

A ZALAI FAÁLLOMÁNYOK MAGASSÁGI NÖVEKEDÉSÉNEK ÉS FATERMÉSÉNEK KAPCSOLATA A TERMŐHELYI TÉNYEZŐKKEL

Illés Gábor¹, Kollár Tamás¹, Veperdi Gábor² és Führer Ernő¹

¹NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, Erdőművelési és Ökológiai Osztály

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar

Kivonat

A klímaváltozás erdőgazdálkodást érintő egyik legnagyobb kihívása a jövőbeni fajaválasztás szakmai alátámasztása lesz. A problémát a jelenleg alkalmazott gyakorlati módszerrel nem tudjuk teljes körűen megoldani. Az AGRÁRKLÍMA projekt keretében Zala megye erdőtervi adatainak, a NAIK ERTI hosszúlejáratú fatermési kísérletek mérési eredményeinek, valamint a projekt keretében létrehozott térinformatikai adatbázisnak a felhasználásával vizsgáltuk a faállományok magassági növekedésének termőhely-függőségét a megye területére vonatkozóan. A vizsgálatok során azonosítottuk azokat a termőhelyi és egyéb tényezőket, amelyek a faállományok növekedését döntően befolyásolják. Ezek ismeretében többváltozós regressziós módszerekkel a bükk, a kocsánytalan tölgy, a csertölgy és az erdei fenyő magassági növekedésének számszerűsítésére függvényeket készítettünk. A vizsgálatok alapján biológiai értelemben magas, 0,65–0,87 közötti, r-négyzet értékekkel jellemezhető összefüggéseket találtunk. A famagasságot leginkább meghatározó tényezőknek a faállományok kora, a klímát jellemző erdészeti ariditási index, a talajok termőréteg vastagsága és azok fizikai félesége bizonyult. A regressziós összefüggések és a megyére készült új fatermési táblák felhasználásával térképeket készítettünk, melyek a klímaváltozás miatti erdészeti ariditási index változásának következtében várható fatermési osztály és fatermőképesség változását mutatják. A módszer alkalmas arra, hogy a változó klímában, a fafajok változó növekedési erélyét becsülni lehessen, és így a jövőbeni fajaválasztást pontosítani tudjuk.

Kulcsszavak: klímaváltozás, famagasság, növedék becslés, térinformatika

FORESTS' YIELD AND HEIGHT GROWTH DEPENDENCE ON SITE CONDITIONS IN COUNTY ZALA HUNGARY

Abstract

One of the upcoming most severe issues in forestry in relation with climate change is set up a sound base for correct choice of applicable species. The current practice is unable to entirely solve this problem. Within the framework of AGRÁRKLÍMA project we investigated the site dependence of height growth for some species in county Zala. For the study we used data of different sources: forest management plans, long-term experimental plots of NARIC FRI for yield assessments, and site



characteristics. We identified the factors from the dataset, which have main influence on height growth of the following species: beech, sessile oak, turkey oak, scots pine. Using multiple regressions we derived functions to assess height growth of above species. We found biologically high values of R-square between 0.65 and 0.87. Beside the age of the stands the most influencing factors were: forest aridity index, rootable depth, and soil texture. Using the regression equations and the new yield tables for the county we prepared maps showing the expected change in yield classes and growth-capacity according to the increase of aridity index due to climate change. This method makes us able to support yield based choice of tree species for future afforestations and regenerations.

Keywords: climate change, tree height, yield assessment, GIS

BEVEZETÉS

Az erdőgazdálkodásnak mindig fontos kérdései voltak az alábbiak:

- Milyen fajokot ültessünk egy adott termőhelyre?
- Milyen lesz a várható növekedés?

Az egyes fák és faállományok magassági növekedésében két tényezőcsoport játszik döntő szerepet. Egyrészt a faj genetikai, biológiai sajátosságai, másrészt a fa környezeti, illetve termőhelyi adottságai. A magyarországi erdészeti szakirodalomban a napi gyakorlatot is meghatározó több alapvető összegző munka taglalja ezeket a kérdéseket (Babos 1954; Danszky 1963). A klímának, a hidrológiának és a talajoknak, mint a termőhely meghatározó elemeinek jelentőségét az erdészeti kutatók sosem kérdőjelezték meg. A termőhelyi kutatásokkal együtt, illetve azok mellett a fatermés tan igyekezett, és igyekszik az egyes fajokra jellemző növekedés mértékét meghatározni (Béky 1981; Kovács 1983; Mendlik 1983; Solymos 1993). Az Erdészeti Tudományos Intézetben Solymos Rezső vezetésével indult kísérleti alapú fatermés tan vizsgálatok is ezt a célt szolgálták (Béky és mtsai 1990). A faállományok és azok várható növekedési erélyét termőhely típusonként taglaló, mindeddig legátfogóbb, gyakorlati hasznosítású munka Járó Zoltán nevéhez fűződik (Járó 1970). Ezt a munkát legutóbb Tímár és mtsai (2005) újították meg, de ez is alapvetően az eredeti Járó-féle koncepciót követi. Az erdőtervezési irányelvekben ma még ezt a koncepciót alkalmazzák, vagyis a meghatározó termőhelyi paraméterek alapján, fatermés tan szempontokat figyelembe véve (termőhely-állóság és hozam-optimalizálás) határozzák meg a felújításokban alkalmazható és alkalmazandó fajok körét.

