5 LULUCF modul

Az IPCC<sup>16</sup> szerint a LULUCF-ágazat az olyan földhasználati kategóriákban bekövetkező antropogén ÜHG-kibocsátásokat és szén-dioxid-elvonásokat foglalja magában, mint az *erdőterületek*, a *szántóföldek*, a *legelők*, a *vizes élőhelyek*, a *települések* és a fennmaradó *egyéb földterületek*. Az üvegházhatásúgáz-kibocsátás és a szén-dioxid-elvonás a kategóriák közötti gazdálkodási és földhasználati átmenetek eredményeként történik (5. ábra), ami a szénkészlet változásához vezet a három fő szénkészletben: élő biomassza, holt szerves anyag (holtfa és alom) és talaj szerves szén (SOC). A nettó eredményeket a források általi kibocsátás és a nyelők általi eltávolítás szempontjából kell számszerűsíteni. Bizonyos feltételek mellett más, nem CO<sub>2</sub>-gázok kibocsátása is előfordul a földhasználat vagy a földgazdálkodás változásait követően, amelyeket ez az ágazat magában foglal (pl. a talaj szerves anyagának mineralizációjából származó N<sub>2</sub>O-kibocsátás).

Értékelésünk során csak a földhasználat változásából vagy a stabil földhasználatból (nem pedig a földgazdálkodásban bekövetkező változásokból) eredő, az élő biomasszában lévő szénáramlások számszerűsítésére összpontosítunk. A nemzeti üvegházhatásúgáz-kataszterekből származó implikált kibocsátási tényezők, a továbbiakban IEF (tonna C/ha/év), felhasználhatók az átalakuló földhasználat egy hektárnyi területéből eredő szénáramlás egységnyi értékének közelítésére. Röviden, az IEF egy országspecifikus aggregált kibocsátási tényezőt jelent, amely az adatszolgáltató országban egy adott földhasználati alkategóriára alkalmazott összes jellemzőt és gyakorlatot próbálja megragadni. Az IEF-eket az azonos kategóriában maradó vagy más földhasználatra átalakított földterületekre egyaránt megadják.

Az élő biomasszában és a talaj szerves szénjében bekövetkező szénkészlet-változásokból eredő nettó kibocsátások vagy eltávolítások becslése az IEF-ek alapján történik. Ezek a tényezők idővel ingadoznak az átalakított földtípus részletei (pl. fiatal vagy öreg erdők), a gazdálkodási gyakorlatok változatossága, a természetes zavarás és a tagállamok által alkalmazott implikált kibocsátási tényezők kiigazítása miatt, amely az elmúlt 20 év során frissített földhasználat-változási adatokon alapul, amint azt az 1. melléklet mutatja. E változékonyság megragadása és egyetlen érték meghatározása érdekében az előretékintő szimulációkhoz a 2010 és 2020 közötti IEF-értékek átlagát számoltuk ki minden egyes ország és földhasználat-változás esetében.

5. ábra. A LULUCF-modul jelenleg az IPCC (2006) által meghatározott hat földhasználati kategória közül négy közötti átmenetet veszi figyelembe, ezek be vannak karikázva.



Forrás: IPCC, 2006

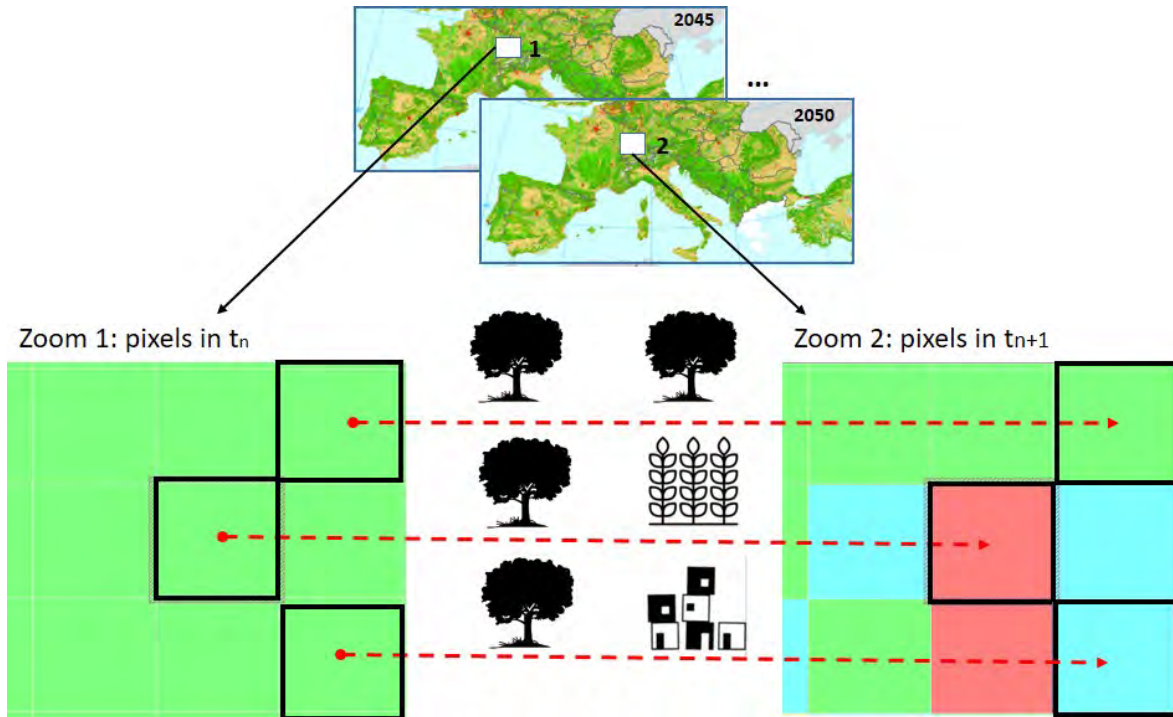
<sup>16</sup><https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>



## 5.1 Pixel-szintű átjárható megközelítés: általános megfontolások

A LULUCF modul a földhasználati modell minden egyes egymást követő időlépésénél ( $t_n \rightarrow t_{n+1}$ ) pixelenkénti összehasonlítást végez a bekövetkezett átmenetek rögzítésére (6. ábra). Minden egyes földhasználati átmenethez IEF (tC/ha) kerül hozzárendelésre, amelyből levezetjük a kapcsolódó CO<sub>2</sub>-kibocsátást/elszívást pixel szinten.

6. ábra. A LUISA-BEES földhasználati térképek a  $t_n$  és  $t_{n+1}$  időszakban. A térképeket pixelről-pixelre hasonlítjuk össze, hogy azonosítsuk a földhasználati átmeneteket az időlépésben ( $t_{n+1}-t_n$ ).



Forrás: JRC, saját kidolgozás

Az egyes képpontok esetében a szénkészlet-változás miatti kibocsátást/elszívást az 1. egyenlet alapján számítják ki:

$$\Delta CO_2 \frac{\text{tonnes}}{\text{ha}} = -(\Delta C \frac{\text{tonnes}}{\text{ha}} * (44/12))$$

ahol

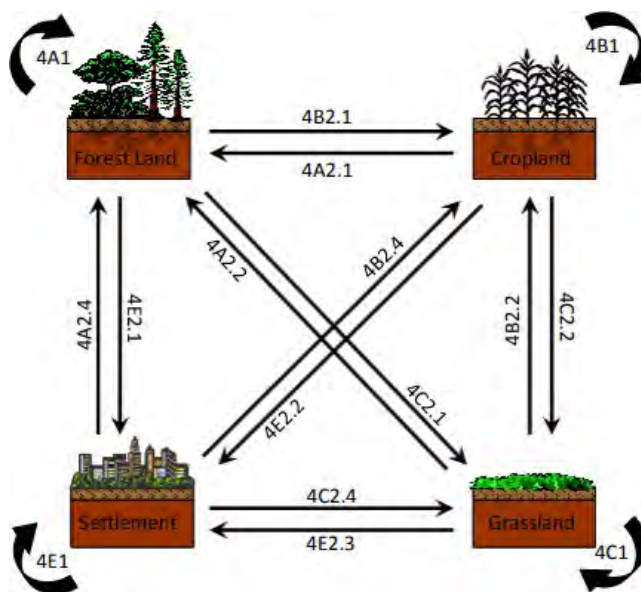
$\Delta C$  a szénkészlet változása  $t_n$ -től  $t_{n+1}$ -ig, és 44/12 a szén/szén-dioxid sztöchiometriai viszonya, amely lehetővé teszi egy tonna C átalakítását egy tonna CO<sub>2</sub>-ra. A negatív előjelet azért alkalmazzuk, hogy a jelentés negatív kibocsátásokban történjen, ahol a negatív  $\Delta CO_2$  értékek azt jelentik, hogy a szén eltávolításra kerül a légkörből (azaz  $\Delta C > 0$ ), a pozitív  $\Delta CO_2$  pedig azt, hogy szén kerül kibocsátásra a légkörbe (azaz,  $\Delta C < 0$ ).

A térbeli dimenzió itt leginkább a talajkompartiment jövőbeli végrehajtása és az erdővel kapcsolatos átalakulások részletesebb számszerűsítése miatt releváns, amint azt a 7.2. *Erdővel kapcsolatos átmenetek* és a 7.3. *A talaj szénkészlet változásából származó kibocsátások* szakaszok részletesebben tárgyalják.

## 5.2 A föld feletti biomassa szénkészletének változásából származó kibocsátás

Ebben az alkalmazásban az országspecifikus implikált kibocsátási tényezőket (IEF) használták. Az IEF-ek ország- és földhasználat-változás-specifikusak, és nem állandóak az idő múlásával, mivel az összkibocsátás és a tevékenységi terület hányadosából adódnak (lásd az 1. mellékletet). A földhasználat átalakulását a 7. ábra mutatja:

7. ábra. A földhasználat átalakításai, amelyekre implikált kibocsátási tényezőket alkalmaznak, az IPCC-iránymutatásokban meghatározott kapcsolódó kódokkal.



Forrás: A KKK saját kidolgozása az IPCC iránymutatásai alapján.

A fő földhasználati átalakulások négy földhasználati osztály között zajlanak, amelyeket endogén módon modellezünk: Erdőterületek, szántóföldek, gyepterületek és települések. Az UNFCCC jelentésében két további osztályt vesznek figyelembe: "A vizes élőhelyek és az "egyéb földek" osztálya azonban még nem szerepel a földhasználati modellezési platformban, az "egyéb földek" osztály pedig a fenti négy modellezett osztályhoz képest csekély mennyiséget képvisel, és nincs jelentős széntartalma. Ez az osztály főként csupasz talajokat, sziklás felszínt és jeget foglal magában. A modellben a 2010-2020 közötti átlagértéket használjuk minden egyes ilyen átalakítás esetében (5. táblázat). A hiányzó adatok vagy a nem megfigyelt, nem becsült vagy nem elérhető adatok miatt hiányoznak. Ezek a hiányzó adatok a bizonytalanság egyik fő okát jelentik, és összességében meglehetősen problematikusak a jövőbeli kilátások szempontjából (lásd a 6.4. szakasz, Megbeszélés).

5. táblázat. A föld feletti biomassa átlagos implikált kibocsátási tényezői (2010-2020) tagállamonként, földhasználat-átalakításonként és változatlanul maradó földterületenként (az oszlopcímek megfelelnek az átalakítás típusának, lásd a 7. ábrát).

Party	A1	A21	A22	B1	B21	B22	C1	C21	C22	E1	E21	E23
AUT	-0.83	-4.47	-4.39	0.01	4.02	-0.18	NA	4.60	0.26	NA	2.69	-1.79
BEL	-2.38	-6.75	-7.02	0.00	15.28	NA	NA	37.36	NA	NA	18.74	NA
BGR	-1.79	-8.51	-8.05	0.03	NA	1.26	0.00	NA	NA	NA	20.50	0.71
CYP	-0.69	-2.88	-2.88	-0.54	2.93	0.17	-0.92	2.65	-0.17	NA	4.21	1.25
CZE	0.28	-8.48	-8.48	0.00	12.19	0.25	NA	13.79	-0.25	NA	15.26	NA
DEU	-3.94	-3.77	0.11	0.00	NA	0.76	-0.03	NA	-0.64	NA	2.47	-3.80
DNM	-2.36	-8.18	-9.13	0.02	4.66	-0.55	0.54	8.95	0.93	NA	12.68	0.37
ESP	-1.90	-4.10	-5.11	-0.07	1.74	-0.20	NA	6.21	NA	NA	5.56	0.57
EST	-0.91	-4.69	-5.18	0.01	NA	1.50	NA	8.63	-0.64	NA	20.84	0.92
FIN	-1.35	-4.07	-5.02	0.00	6.82	NA	-0.69	3.96	-0.02	NA	4.71	0.36
FRK	-1.87	-5.35	-4.23	0.01	16.14	0.33	-0.06	5.38	-0.15	0.10	14.56	1.27
GRC	-0.62	-3.43	NA	-0.05	NA	0.03	0.00	3.41	0.54	NA	1.83	0.93
HRV	-2.65	-1.89	-2.96	0.17	1.04	-0.36	NA	NA	0.56	NA	2.27	0.39
HUN	-1.55	-7.37	-7.47	0.01	3.89	-0.25	NA	9.15	0.19	NA	2.72	0.35
IRL	-3.38	NA	-10.68	-0.03	NA	NA	NA	9.62	NA	NA	11.45	0.47

ITA	-3.38	NA	-3.71	0.15	NA	1.28	-0.23	NA	NA	NA	16.30	4.80
LTU	-3.50	-5.52	-5.78	0.00	NA	0.32	NA	NA	-0.18	NA	NA	1.69
LUX	-3.11	-11.37	-11.13	0.03	11.84	0.14	NA	8.95	-0.22	NA	22.63	-0.44
LVA	-0.74	-0.95	-0.95	-0.03	2.23	NA	-0.21	1.60	NA	-1.65	6.49	4.62
MLT	-0.07	-0.20	-0.68	-0.17	NA	1.19	NA	NA	-3.01	NA	NA	0.44
NLD	-4.66	-13.05	-11.30	NA	22.78	0.69	-0.06	15.19	-0.76	NA	16.83	1.96
POL	-3.15	-2.10	-7.04	-0.13	NA	NA	NA	NA	-0.57	-0.09	23.56	3.02
PRT	-1.96	-7.08	-6.02	-0.06	2.84	-0.21	NA	1.35	0.17	NA	4.57	0.26
ROU	-3.49	-7.84	-3.76	-0.02	5.76	-1.03	-0.04	14.78	0.95	NA	38.79	0.35
SVK	-2.33	-5.69	-5.69	-0.72	4.62	0.15	NA	6.31	-0.02	NA	13.42	1.98
SVN	-1.49	NA	-4.72	-0.01	12.11	0.53	-0.88	7.80	0.64	-0.97	5.42	-0.39
SWE	-1.17	-4.73	-2.23	-0.08	13.26	0.33	-0.66	9.21	-0.43	0.00	7.67	-0.67

Fontos megjegyezni, hogy számos osztály esetében az IPCC iránymutatása (1. szint) <sup>17</sup> azt feltételezi, hogy az élő biomassza szénkészletének változása egyensúlyban van, azaz az év során a nyereséget teljes mértékben ellensúlyozza az eltávolítás (lásd a 2. mellékletet), ezért az egynyári növények esetében, amelyek egynyári növények maradnak, a szénkészlet nettó változása egy adott évben nulla az 1. szinten. figyelembe véve a szénkészleteknek az osztályok közötti marginális változását. Az EU területén a kibocsátások területi változékonyságának és gazdálkodási gyakorlatának jobb megragadása érdekében úgy döntöttünk, hogy nem vesszük figyelembe az IPCC alapértelmezett értékeit, és a tagállamok által az üvegházhatású gázokról szóló nemzeti leltárjelentéseikben (NIR) jelentett országspecifikus implikált kibocsátási tényezőket használjuk.

<sup>17</sup>[https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4\\_Volume4/19R\\_V4\\_Ch05\\_Cropland.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch05_Cropland.pdf)

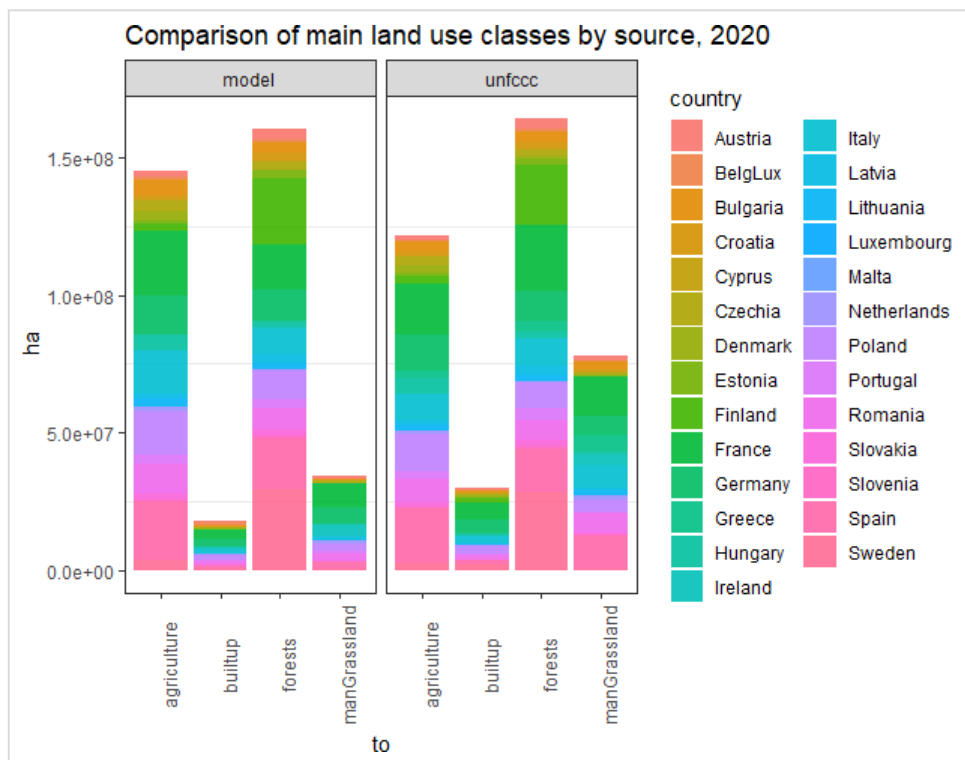
## 6 Eredmények

A földhasználati modellt a szokásos üzletmenet szerinti alapforgatókönyvre konfigurálták, a 2012-es földhasználati térképet használva kiindulási állapotként, 2020-as végállapottal, hogy az eredményeket össze lehessen hasonlítani az UNFCCC ugyanerre az évre vonatkozó nyilvántartásaival. A modell a 2015-ben kezdődő 5 éves időszakra évente átlagosan 334 MtCO<sub>2</sub> eq-ot számított. Ez jóval magasabb (azaz nagyobb a mérséklés), mint az UNFCCC által közölt -258,48 MtCO<sub>2</sub> ekvivalens érték (az ebben a jelentésben figyelembe vett földhasználat-átalakításokra vonatkozóan, és a francia tengerentúli területek nélkül). Ez utóbbi érték természetesen megfelel a várakozásoknak (mivel ezek a bejelentett értékek). Ebben a szakaszban meghatározzuk a két forrás közötti globális különbség fő okait. A gyakorlat példázza az üvegházhatású gázok becslésének nehézségeit a földterületi szektorban, amikor mérőszámként a földhasználati osztályhoz rendelt (adott) hektáronkénti szénegységet használjuk.

### 6.1 A földterület-változásra vonatkozó becslések közötti különbségek

A <sup>2022-ben</sup><sup>18</sup> bejelentett implikált kibocsátási tényezőket (IEF) megszorozzuk az átalakuláson átesett vagy időben fennmaradó földterületek hektárszámával. Ahogy a 8. ábrán látható, eltérések vannak a 2022-ben 2020-ra vonatkozóan bejelentett földterület-átalakulások és a modell kimenete között. A modell a mezőgazdasághoz kapcsolódóan nagyobb földterületet mutat, míg az UNFCCC a beépített, az erdő és a kezelt gyepterülethez kapcsolódóan nagyobb földhasználati területet mutat. Ezeknek az eltéréseknek számos oka lehet. Fontos megjegyezni, hogy a földhasználati modell a 2018-as Corine Land Cover (CLC) térképet használja alapul, amely 45 osztályt tartalmaz. Ezért az eltérések a földhasználati osztályok aggregálásából adódhatnak. Példák azokra az osztályokra, amelyek szerepelhetnek vagy nem szerepelhetnek e főbb földhasználati osztályok bármelyikében, az átmeneti erdőterületek, a vegyes mezőgazdasági földosztályok és az olyan osztályok, amelyek "beépítettnek" tekinthetők vagy nem, mint például a bányászat. Mivel mind a CLC-t, mind az UNFCCC-t nemzeti szinten hitelesítik, ezeknek az alosztályoknak az itt bemutatott fő osztályokhoz való megfelelő hozzárendelését nemzeti szinten kell elvégezni a jelentést készítő szakértőkkel.

8. ábra. A főbb földhasználati osztályok teljes földhasználati területe az EU-ban a modell és az UNFCCC-nyilatkozatok alapján.

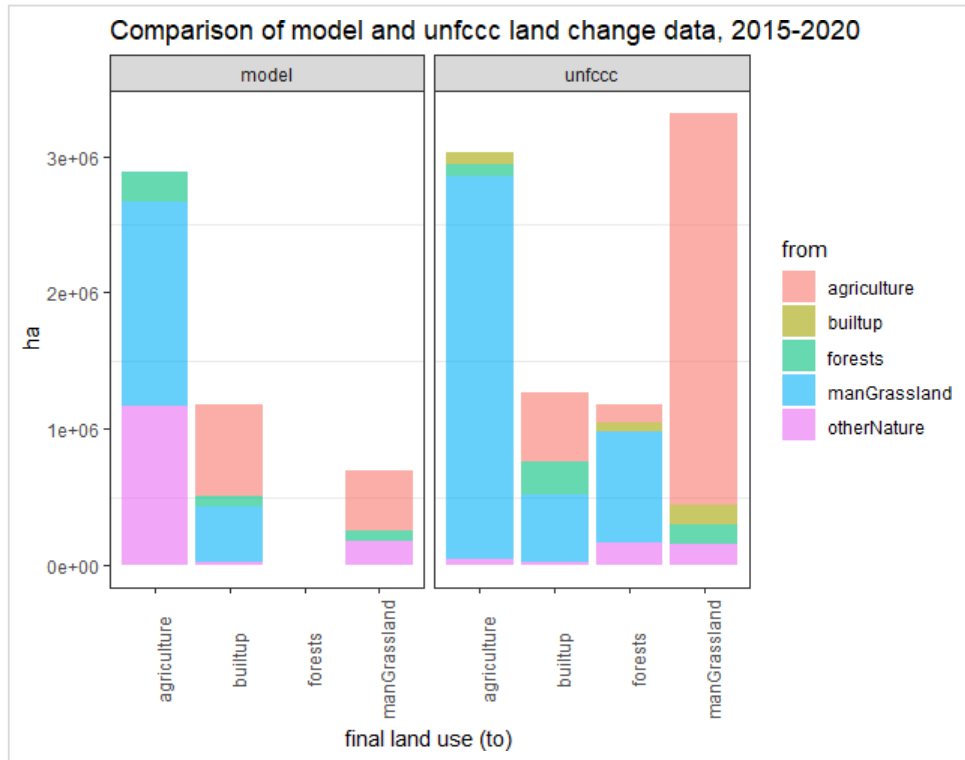


Forrás: A KKK saját kidolgozása

<sup>18</sup> <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>

Ha összehasonlítjuk a <sup>2015</sup><sup>19</sup> és <sup>2020</sup><sup>20</sup> közötti öt éves időszakban az EU-ban más kategóriákká átalakított földhasználati kategóriákat, egyértelmű, hogy a két eszköz (modellezés és jelentéstétel) között számos különbség van. A modellező eszköz nem tartja lehetségesnek, hogy a földterületeket öt éves időszakon belül erdővé alakítsák át (ezért a 9. ábrán a modell kimenete esetében az erdő kategória alatti sáv üres), míg az UNFCCC adatai szerint az öt éves időszak alatt nagyjából egymillió hektárnyi területet alakítanak át erdővé. A 9. ábra áttekintést ad azokról a kérdésekről, amelyekkel foglalkozni kell a modell kimenetének az UNFCCC jelentésével való összehangolása során.

**9. ábra.** A fő földhasználati osztályok modellel történő kiosztásának összehasonlítása a fő földhasználati kategóriákkal.



Forrás: A KKK saját kidolgozása

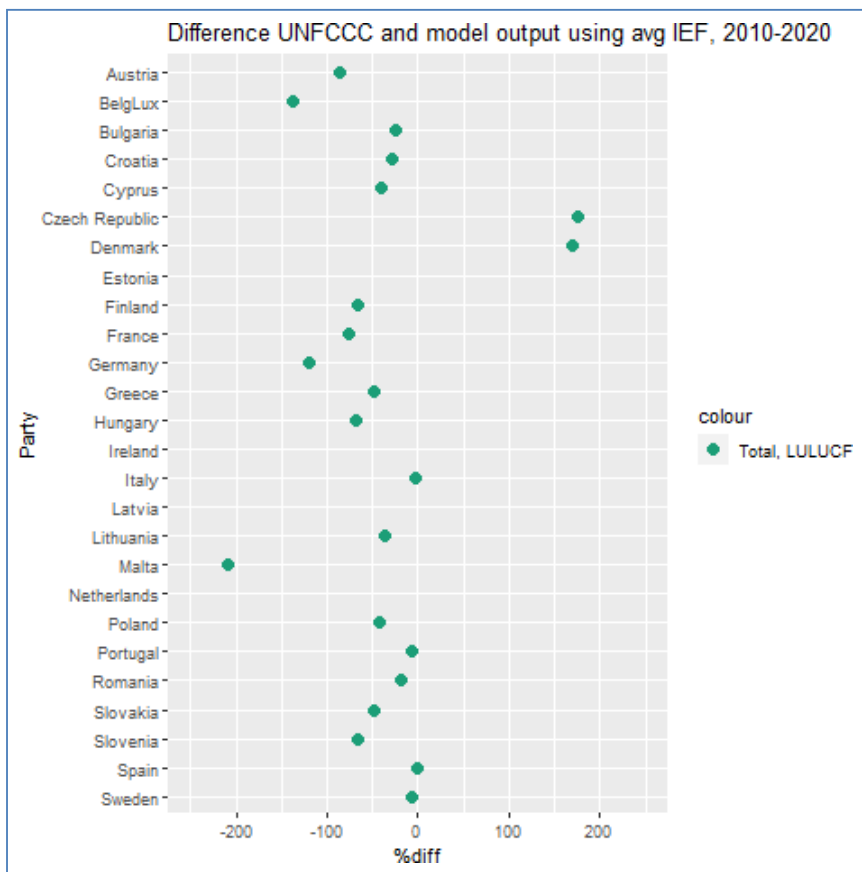
<sup>19</sup> A szimulációhoz a 2012-es CLC-adatokat használják a modell kezdő időpontjaként.

<sup>20</sup> Így az UNFCCC 2016-2020-as adatait olvasva, mivel a 2016-os adatokat az előző, 2015-ös évhez képest bekövetkezett változásként jelentik.

## 6.2 A kibocsátási becslések közötti különbségek

A LUISA-BEES modell LULUCF-moduljának első eredményei az UNFCCC 2020-ra vonatkozó jelentésével való egyetértés tekintetében nagy eltéréseket mutatnak az országok között (10. ábra).

**10. ábra.** A teljes LULUCF-ágazat 2020-as, földhasználat-változásból származó kibocsátásának összehasonlítása a modell kimenete és az UNFCCC-nyilatkozatok között (az adatpont nélküli országok a küszöbértékeken kívül esnek).



Forrás: A KKK saját kidolgozása

A százalékos különbséget a két adathalmaz közötti abszolút különbségként számították ki, osztva a két adathalmaz átlagával. A tényleges értékeket a 2. melléklet tartalmazza.

Amint az ábrán látható, a modell becslései és az UNFCCC jelentése közötti közelség a teljes LULUCF-ágazat kibocsátása tekintetében országonként eltérő. A következő szakaszokban értékeljük az eltérések okait.

## 6.3 A nemzeti szintű eltérések elemzése

A modellek eredményei és az UNFCCC jelentése közötti eltéréseknek számos oka van. Az UNFCCC CRF táblázatokban történő jelentéstételét figyelembe véve, az IEF-értékek az ország által jelentett teljes kibocsátás és a tevékenységre vonatkozó adatok megosztásából származnak. Ez a megközelítés egyszerű átlagot eredményez, amely figyelmen kívül hagyja a tényleges inputokat, és általában több és területileg kiegyensúlyozatlan földterület-alkategóriából áll, amelyek mindegyike különböző kibocsátási tényezővel rendelkezik.