A klímaváltozás miatt új helyzet adódik. Az egyes termőhelyek olyan változatokba csúsznak át, amik jelenleg nem szerepelnek az erdőtervezési útmutatóban és így az nem ad automatikus megoldási lehetőséget a megváltozott termőhelyi adottságok kihasználására. Ilyen eset például az, amikor egy gyertyános tölgyes klímájú agyagbemosódásos barna erdőtalaj „föül” elmegy az a klíma, amiben a kérdéses talajtípus kialakulhatott, az új cseres-tölgyes klímában pedig nem opció jelenleg az agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Ezen okok miatt tehát nem lehet minden esetben reális alternatívát adni a termőhelyek fatermés tan potenciáljára nézve. Ezért olyan vizsgálatokba kezdünk, amelyek összefüggésbe hozzák a termőhelyi és fatermés tan jellemzőket annak érdekében, hogy az egyes termőhelytípusokon alkalmazható célállományok és azok várható növekedése című, a gyakorlatban alkalmazott táblázatok megújítása, ill. kibővítése az új helyzetnek megfelelően megtörténhessen.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatokat Zala megyében, a klímaváltozással leginkább érintet magyarországi területen végeztük el. Tekintettel arra, hogy az egyes fajok magassági növekedése nagyban függ a termőhelyet jellemző klimatikus- és talaj-adottságtól, kerestük a közöttük fennálló kapcsolatot. A vizsgálatok kiindulási adatai négy for-

rásból származtak. Az egyik adatsorba Zala megye érvényes erdőtervi adatai tartoznak, melyeket a Zala megyei Kormányhivatal Erdészeti Igazgatósága bocsátott rendelkezésre. Ez az adatbázis több, mint 44 ezer erdőrészlet adatát tartalmazza, és a 2010-es évre jellemzőek. Második adatforrásunk a NAIK ERTI hosszúléjárátú kísérleti területeinek adatai a bükk, fafajra nézve Zala megye területén. Ezek az adatsorok közel 50 év korszakonkénti fatermési felvételeit tartalmazzák. A parcellák száma 9 db, melyek méréseit az eredmények validációjához használtuk. Az adatok 1961 és 2011 közötti időszakot jellemzik. Harmadik adatforrásunk, egy főleg környezeti segédváltozókat tartalmazó térinformatikai rendszer. Ezt a projekt keretében hoztuk létre és a megyére jelenleg jellemző klimatikus (OMSZ), hidrológiai (MÁFI), geológiai (MÁFI), talaj (TAKI) és a jövőbeni klimatikus viszonyokat (Hamburgi Klímakutató Központ) írja le. A fatermési osztály és a fatermőképesség alakulására vonatkozóan pedig az AGRÁRKLÍMA projekt keretében Zala megyére készült új fatermési táblák adatait (Veperdi 2013) használtuk fel.

A vizsgálatok első fázisa során az erdészeti adatbázisból leválogattuk azokat az erdőrészeket, amelyekben a főfafajok elegyaránya 50% feletti és koruk 25 évnél idősebbek. Erre azért volt szükség, hogy már beállt és kellően homogén faállományokat vizsgálhassunk. Ezekhez az erdőrészletekhez a térinformatikai adatbázisból hozzárendeltük a mai erdészeti gyakorlat szerinti (Járó 1970) termőhelyi paramétereiket:

- a hidrológiai kategóriát (TVFLEN-VIZB),
- a genetikai talajtípust,
- a termőréteg vastagságot (ISE-IMÉ),
- a talajfizikai féleséget (TÖ-NA) és végül
- az erdészeti ariditási indexszel (FAI) jellemzett klímát.

Ezek a változók – a genetikai talajtípus kivételével – egy ordinális skálán (jobb-rosszabb) értelmezhetőek, így paraméteres statisztikai próbáknak is alávethetőek (1. táblázat). A hidrológiai kategóriák változása a növekvő víztöbbletet, a termőréteg vastagság a begyökerezettség mélységét, míg a talaj fizikai félesége a vízáteresztő-, ill. vízvisszatartó-képesség mértékét jellemzi. Más meteorológiai paraméterek helyett a FAI alkalmazására azért került sor, mert az, a Magyarországon alkalmazott erdészeti klímaosztályok lehatárolására és jellemzésére lett kifejlesztve. Növekvő értékei az egyes fajok növekedése és vitalitása szempontjából kedvezőtlenebb klimatikus feltételeket mutatnak (Führer 2010; Führer és mtsai 2011).

A kiválasztott erdőrészletek adatai közül három paramétert használtunk:

- a fajtát,
- a faállomány korát (ezt logaritmus skálán ábrázoltuk a linearitás megteremtése miatt),
- végül pedig a famagasságot.

A klímafüggőség miatt vizsgáltuk a bükköt – *Fagus sylvatica* L. – B; a kocsánytalan tölgyet – *Quercus petraea* Matt. – KTT; a csertölgyet – *Quercus cerris* L. – CS; illetve nagyobb térfoglalása miatt az erdei fenyőt – *Pinus sylvestris* L. – EF. A felsorolt fajok Zalában 47 450 ha területet borítanak (1. ábra), ez a megye teljes erdőterületének 37,7%-a, a teljes élőfakészletnek pedig 50,6%-a.

A továbbiakban a vizsgálatokat fajonként végeztük el. Kerestük az egyes termőhelyi paraméterek és a magassági növekedés között kimutatható összefüggést, és hogy mutatnak-e az adatok érzékelhető strukturáltságot. Ezekhez alapstatisztikai vizsgálatokat, kategorizált diagramokat használtunk.

A famagasság alakulásának modellezésére többváltozós „stepwise” regresszió analízist használtunk. Független változónak a famagasságot tekintettük, a többi változó pedig prediktorként (magyarázó változó) szerepelt. A regressziós összefüggések felállításához az 1960–90, illetve az 1980–2010 közötti időszakok klimatikus tényadatait és növekedési adatait tekintettük kiindulásnak, amit az időszakok FAI értékei és az erdőtervi adatok reprezentáltak. A regressziós egyenletekkel reprodukáltuk az 1990-es évek végére és a jelenlegi kor- és fajösszetételre vonatkozó faállomány magasságokat és ezeket összehasonlítottuk a fatermési parcellák, illetve az erdészeti üzemterv adataival. A validáció után három jövőbeni időszakra állítottunk elő famagassági modelleket úgy, hogy a FAI értékek változtatásával érvényesítettük a várható klímaváltozás hatásait.

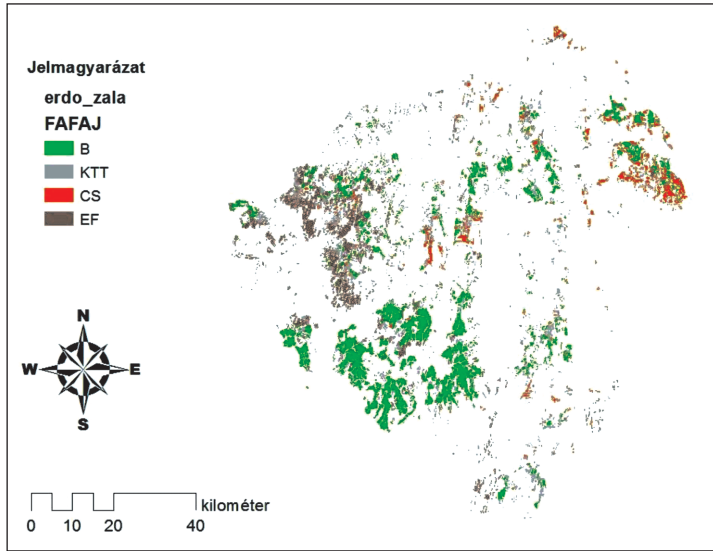
(A FAI-hoz szükséges alapadatokat a hamburgi klímakutató központ adatai jelentették). A modellezett időszakok a 2011–40, 2041–70 illetve a 2071–2100 időszakok voltak, amiket rendre a 2025, 2055, és 2085 dátumokkal jeleztünk.

1. táblázat: Az egyes termőhelyi jellemzők kategóriái és hatásuk értelmezése
Table 1: Categories of site characteristics and the interpretation of their impacts

Hidrologiai kategória	Reprezentált hatás	Kód	Fizikai talajféleség	Reprezentált hatás	Kód	Termőréteg vastagság	Reprezentált hatás	Kód
TVFLEN – többlet vízhatástól független	A növekvő értékek átlagosan erősödő, vízhatást jeleznek	1	TÖ – törmelék	A növekvő értékek átlagosan növekvő diszponibilis víz tartalmat jeleznek	1	ISE – igen sekély	A növekvő értékek a talaj begyökerezhető mélységének növekedését jelzik	1
SZIV – szivárgó víz		2	DH – durva homok		2	SE – sekély		2
VÁLT – változó vízellátású		3	H – homok		3	KMÉ – közép mély		3
IDŐSZ – időszakos vízhatás		4	NA – nehézagyag		4	MÉ – mély		4
ÁLL – állandó vízhatás		5	AH – Agyagos homok		5	IMÉ – igen mély		5
FELSZ – felszínig nedves		6	HV – homokos vályog		6			
VIZB – vízzel borított		7	KT – kotu, tőzeg		7			
			A – agyag		8			
			HA – homokos agyag		9			
			AV – agyagos vályog		10			
			V – vályog		11			