Öt nagy kategóriát határoztunk meg a modell eredményei és az UNFCCC által közölt értékek közötti nagy eltérések tekintetében:

1. A modellben használt IEF-átlagok nem tükrözik az UNFCCC-jelentések kiszámításához használt 2020-as EF-et, és ebben a 10 évben erős jelek vannak;
2. Az erdők soha nem jelenhetnek meg egyik évről a másikra a modellben;

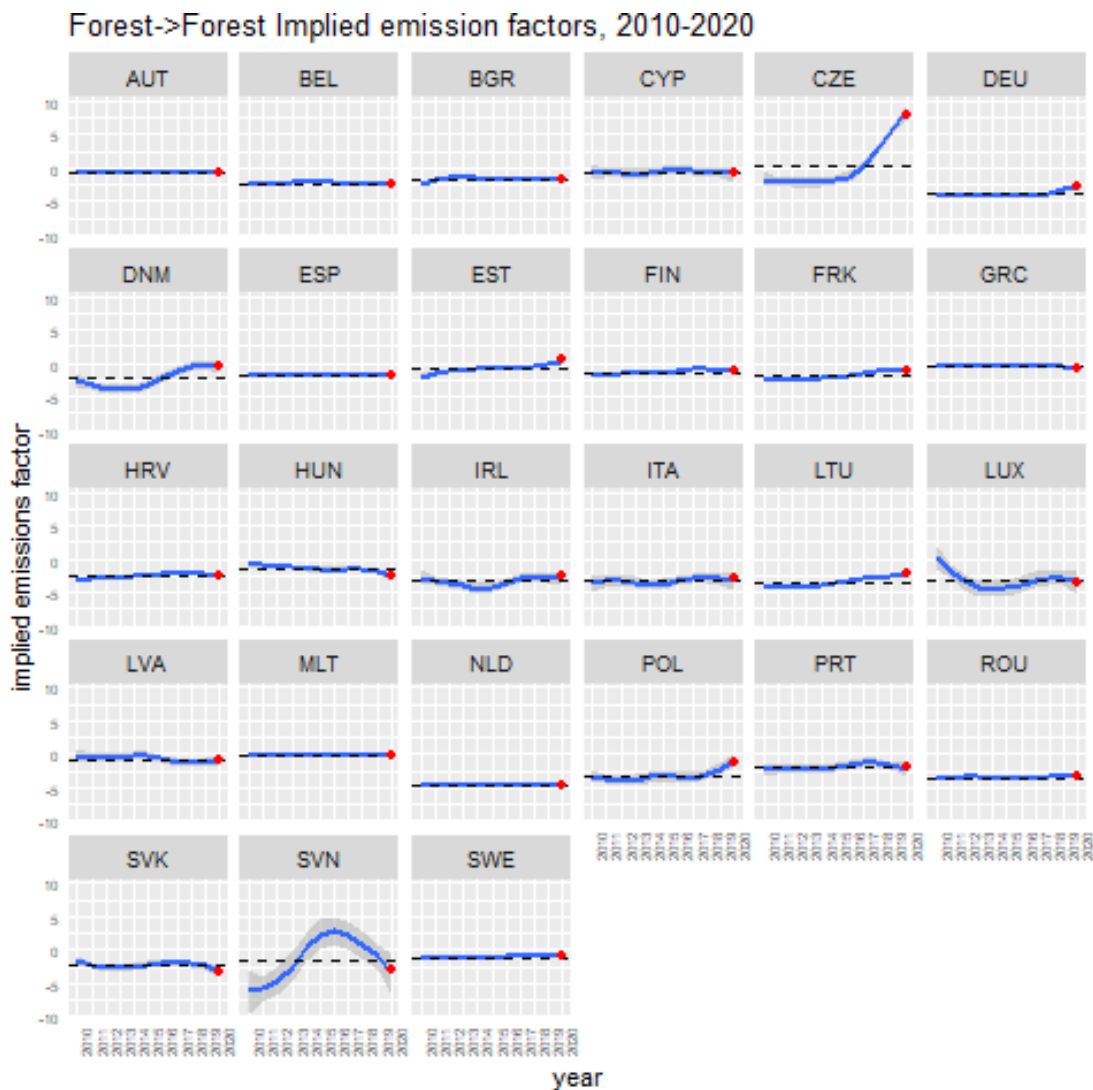


3. Különbségek a földhasználati osztályok összevonásában és meghatározásában;
4. "Egyéb földterület" és vizes élőhelyek nem szerepelnek a modellben;
5. Egyéb országspecifikus jelentéstételi helyzetek, mint például a nem CO<sub>2</sub>-kibocsátás, a vízelvezetésből és a visszahidalásból származó kibocsátás (szintén CO<sub>2</sub>), biomassa elégetése (szintén CO<sub>2</sub>).

### 6.3.1 Az IEF-értékek változása

Az IEF-ek számítási módja miatt ezek az együtthatók nagymértékű ingadozást mutatnak, különösen az erdők esetében. Ez fontos korláta annak a jelenlegi megközelítésnek, hogy az IEF-eket az erdőterületek kategóriájára vonatkozó kibocsátások becslésére használják az erdőterületek maradványai kategóriában, ami Európában jelentős területet jelent, és ezért jelentősen befolyásolja az eredményeket. Egyes esetekben a pozitív kibocsátások összhangban vannak az ország idősorával, míg más esetekben akár meg is fordulhat az előjel, az üvegházhatásúgáz-kibocsátás nyelvéjéről az üvegházhatású gázok kibocsátásának forrására, az egész időszak alatt. idősor (11. ábra). A többi földhasználat-változási kombinációt az 1. melléklet mutatja be.

**11. ábra.** Az EU-tagállamok erdőterületeinek megmaradó erdőterületekre vonatkozó IEF-értékei. Az alábbi ábrák a simított trendvonalat mutatják, az időbeli változásokat pedig szürke árnyékolt terület jelzi. A piros pontok a 2020-ban bejelentett IEF-értéket, míg a fekete szaggatott vonal a 2010-2020 közötti átlagértéket jelöli.

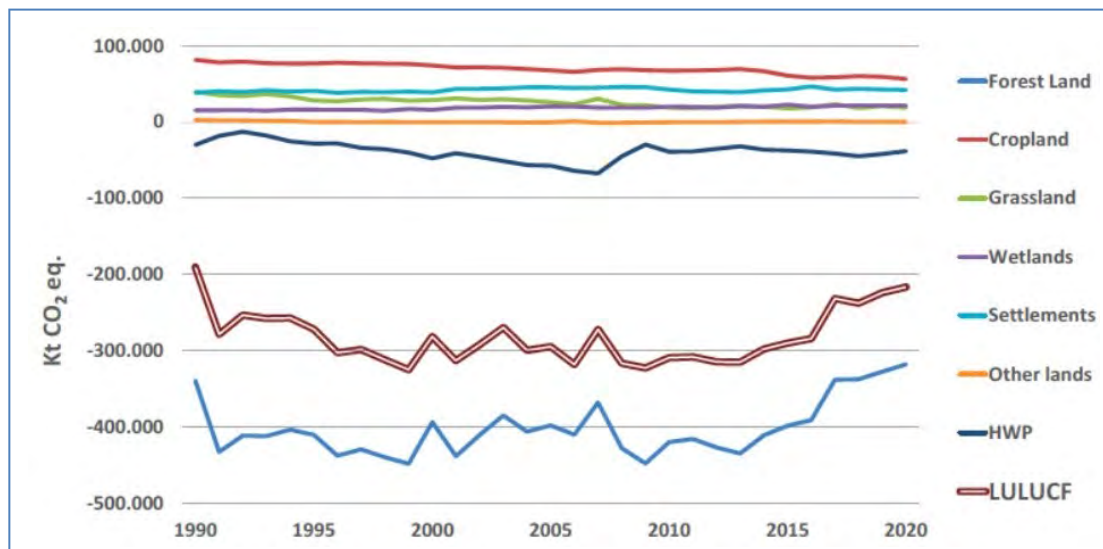


Forrás: A KKK saját kidolgozása

### 6.3.2 Erdők

Az erdők járulnak hozzá a legjelentősebb mértékben a LULUCF-költségvetéshez (12. ábra), és mint fentebb látható, változékonyak is lehetnek.

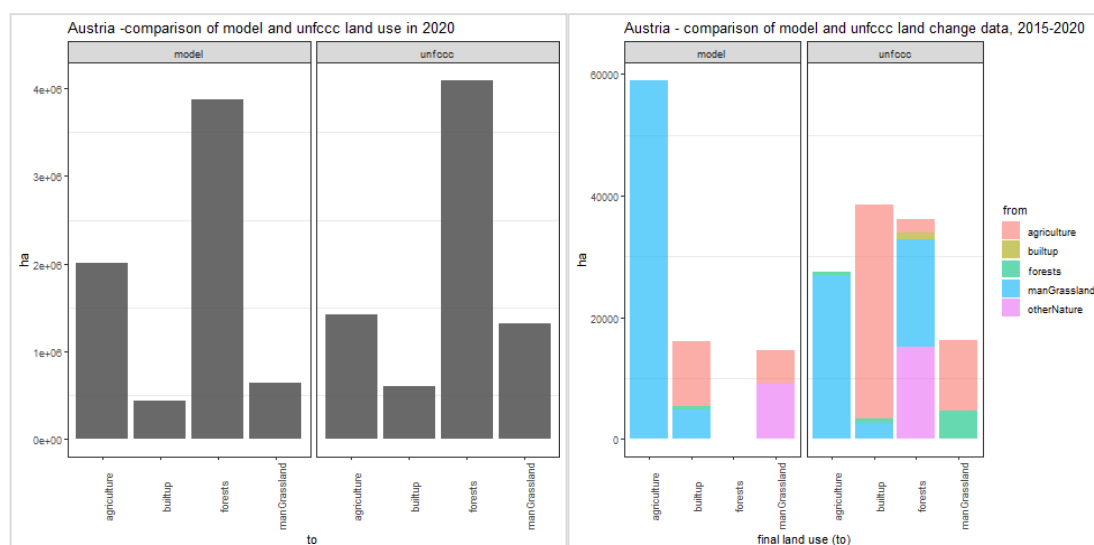
12. ábra. Az erdők hozzájárulása a teljes LULUCF-ágazathoz.



Forrás: G Grassi, személyes közlés

Az erdők a modellben lassú növekedést szimulálnak, így az "A2.x" átmenetek a modellben 5 éves időlépésben soha nem fognak évről évre bekövetkezni (lásd a 4. táblázatot), de az UNFCCC jelentésében igen. Amint azt a 13. ábra mutatja, míg a teljes földhasználat 2020-ban hasonló a modell és az UNFCCC jelentésében (balra), addig 2015-2020 között a modellben nem jelenik meg új erdőterület, az UNFCCC jelentésében viszont igen (jobbra). A többi országgal való összehasonlítást lásd a 4. mellékletben. Az erdőkben lévő különböző szénforrásokban lévő szén-dioxid mennyiségének becslésére szolgáló speciális modell segítségével történő javításra vonatkozó javaslatokat a 7.2. szakasz tárgyalja, amely az *erdőkkel kapcsolatos átmenetekről* szól.

13. ábra. A teljes földhasználat kategóriánkénti összehasonlítása (balra) és a földhasználat változásának dinamikája (jobbra) a modell és az UNFCCC által Ausztriára vonatkozóan jelentett adatok esetében.



Forrás: A KKK saját kidolgozása

### **6.3.3 Nemzeti szintű eltérések a földterület-változási becslésekben**

A modellezési eredmények és az UNFCCC jelentése közötti eltérések legfontosabb oka valószínűleg az, hogy a földhasználat változására vonatkozó becslések nem egyeznek. Ennek oka lehet az aggregáció és a földhasználati osztályok meghatározásának különbségei. Különösen problematikus a gyepterület, ezért a modell által becsült 2015-2020 közötti teljes földhasználat-változás és az UNFCCC-nyilatkozatok nem egyeznek meg. Az UNFCCC-jelentések és a LUISA-BEES modell közötti nemzeti szintű összehasonlítások megerősítik az EU-27 szintjén tapasztaltakat: A legelők és a mezőgazdasági területek jelentik az eltérések fő okát. Ahogy a 8. és a 9. ábra is mutatja, hogy az UNFCCC-ben a "kezelt gyepterület" kategóriában a földterület nagyobb, mint a CLC megfelelője, a legelő esetében. A nemzeti szintű adatok különböző mértékben mutatnak eltéréseket (lásd a 4. mellékletet).

Néhány különösen furcsa jelenség fordul elő, amikor például a településeket erdővé, mezőgazdasággá és/vagy gyepterületté alakuló településekként tartják nyilván. Ez Ausztriában, Lettországbán, Németországban, Franciaországban, Finnországban, Svédországban és Hollandiában fordul elő, és leginkább Csehországban. Bár elképzelhető, a földhasználati modell úgy van beállítva, hogy ez az átalakulás rendkívül költséges, ráadásul előbb egy "felhagyási" fázison kell keresztülmennie (lásd a 4. táblázatot), és ezért egyik országban sem fordul elő. Az UNFCCC táblázatai szerint ez fordítva is megtörténik (az erdőket és a mezőgazdasági és gyepterületeket települések váltják fel).

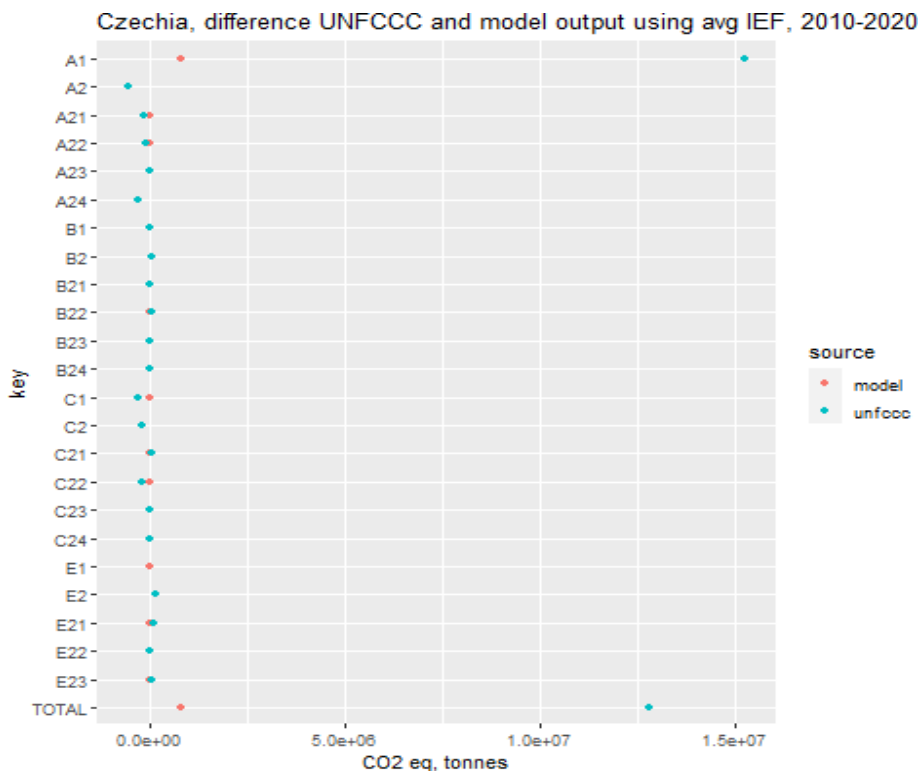
### **6.3.4 Vizes élőhelyek és egyéb földterületek**

A modell még nem veszi figyelembe a vizes élőhelyeket és az "egyéb földterületeket" (lásd a 7. ábrát).

### **6.3.5 Konkrét esetek**

Bár minden országnak megvannak a maga sajátosságai, mi Csehországot emeljük ki. Ez az ország 2017-ig negatív kibocsátást jelentett. A hatóságok megerősítették, hogy ez a megnövekedett fakitermelési szinteknek köszönhető, amelyek a mentőfakitermelési műveletek miatt történtek, mivel a rendkívüli hőség és a szárazság miatt az erdők sebezhetővé váltak a kártevők soha nem látott mértékű támadásaival szemben. Csehország esetében a LULUCF-modell által becsült kibocsátások meglehetősen hasonlóak az UNFCCC jelentéséhez, kivéve a "megmaradt erdők" osztályban lévő hatalmas különbséget (14. ábra). Ez a különbség elég jelentős ahhoz, hogy az egész LULUCF-ágazat becslését megdöntse. Míg Csehország esetében egyértelmű, hogy ez valószínűleg a cseh erdőkben a természetes zavarok miatt bekövetkező biomasszavesztésnek tudható be. Az összes összehasonlító grafikon az 5. mellékletben található.

**14. ábra.** Az egyes földhasználat-változási kombinációk kibocsátása az UNFCCC-nek Csehország által 2020-ban jelentett és a LULUCF-modul által Csehország számára egy évre kiszámított adatok szerint (2015-2020 átlaga).

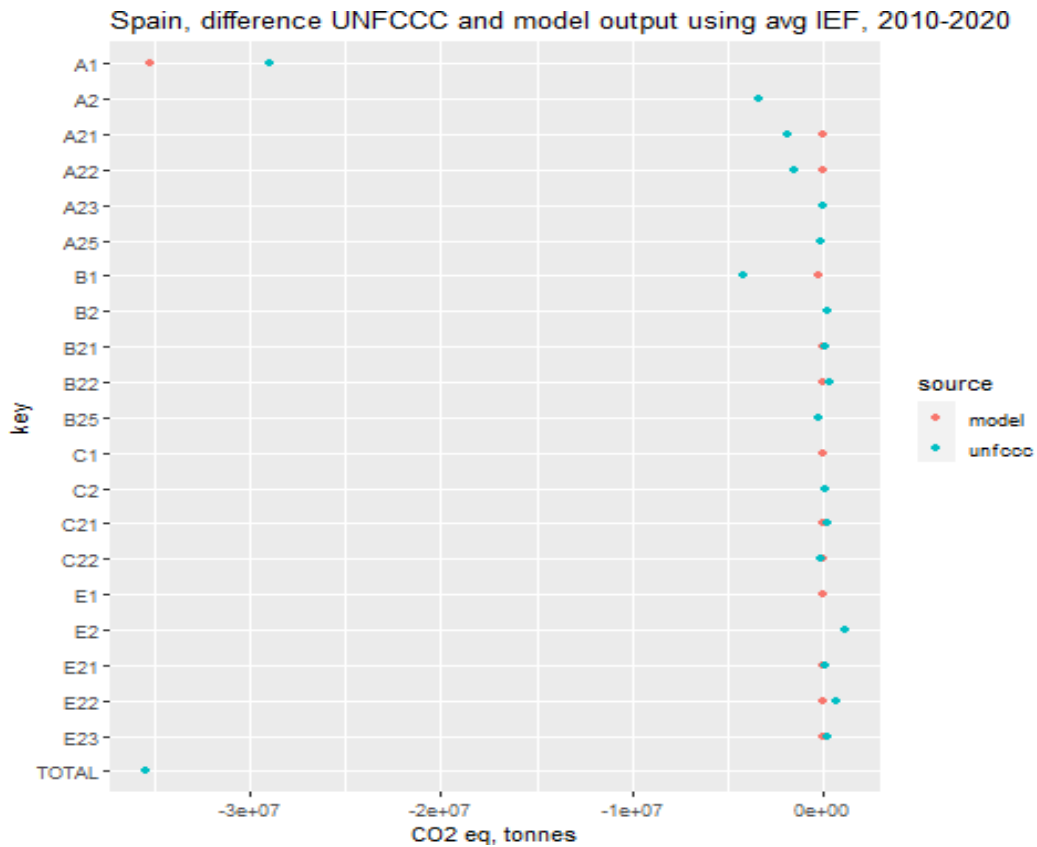


Forrás: A KKK saját kidolgozása

## 6.4 A megfelelő országok jellemzői: Olaszország, Portugália, Spanyolország és Svédország

Spanyolország esetét azért választottuk, mert a földhasználati modell LULUCF modulja és az UNFCCC-jelentések közötti szoros eredmények (-35 496 032 modell vs. -35 558 488 tCO<sub>2</sub>-egyenérték / év UNFCCC-jelentés). A legnagyobb eltérések az erdők és az erdők között (A1), majd a növénytermesztés és az erdők (A21) és a gyepterület és az erdő (A22) között mutatkoznak. A modell túlbecsüli a negatív szén-dioxid-kibocsátást az A1 osztály esetében, de alulbecsüli az A21 és A22 osztályok esetében (15. ábra), ami azzal magyarázható, hogy a modellben kevés a földterületek tényleges erdővé alakítása. A modell nem teszi lehetővé, hogy a földterület évről évre erdőkké alakuljon át, mivel az erdők lassú növekedését szimulálja.

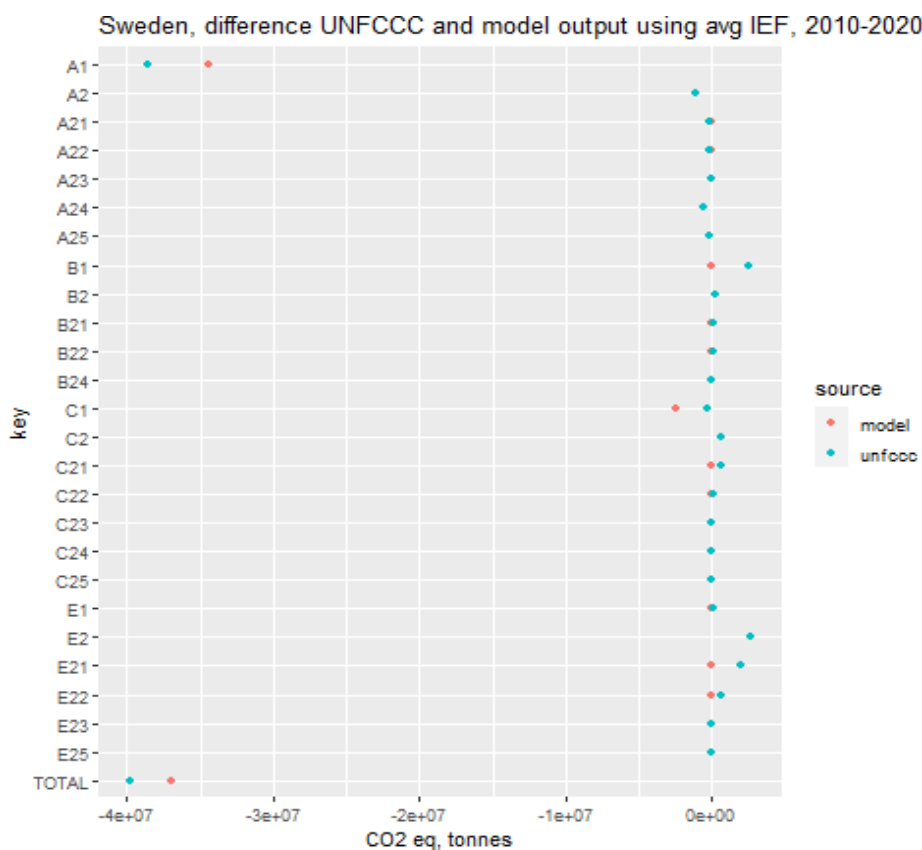
15. ábra. A Spanyolország által az UNFCCC-nek 2020-ban jelentett, és a LULUCF-modul által Spanyolország számára egy évre (2015-2020 átlaga) kiszámított kibocsátás az egyes földhasználat-változási kombinációk esetében.



Forrás: A KKK saját kidolgozása

A legnagyobb eltérések Svédországban, egy másik országban, ahol az erdők megmaradt erdők (A1), majd a növénytermesztés megmaradt növények (B1) és a gyepterületek megmaradt gyepterületek (C1) osztályokban mutatkoznak. A modell túlbecsüli a negatív szén-dioxid-kibocsátást az A1 osztály esetében, de alulbecsüli a növénytermesztés és a gyepterületek fennmaradását, és nem veszi figyelembe az erdőkből településekké való átalakuláshoz kapcsolódó kibocsátásokat. Ez a valószínűtlen átalakítás (E21) a földhasználati modell szerint valójában nagyon költséges, ezért alig fordul elő, az UNFCCC azonban beszámol róla (16. ábra).

**16. ábra. A Svédország által az UNFCCC-nek 2020-ban jelentett, és a LULUCF-modul által Svédország számára egy évre (2015-2020 átlaga) kiszámított kibocsátás az egyes földhasználat-változási kombinációk esetében.**



Forrás: A KKK saját kidolgozása

## 7 Megbeszélés és továbblépés

A LUISA-BEES földhasználati modellben elsőként megvalósítandó ökoszisztéma-szolgáltatásként egy LULUCF-modul kifejlesztése értékes feladat volt, amely kérdéseket vetett fel magával a földhasználati osztályozással és az átmenetekkel kapcsolatban, mind a földhasználati modellben való konfigurálásuk, mind pedig az UNFCCC-ben való jelentésük tekintetében. Az UNFCCC átmenetek elemzése olyan valószínűtlen átmenetekre mutatott rá, mint például a beépített földterületek erdővé válása egy 5 éves időszakon belül, valamint a két forrás között a definíciók és a földhasználati osztályok IPCC-kategóriákhoz való összevonása közötti eltérésekre. Különösen problematikus a CLC-osztályoknak a mezőgazdaság és a gyepterületek kategóriáihoz való hozzárendelése. Ami a filozófiai különbségeket illeti, a modell nem teszi lehetővé az erdők megjelenését, amikor a földterületeket elhagyják, és a természetes szukcesszió új erdőket hoz létre. Ebben a tesztforgatókönyvben nincs aktív erdőtelepítés.

Továbbá az erdősítés és az erdőirtás kezelésének módja sokat javulhatna, ha ismernénk az álló (föld feletti) biomasszát és az erdő szénháztartását, amely magában foglalja a föld alatti részeket is. A talajban lévő szén valójában ennek a munkának egy fontos, még nem megvalósított része. Ebben a fejezetben a modell azon aspektusait tárgyaljuk, amelyek javíthatók.

### 7.1 A koherencia javítása, földterületek átmenetei

Bár a LULUCF-modul sokféleképpen javítható, a prioritást a modell kimenete és az UNFCCC-jelentések közötti különbségek megértésének és számbavételének kell élveznie, és koncepcionális döntést kell hozni arról, hogy hogyan kezeljük ezeket az eltéréseket. Bár egyértelmű, hogy a jelentéstételnek más a célja a földhasználat-változásra vonatkozó forgatókönyv-alkotási gyakorlatok tekintetében, a modell kimenetei nem hasznosak a valós világbeli összehasonlításokhoz, ha nem hasonlítanak globálisan a jelentéstételhez, és ez összehasonlítható földhasználati átmenet mátrixokra támaszkodik. E gyakorlat során világossá vált, hogy a cél nem lehet az UNFCCC jelentéstételének utánzása, mivel a jelentett adatokat nem lehet előre jelezni, tekintettel a nemzeti szintű megfigyelési rendszerek összetettségére, azok frissítésére és az IEF-ek számítási módjára.

Amint azt az 5. melléklet és a 12. ábra mutatja, a legnagyobb különbségek az erdőterület maradvány erdőterület kategóriában jelentkeznek, ezt követik az egyéb erdővel kapcsolatos kategóriák. Ezért a jövőbeni munkához két fókuszterületet javasolunk: 1) Az erdővel kapcsolatos átmenetek javítása; 2) A talajkompartiment bevonása.

### 7.2 Erdővel kapcsolatos átmenetek

A jövőbeni értékelésekhez azt javasoljuk, hogy az IEF-et használjuk a nem erdővel kapcsolatos átmenetekre, és inkább a JRC adatkészleteire és modellezésére támaszkodjunk az erdőkből erdőbe, erdőirtásra és erdősítésre vonatkozó földhasználati kategóriák esetében. Ennek okai elsősorban a következők:

1. Az erdők az ágazatban a teljes süllyedés mozgatórugói, ezért alaposabb figyelmet érdemelnek, különösen a forgatókönyvek kidolgozása során, ahol az erdők területe növekedhet, állapotuk romolhat vagy javulhat, természeti zavarok érhetik őket stb. Ezért részletesebb, az erdők korszerkezetén és fajösszetételén alapuló kibocsátásbecsléseket kell alkalmazni;
2. A természetes zavarok erősen befolyásolják az IEF-et, így az átlagos IEF rossz becslést ad az erdőben maradó erdők kibocsátására;
3. Az erdőirtás esetében fontos figyelembe venni az erdőirtás időpontjában álló biomassza mennyiségét, az országos átlagú IEF nem képes ilyen részletességgel szolgálni;
4. Az egész országra vonatkozóan egyetlen IEF-et rendelni ehhez a földhasználat-átalakításhoz nem informatív (lásd az 1. melléklet grafikonjait, amelyek az erdők és földterületek átalakítására vonatkozó IEF-ek időbeli változásait mutatják az egyes országok esetében).

#### 7.2.1.1 Megmaradó erdőterületek Erdőterületek

A "fennmaradó erdőterületek" földhasználati alkategória a LULUCF-ágazat egyik fő mozgatórugója, és az országok erdőgazdálkodása fontos szerepet játszik a földalapú ágazat teljes szén-dioxid-kibocsátásában (lásd a 12. ábrát). Az erdőgazdálkodás az erdőterületek állandóságát és fenntartását jelenti a fa (kitermelés) és más erőforrások fenntartható felhasználása révén, figyelembe véve az erdők korát, szerkezetét és fajösszetételét.

A földhasználati modellezés gyakran nem mutatja be megfelelően az erdőgazdálkodást, az "erdőt" csupán egyetlen kategóriába sorolja, a betakarítási, öregedési és újránövesztési szakaszok részletezése nélkül, így növelve a bizonytalanságot a

a CO<sub>2</sub>-kibocsátás és -elnyelés becslése. Ennek a korlátozásnak a leküzdése érdekében a szén-dioxid-kibocsátási modell (CBM-CFS3) segítségével valamennyi kompartment becslését be tudtuk vonni.