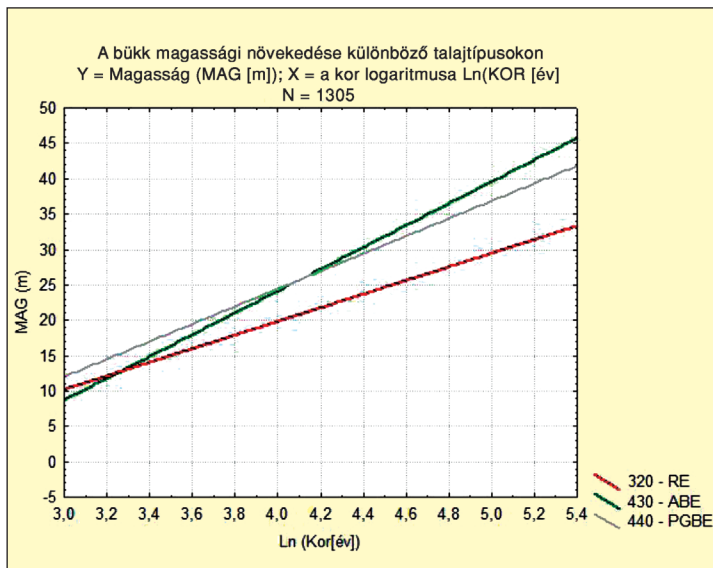
Az előremetszésnél az erdőterületek állományait korosítottuk. Ennek folyamán figyelembe vettük a jelenlegi erdőtervi adatok alapján becsülhető legmagasabb átlagos állománykort fajonként. Amikor a korosítás során az állományok kora túllépte volna ezt a maximum kort, akkor az új időszakban az adott állomány korát a korosítás során adódott kor és a maximum kor különbözeteként vettük figyelembe. Így a korosztályszerkezet változását is becsültük. A klímaváltozás scenárióinak megfelelő modellezés során az adott erdőrészeket fajajukat nem változtattuk, tehát minden erdőrészletben a jelenlegi fajösszetételt tartottuk meg.

A fajonként összeállított kor-magasság adatok birtokában az új, helyi fatermési táblák felhasználásával minden egyes erdőrészletre meghatároztuk a scenáriók időszakaira érvényes fatermési osztályt és fatermőképességet. Az egyes időszakok eredményeit ezután statisztikai és térinformatikai környezetben értékeltük fajonként és a megyére összességében is.



1. ábra: A vizsgált fajok aktuális területfoglalása (pixel méret 100 m)
 Figure 1: Forest area covered by studied species (pixel size 100 m)

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK



2. ábra: A bükk magassági növekedése egyes talajtípusokon
 Figure 2: Height growth of beech on different soils

A zalai, átlagosan is jónak mondható tenyészeti feltételek mellett leginkább a biológiai sajátosságok határozzák meg a növekedést. Ennek megfelelően a kornak mindig is meghatározó szerepe lesz a magassági növekedés alakulásában. A kor előrehaladtával az egyes fajok magassági növekedési erélyében megmutatózó különbségeket pedig elsősorban a termőhelyi paraméterek befolyásolják. A bükk különböző talajtípusokon lévő állományainak kor-magasság grafikonjai mutatják, hogy a talaj miként befolyásolja a magassági növekedés sebességét (2. ábra). A gyengébb tulajdonságú talajok (RE - rendzinák) esetén az egyenesek meredeksége kisebb, mint a jobb termékenységűeké (ABE – agyagbemosódásos barna erdőtalajok).

2. táblázat: Fajok kor-magasság regressziós vizsgálatai a termőhely függvényében
Table 2: Site dependent age-height regressions for the studied species

Faj	Elemzés – N (db)	Prediktor változók	R-négyzet értéke
B	1305	Kor, FAI, termőréteg vastagság, fizikai talajféleség	0,65
KTT	635	Kor, FAI, termőréteg vastagság	0,87
CS	712	Kor, FAI, termőréteg vastagság, fizikai talajféleség	0,57
EF	2346	Kor, FAI, termőréteg vastagság, fizikai talajféleség	0,78

Az ok-okozati kapcsolatok érdekében végzett regressziós vizsgálatok az egyes fajok esetében szignifikáns, szoros eredményeket hoztak (2. táblázat), melyekből az alábbi megállapítások tehetők:

- a kornak a többi tényezőhöz képesti súlya 2–8-szoros értéket mutat, átlagban 4,5-szer nagyobb súlyú, mint a termőhelyi tényezők, vagyis a termőhely összhatása a magassági növekedés 20–25%-át magyarázza.
- A termőréteg vastagság és a kor pozitív korrelációban áll a famagassággal. A FAI értéke a cserétölgy kivételével negatív korrelációban áll a famagassággal. Ez azzal magyarázható, hogy Zalában a melegebb klíma hatása a cser számára még kedvező, ellentétben a többi fajjal.
- A fizikai talajféleség az erdőfenyőnél negatív, míg a cser és a bükk esetében pozitív korrelációban áll a famagassággal, míg a kocsánytalan tölgy esetében hatása nem mutatkozott szignifikánsnak. Azaz a cser és a bükk meghálálja a nagyobb diszponibilis vizet tartalmazó talajokat.

A cser és a bükk alacsonyabb R^2 értéke azt jelzi, hogy e két fajnál a kor és a termőhelyi viszonyok mellett egyéb tényezőknek, így elsősorban az erdőnevelésnek is meghatározó lehet még a szerepe.

Az 1980–2010 évekre érvényes FAI értékek alkalmazásával készültek el a famagasság modellek és azok statisztikái (3. táblázat). A 4 fajra vonatkoztatott modell-eredményeket az aktuális erdőtervi adatokkal vetjük össze. Látható, hogy a regressziós modell a magasságértékeket a tény adatokhoz képest kissé felül becsüli. A modellértékek és a tény adatok eltérését bemutató hisztogramok megerősítik, hogy a regressziós modell átlagos hibája 0,5 és 1,4 m között, a szórása pedig 2,3 és 4,4 m között változik (3. ábra).