A Kanadai Erdészeti Szolgálat (CFS) által kifejlesztett CBM-CFS3 modell az IPCC által leírt szabványoknak megfelelően képes szimulálni a korábbi és jövőbeli állomány- és tájszintű C-dinamikát különböző betakarítási forgatókönyvek és természetes zavarok (pl. tüzek, viharok) mellett. A CBM egy empirikus modell, amely térbeli referenciájú adatokon (pl. országos vagy regionális szinten meghatározott rétegek, a rendelkezésre álló adatforrásoktól függően) fut (Kurz et al., 2009, az uniós viszonyokhoz igazított CBM-adatbázisokkal, Pilli et al., 2018). Jelenleg 25 uniós tagállamra alkalmazzák, mind országos, mind NUTS2 szinten (Pilli et al., 2016a, 2016b, 2017, 2018). A CBM éves időlépésekkel fut, és a legújabb alkalmazások különböző éghajlati forgatókönyveket is képesek kombinálni különböző erdőgazdálkodási stratégiákkal (Pilli et al., 2022).

A modell keretrendszere alapján minden egyes erdőállományt terület, kor és földosztályok, valamint legfeljebb 10 osztályozó alapján írják le, amelyek adminisztratív és ökológiai információkon, valamint erdőművelési paramétereken (mint az erdő összetétele és a gazdálkodási stratégia) alapulnak. A hozamtáblázatok egy sora határozza meg az egyes fafajok hasznosítható térfogattermelését, míg a fajspecifikus allometrikus egyenletek a hasznosítható térfogattermelést állomány szintű föld feletti biomasszává alakítják (tC/ha). A modell adatokat szolgáltat a nettó elsődleges termelésről (NPP), a C-készletekről és -áramlásokról, mint az állományok közötti és az erdei termékágrázat felé történő éves szénátadásról, éves időléptéssel.

A modell ebben a keretben ugyanúgy használható, mint ahogyan azt Pilli et al. (2016) és Sahoo et al. (2021) használják, ahol a CBM-modellben a betakarítási szintek három fokozatát dolgozzák fel előzetesen (Business As Usual, amely a történelmi betakarítási szinteken alapul; -20% és +20% betakarítási szintek). Az eredményeket ezután a földhasználati modellben keresőtáblázatként lehet használni a kiválasztott forgatókönyv szerinti összes medence szén-dioxid-nyelőjének becsléséhez.

#### **7.2.1.2 Erdősítés**

Hasonlóan a fent vázolt megoldáshoz az erdőterületek erdőterületek maradványai esetében, a szén-dioxid-kibocsátási modell használható a szén felhalmozódásának szimulálására a különböző medencékben az erdei biomassza felhalmozódásával olyan földterületeken, amelyek korábban valami más voltak. A fentiekben javasoltak szerint a táblázatos megoldás is alkalmazható lenne, azonban a földterületet elfoglaló erdőtípusra vonatkozó feltételezések nem triviálisak, és az erdősisítés helyszínére kell vonatkozniuk.

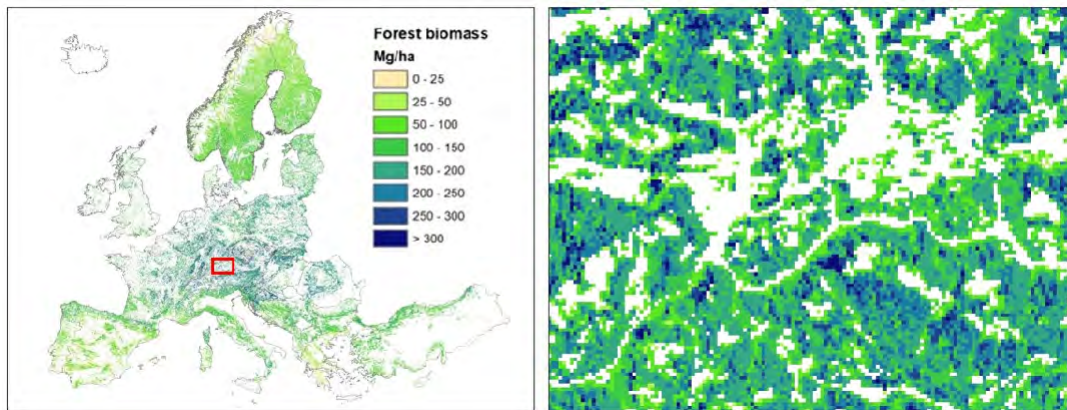
#### **7.2.1.3 Erdőirtás**

Az erdőből bármely más földhasználati kategóriába (pl. szántóföld vagy gyepek) való átmenet erdőirtásnak minősül. Ez az erdő élő biomassza teljes széntartalmának egyidejű elvesztését jelenti az 1. szintű módszer szerint (lásd a 3. mellékletet). Ez az azonnali oxidációs megközelítés nem veszi figyelembe sem a kitermelt fatermékekben tárolt (közvetlenül a légkörbe nem kibocsátott) szenet, sem a végső földhasználati kategória növényzetében felhalmozódó potenciális szén-dioxidot. Ennek a közelítésnek akkor van értelme, ha nem állnak rendelkezésre részletes EF-ek, mivel az erdőirtás miatti szénvesztés sokkal nagyobb, mint a végső földhasználati osztályban az 5 éves időbeli lépésen belül bekövetkező széngyarapodás.

Az erdőirtáshoz kapcsolódó kibocsátások értékelésének kiindulópontját az EU biomassza-térképe (Avitabile et al., előkészítés alatt) adná, amely a 2020-as referenciaévre - az EU erdei biomassza-tartalmára vonatkozó legfrissebb adatokra - 1 hektár pixeles felbontással megadja az erdők föld feletti biomassza-sűrűségét (Mg/ha) szárazanyagban (17. ábra). Az e térképen alkalmazott biomassza-meghatározás az élő fák valamennyi föld feletti biomassza-tartományát magában foglalja, nevezetesen a tuskó föld feletti részét, a tuskótól a csúcsig tartó törzset, a holt és élő ágakat, valamint a lombozatot. A térkép megfelel az erdőterület és a biomassza meghatározása tekintetében harmonizált nemzeti referencia-statisztikáknak, amelyeket a szén-dioxid-kibocsátási modell segítségével ugyanarra a referenciaévre (2020) szinkronizáltak (lásd Avitabile et al., előkészítés alatt). A biomassza-térképet C-egységekre (MgC/ha) konvertálták át a következő átváltási tényező alkalmazásával  
0,47 (IPCC, 2006).



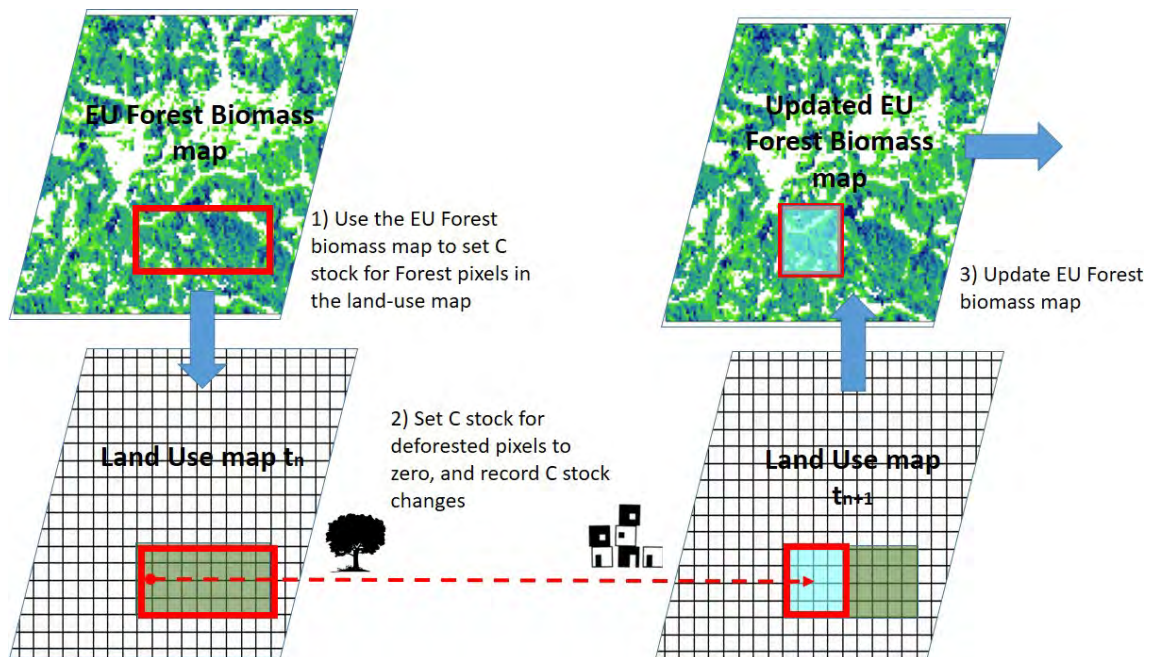
17. ábra. Az EU erdei biomassa-térképe 2020-ig (Mg/ha). Raszteres térkép 1 hektáros pixelfelbontással.



Forrás: et al., 2023

A  $t_n$  kezdeti földhasználati térképen (pl. 2020) egy erdei képponthez az EU biomassa-térképén (18. ábra) szereplő ugyanazon képpont értéke alapján rendelnénk hozzá a biomassa széntartalmát. Az erdőből bármely más osztályba való átmenetet erdőirtásnak tekintjük; az erdőirtott pixelek szénkészletét az erdőirtás időpontjában oxidálnak és a légkörbe kerülőnek tekintjük, ezért a  $t_{n+1}$  végleges földhasználati térképen (pl. 2025) a széntartalmat nullára állítjuk. Az így kapott szénkészlet-változást ( $t_{n+1}-t_n$ ) rögzítjük. Ezt követően az EU biomassa-térképet  $t_{n+1}$ -re frissítjük az új pixelértékekkel (a példában a pixelek földhasználati kategóriája erdőből településre változik, nulla széntartalommal), és ez lesz az új referencia EU erdei biomassa-térkép a következő időlépéshez.

18. ábra. Az erdőirtás esetének pixeles végigjárása.



Forrás: A KKK saját kidolgozása

A 18. ábra az erdőirtás esetére vonatkozó képpontsétát mutatja. Az EU Forest biomassa-térképe a kiindulópont az egyes erdős pixelek biomassa-széntartalmának meghatározásához  $t_n$ -ben. A LUISA-BEES kezdeti ( $t_n$ ) és végleges ( $t_{n+1}$ ) földhasználati térképeit pixelenként hasonlítjuk össze a földhasználati átmenetek és a kiszámított biomassa szénkészlet-változások rögzítése érdekében a  $t_{n+1}-t_n$  időlépésben. A  $t_{n+1}$ -ben az erdőirtott pixelek biomassa-széntartalma nulla (100%-os C-vesztés). Ezeket az új értékeket használjuk fel az EU erdei biomassa-térképének frissítésére a  $t_{n+1}$  időpontban a következő időlépésben, és a kiirtott képpontokat már nem tekintjük erdőnek.

### 7.2.1.4 Összefoglaló táblázat

A 6. táblázat összefoglalja a szénkészlet-változások becslésére elfogadott megközelítéseket az egyes földhasználati átmenetek esetében.

**6. táblázat.** Az erdőterületek átmenete esetén a C-készlet változásának becslésére használt főbb módszertani megközelítések összefoglalása.

Átmenet	Megközelítés	Adatok
Forest-to-Forest (erdőgazdálkodás)	A szén az erdőben idővel felhalmozódik az erdő növekedése, használata és a természetes zavarás következtében. A CBM eredményei 3 erdőgazdálkodási forgatókönyv alapján a szén-dioxid-nyelő becslésére.	A CBM-modell kimenete a 2020-2050 közötti időszakra vonatkozó három betakarítási szintet bemutató táblázatok összeállításához:  referenciaértékként a szokásos módon, szintén állandó erdősítési arányt feltételezve,  +20%-os betakarítás a referenciához képest, növekvő erdősítési rátával kombinálva (+20% 2050-ben 2020-hoz képest), és  -20%-os betakarítás a referenciához képest, csökkenő erdősítési arány mellett (-20% 2050-ben, 2020-hoz képest).
Egyéb földhasználat-erdővé (erdősítés/erdősítés)	Az élő biomaszra szén-dioxid-nyereségét és -vesztését becsüljük meg. A teljes erdősítés (azaz az eredeti állapothoz való visszatérés) és a részleges erdősítési folyamatok szimulálhatók.	CBM-modell kimenete egy keresőtábla létrehozásához. Ezek lehetnek fajspecifikusak és országspecifikusak
Erdőből más földhasználat (erdőtirtás)	Ez az átmenet az élő biomaszra szénkészlet 100%-os elvesztésével járó erdőirtásnak minősül. A 2020-as uniós biomasz-térkép a kiindulópont a szénkészlet változásainak értékeléséhez; a térképet 5 évente frissítik a földhasználati átmeneteknek megfelelően pixelszinten.	Az élő biomaszra szénkészletének változása a 2020-as uniós biomasz-térkép alapján - az erdőirtott pixelek szénkészletének 100%-os elvesztése.

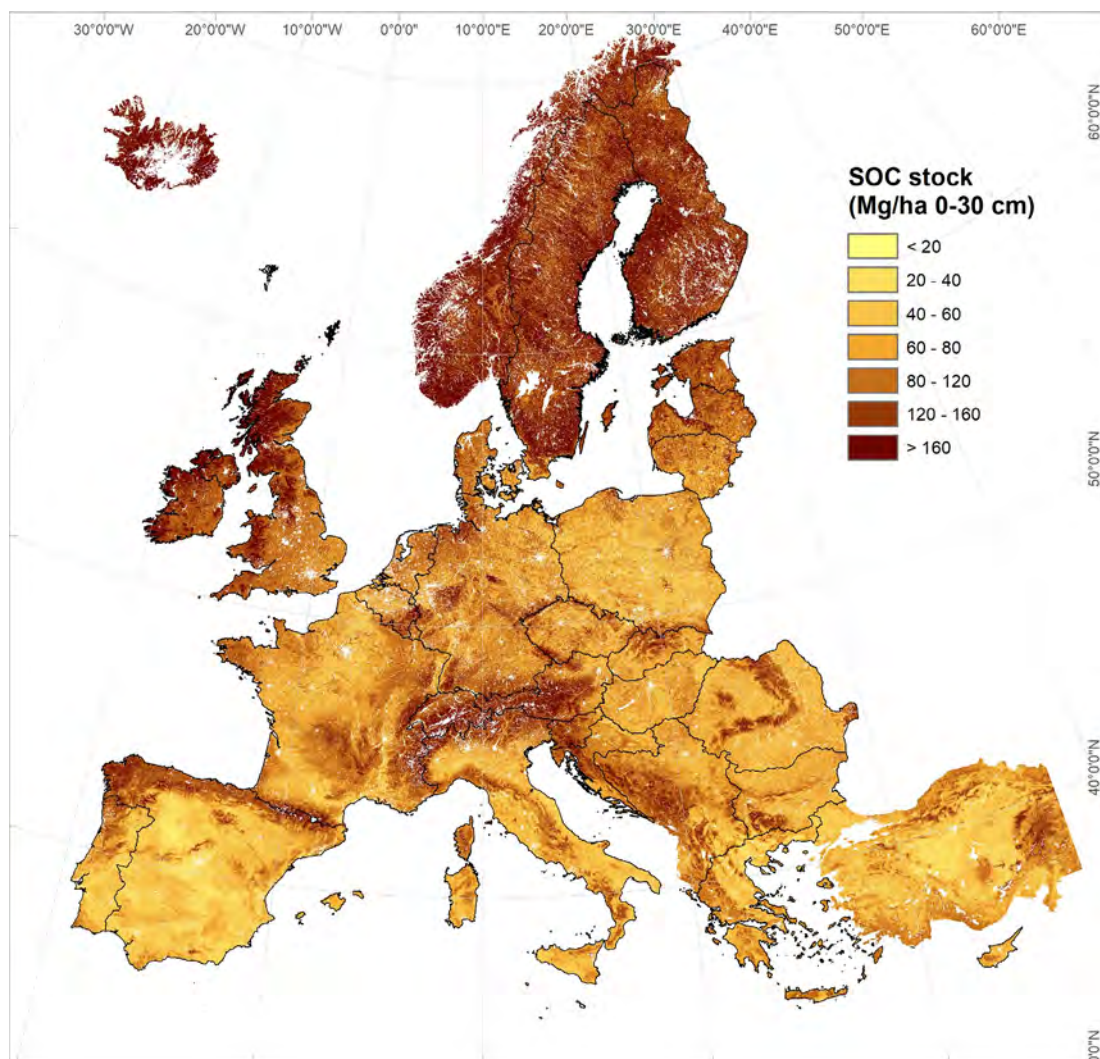
## 7.3 A talaj szénkészletének változásából származó kibocsátás

A talajok a szárazföldi ökoszisztémák legnagyobb szénraktárai, és az EU-ban a túlévelő erdőkben a legnagyobb a talajok szén-dioxid-sűrűsége (Lugato et al, 2021). A talajborítás és a földhasználat változásai befolyásolják a talaj szerves széntartalmát (SOC) és következésképpen a talajokból történő CO<sub>2</sub>-kibocsátást vagy -kivonást. Az IPCC szabályai szerint (AR4, 2006) a talajok szénkészlete átlagosan 20 év után éri el az egyensúlyt, ami azt jelenti, hogy a légkörbe történő nettó CO<sub>2</sub>-csere ezen időkeret után nulla. A talajból történő kibocsátás vagy eltávolítás a földhasználat változásainak következményeként következik be. Ezért egy pixel, amely 2020-tól 2050-ig ugyanabban a földhasználati kategóriában marad, nem bocsát ki vagy von ki CO<sub>2</sub>-t. A modellben, ha földhasználati változást észlelünk, a talaj a következő 20 évben elkezd kibocsátani (vagy eltávolítani), mielőtt elérné az egyensúlyt, ha nem történik további földhasználati változás, és ha egynél több földhasználati változás történik, a kibocsátást újraszámoljuk.

### 7.3.1 A talaj szénkészletének változása: térbeli explicit megközelítés

A Land Use and Coverage Area Frame Survey (LUCAS) Európa legnagyobb talajfelmérése (Orgiazzi et al, 2018) A LUCAS pontadatai felhasználhatók a talaj szerves szénjének éghajlati egységenkénti, földhasználati/földtakarási és talajtípusonkénti keresőtáblázatának létrehozására (19. ábra). A talaj szerves széntartalmának térképe viszonyítási alapként használható a SOC-tartalom ábrázolásához a szimuláció kezdetén, és a 2009-2015-ös referencia-időszak talajszéntartalmát képviselheti (Fernández-Ugalde et al, 2020; Panagos et al, 2020).

19. ábra. A talaj szerves szén-dioxid-térképe.



Forrás E Lugato, személyes közlés

A talaj szénkészlet-változásának meghatározásához az átmenethez a korábban minden egyes éghajlati egységre, talajtípusra és földhasználati osztályra kiszámított keresőtáblázatot használhatjuk, hogy a keresőtáblából levezessük a kibocsátási tényezőket.

Ebben a megközelítésben a SOC-változást inkább az alapszintű tartalomhoz kapcsolódónak tekintik  $\Delta C = C_{base} * EFluc(tn+1)$ .

Ezzel a módszerrel jobban tudjuk reprezentálni a talaj szénkészletek területi változékonyságát az EU-ban.  $\Delta \Delta C$  becslésére szolgáló új képlet tehát a következő:

$$\Delta C_s \frac{\text{tonnes}}{\text{ha}} = C(tn + 1) - C(tn)$$

és a kapcsolódó kibocsátások:

$$\text{Soil CO}_2 \text{ emissions } (tn + 1 - tn) = -\frac{\Delta C_s + (-44/12)}{20 \text{ years}} * 5 \text{ years}$$

A talaj a következő 20 évben elkezd kibocsátani (vagy eltávolítani), ha nem történik további földhasználati változás. Ha egynél több földhasználati változás történik ugyanazon a képponton, akkor minden egyes időlépésre újraszámoljuk a kibocsátást (vagy eltávolítást).

## 7.4 Az ökoszisztéma állapota

A megfelelő kiterjedésű és jó állapotú ökoszisztémák nagyobb vízhozamot és több szolgáltatást képesek nyújtani, mint a széttagolt és leromlott ökoszisztémák. Ezt a keretet az integrált környezeti és gazdasági számlák rendszere (SEEA) állapította meg, amelynek ökoszisztéma-számlák modulját (SEEA EA) az ENSZ statisztikai bizottsága 2021 márciusában szabványként fogadta el (UN, 2021). A KKK azon dolgozik, hogy javítsa az ökoszisztéma-szolgáltatások és az ökoszisztémák állapota közötti kapcsolat megértését (La Notte et al. 2022).

Az ökoszisztéma tulajdonságai és állapota az ökoszisztéma típusát tükrözik egy adott földhasználat eredményeként. Ezért ok-okozati összefüggés állapítható meg a földtakaró és a földhasználat, az ökoszisztéma állapota és az ökoszisztéma-szolgáltatások között. Ez a kapcsolat megállapítható azon mérések és mutatók vizsgálatával, amelyek változása a modellezési eljárások egyes lépéseiben bekövetkező változásokat határozza meg. Például: a földhasználat hatással van az áteresztőképességre, amely állapotmutató, és egyben az árvízvédelmi szolgáltatás becslésének egyik változója; a mezőgazdasági használat a nitrogénkibocsátás fő diffúz forrása, amelynek koncentrációja állapotmutató, de maga a kibocsátás is kulcsfontosságú változó a víztisztítási szolgáltatás becsléséhez. Bármely olyan földterület-átalakítás (pl. erdőből szántófölddé vagy szántóföldből városias övezettké), amely növeli a vízzárótságot vagy a nitrogénkibocsátást, az ökoszisztémák megváltozott állapotán keresztül közvetlenül befolyásolja e két szolgáltatás nyújtását.

Ezt a fajta elemzést minden egyes ökoszisztématípusra (az állapot szempontjából) és minden egyes ökoszisztéma-szolgáltatásra vonatkozóan el kell végezni. Valójában vannak olyan ökoszisztémajellemzők és ökológiai jellemzők, amelyek nem általánosíthatók az ok-okozati összefüggés hatékonysága érdekében.

## 7.5 Következtetések

Az olyan összetett rendszerek, mint a földrendszerek, nem ábrázolhatók teljes mértékben modellekkel, de segíthetnek abban, hogy hasznos történeteket meséljünk az összetett problémákról. Az európai zöld megállapodás széleskörű jellege és a benne foglalt célok közül sokféle módon, a biogazdaságon keresztül történő elérésének változatos eszközei arra kényszerítenek bennünket, hogy a zöld átmenet hatásait legalábbis megismerjük. A földhasználati modell felszereléséhez szükséges változtatások sorozata, amelyekkel a zöld átmenethez kapcsolódó legégetőbb kérdéseink közül néhányat meg tudunk oldani, például azt, hogy milyen hatással van a további biomassza kivonása és felhasználása a földterületekre és az általuk nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatásokra, megköveteli, hogy modelljeinket átdolgozzuk, hogy olyan fogalmakkal is rendelkezzenek, mint az ökoszisztéma-szolgáltatások. A kompromisszumok értékeléséhez az ökoszisztéma-szolgáltatásokat jól kell reprezentálni a modellben. Ebben a jelentésben az első ökoszisztéma-szolgáltatásként az éghajlatszabályozásra vonatkozó LULUCF-modul fejlesztésére összpontosítunk.

Az itt bemutatott általános megközelítés az volt, hogy a tagállamok által 2022-ben bejelentett, 2010-2020 közötti implikált kibocsátási tényezők átlagát megszorozták a földhasználat és a földhasználat változásának területével. A modellt 8 éves időszakra, 2012-től 2020-ig futtattuk, hogy az eredményeket össze tudjuk hasonlítani a LULUCF-ágazat 2020-ra bejelentett kibocsátási értékeivel. Az eredmények azt mutatták, hogy a két forrás között eltérések vannak, és hogy az eltérő eredmények fő oka az erdőterület marad erdőterület két fő okból: Az IEF-ek az egyes országokon belül különböző okok miatt évről évre ingadoznak; valamint a földhasználat és a földhasználat-változással érintett terület is eltérő, és a 10 év átlagának felhasználásával az IEF-ek eltérnek a főként a földhasználat-változással érintett terület miatt.

## Hivatkozások

Alberdi, I., Bender, S., Riedel, T., Avitable, v., Boriaud, O., Bosela, M., Camia, A., Cañellas, I., Castro Rego, F., Fischer, C., Freudenschuß, A., Fridman, J., Gasparini, P., Gschwantner, T., Guerrero, S., Kjartansson, BT., Kucera, M., Lanz, A., Marin, G., Mubareka, S., Notarangelo, M., Nunes, L., Pesty, B., Pikula, T., Redmond, J., Rizzo, M., Seben, V., Snorrason, A., Tomter, S., Hernández, L. (2020). Assessing forest availability for wood supply in Europe, *Forest Policy and Economics*, 111, 102032, <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.10203>.

Asefi-Najafabady, S., Villegas-Ortiz, L. & Morgan, J. (2021). Az integrált értékelési modellek kudarca az "éghajlati vészhelyzetre" és az ökológiai összeomlásra adott válaszként: a császárnak nincs ruhája, *Globalizations*, 18(7), 1178-1188, DOI: 10.1080/14747731.2020.1853958.

Avitabile V., Pilli R., Camia A., The biomass of European forests, EUR 30462 HU, Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-26100-1, doi:10.2760/758855, JRC122635.

Avitabile, V., Pilli, R., Migliavacca, M., Camia, A., Mubareka, S., *Forest Biomass Production in Biomass production, supply, uses and flows in the European Union. Integrált értékelés. Mubareka S, Migliavacca M, Sánchez López J (szerkesztők). Az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/484748, JRC132358.*

Barbosa, A., Criscioni, J., Aurambout, P., Silva, F.B., Barranco, R., Branzelli, C., Perpina, C., Kompil, M., Vandecasteeles, I., Lavallo, C., 2015. Az uniós szakpolitikák szimulációja és területi hatásai értékelése Városfejlesztési és elérhetőségi mutatók: módszerek és előzetes eredmények. A LUISA platform referenciatorgyatékonyvének alkalmazása - Frissített konfiguráció 2014. JRC Science and Policy Reports (Tudományos és szakpolitikai jelentések). EUR 270114 HU, Az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2015, ISBN 978-92-79-44689-4, doi: 10.2788/166689, JRC 94015.

Britz, W. és Witzke, P. (2014). A közös agrárpolitika regionalizált hatásmodellező rendszere (CAPRI)modellező rendszer dokumentációja. Bonni Egyetem. Elérhető: [https://www.capri-model.org/lib/exe/fetch.php?media=docs:capri\\_documentation.pdf](https://www.capri-model.org/lib/exe/fetch.php?media=docs:capri_documentation.pdf)(Hozzáférés: 2022. 09. 05.)

Burkhard, B. és Maes, J. (2017). Az ökoszisztéma-szolgáltatások feltérképezése. *Advanced Books*, 1, Adv. Books. <https://doi.org/10.3897/ab.e12837>.

Camia A., Giuntoli, J., Jonsson, R., Robert, N., Cazzaniga, N.E., Jasinevičius, G., Avitabile, V., Grassi, G., Barredo, J.I., Mubareka, S., The use of woody biomass for energy purposes in the EU, EUR 30548 HU, Az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-27867-2, doi: 10.2760/831621, JRC1227190.

Cotrufo, M.F., Ranalli, M.G., Haddix, M.L. et al. (2019). A talaj szén-dioxid-tárolás tájékoztatása a részecske- és ásványi eredetű szerves anyagokkal kapcsolatban. *Nat. Geosci.* 12, 989-994. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0484-6>.

Európai Bizottság A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK A fenntartható biogazdaság Európáért: a gazdaság, a társadalom és a környezet közötti kapcsolat megerősítése COM(2018) 673 final.

Európai Bizottság A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, AZ EURÓPAI TANÁCSNAK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK A RÉGIÓK BIZOTTSÁGA Az európai zöld alku COM(2019) 640 final.

Európai Bizottság A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A REGIONÁLIS BIZOTTSÁGNAK EU A biológiai sokféleség 2030-ig szóló stratégiája: Visszahozzuk a természetet az életünkbe COM(2020) 380 végleges.

Európai Bizottság (2022) Javaslat európai parlamenti és tanácsi rendeletre a 691/2011/EU rendeletnek az új környezeti-gazdasági számlák moduljainak bevezetése tekintetében történő módosításáról. COM(2022) 329 final, 2022/0210(COD).

ERDEI EURÓPA, 2020: Az európai erdők állapota 2020 <https://foresteurope.org/state-of-europes-forests/>  
<https://foresteurope.org/state-of-europes-forests/>

Giampietro, M. & Bukkens, S. (2022). Tudásigények az Európai Unió energiapolitikáiban: Ismeretlen ismeretek és kényelmetlen tudatosság. *Energy Research Social Science* 91, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102739>



Grassi, G., Fiorese, G., Pilli, R., Jonsson, K., Blujdea, V., Korosuo, A. és Vizzarri, M., Brief on the role of the forest-based bioeconomy in mitigating climate change through carbon storage and material substitution, Sanchez Lopez, J., Jasinevičius, G. és Avraamides, M. editor(s), European Commission, 2021, JRC124374.

Haines-Young, R. és Potschin M.B. (2018). Az ökoszisztéma-szolgáltatások közös nemzetközi osztályozása (CICES) V5.1 és útmutató a felülvizsgált struktúra alkalmazásához. Elérhető a [www.cices.eu](http://www.cices.eu) honlapon.