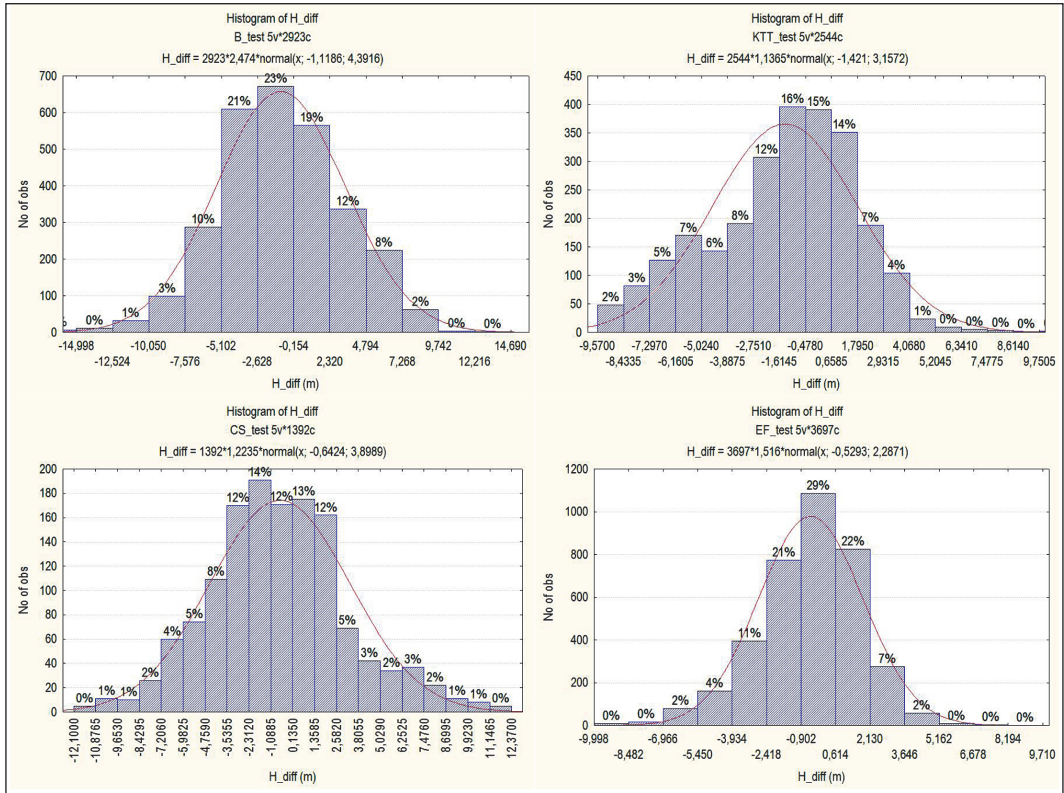
Az erdőtervi összehasonlítás mellett a regressziós eredményeket a NAIK ERTI zalai hosszúléjárátú bükkös területeinek aktuális adataival is összehasonlítottuk (4. ábra). Megállapítható, hogy regressziós becslés a kísérleti parcellák esetében is a kornal jól követi a növekedési ütemet. A modell szerinti magasságok az üzemtervi adatok alá, néha fölé, de mindig a kísérleti parcellák adatai alá esnek. Ez utóbbi eredmény abból adódik, hogy a kísérleti parcellákat általában az átlagosnál jobb termőhelyeken jelölték ki, míg a regressziós modell az átlagosnál rosszabb területeket is felöleli. Ebben az összehasonlításban a modellünk üzemtervi adatokat felülbecslő trendje kedvező hatású.

Az üzemtervi és a hosszúléjárátú kísérleti adatokkal való összehasonlítás alapján a regressziós modellt alkalmasnak találtuk a fatermési osztályok becslésére.

3. táblázat: A regressziós modellek és az erdőtervi adatok statisztikai fajajonként

Table 3: Statistics of regression models and of forest management plans' data

B	N (db)	Átlag	Konf. int. -95%	Konf. int. +95%	Minimum	Maximum	Szórás	Az átlag hibája
Kor	2923	75,3	74,1	76,5	2,0	208,0	33,3	0,6
Magasság (m); erdőtervi adat	2923	25,6	25,2	26,0	0,0	46,0	10,4	0,2
Becsült magasság (m)	2923	26,7	26,4	27,1	0,0	46,8	9,7	0,2
Magassági differencia (m)	2923	-1,1	-1,3	-1,0	-34,8	14,7	4,4	0,1
CS	N (db)	Átlag	Konf. int. -95%	Konf. int. +95%	Minimum	Maximum	Szórás	Az átlag hibája
Kor	1392	65,7	64,2	67,2	4,0	185,0	29,4	0,8
Magasság (m); erdőtervi adat	1392	21,0	20,6	21,5	0,0	40,0	8,5	0,2
Becsült magasság (m)	1392	21,7	21,3	22,0	0,6	33,7	6,8	0,2
Magassági differencia (m)	1392	-0,6	-0,8	-0,4	-12,1	12,4	3,9	0,1
KTT	N (db)	Átlag	Konf. int. -95%	Konf. int. +95%	Minimum	Maximum	Szórás	Az átlag hibája
Kor	2544	39,0	37,7	40,4	1,0	173,0	34,9	0,7
Magasság (m); erdőtervi adat	2544	12,4	12,0	12,8	0,0	40,0	10,3	0,2
Becsült magasság (m)	2544	13,8	13,4	14,1	0,2	34,2	9,0	0,2
Magassági differencia (m)	2544	-1,4	-1,5	-1,3	-9,6	13,2	3,2	0,1
EF	N (db)	Átlag	Konf. int. -95%	Konf. int. +95%	Minimum	Maximum	Szórás	Az átlag hibája
Kor	3697	46,6	45,9	47,3	1,0	147,0	22,5	0,4
Magasság (m); erdőtervi adat	3697	18,2	18,0	18,4	0,0	41,0	6,1	0,1
Becsült magasság (m)	3697	18,7	18,5	18,9	0,8	35,6	5,5	0,1
Magassági differencia (m)	3697	-0,5	-0,6	-0,5	-13,0	17,3	2,3	0,0