Kompil M, Aurambout J, Ribeiro Barranco R, Barbosa A, Jacobs-Crisioni C, Pisoni E, Zulian G, Vandecasteele I, Trombetti M, Vizcaino M, Vallecillo Rodriguez S, Batista e Silva F, Baranzelli C, Mari Rivero I, Perpiña Castillo C, Polce C, Maes J, Lavalley C., 2015, Európai városok: a jellemzők és tendenciák területi elemzése - A LUISA modellezési platform alkalmazása (2013-as uniós referencia-forgatókönyv). - Frissített konfiguráció 2014), EUR 27709 HU, doi:10.2788/737963

Korosuo, A., Vizzarri, M., Pilli, R., Fiorese, G., Colditz, R., Abad Viñas, R., Rossi, S., Grassi, G. Forest reference levels under Regulation (EU) 2018/841 for the period 2021-2025, EUR 30403 HU, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021. doi:10.2760/0521.

Kurz, W.A., Dymond, C.C., White, T.M., Stinson, G., Shaw, C.H., Rampley, G.J., Smyth, C., Simpson, B.N., Neilson, E.T., Trofymow, J.A., Metsaranta, J., Apps, M.J., (2009). CBM-CFS3: Az erdőszet és a földhasználat-változás szén-dioxid-dinamikájának modellje az IPCC szabványait végrehajtva. *Ecol. Modell.* 220, 480-504. doi:10.1016/j.ecolmodel.2008.10.018.

La Notte, A., Vallecillo, S., Marques, A., & Maes, J. (2019a). A gazdasági határokon túl az ökoszisztéma figyelembevétele szolgáltatások elszámolásának figyelembevételéhez. *Ecosystem Services*, 35, 116–129. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.007>

La Notte, A., Vallecillo, S., & Maes, J. (2019b). A kapacitás mint "virtuális készlet" az ökoszisztéma-szolgáltatások számvitelében. *Ecological Indicators*, 98, 158-163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.066>. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.066>

La Notte, A., & Rhodes, C. (2020). Az integrált környezeti, ökoszisztéma- és gazdasági számviteli rendszerek elméleti keretei és osztályozásuk. *Environmental Impact Assessment Review*, 80, 106317. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106317>. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106317>.

La Notte A., Vallecillo S., Garcia Bendito E., Grammatikopoulou I., Czucz B., Ferrini S., Grizzetti B., Rega C., Herrando S., Villero D., Zurbaran Nucci M., & Maes J. Ecosystem Services Accounting: Part III - Pilot accounts for habitat and species maintenance, on-site soil retention and water purification. JRC Technical Report. Az Európai Unió Kiadóhivatala, 2021. <https://doi.org/10.2760/636621>.

La Notte A, Czucz B, Vallecillo S, Polce C, Maes J (2022) Az ökoszisztéma állapota az ökoszisztéma-szolgáltatások létrehozásának alapjául szolgál: egy számviteli perspektíva. *One Ecosystem* 7: e81487. <https://doi.org/10.3897/oneeco.7.e81487>.

Lavalley, C., Baranzelli, C., Batista e Silva, F., Mubareka, S., Gomes, C. R., Koomen, E., & Hilferink, M. (2011). Egy nagy felbontású földhasználat/fedettség modellezési keretrendszer Európa számára: az EU-ClueScanner100 modell bemutatása. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6782 LNCS(PART 1), 60-75. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-21928-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-21928-3_5).

Lavalley, C., Batista e Silva, F., Baranzelli, C., Jacobs-Crisioni, C., Vandecasteele, I., Barbosa, A. L., Maes, J., Zulian, G., Perpiña Castillo, C., Barranco, R., & Vallecillo, S. (2016). Földhasználati és forgatókönyvmodellezés az integrált fenntarthatósági értékeléshez. In J. Feranec, T. Soukup, G. Hazeu, & G. Jaffrain (Eds.), *European Landscape Dynamics - CORINE Land Cover Data (1. kiadás, pp. 237-262)*. CRC Press - Taylor & Francis Group.

Lugato, E., Lavalley, J.M., Haddix, M.L. et al. (2021). A részecskés és az ásványi anyagokkal összefüggő talaj szerves anyagának eltérő éghajlati érzékenysége. *Nat. Geosci.* 14, 295-300 <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00744-x> <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00744-x>

Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Condé, S., Vallecillo, S., Barredo, J. I., Paracchini, M. L., Abdul Malak, D., Trombetti, M., Vigiak, O., Zulian, G., Addamo, A. M., Grizzetti, B., Somma, F., Hagyo, A., Vogt, P., Polce, C., Jones, A., Marin, A.

I., Ivits, E., Mauri, A., Rega, C., Czucz, B., Ceccherini, G., Pisoni, E., Ceglár, A., De Palma, P., Cerrani, I., Meroni, M., Caudullo, G., Lugato, E., Vogt, J. V., Spinoni, J., Cammalleri, C., Bastrup-Birk, A., San Miguel, J., San Román, S., Kristensen, P., Christiansen, T., Zal, N., de Roo, A., Cardoso, A. C., Pistocchi, A., Del Barrio Alvarellós, I., Tsiamis, K., Gervasini, E., Deriu, I., La Notte, A., Abad Viñas, R., Vizzarri, M., Camia, A., Robert, N., Kakoulaki, G.,

García Bendo, E., Panagos, P., Ballabio, C., Scarpa, S., Montanarella, L., Orgiazzi, A., Fernández Ugalde, O., & Santos-Martín, F. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: Egy uniós ökoszisztéma-értékelés. Az Európai Unió 2020 stratégia Kiadóhivatala, Ispra. EUR 30161 HU. 448. o.

- Millenniumi ökoszisztéma-értékelés [MA]. Ecosystems and Human Well-Being; Island Press: Washington, DC, USA, 2005.
- Mubareka, S., Barredo, J.I., Giuntoli, J., Grassi, G., Migliavacca, M., Robert, N., Vizzarri, M. (2022) The role of scientists in EU forest-related policy in the Green Deal era, *One Earth*, 5(1), 10-13, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.12.013>.
- Mubareka, S., Vacchiano, G., Pilli, R., Hilferink, M., Fiorese, G., Jonsson, R., Ruiz Castello, P., Nijs, W., Avitabile, V., van Vliet, J., Camia, A. Integrated modelling approach to assess woody biomass supply, demand and environmental impacts of forest management in the EU 9th International Congress on Environmental Modelling and Software (2018) <https://scholarsarchive.byu.edu/iemssconference/2018/>.
- Orgiazzi, A., Ballabio, C., Panagos, P., Jones, A. & Fernández-Ugalde, O. (2018). LUCAS Soil, a legnagyobb bővíthető európai talajadatbázis: áttekintés. *Eur. J. Soil Sci.* 69, 140-153.
- Perez-Soba, M., Verberg, P.H., Koomen, E., Hilferink, M., Benito, P., Lesschen, J.P., Banse, M. & et al. (2010). Land use Modelling - implementation; preserving and enhancing the environmental benefits of land-user services, Geodan Next, Hollandia.
- Pilli, R., Grassi, G., Kurz, W.A., Viñas, R.A. és Guerrero, N.H. (2016a). Az erdők szénkészletének a betakarítás és a természetes zavarok által befolyásolt változásainak modellezése. I. Összehasonlítás az országok erdőgazdálkodási becsléseivel. *Carbon balance and management* 11 (1), 5.
- Pilli, R., Grassi, G., Kurz, W.A., Moris, J.V. és Viñas, R.A. (2016b). Az erdők szénkészletének a betakarítás és a természetes zavarok által befolyásolt változásainak modellezése. II. EU-szintű elemzés. *Carbon balance and management* 11 (1), 20.
- Pilli, R., Grassi, G., Kurz, W.A., Fiorese, G. és Cescatti, A. (2017). Az európai erdészeti ágazat: múltbeli és jövőbeni szénháztartás és -áramlás különböző gazdálkodási forgatókönyvek mellett. *Biogeosciences* 14 (9), 2387-2405.
- Pilli, R., Kull, S.J., Blujdea, V.N.B. és Grassi, G. (2018). A kanadai erdészeti ágazat szénköltésgvetési modellje (CBM-CF53): az archív index adatbázisának testreszabása az Európai Unió országaira. *Annals of forest science* 75 (3), 71. Pilli, R., Grassi, G., Kurz, W.A., Fiorese, G. és Cescatti, A. (2017). Az európai erdészeti ágazat: múltbeli és jövőbeni szénháztartás és -áramlás különböző gazdálkodási forgatókönyvek mellett. *Biogeosciences* 14 (9), 2387-2405.
- Pilli, R. és Alkama, R. és Cescatti, A. és Kurz, W. A. és Grassi, G. (2022). The European forest carbon budget under future climate conditions and current management practices, *Biogeosciences*, 19:(13), 3263- 3284, doi: 10.5194/bg-19-3263-2022.
- Ronzon, T.; Piotrowski, S.; Tamosiunas, S.; Dammer, L.; Carus, M.; M'barek, R. A gazdasági növekedés és a foglalkoztatás alakulása a biogazdasági ágazatokban az EU-ban. *Fenntarthatóság* 2020, 12, 4507. <https://doi.org/10.3390/su12114507>. <https://doi.org/10.3390/su12114507>
- Sahoo A., Pérez Domínguez I., Mubareka S., Fiorese G., Grassi, G., Pilli, R., Himics M., Blujdea, V., Follador M., Neuwahl, F., Salvucci R., Rozsai M., Witzke P., Kesting M., Improved modelling framework for assessing the interactions between energy, agriculture forestry and land use change sectors: integrating CAPRI, LUISA-BEES, CBM and POTEnCIA, EUR30514 HU, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-27386-8, doi:10.2760/900305, JRC123172.
- Stern, N. (2016). Közgazdaságtan: A jelenlegi éghajlati modellek súlyosan félrevezetőek. *Nature* 530, 407-409. <https://doi.org/10.1038/530407a>
- Az ökoszisztémák és a biológiai sokféleség gazdaságtana [TEEB]. Ökológiai és gazdasági alapok; Kumar, P., szerk.; Earthscan: London, Egyesült Királyság; Washington, DC, USA, 2010.
- ENSZ. Környezet-gazdasági számviteli rendszer - ökoszisztéma-számvitel. Fehér borítós (előzetesen szerkesztett) változat 2021. [https://unstats.un.org/unsd/statcom/52nd-session/documents/BG-3f-SEEA-EA\\_Final\\_draft-E.pdf](https://unstats.un.org/unsd/statcom/52nd-session/documents/BG-3f-SEEA-EA_Final_draft-E.pdf)
- Vallecillo S., La Notte A., Polce C., Zulian G., Alexandris N., Ferrini S., & Maes, J. Ecosystem services accounting: I. rész - Szabadtéri rekreáció és a növények beporzása. JRC Technical Report. Az Európai Unió Kiadóhivatala 2018 <https://doi.org/10.2760/619793>
- Vallecillo S., La Notte A., Kakoulaki G., Kamberaj J., Robert N., Dottori F., Feyen L., Rega C., & Maes, J. Ecosystem services accounting - Part II Pilot accounts for crop and timber provision, global climate regulation (Ökoszisztéma-szolgáltatások számbavétele - II. rész)



és árvízvédelem. JRC Technical Report. Az Európai Unió Kiadóhivatala 2019 <https://doi.org/10.2760/631588>

Verburg, Peter H. és Koen P. Overmars. 2009. "A felülről lefelé és alulról felfelé irányuló dinamika kombinálása a földhasználat modellezésében: A felhagyott mezőgazdasági területek jövőjének feltárása Európában a Dyna-CLUE modellel." *Landscape Ecology* 24 (9): 1167–81. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9355-7>.

## Ábrák listája

<b>1. ábra.</b> A földtakaró-földhasználatról a gazdasági számlákig az INCA-megközelítés szerint .....	4
<b>2. ábra.</b> Az ökoszisztéma-szolgáltatások vázlatos ábrázolása.....	5
<b>3. ábra.</b> Az ökoszisztéma-típusok és az ökoszisztéma-szolgáltatások közötti kapcsolat .....	7
<b>4. ábra.</b> Az EU-27 biomassza-ellátása és -felhasználása 2017-ben. <i>Forrás: JRC Biomass Mandate.</i> .....	8
<b>5. ábra.</b> A LULUCF-modul jelenleg az IPCC (2006) által meghatározott hat földhasználati kategória közül négy közötti átmenetet veszi figyelembe, ezek körbe vannak karikázva: .....	15
<b>6. ábra.</b> A LUISA-BEES földhasználati térképek a $t_n$ és $t_{n+1}$ időszakban. A térképeket pixelről-pixelre hasonlítjuk össze, hogy azonosítsuk a földhasználati átmeneteket a $(t_{n+1}-t_n)$ időlépésben.....	16
<b>7. ábra.</b> A földhasználat átalakítása, amelyre implikált kibocsátási tényezőket alkalmaznak, az IPCC iránymutatásaiban meghatározott kódokkal .....	17
<b>8. ábra.</b> A főbb földhasználati osztályok teljes földhasználati területe az EU-ban a modell és az UNFCCC-nyilatkozatok alapján .....	19
<b>9. ábra.</b> A fő földhasználati osztályok és a fő földhasználati kategóriák közötti modellel való felosztás összehasonlítása .....	20
<b>10. ábra.</b> A teljes LULUCF-ágazat 2020-as, földhasználat-változásból származó kibocsátásának összehasonlítása a modell kimenete és az UNFCCC-nyilatkozatok között (az adatpont nélküli országok a küszöbértékeken kívül esnek) .....	21
<b>11. ábra.</b> Az EU-tagállamok erdőterületeinek megmaradó erdőterületekre vonatkozó IEF-értékei. Az alábbi ábrák a simított trendvonalat mutatják, az időbeli változásokat pedig szürke árnyékolt terület jelzi. A piros pontok a 2020-ban bejelentett IEF-értéket, míg a fekete szaggatott vonal a 2010-2020 közötti átlagértéket jelöli.....	22
<b>12. ábra.</b> Az erdők hozzájárulása a teljes LULUCF-ágazathoz .....	23
<b>13. ábra.</b> A teljes földhasználat kategóriánkénti összehasonlítása (balra) és a földhasználat változásának dinamikája (jobbra) a modell és az UNFCCC által Ausztriára vonatkozóan jelentett adatok alapján.....	23
<b>14. ábra.</b> Az egyes földhasználat-változási kombinációk kibocsátása az UNFCCC-nek Csehország által 2020-ban bejelentett és a LULUCF-modul által Csehország számára egy évre kiszámított adatok szerint (2015-2020 átlaga).....	25
<b>15. ábra.</b> A Spanyolország által az UNFCCC-nek 2020-ban jelentett és a LULUCF-modul által Spanyolország számára egy évre vonatkozóan kiszámított kibocsátás az egyes földhasználat-változási kombinációk esetében (2015-2020 átlaga) .....	26
<b>16. ábra.</b> A Svédország által az UNFCCC-nek 2020-ban jelentett, és a LULUCF-modul által Svédország számára egy évre vonatkozóan kiszámított kibocsátások az egyes földhasználat-változási kombinációk esetében (2015-2020 átlaga).....	27
<b>17. ábra.</b> Az EU erdei biomassza-térképe 2020-ig (Mg/ha). Raszteres térkép 1 hektáros pixelfelbontással.....	30
<b>18. ábra.</b> Az erdőirtás esetének pixeles végigjárása .....	30
<b>19. ábra.</b> A talaj szerves szén-dioxid-térképe .....	32

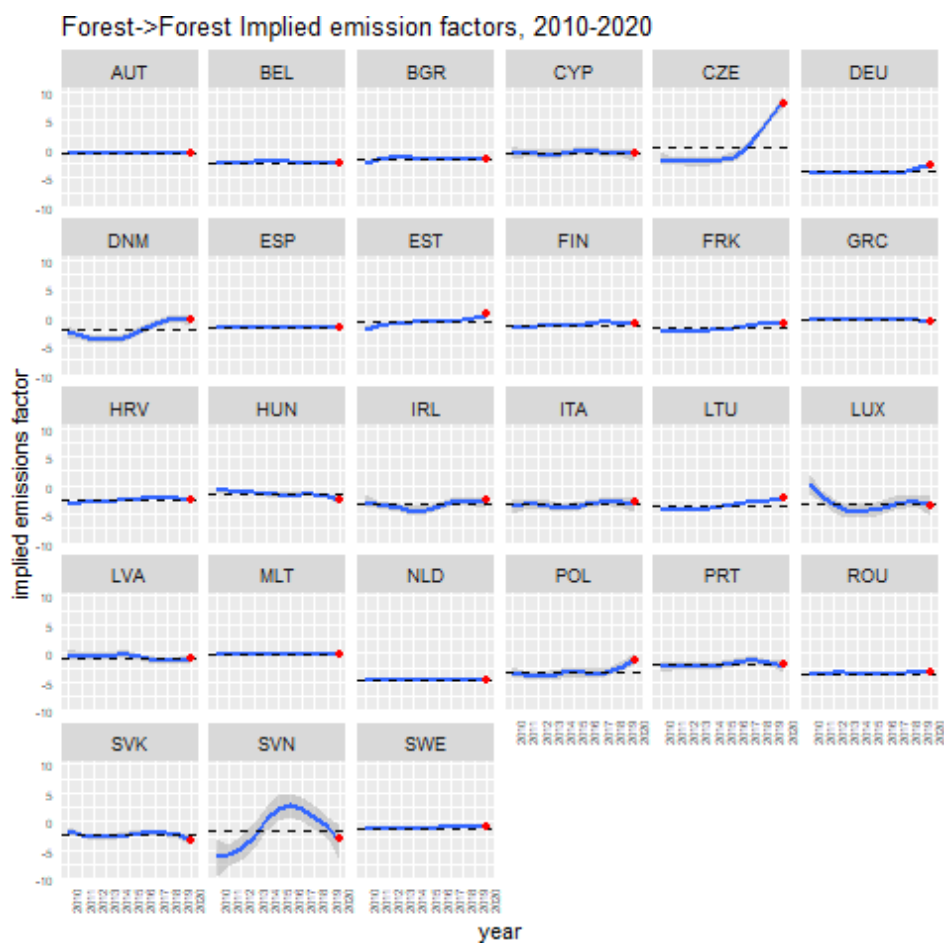
## **A táblázatok listája**

<b>1. táblázat.</b> A modellezési célokra a földhasználati osztályokhoz társítandó ökoszisztémák típusai .....	6
<b>2. táblázat.</b> A LUISA-BEES főbb specifikációi .....	10
<b>3. táblázat.</b> A CAPRI árucikkek és a LUISA_BEES földhasználati osztályok közötti megfeleltetése .....	11
<b>4. táblázat.</b> A LUISA-BEES földhasználati osztályai és a kapcsolódó keresletforrások.....	13
<b>5. táblázat.</b> A föld feletti biomassa átlagos implikált kibocsátási tényezői (2010-2020) tagállamonként, földhasználat-átalakításonként és változatlanul maradó földterületenként (az oszlopcímek megfelelnek az átalakítás típusának, lásd a 7. ábrát) .....	17
<b>6. táblázat.</b> Az erdőterületek átmenete esetén a C-készlet változásának becslésére használt főbb módszertani megközelítések összefoglalása .....	31
<b>7. táblázat.</b> A modell eredményeinek és az UNFCCC-nyilatkozatok összehasonlítása, 2020 .....	52

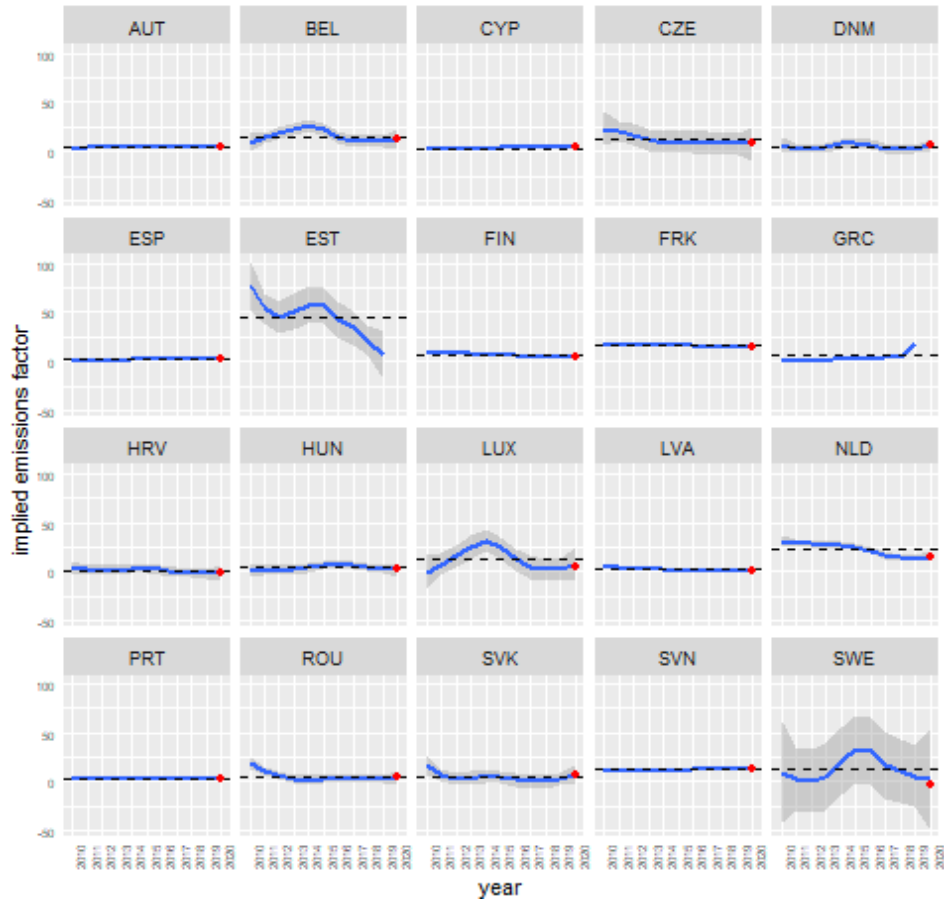
## Mellékletek

### 1. melléklet. Az IEF-ek változékonysága

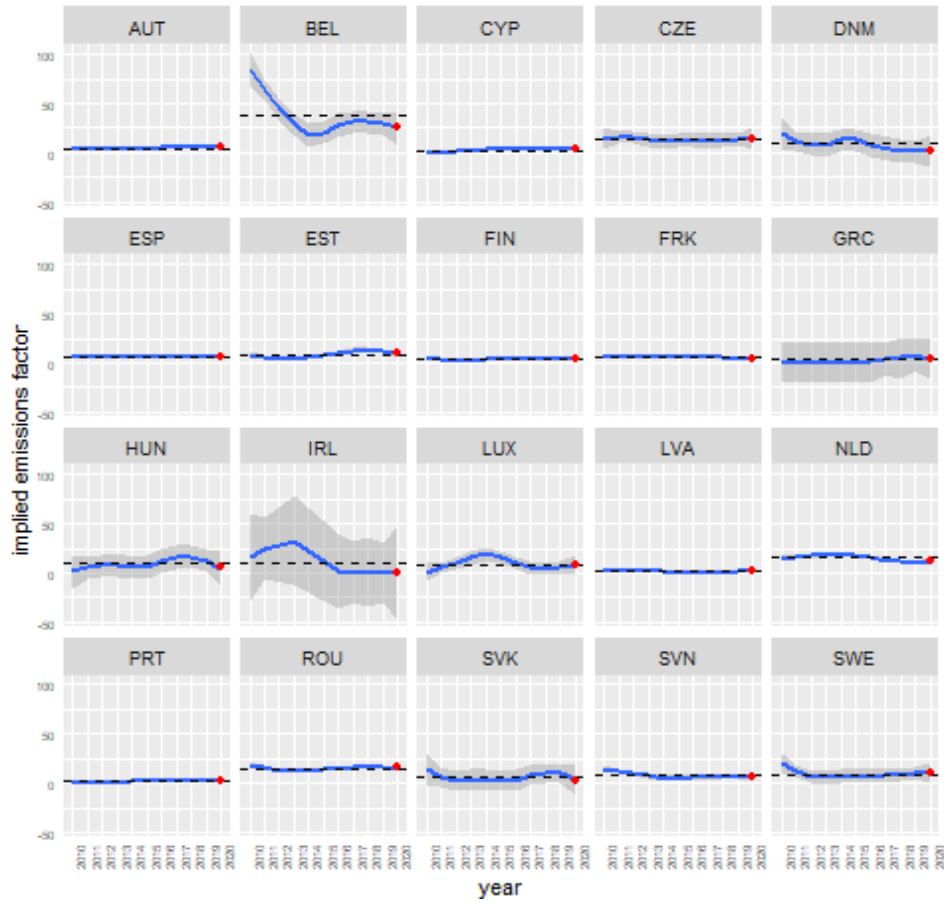
Az országspecifikus implikált kibocsátási tényezők a földhasználat átalakítására jellemzőek, és idővel ingadoznak. Az alábbi ábrák a tagállamok által bejelentett, a konkrét átalakításokra vonatkozó IEF-eket mutatják. Néhány esetben az előjel változik, ami azt jelenti, hogy ugyanaz az átalakítás egyik évről a másikra negatív vagy pozitív lehet a kibocsátás szempontjából. Egyes országok esetében az idő múlásával állandó, míg más országok esetében nagymértékű ingadozás tapasztalható az előző 20 éves időszakban történt földhasználat-átalakítások függvényében. Az alábbi ábrák a simított trendvonalat mutatják, az időbeli változásokat szürke árnyékolt terület jelzi. A piros pontok a 2020-ban bejelentett IEF-et, míg a fekete szaggatott vonal a 2010-2020 közötti átlagértéket jelöli. Ez az az érték, amelyet a modell a jövőbeni kibocsátások kiszámításához használ a földhasználat átalakítására vetítve. Nem minden ország jelenti az IEF-et minden átalakítási típusra vonatkozóan. A hiányzó adatok a nem megfigyelt, nem becslést vagy nem elérhető adatok miatt hiányoznak.



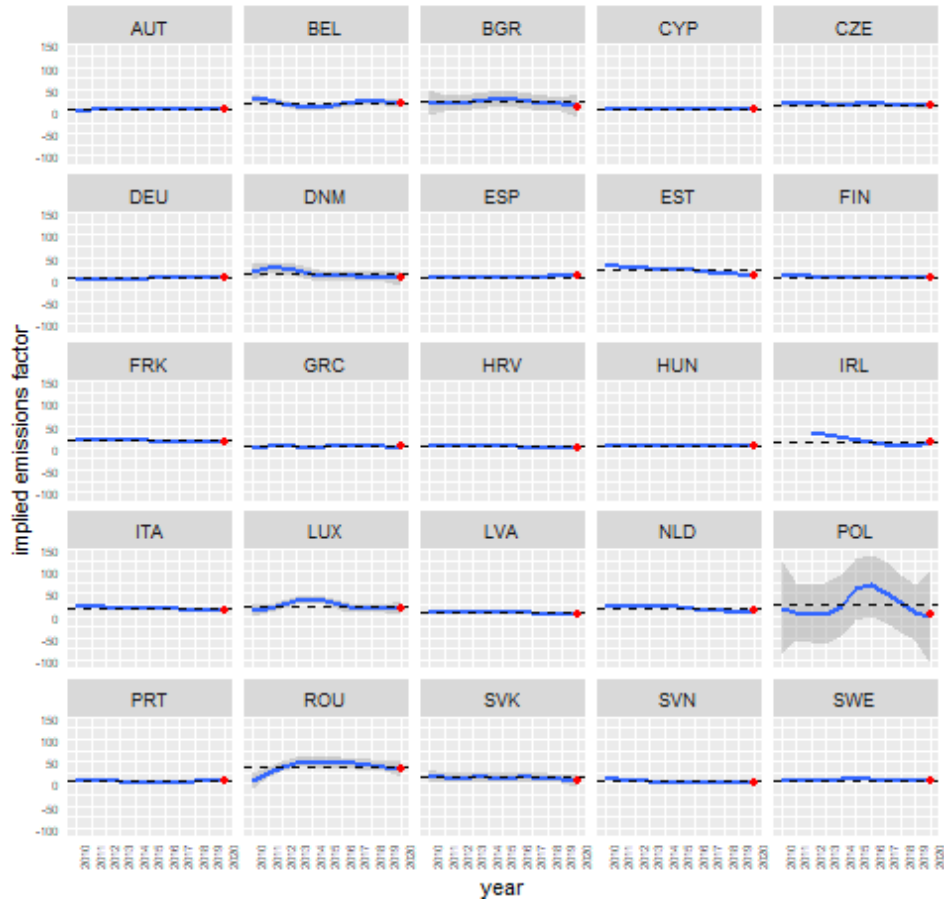
Forest->Cropland Implied emission factors, 2010-2020



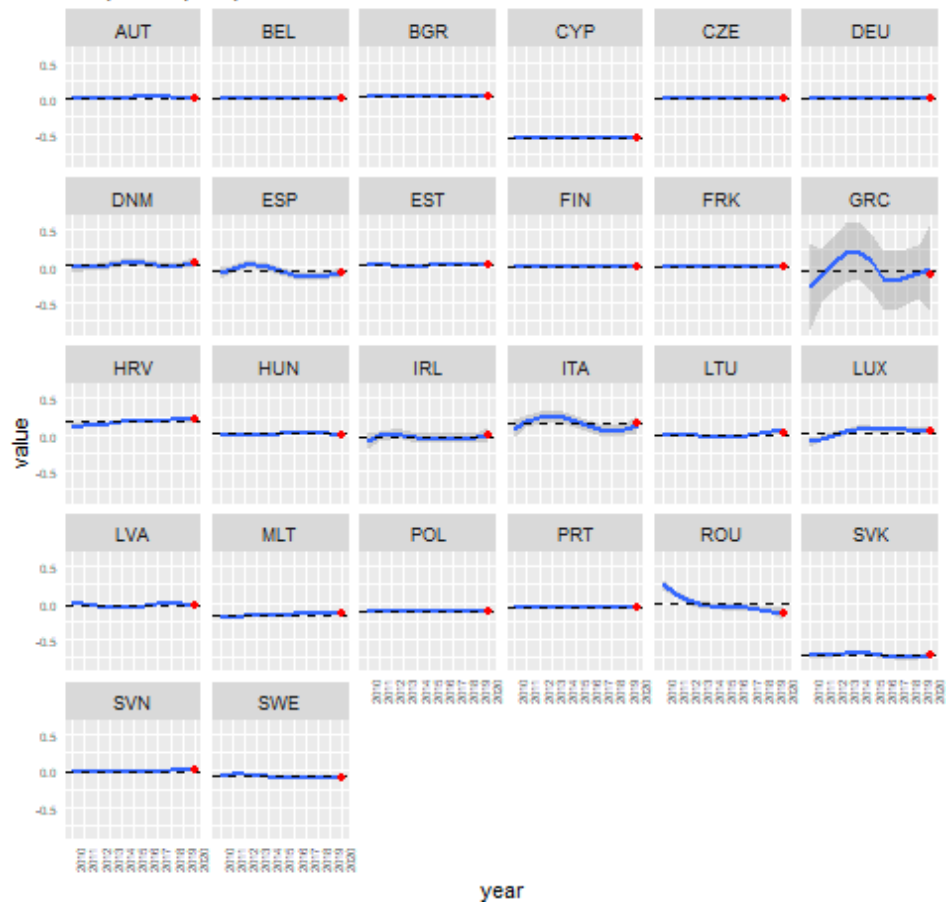
Forest->Grassland Implied emission factors, 2010-2020



Forest->Settlement Implied emission factors, 2010-2020

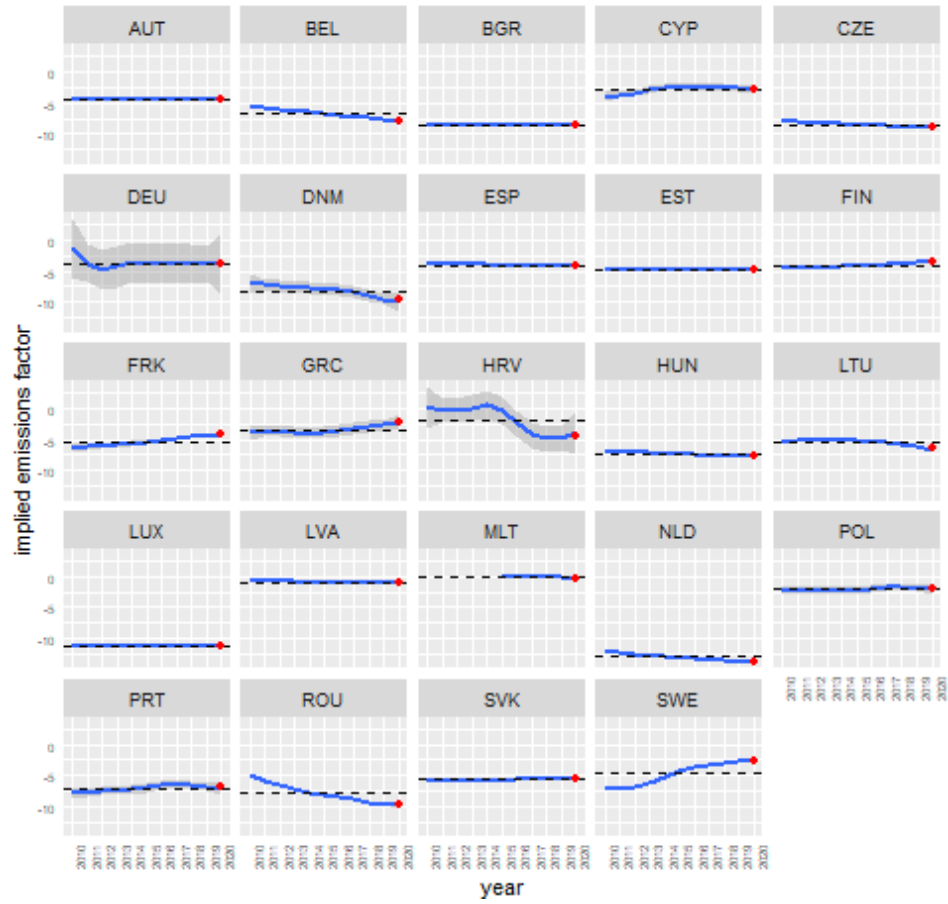


Crop->Crop Implied emission factors, 2010-2020

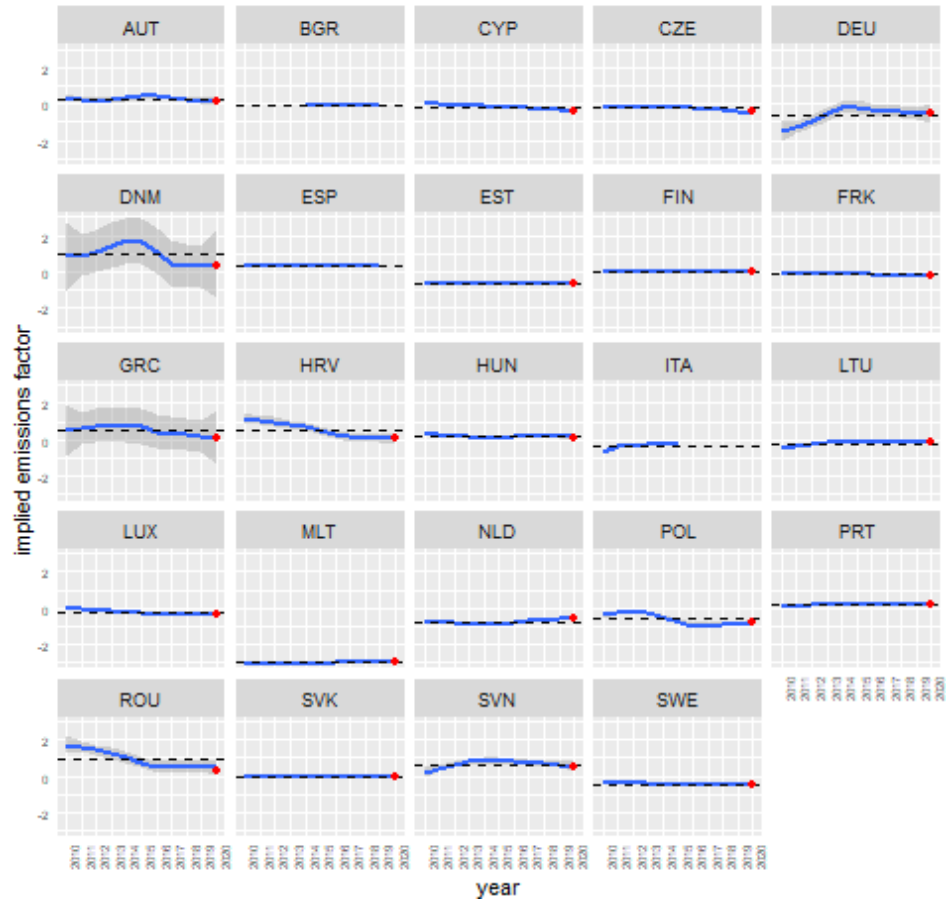




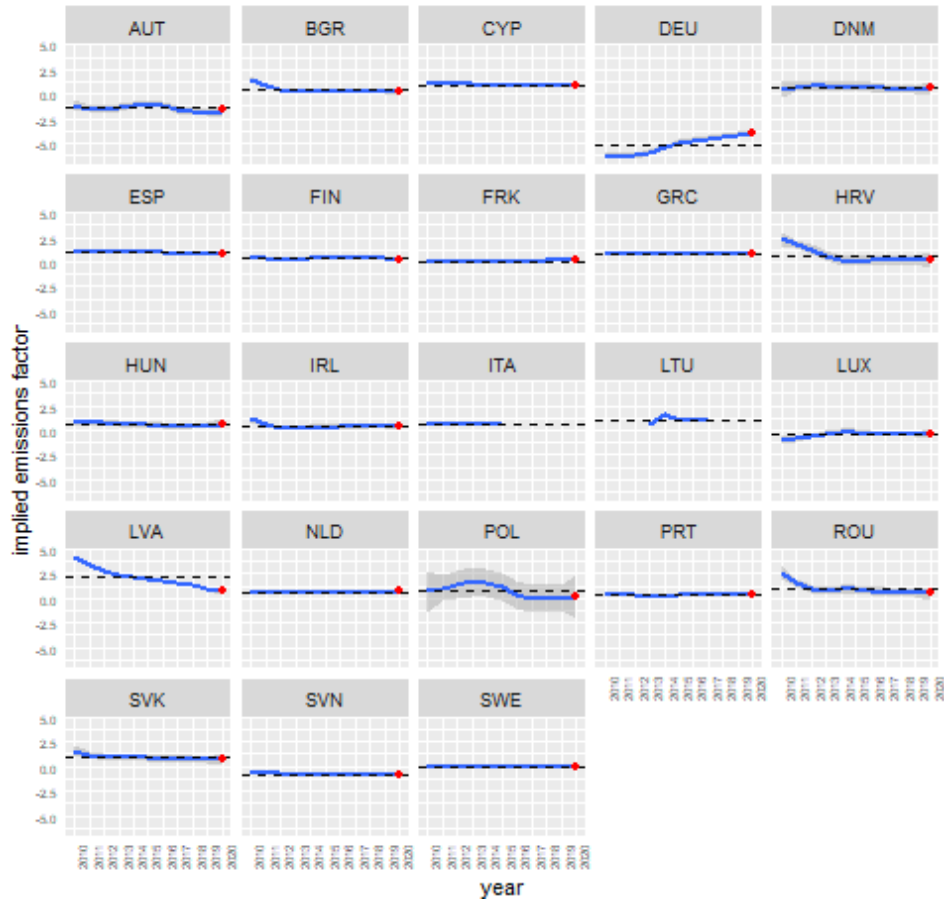
Crop->Forest Implied emission factors, 2010-2020



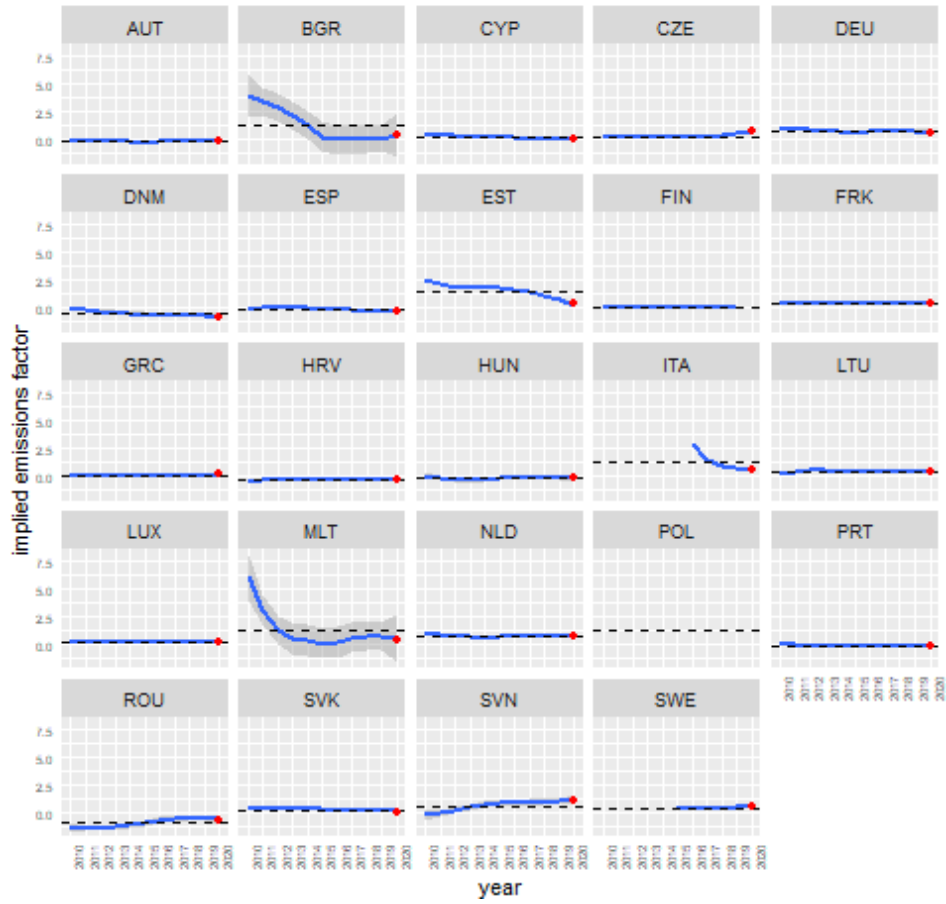
### Cropland->Grassland Implied emission factors, 2010-2020



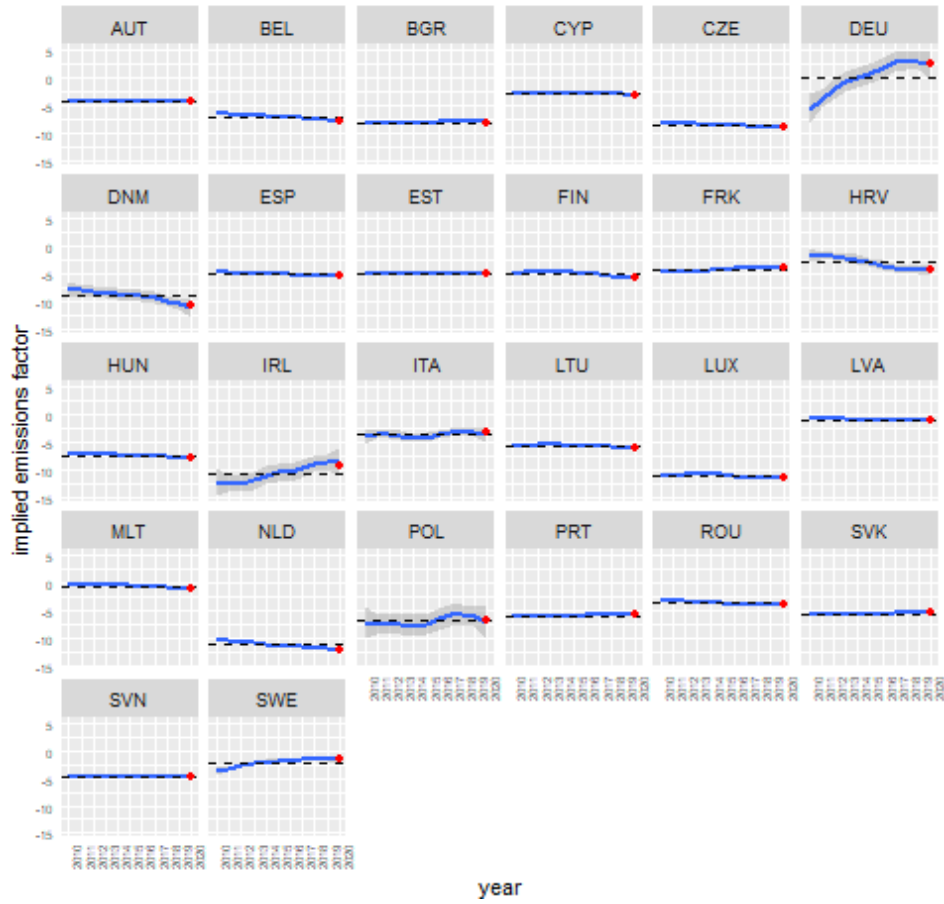
Crop->Settlement Implied emission factors, 2010-2020



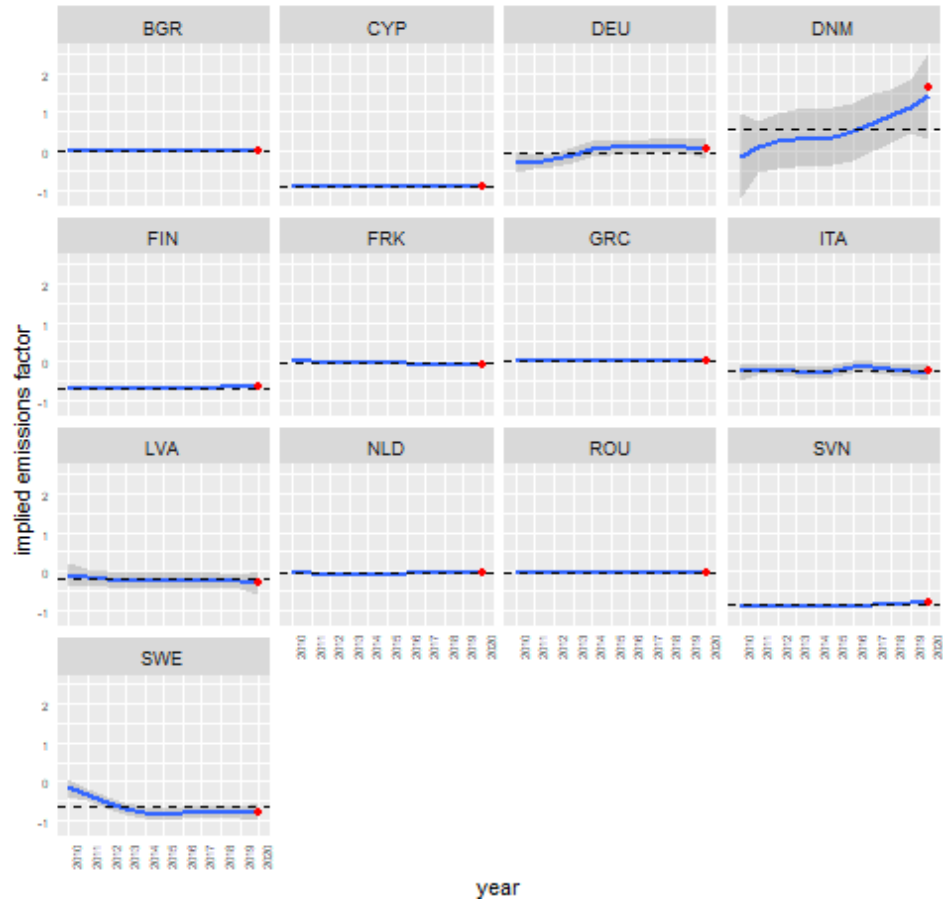
### Grassland->Cropland Implied emission factors, 2010-2020



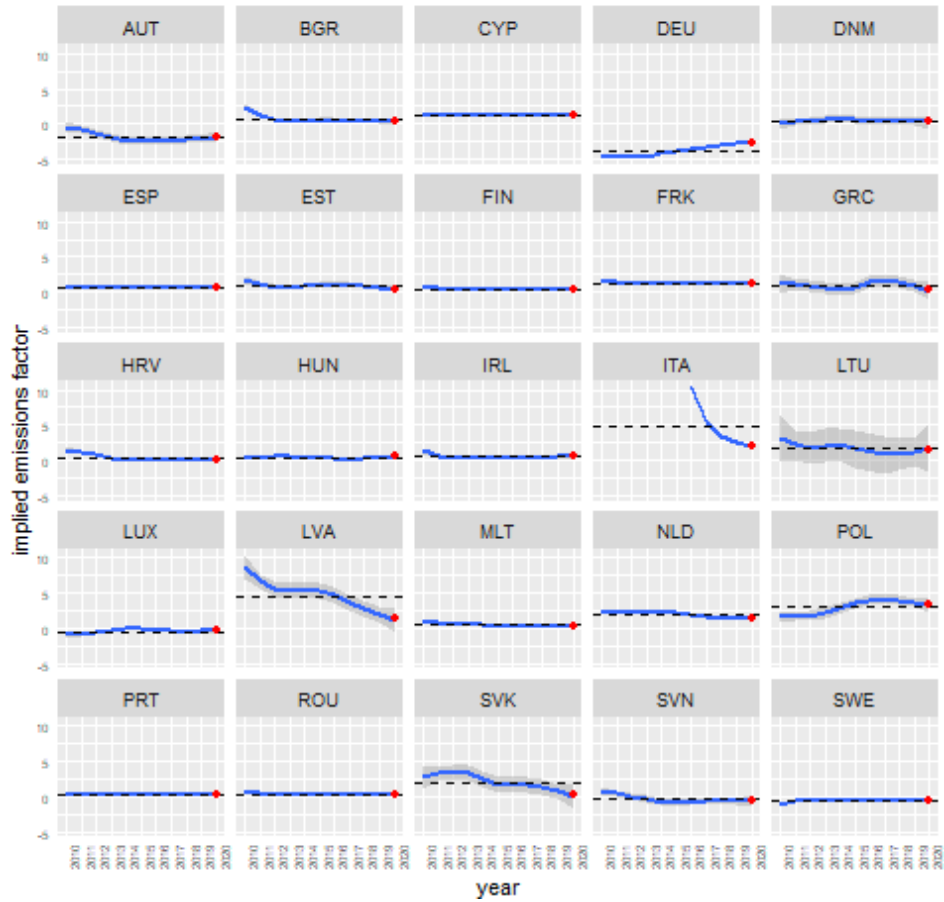
Grassland->Forest Implied emission factors, 2010-2020



Grassland->Grassland Implied emission factors, 2010-2020



Grassland->Settlement Implied emission factors, 2010-2020



## 2. melléklet. A LULUCF-kibocsátások forrásonkénti összehasonlítása

A 7. táblázat a modell által kiszámított és az UNFCCC-jelentésben bejelentett teljes LULUCF-kibocsátást foglalja össze tonna CO<sub>2</sub>-egyenértékben/évben.

**7. táblázat.** A modell eredményeinek és az UNFCCC-nyilatkozatok összehasonlítása, 2020.

Party	modell	unfccc
Ausztria	-3,205,149	-1,266,557
Bulgária	-7,551,581	-9,633,712
Horvátország	-7,059,342	-5,317,778
Ciprus	-532,300	-348,753
Cseh Köztársaság	786,724	12,772,887
Dánia	259,362	3,130,464
Észtország	-2,281,254	1,272,129
Finnország	-34,640,269	-17,435,181
Franciaország	-31,706,941	-14,188,425
Németország	-45,331,011	-11,207,699
Görögország	-2,412,356	-3,952,512
Magyarország	-3,345,762	-6,824,248
Írország	-2,625,600	6,943,199
Olaszország	-33,562,598	-32,416,583
Lettország	-3,157,657	671,447
Litvánia	-7,913,993	-5,427,579
Málta	43	-2,192
Hollandia	-1,824,610	3,521,205
Lengyelország	-32,781,344	-21,190,045
Portugália	-6,371,669	-6,813,406
Románia	-26,978,272	-32,896,261
Szlovákia	-5,328,290	-8,748,382
Szlovénia	-2,355,277	-4,739,633
Spanyolország	-35,496,032	-35,558,488
Svédország	-36,949,459	-39,851,937
EU	-334,237,313	-229,856,861

A 7. táblázat az országok többségénél erős eltéréseket mutat. Bár az eltérések mögött meghúzódó okok mindig országspecifikusak, a 6.2. szakaszban öt általános kategóriát ismertetünk.



### 3. melléklet. IPCC többszintű módszerek

Konkrétan a LULUCF-ágazatra vonatkozóan az IPCC 2006-os GL a szénkészlet és a földhasználati kategória szintjén háromszintű módszereket határoz meg, amelyek a következőképpen foglalhatók össze:

<i>Tier 1</i>	<i>2. szint</i>	<i>3. szint</i>
Használjon alapértelmezett módszereket (pl. egyenleteket) alapértelmezett kibocsátási tényezőkkel és/vagy együtthatókkal, amelyeket gyakran éghajlati övezetek, globális ökológiai övezetek és talajtípusok szintjén adnak meg.	Alapértelmezett módszertanok (pl. egyenletek) használata, amelyek gyakran ugyanazok, mint az 1. meghatározási szint esetében, de országspecifikus tényezőket tartalmaznak, gyakran néhány alapértelmezett paraméterrel kombinálva.	Olyan országspecifikus módszertanok alkalmazása, amelyek az üvegházhatású gázok becsléséhez olyan, erősen tagolt információkat tartalmaznak, amelyek lehetővé teszik a finom területi léptékű becslést.
Vagy egyes esetekben azt feltételezik, hogy a szénkészlet hosszú távon nem változik nettó módon. Vagyis az állomány egyensúlyban van.	A becslések minősége nagymértékben függ az adatgyűjtési rendszerek időbeli és térbeli léptékétől és a tényezők reprezentativitásától.	Általában modellezési módszerekkel vagy finom időbeli és térbeli felbontással kapcsolatos. (pl. nagy intenzitású mintavételi rendszerek)

Általában a magasabb szintekre való áttérés javítja a leltár pontosságát és csökkenti a bizonytalanságot, de a leltározás bonyolultsága és a leltározás elvégzéséhez szükséges erőforrások is nőnek. A 2. és 3. szinteket néha magasabb szintű módszereknek nevezik, és általában pontosabbnak tekintik őket.

Szükség esetén a szintek kombinációja is alkalmazható, például a biomassza esetében a 2. szint, a talajban lévő szén esetében pedig az 1. szint.

A bemutatott módszerek és adatok megközelíthetők az 1/2-es szintű módszerhez. Ahol az IPCC megközelítéseivel együtt a célzott tanulmányokból származó szénkészleteket is felhasználják. . leltárakat, de az 1. szinthez bemutatott alapértelmezett adatokat részben vagy egészben nemzeti adatokkal helyettesítik a 2. szint becslésének részeként. A 3. szintű módszerek nem kerülnek részletesen ismertetésre, de az alkalmazásukkal kapcsolatos jó gyakorlatok körvonalazódnak. Az AFOLU-módszerek meghatározási szintjének kerete a következő:

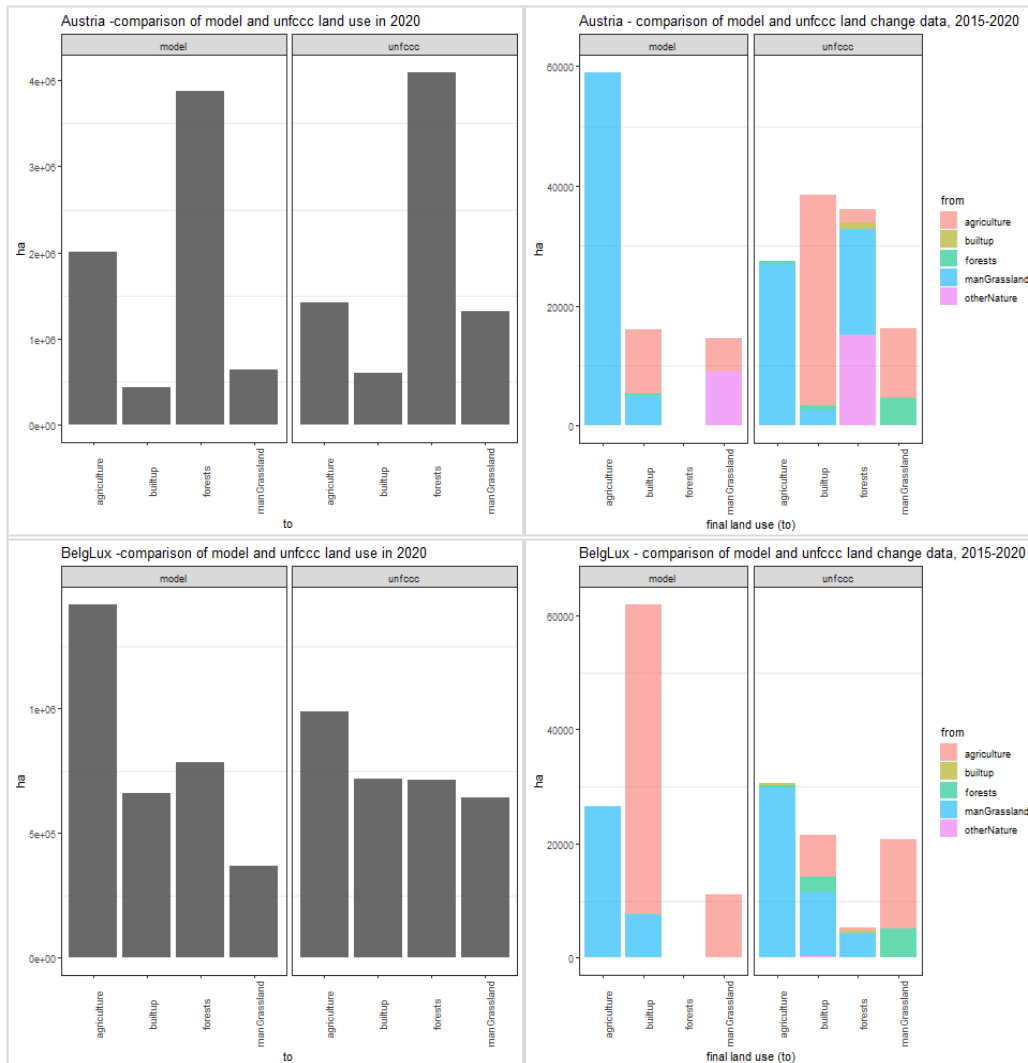
- Az 1. szintű módszereket úgy tervezték, hogy a legegyszerűbben használhatók legyenek; az e módszerekhez szükséges egyenleteket és alapértelmezett paraméterértékeket (pl. a kibocsátási és állományváltozási tényezőket) az IPCC iránymutatásai adják meg. Országspecifikus tevékenységi adatokra van szükség, de az 1. szint esetében a becsült tevékenységi adatok forrásai gyakran globálisan rendelkezésre állnak (pl. erdőirtási arányok, mezőgazdasági termelési statisztikák, globális földtakaró-térképek, műtrágyahasználat, állatállomány-adatok stb.), bár ezek az adatok általában térbeli szempontból durvák. Jó gyakorlat a hivatalos nemzetközi forrásokból származó adatok használata, ha nemzeti adatok nem állnak rendelkezésre.