3. ábra: Az erdőtervi fmagasságok eltérése a modell szerint becsült magassáértékektől

(B – bükk balra fent; KTT – kocsánytalan tölgy jobbra fent; CS – cser balra lent és EF – erdei fenyő jobbra lent)

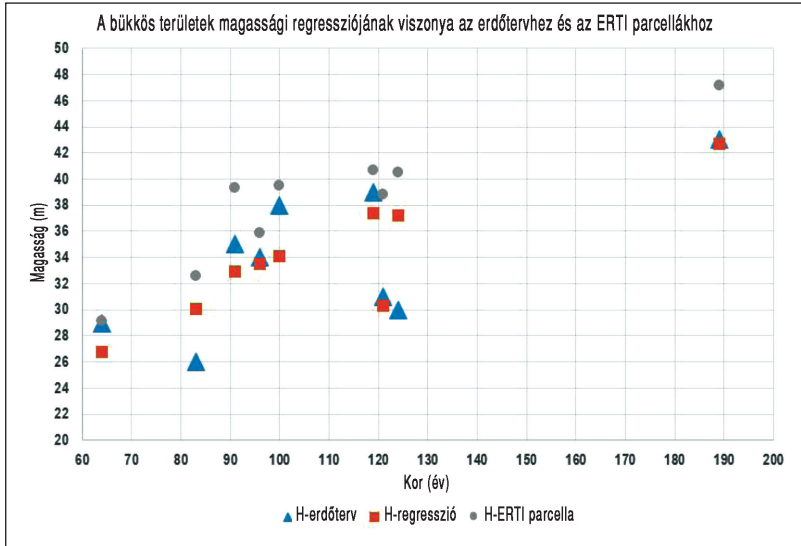
Figure 3: Difference between predicted tree height vs. management plan's data

(B – beech upper left; KTT – sessile oak upper right; CS – turkey oak downward left and EF – scots pine downward right)

A klímaváltozás három scenáriójának megfelelő 30 éves időszakokra (2011–2040; 2041–2070; 2071–2100) álltak rendelkezésre a meteorológiai adatok, illetve a belőlük származtatott erdészeti ariditási index értékei. Ez azt jelenti, hogy három 30 éves átlagos adattal dolgoztunk, amiket a 30 éves periódusok közepére vonatkoztattunk, nevezetesen 2025-re, 2055-re és 2085-re. Ezekre az időszakokra elkészítettük a vizsgált 4 faj esetében a 70 és 80 éves korok között várható fmagasság statisztikákat (4. táblázat). Ebben a korosztályban ugyanis a vizsgált fajok állományaiban a víz és tápanyagforgalom tekintetében már teljes körű egyensúly alakul ki és a biológiai, valamint az ökológiai adottságok hatása harmonikusan érvényesül. Az adatokból látszik, hogy:

- Az erdészeti ariditási index intervalluma az előre haladó scenáriókban emelkedik. Míg az alsó értékhatár emelkedése 0,4 és 0,7 addig a felső határértéké 0,8 és 1,3. Vagyis a megyén belül az idő előre haladtával szélsőségesebb időjárási viszonyok fognak előfordulni.
- Amíg a büknél, az erdei fenyőnél és a kocsánytalan tölgnél 2025-, 2055- és 2085-re vonatkozóan egyértelmű magasságsökkenés prognosztizálható, addig a csernél 2055-re kicsiny növekedés, majd visszaesés következik be. Ez a tendencia jelzi, hogy a cser a hőmérséklet-emelkedést egy bizonyos határig növekedésben is megnyilvánuló módon meghálálja.
- A bükkre és a cserre adódó átlagmagasság értékek nagyobb szórása az mutatja, hogy e két fajjal előfordulása Zalában tágabb klímahatárok közé esik. Vagyis a bükk megtalálható mind a számára ide-

ális klímájú göcseji régióban, mind pedig a szárazabb keszthelyi hegységben, mint ahogy a csert is telepítették a számára már túlságosan csapadékos és hűvös területekre, valamint a szárazabb és melegebb helyekre egyaránt.