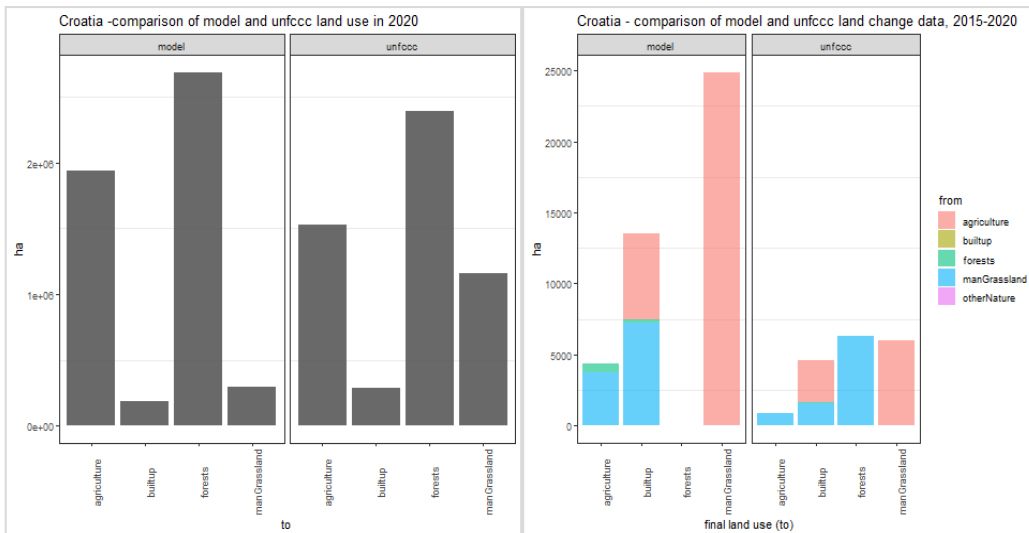
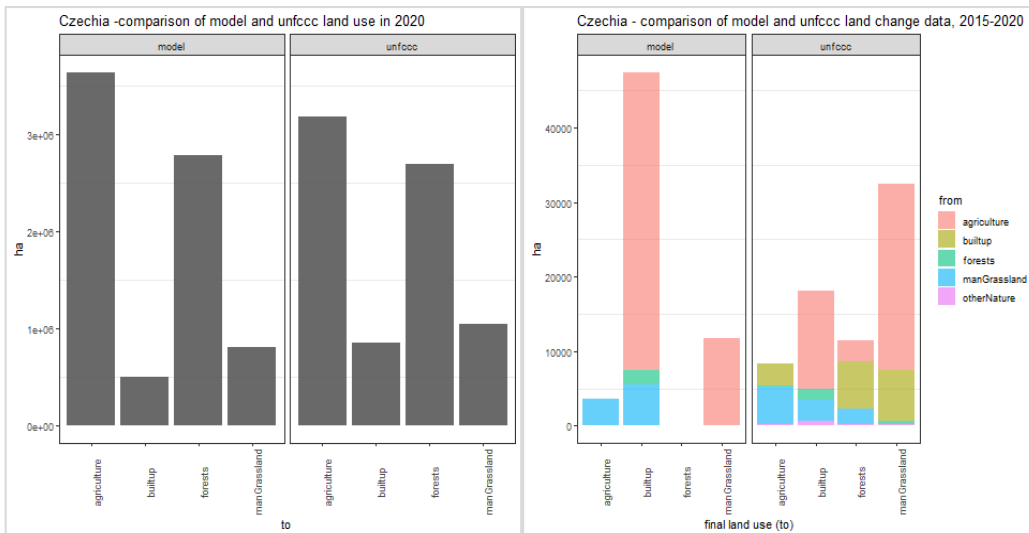
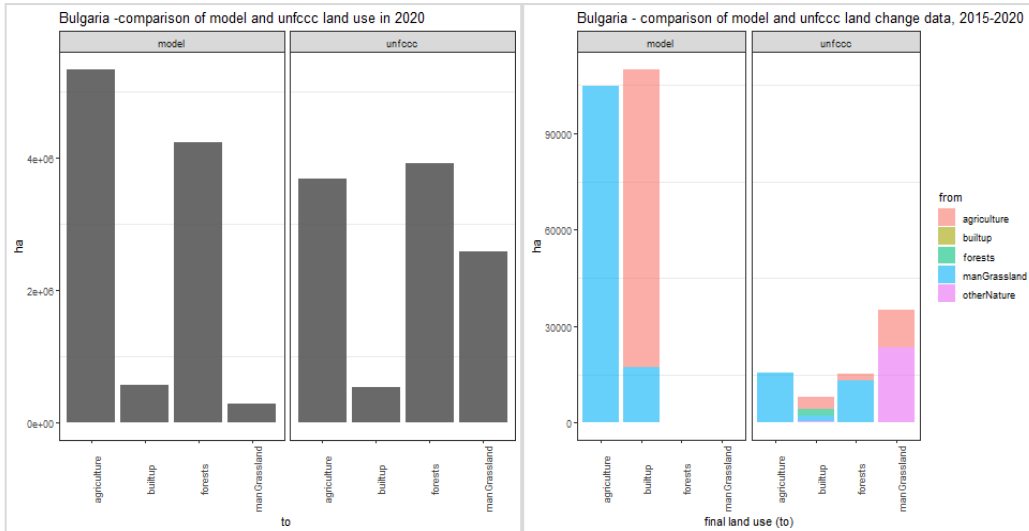
- A 2. meghatározási szint ugyanazt a módszertani megközelítést alkalmazhatja, mint az 1. szint, de olyan kibocsátási és állományváltozási tényezőket alkalmaz, amelyek a legfontosabb földhasználati vagy állatállomány-kategóriákra vonatkozóan ország- vagy régióspecifikus adatokon alapulnak. Az országonként meghatározott kibocsátási tényezők jobban megfelelnek az adott ország éghajlati régióinak, földhasználati rendszereinek és állatállomány-kategóriáinak. A 2. meghatározási szinten jellemzően nagyobb időbeli és térbeli felbontású és jobban lebontott tevékenységi adatokat használnak, hogy megfeleljenek az egyes régiókra és speciális földhasználati vagy állattartási kategóriákra vonatkozó, országosan meghatározott együtthatóknak.

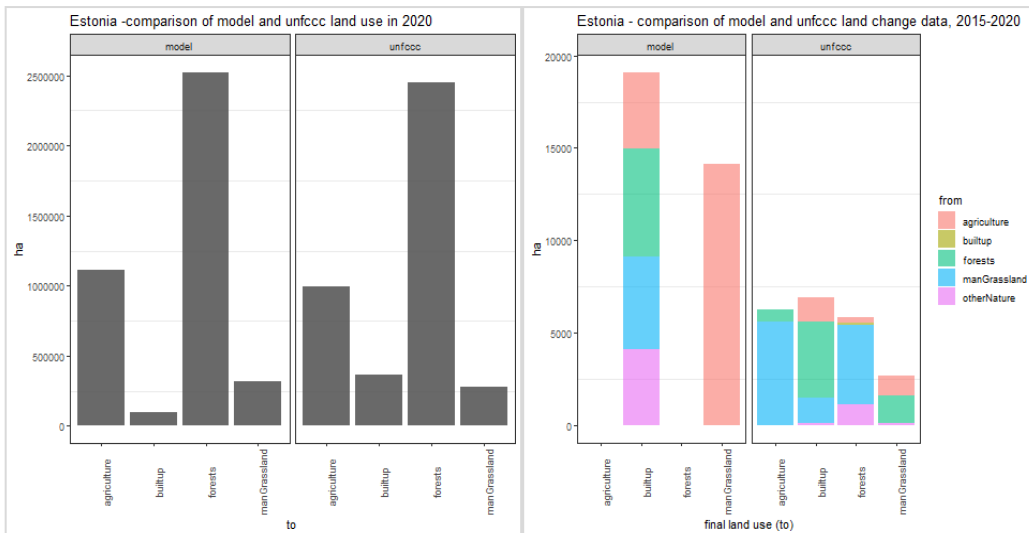
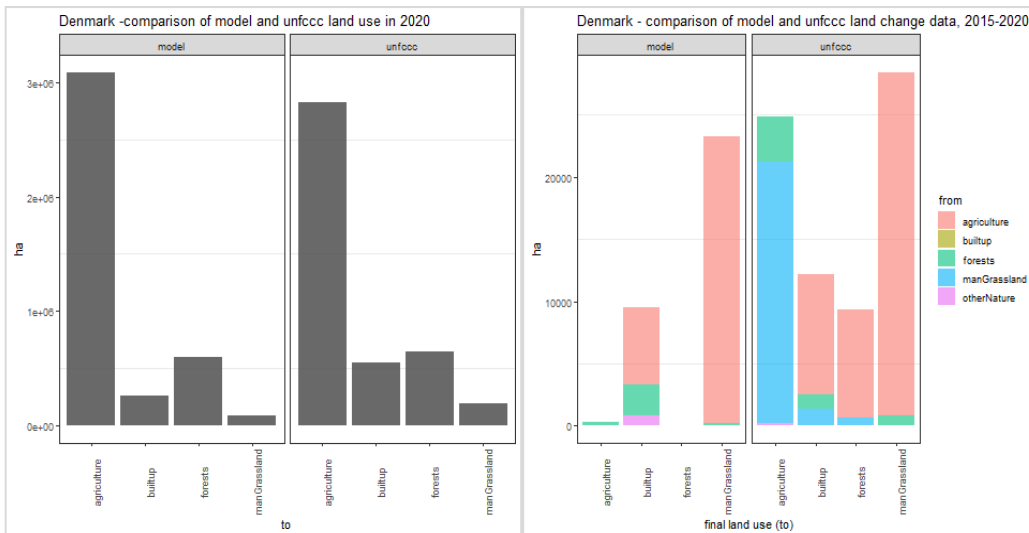
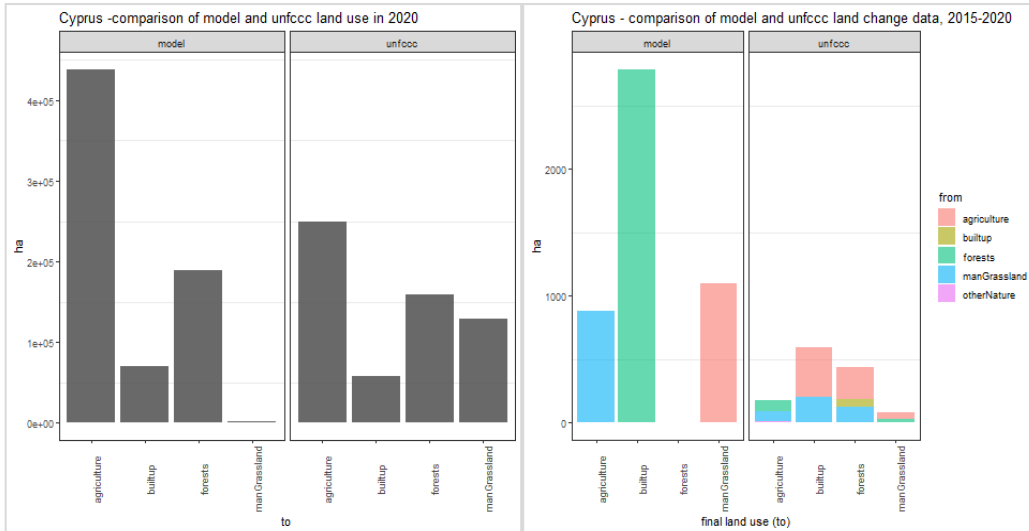
- A 3. szinten magasabb rendű módszereket alkalmaznak, beleértve a nemzeti körülményekre szabott, időben megismételt, nagy felbontású tevékenységi adatokon alapuló és szubnacionális szinten lebontott modelleket és leltármérési rendszereket.

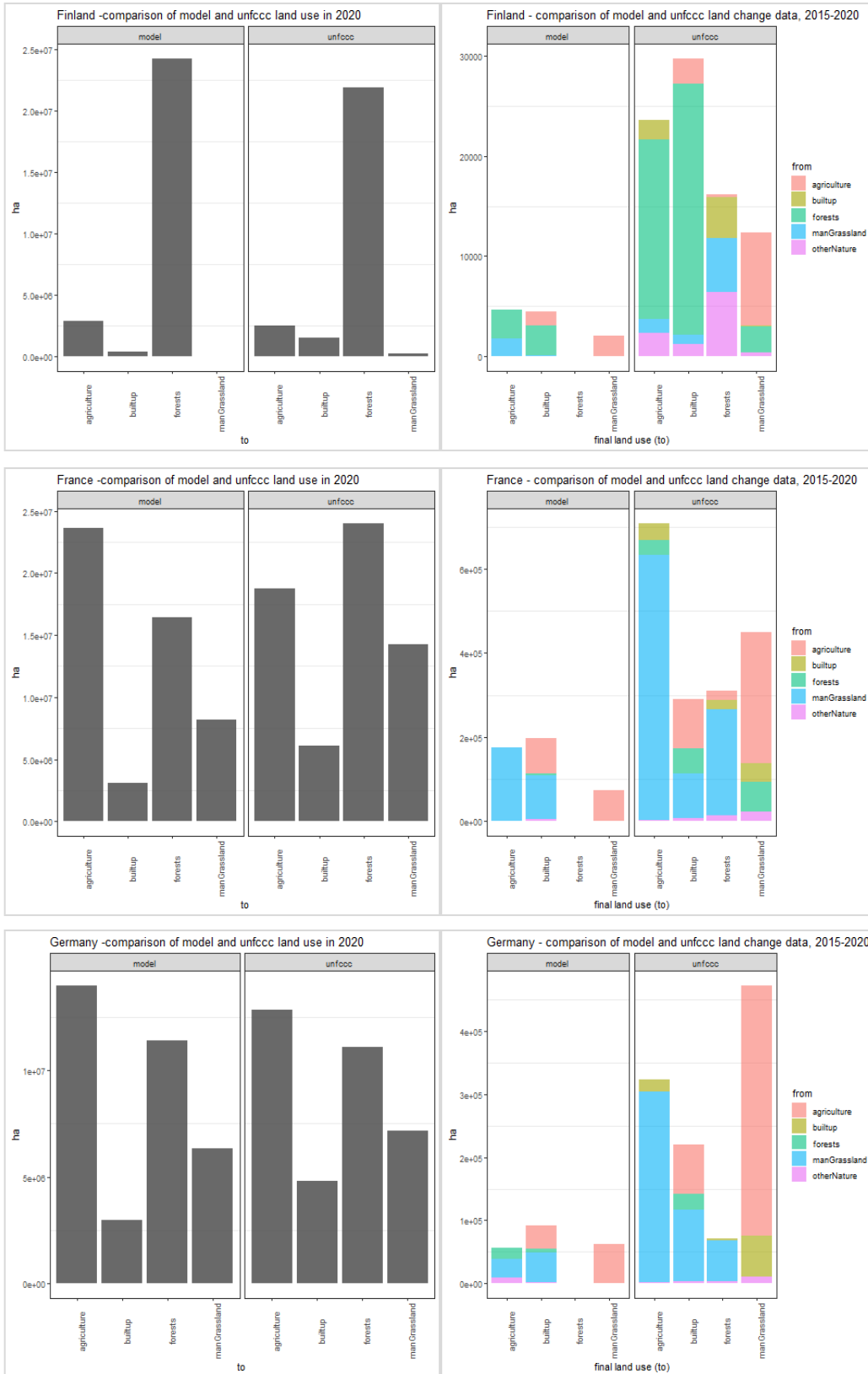
#### 4. melléklet. A földhasználat felosztásának nemzeti szintű összehasonlítása az UNFCCC-jelentések és a földhasználati modell között

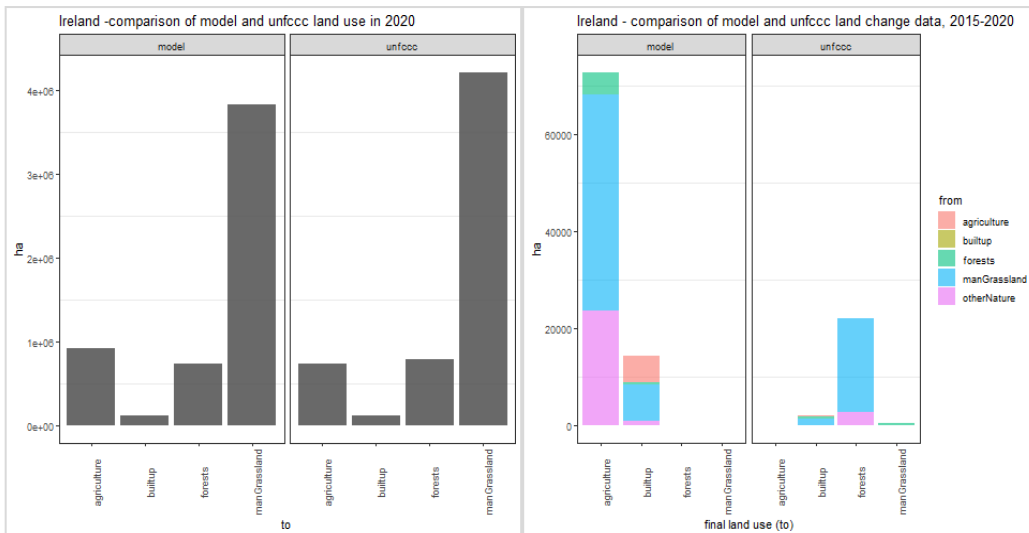
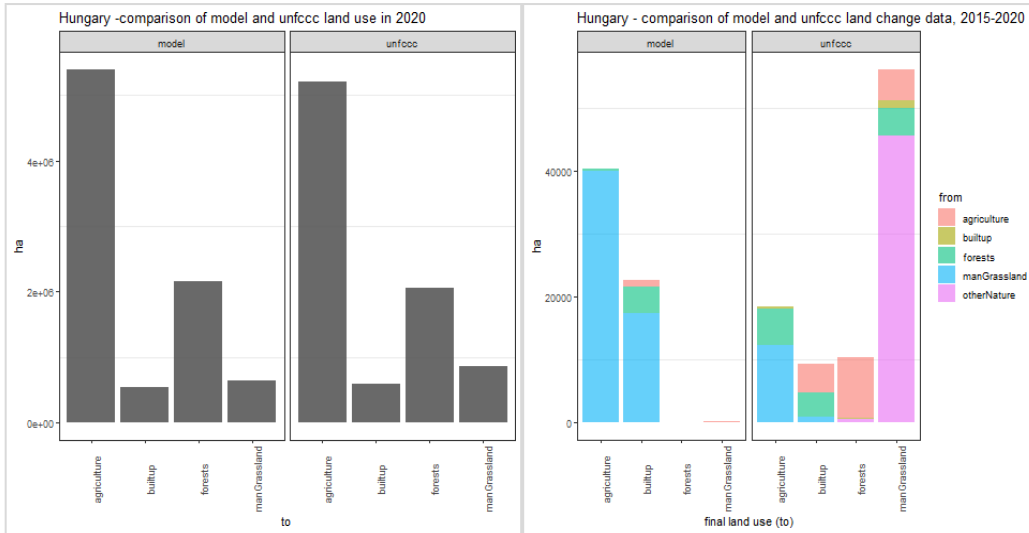
A következő grafikonok sorozata a bal oldali oszlopban az 5. ábrán leírtak szerint mutatja be a négy fő földterület-kategória teljes földfelosztását (hektárban), amelyek kibocsátását a modell értékeli. A jobb oldali oszlopban csak a földhasználat változásait mutatjuk be->to. Így a teljes földterület kisebb, mert a tartós földhasználatokat nem mutatjuk be ezeken az ábrákon. Az ötéves időszak alatt változatlanul maradó földterület mennyisége dominál, és elrejtja a földhasználati változások kifejezőerejét.

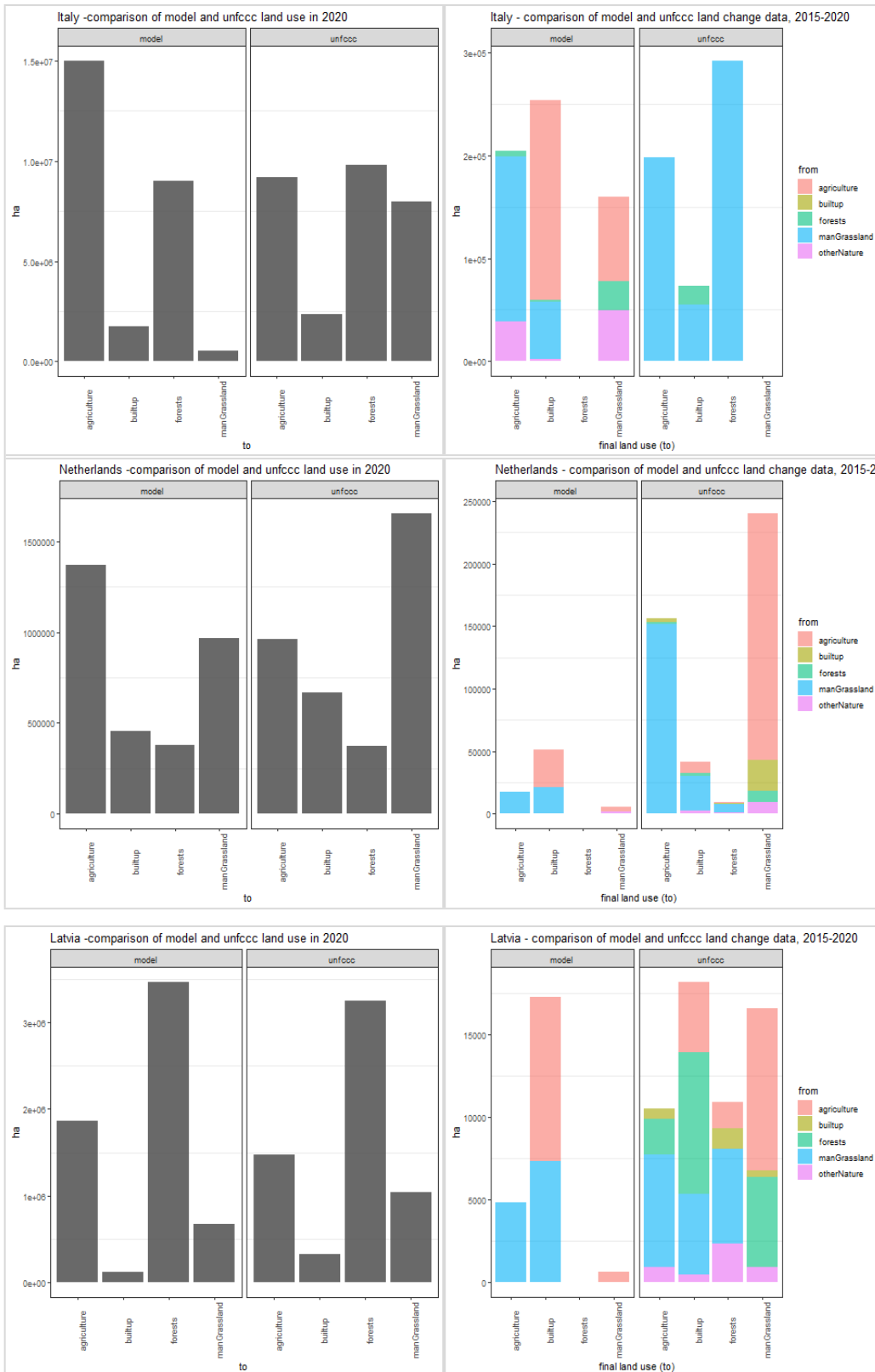


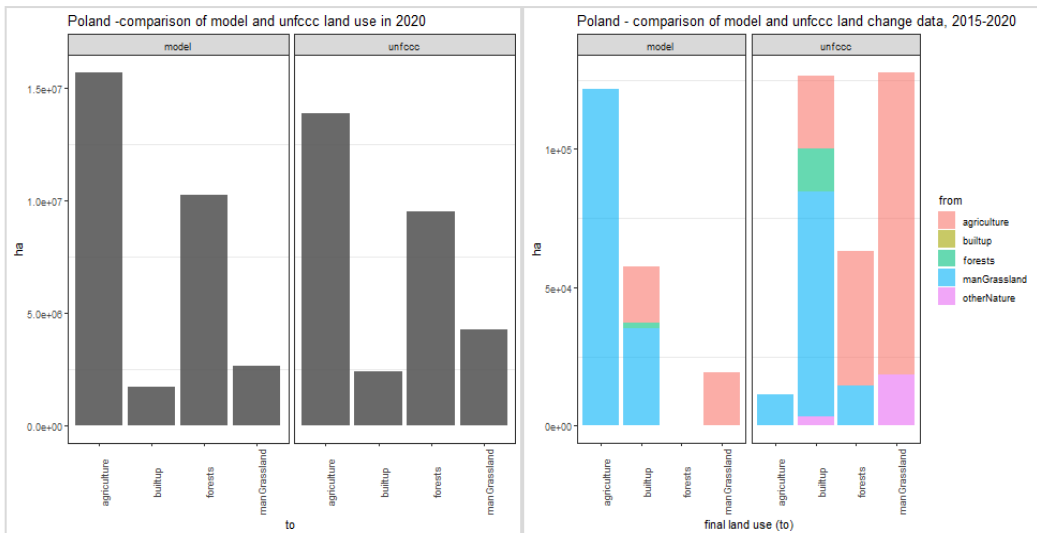
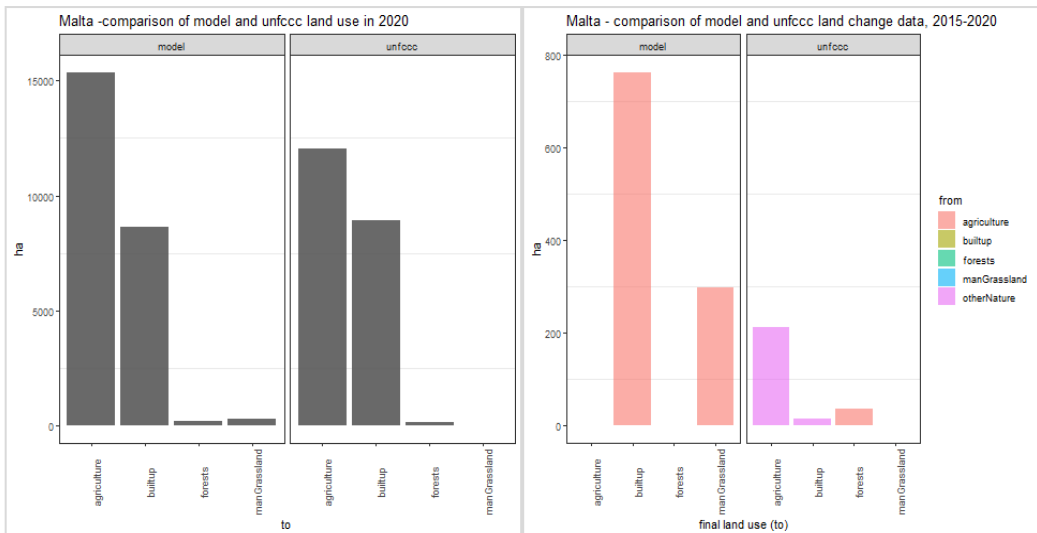
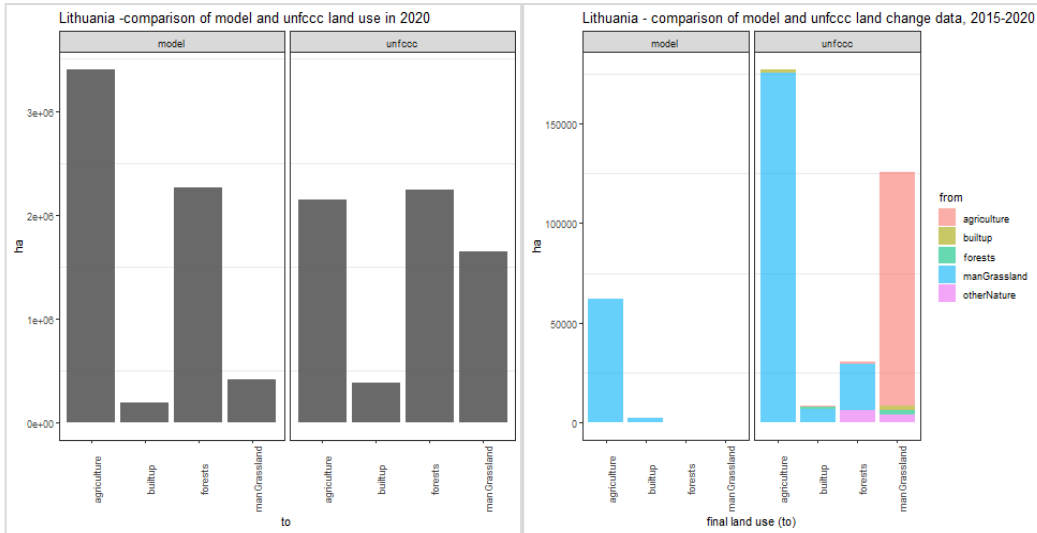