4. ábra: A bükkös kísérleti parcellák magassági adatai a regressziós és erdőtervi adatokkal (felvételek éve 2009-2011)
 Figure 4: Height data of beech experimental plots compared with data of management plans and predictions

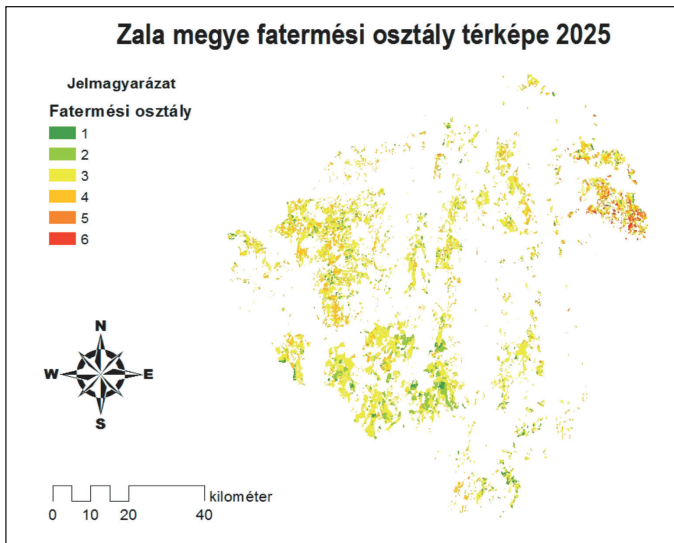
4. táblázat: A XXI. századra vonatkoztatott famagasság becslések statisztikái a 70 éves korosztályban (70–80 év)
 Table 4: Statistics of assessed tree heights for 21st Century in age class 70 (between 70–80 yrs.)

Időszak	Fafaj (darabszám)	Várható famagasság (m)	A famagasság szórása (m)
2010 4,4 < FAI < 6,6	B (N=317)	28,8	4,1
	KTT (n=120)	24,9	2,7
	CS (n=224)	25,8	5,0
	EF (n=248)	25,0	1,8
2025 4,8 < FAI < 7,2	B (n=155)	27,6	2,9
	KTT (n=47)	24,1	0,6
	CS (n=109)	24,8	2,9
	EF (n=349)	24,4	0,7
2055 5,4 < FAI < 8,1	B (n=130)	27,4	3,2
	KTT (n=353)	23,7	0,6
	CS (n=108)	24,4	2,8
	EF (n=653)	23,8	0,9
2085 6,3 < FAI < 9,4	B (n=63)	23,9	2,4
	KTT (n=193)	23,6	0,7
	CS (n=53)	24,1	3,2
	EF (n=133)	22,9	1,4

A scenáriók szerint várható magassági növekedés ismeretében az új, zalai fatermési táblák (Veperdi 2013) alapján meghatároztuk a vizsgált időszakok főbb fatermési paramétereit az összes erdőrészlet vonatkozásában (5. táblázat).

5. táblázat: Főbb fatermési paraméterek alakulása Zalában a klímaváltozás nyomán
Table 5: Main growth characteristics in county Zala under climate change

Az átlagos fatermési osztály változása területtel súlyozva					
Fafaj	FTO 1990	FTO 2010	FTO 2025	FTO 2055	FTO 2085
B	2	3	3	3	4
CS	4	4	4	4	4
KTT	3	3	3	4	4
EF	3	3	4	4	5
Az átlagos fatermési fok változása területtel súlyozva (m ³ /ha/év)					
Fafaj	FFOK 1990	FFOK 2010	FFOK 2025	FFOK 2055	FFOK 2085
B	7,16	6,67	6,71	6,29	5,58
CS	5,50	5,45	5,64	5,82	5,70
KTT	6,56	6,95	6,98	6,13	6,06
EF	5,27	5,12	5,09	5,07	4,62

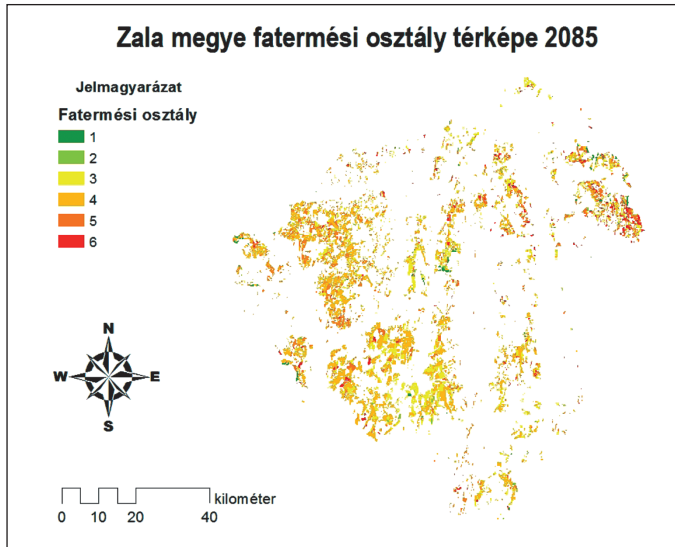


5. ábra: A vizsgált fafajok fatermési osztályainak megoszlása a megye területén 2011–2040 között
Figure 5: Yield class map of 4 studied species between 2011–2040

A becslések szerint a változások a csertölgy kivételével a 2085-ös időszakra szignifikáns különbséget jelentenek. Összességében megállapítható a vizsgált fafajokra nézve, hogy 70–80 év múlva a faállományok 75 éves kori magassága várhatóan 1–2 méterrel fog átlagban elmaradni a maitól. A bükkösök esetében ez megyei szinten 2 fatermési osztály (FTO) csökkenést jelent, vagyis a ma átlagosan II. FTO-ból a IV.-be esnek le a zalai bükkösök. A kocsánytalan tölgyeseknél az átlagos fatermési osztály a III.-ból a IV.-be kerül át. A cse-