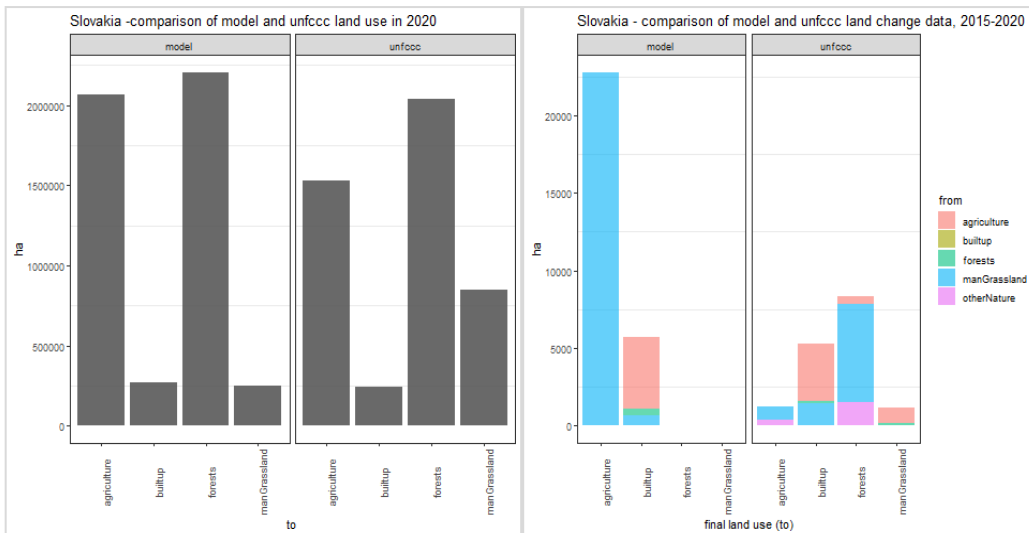
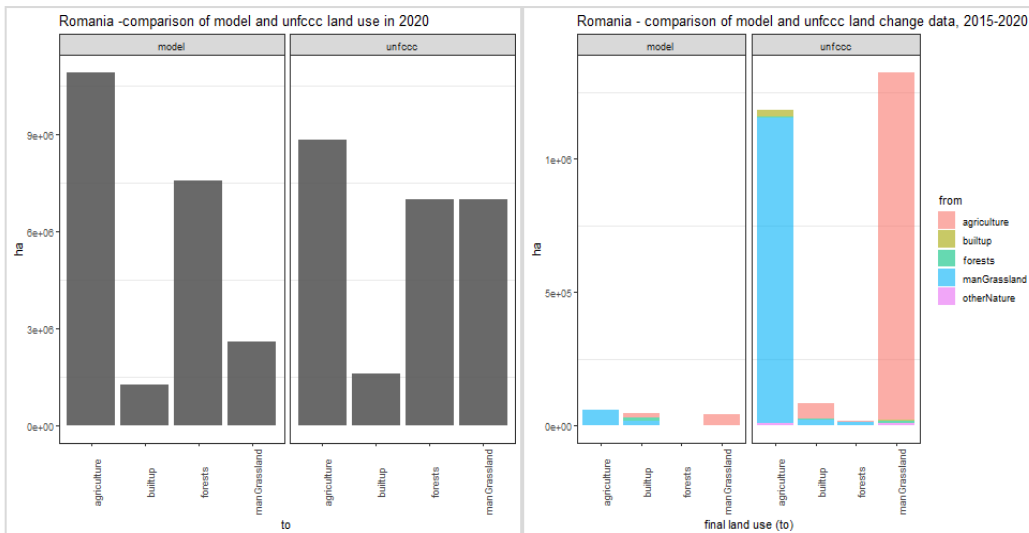
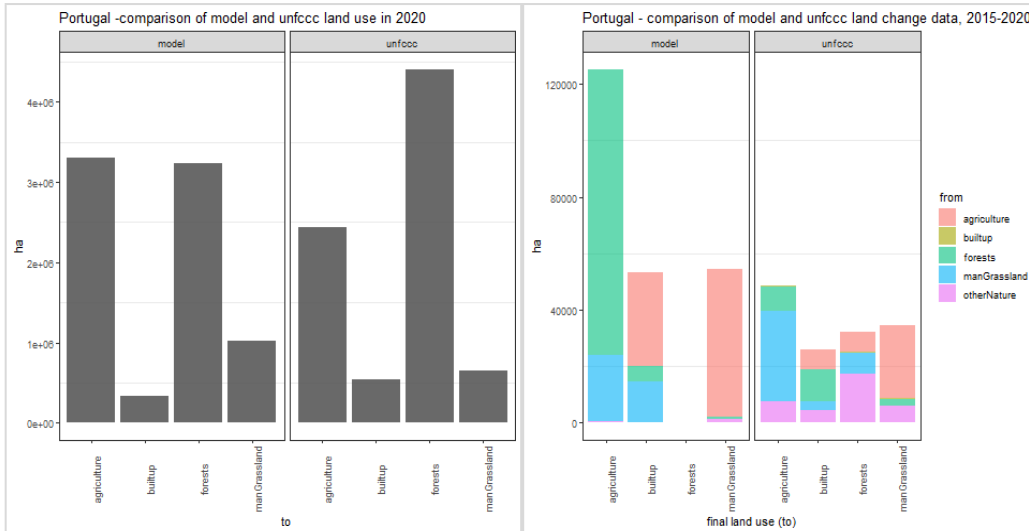


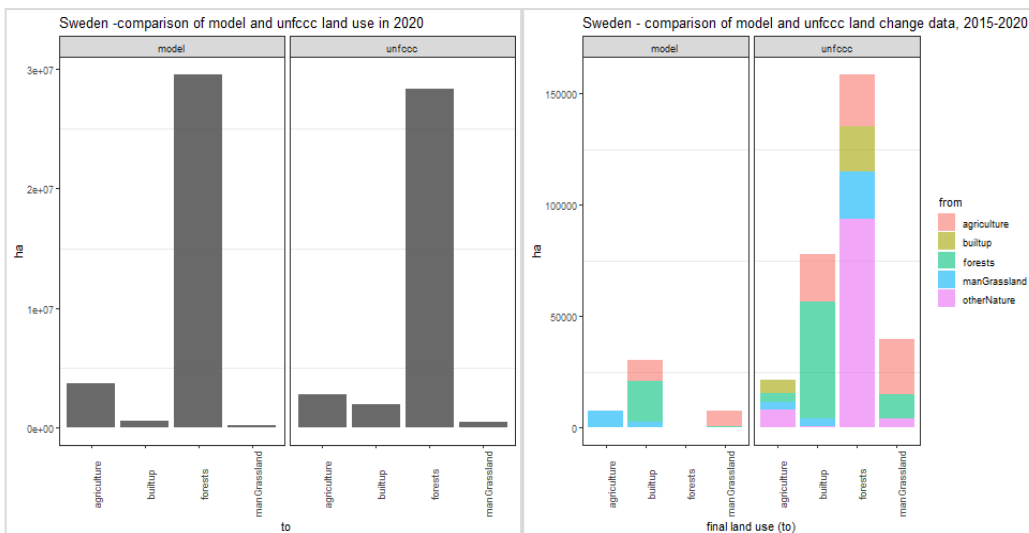
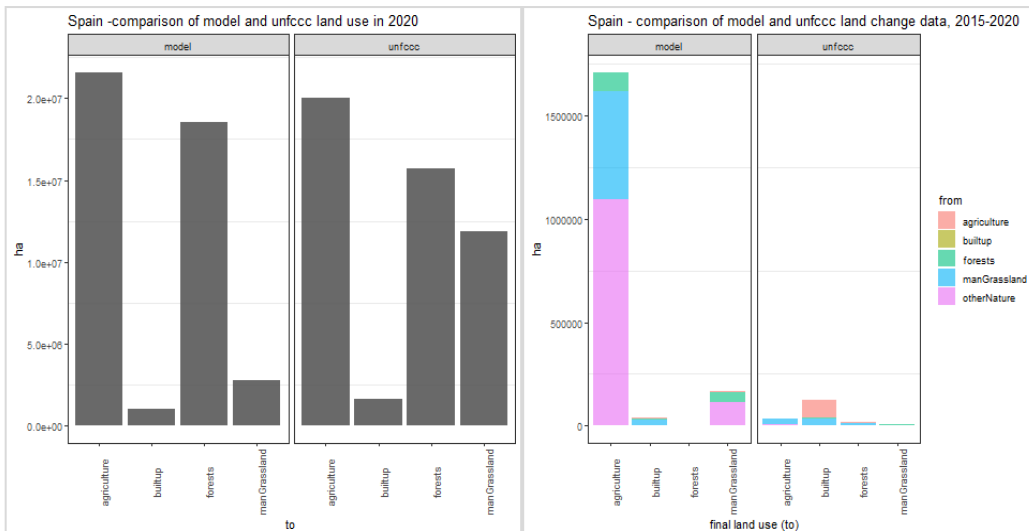
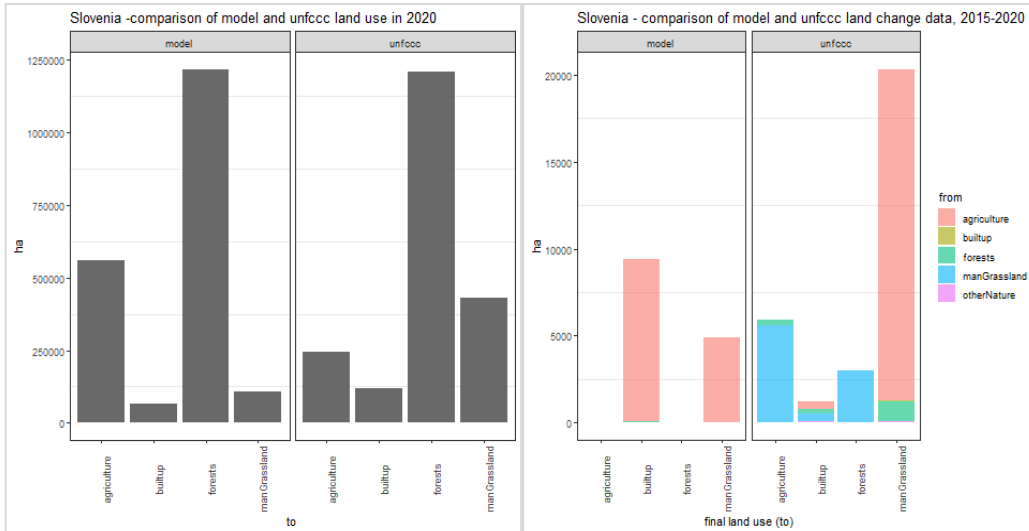






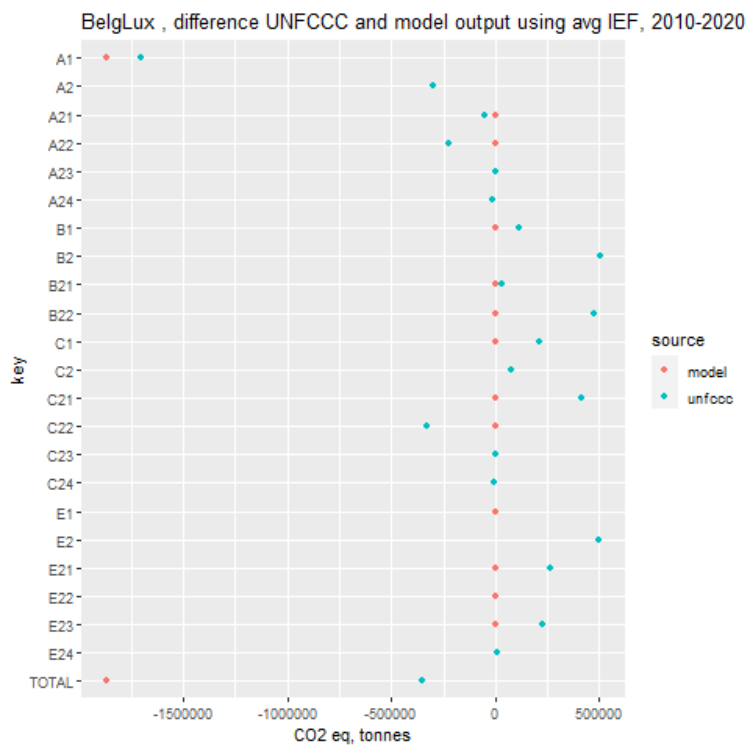
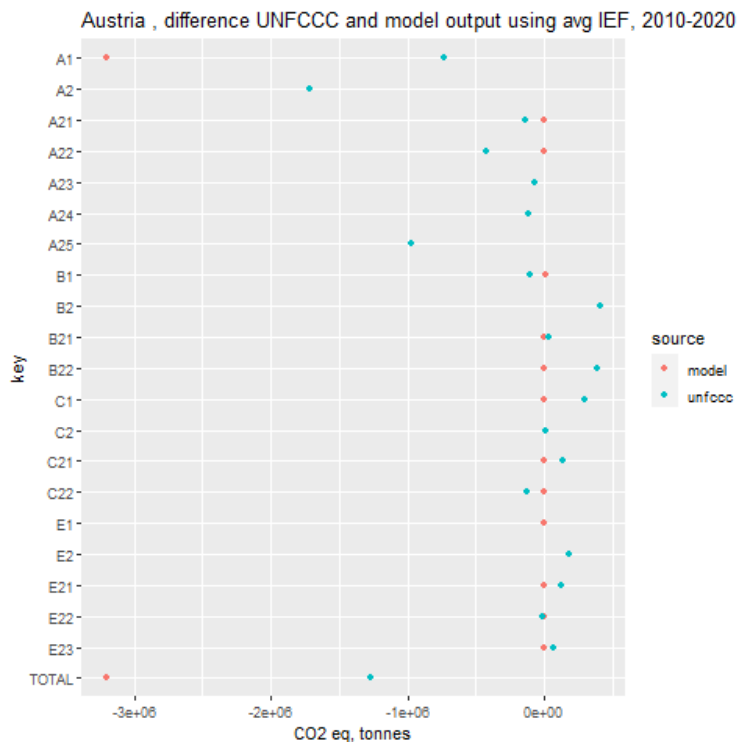




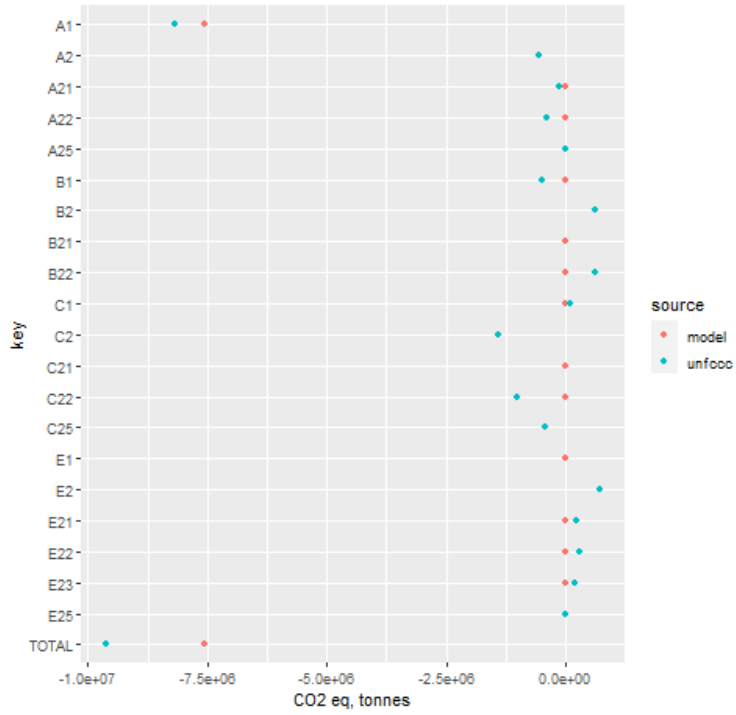


## 5. melléklet. A kibocsátások összehasonlítása az egyes országok között földhasználat-átalakítási páronként

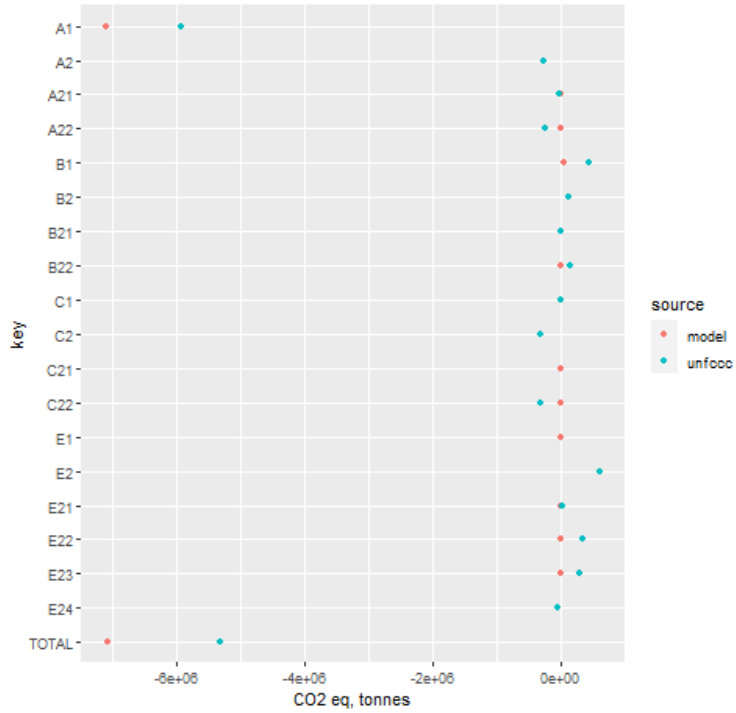
A 7. ábrán leírtak szerint az egyes földhasználat-átalakítási kategóriák országokénti összkibocsátásának különbségeit ez a melléklet mutatja be. A teljes ágazatra vonatkozó teljes kibocsátás az alsó sorban található. A jelentéstétel és a modell eredményei közötti különbségek nem konzisztensek az egyes országok között, ami arra utal, hogy az egyedi körülmények megoldása érdekében országspecifikusan kell összpontosítani, amint azt a 6.3. szakasz tárgyalja.



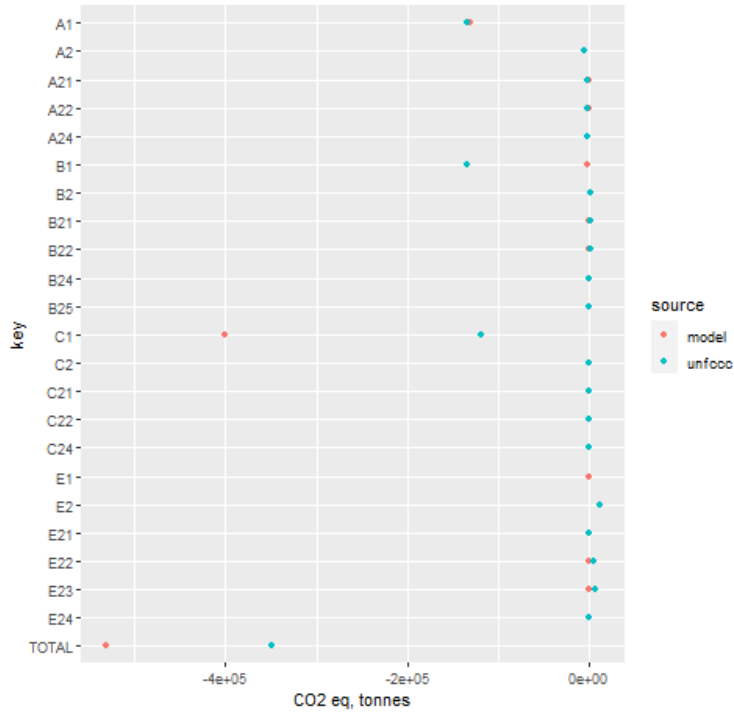
Bulgaria , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



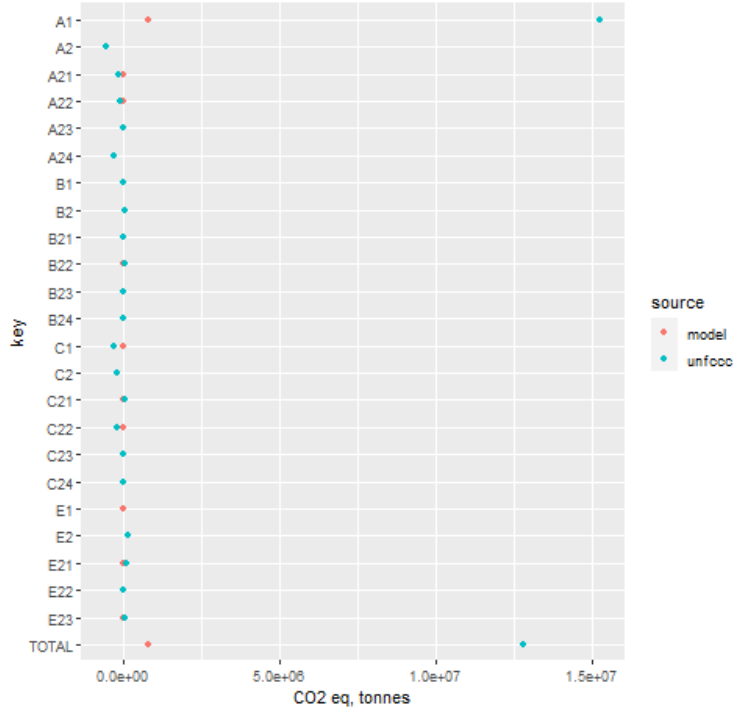
Croatia , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



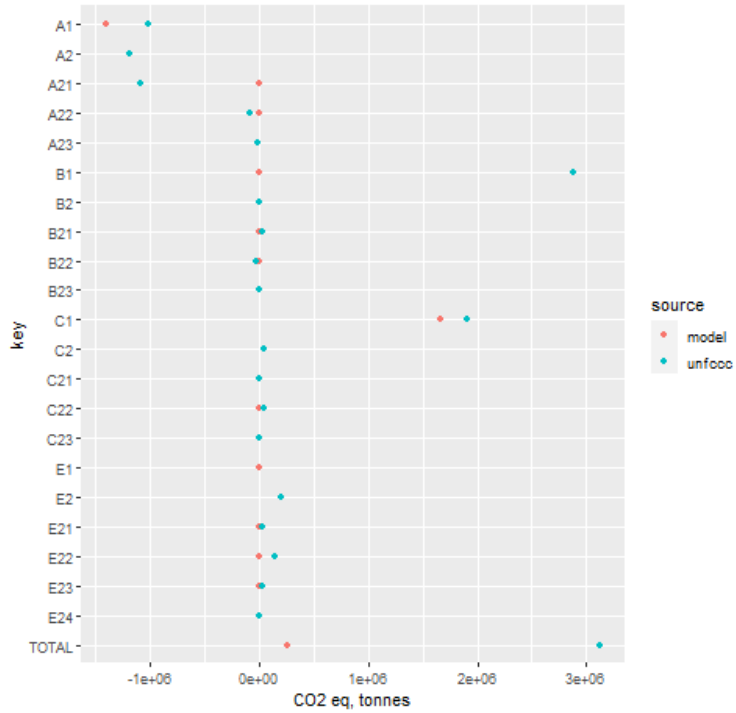
Cyprus , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



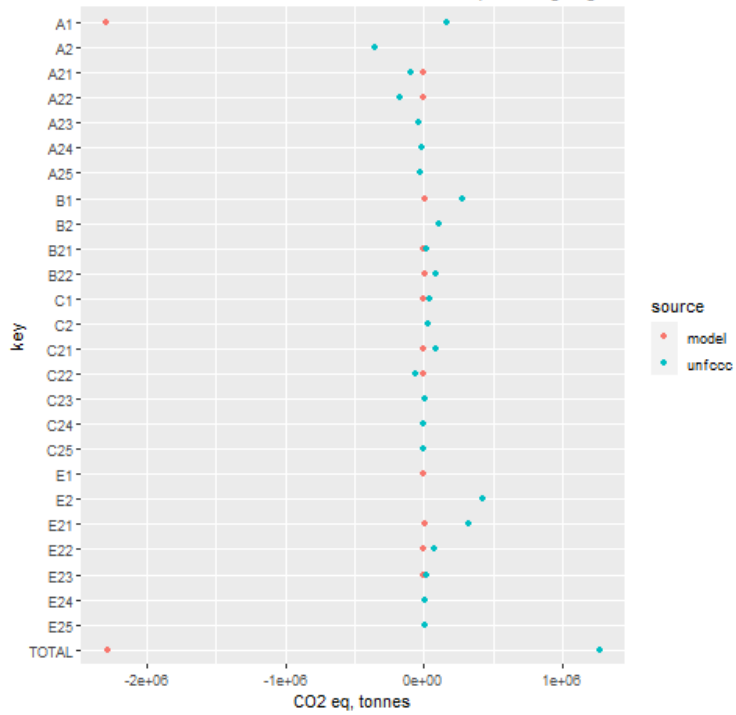
Czech Republic , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



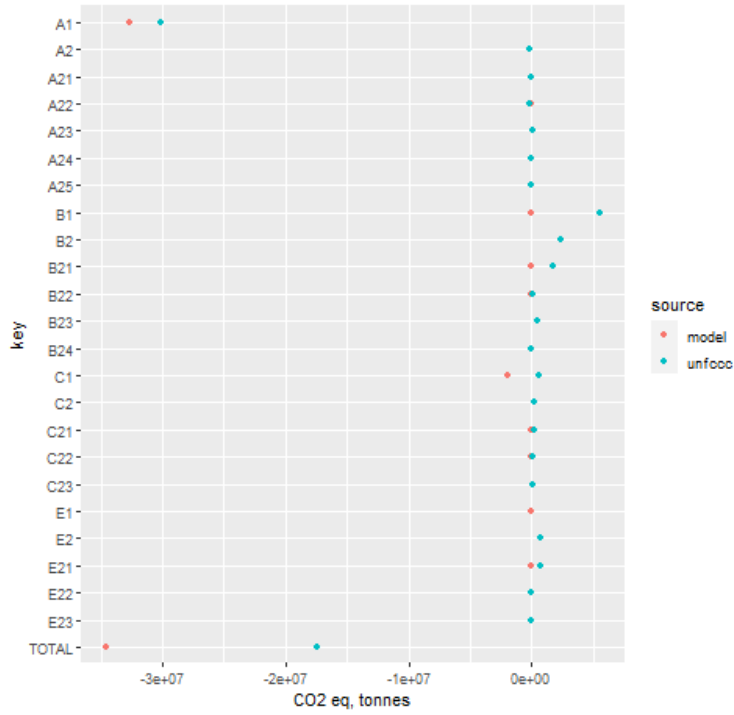
Denmark , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



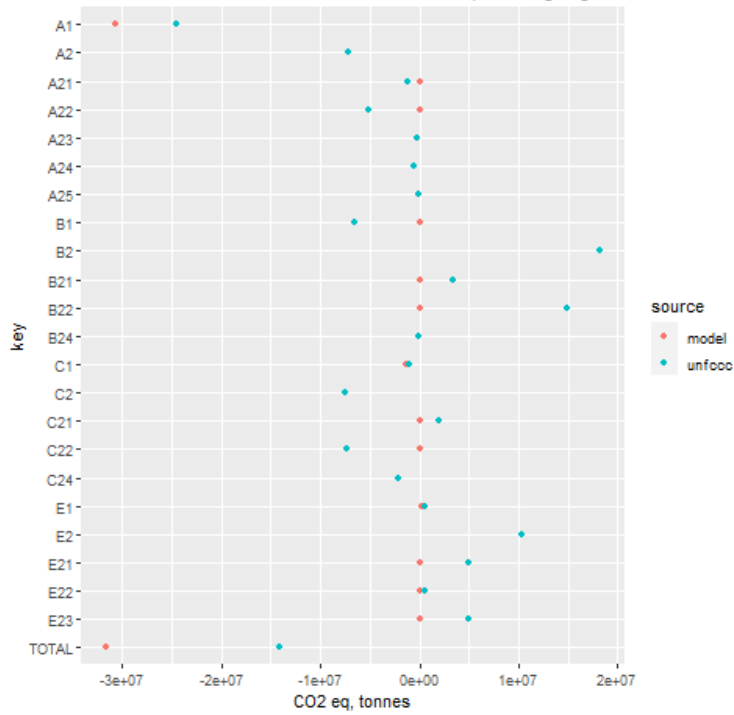
Estonia , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



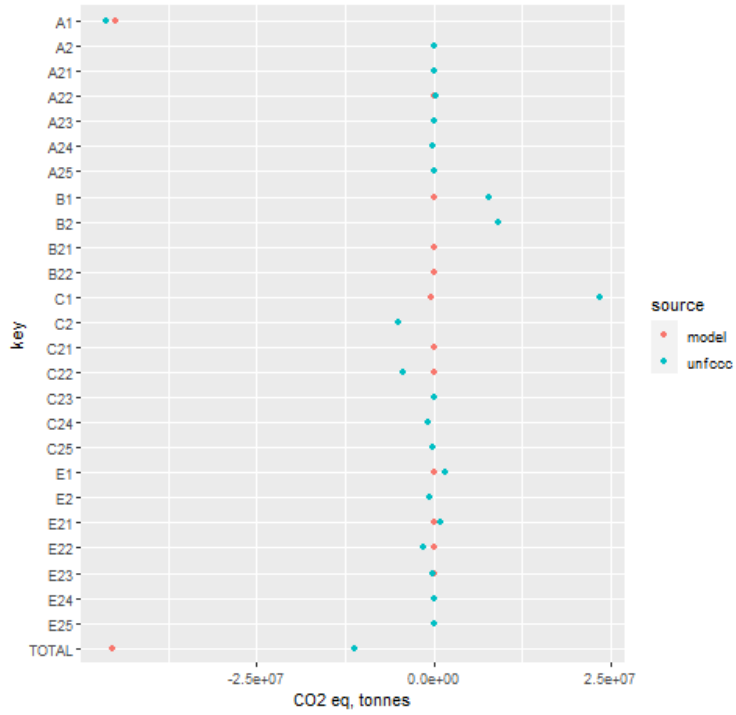
Finland , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



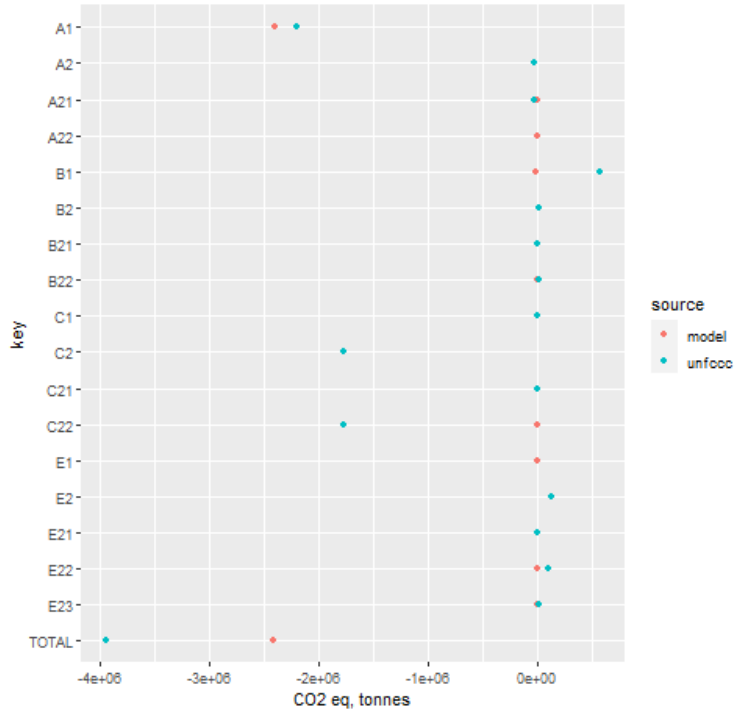
France , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



Germany , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2021

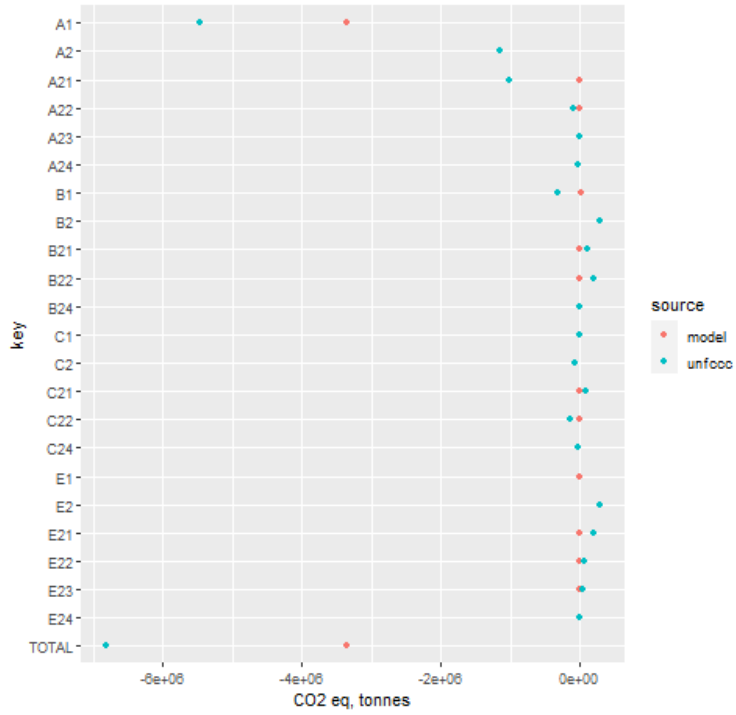


Greece , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020

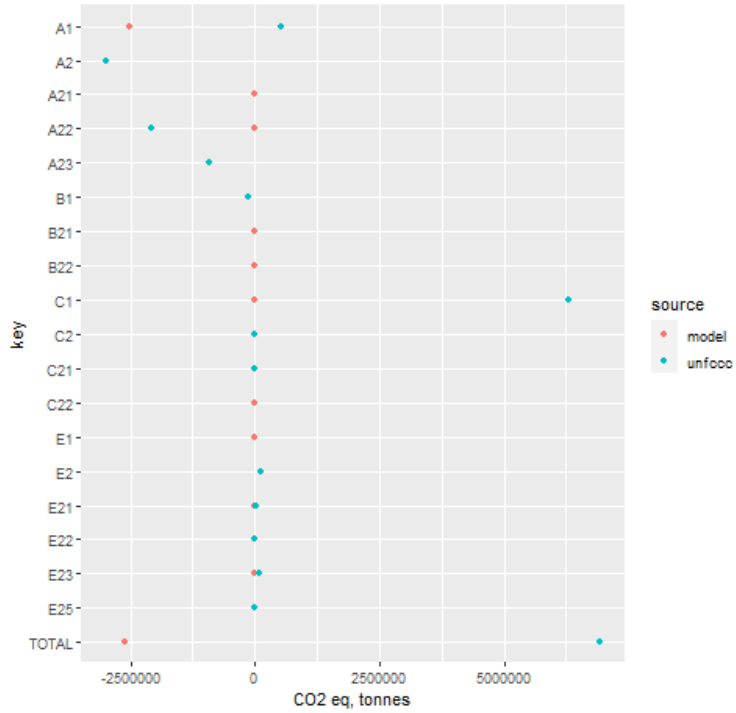




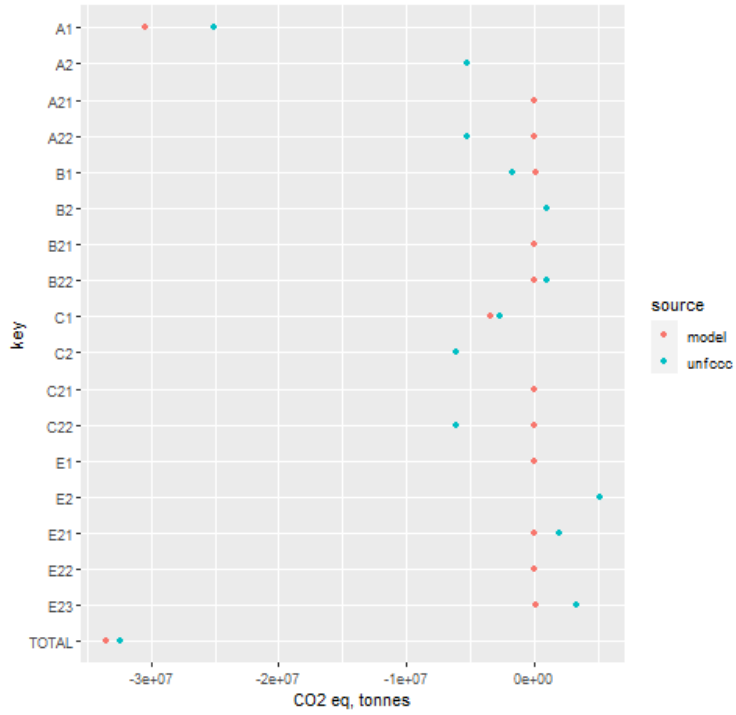
Hungary , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



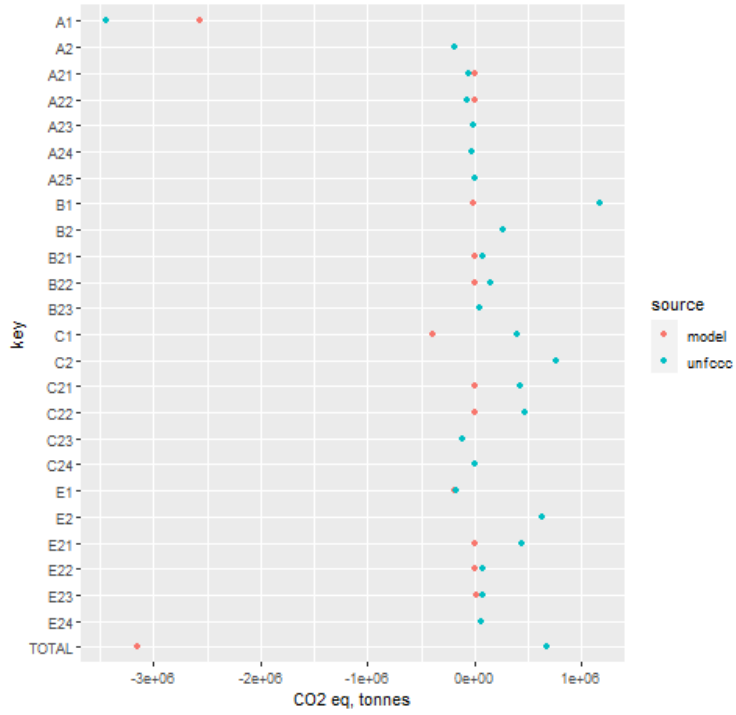
Ireland , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



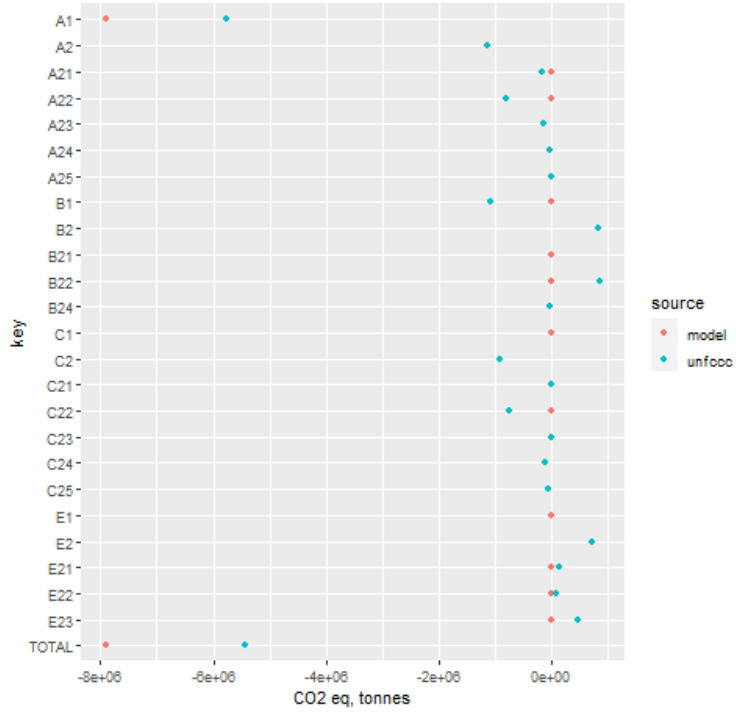
Italy , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



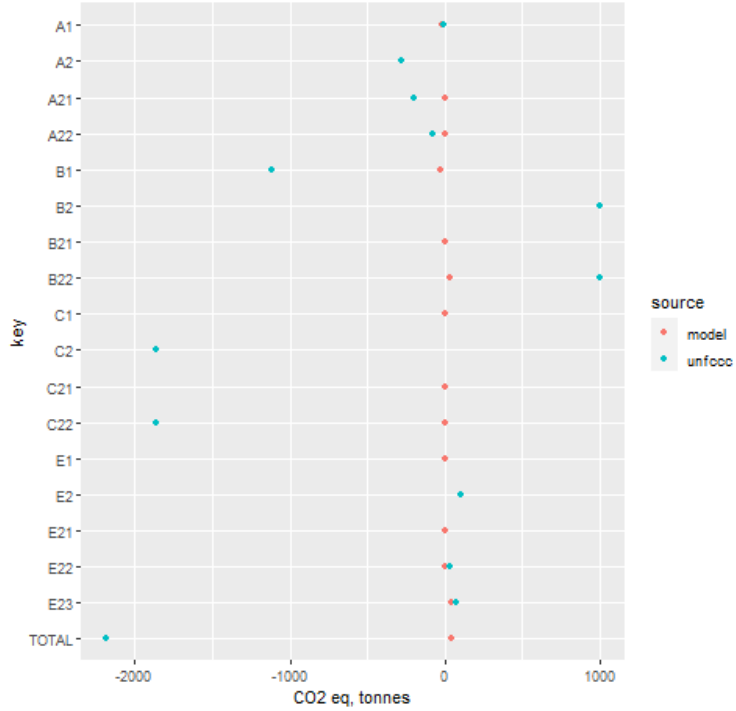
Latvia , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



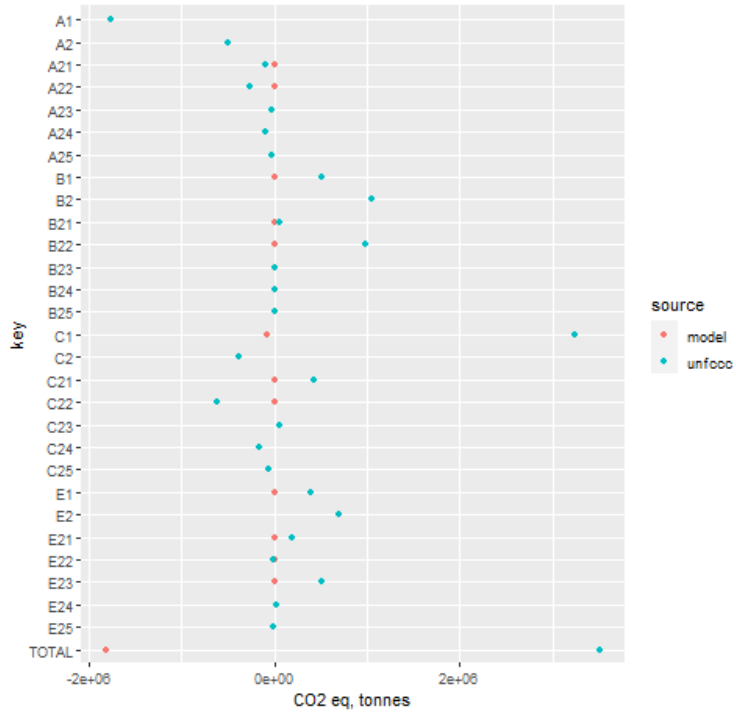
Lithuania , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



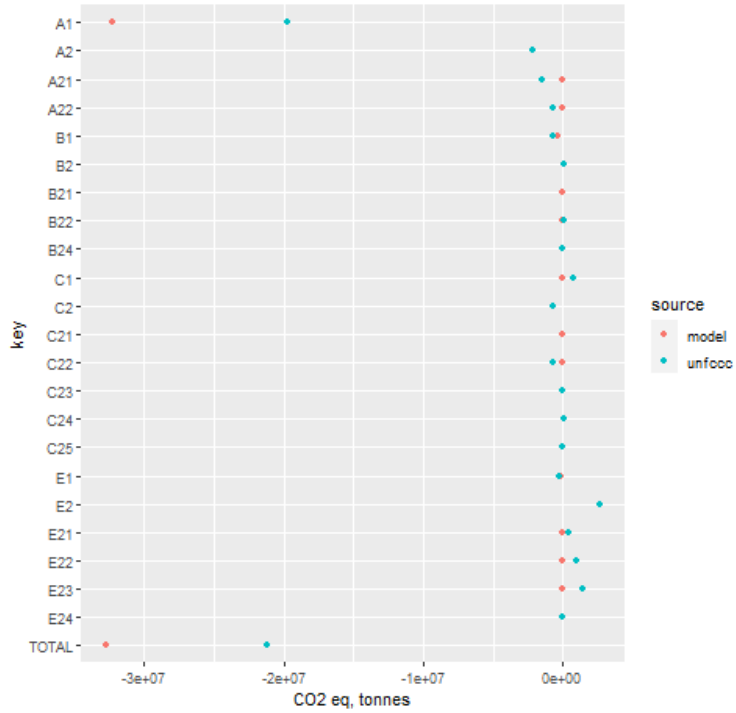
Malta , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



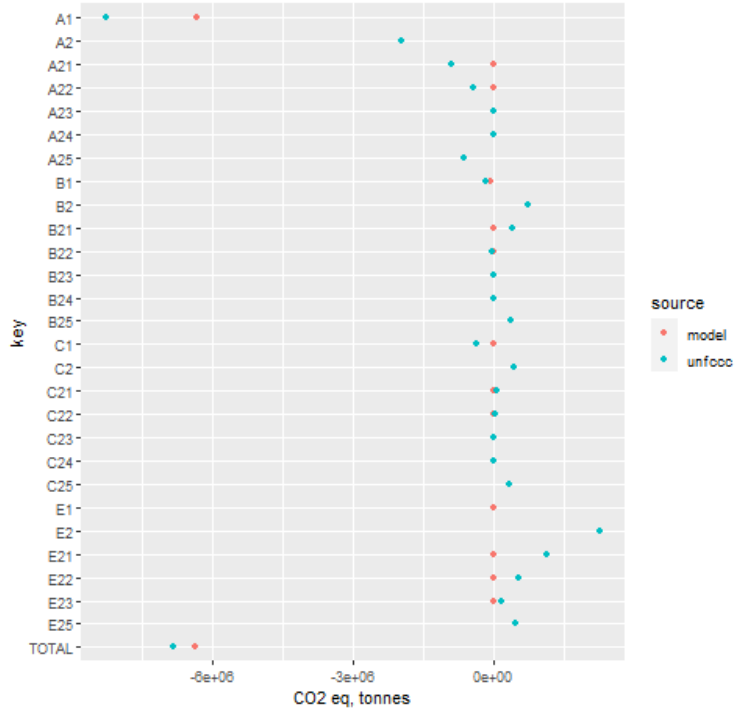
Netherlands , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2



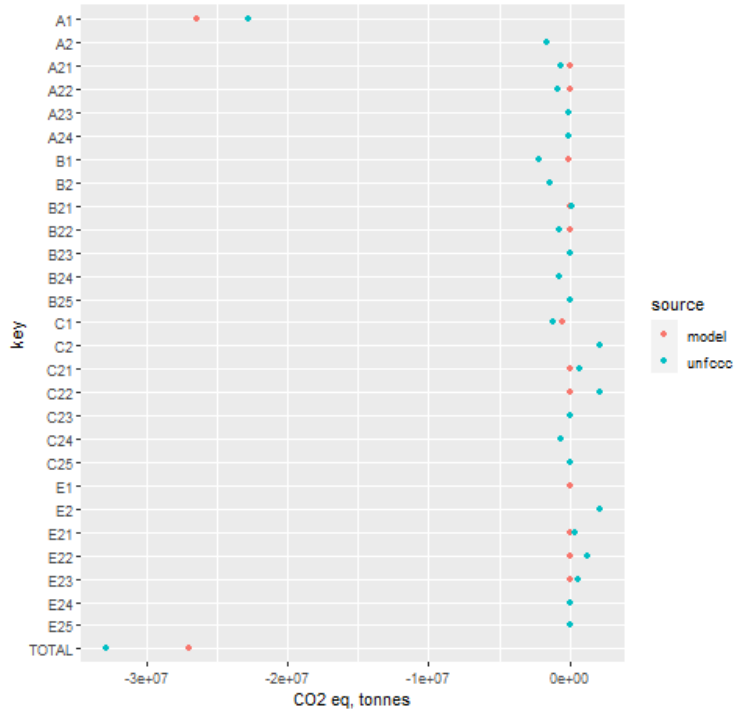
Poland , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



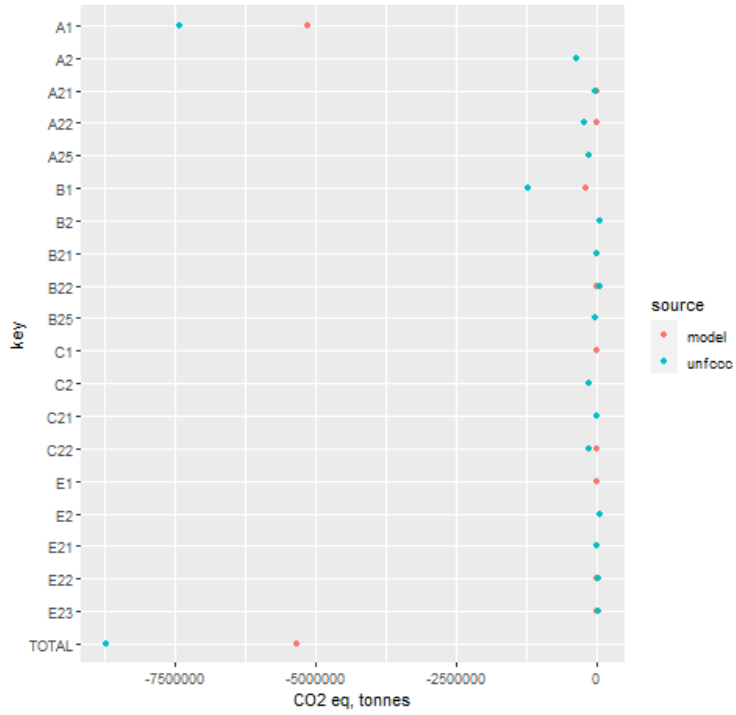
Portugal , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



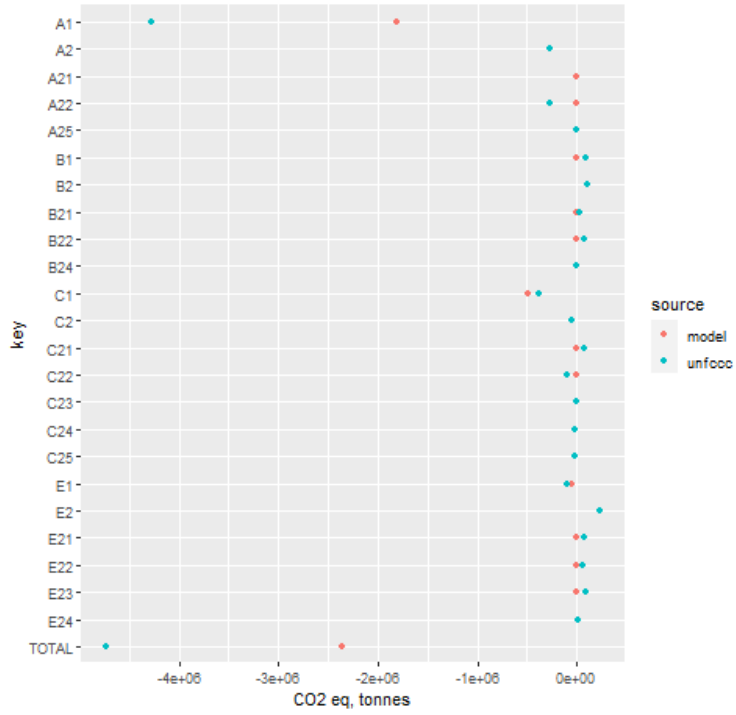
Romania , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



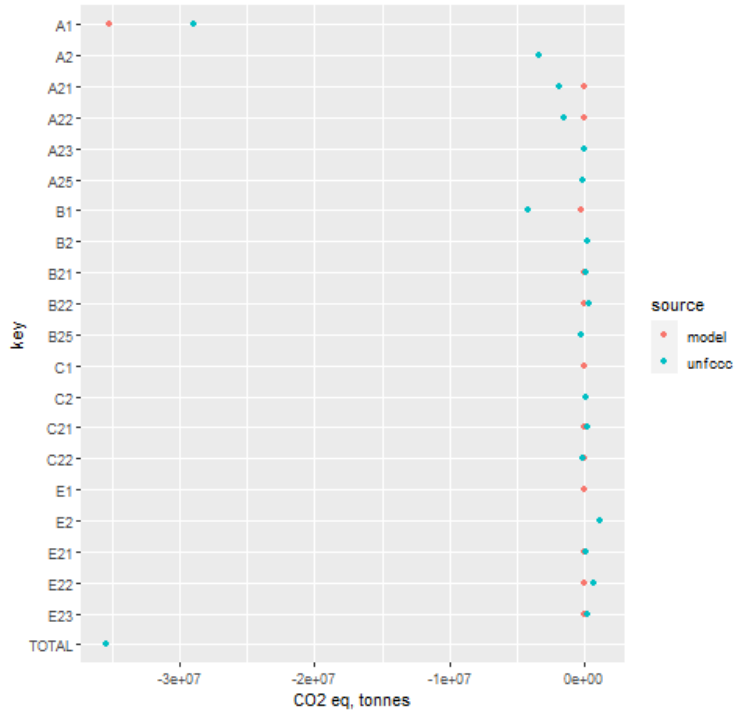
Slovakia , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



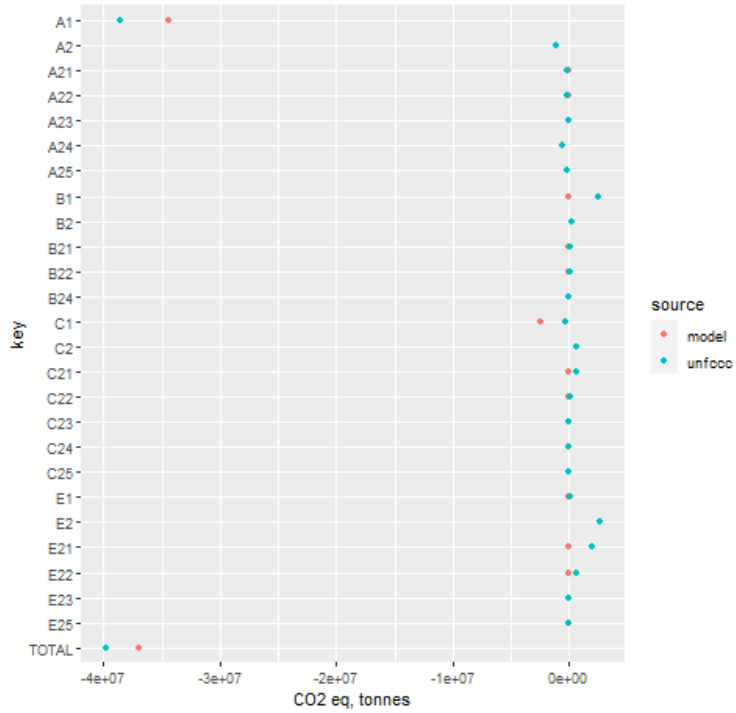
Slovenia , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



Spain , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



Sweden , difference UNFCCC and model output using avg IEF, 2010-2020



## KAPCSOLATFELVÉTEL AZ EU-VAL

### Személyesen

Az Európai Unió egész területén több száz Europe Direct központ működik. Az Önhöz legközelebbi központ címét online találja meg ([european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us\\_en](http://european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en)).

### Telefonon vagy írásban

A Europe Direct egy olyan szolgáltatás, amely választ ad az Európai Unióval kapcsolatos kérdéseire. Ezzel a szolgálattal felveheti a kapcsolatot:

- ingyenesen hívható telefonon: 10 11 (egyreszintű szolgálatoknál a hívásokért díjat számíthatnak fel),
- a következő szabványszámon: +32 22999696,
- az alábbi űrlapon keresztül: [european-union.europa.eu/contact-eu/write-us\\_en](http://european-union.europa.eu/contact-eu/write-us_en).

## INFORMÁCIÓSZERZÉS AZ EU-RÓL

### Online

Az Európai Unióval kapcsolatos információk az EU valamennyi hivatalos nyelvén elérhetők az Europa weboldalon ([european-union.europa.eu](http://european-union.europa.eu)).

### EU-s kiadványok

[Az op.europa.eu/en/publications](http://op.europa.eu/en/publications) oldalon megtekintheti vagy megrendelheti az uniós kiadványokat. Az ingyenes kiadványok több példányban is beszerezhetők a Europe Direct vagy a helyi dokumentációs központ ([european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us\\_en](http://european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en)) elérhetőségein.

### Az uniós jog és a kapcsolódó dokumentumok

Az EU jogi információi, köztük az 1951 óta hatályos összes uniós jogszabály az összes hivatalos nyelvi változatban az EUR-Lex ([eur-lex.europa.eu](http://eur-lex.europa.eu)) oldalon érhető el.

### Nyílt adatok az EU-tól

[A data.europa.eu](http://a.data.europa.eu) portál hozzáférést biztosít az uniós intézmények, szervek és ügynökségek nyílt adatállományaihoz. Ezek ingyenesen letölthetők és újrafelhasználhatók, mind kereskedelmi, mind nem kereskedelmi célokra. A portálon az európai országok adathalmazaihoz is hozzáférhetünk.



## Az Európai Bizottság tudományos és ismeretterjesztő szolgálata Közös Kutatóközpont

### A KKK küldetése

Az Európai Bizottság tudományos és ismeretterjesztő szolgálataként a Közös Kutatóközpont feladata, hogy az uniós szakpolitikákat független bizonyítékokkal támogassa a teljes szakpolitikai ciklus során.



EU Science Hub  
vagy bese arcls cent e ec en rosa.eu



@EU\_ScienceHub



EU Science Hub - Joint Research Centre



EU Science, Research and Innovation



EU Science Hub

EU tudomány



Közös hivatal  
az Európai Unió