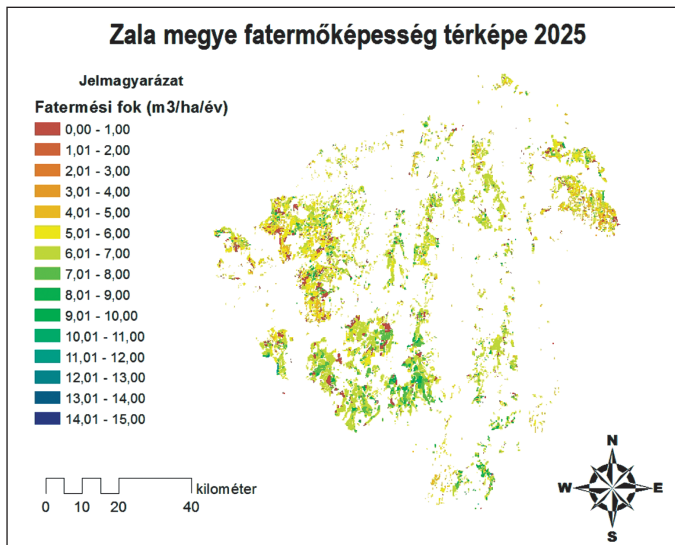
resek megtartják IV. fatermési osztályukat, az erdei fenyvesek pedig az átlagosan III. fatermési osztályukból az V.-be lépnek át (Veperdi 2013; Sopp 1974). Amíg a bükkösöknél a két fatermési osztály csökkenése mintegy 1,13 m³/ha/év növedékvesztést jelent, addig a kocsánytalan tölgyeseknél a fatermési osztály átlagosan eggyel történő visszaesése már 0,92 m³/ha/év növedékcsökkenéssel jár együtt.

A fatermőképesség és a fatermési osztályok változását bemutató térképek mutatják, hogy az következő 100 évben a faállományok szervesanyag-produkciója, azaz a megye fatermesztési potenciálja általánosságban, de főleg a dél-nyugati területeken jelentősen csökkenni fog (5–8. ábrák).



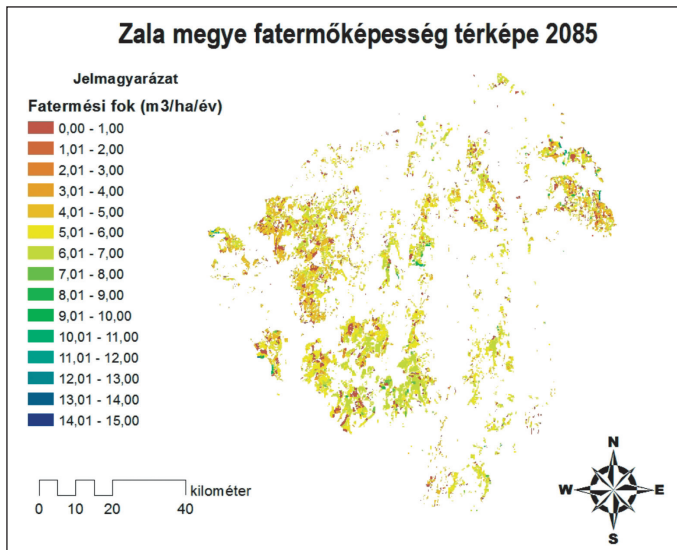
6. ábra: A vizsgált fafajok fatermési osztályainak megoszlása a megye területén 2071–2100 között

Figure 6: Yield class map of 4 studied species between 2071–2100



7. ábra: A vizsgált fafajok fatermési fok-megoszlása a megye területén 2011–2040 között

Figure 7: Growth potential of 4 studied species between 2011–2040



8. ábra: A vizsgált fajok fatermési fok-megoszlása a megye területén 2071–2100

Figure 8. Growth potential of 4 studied species between 2071–2100

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatok értékelése alapján megállapítható, hogy Zala megyében a klímaváltozás jelentősen fogja módosítani az erdőgazdálkodást. A melegebb klíma a vizsgált fajok növekedési erélyét, természetük jóvedelmezőségét a cser kivételével csökkenteni fogja, illetve a ma még kiemelkedő fontosságú, iparilag értékes bükkös faállományok jelentős részén a természeti feltételek a fajok számára esetleg meg is szűnnek. Helyettük a kedvezőbb adottságok mellett főleg kocsánytalan tölgygel, a gyengébb termőhelyeken pedig a cseres tölgyesekkel kell a század végére számolni. Ezért a klímaváltozás miatt újra kell gondolni és át kell értékelni az erdei termőhelyek hasznosítását és szükségessé válik a termőhely-tipológiai rendszerünk továbbfejlesztése is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ez a tanulmány az Agrárklíma: az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti és agrárszektorban című TÁMOP-4.2.2.A–11/1/KONV-2012-0013 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Babos I. 1954: Magyarország táji erdőművelésének alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Béky A. 1981: Mag eredetű kocsánytalan tölgyesek fatermése. Erdészeti Kutatások, 74: 309–320.
- Béky A.; Bondor A.; Gabnai E.; Hajdú G.; Halupa L.; Kiss R.; Mendlik G.; Rédei K.; Solymos R. és Veperdi G. 1990: A hozs-zúléjárátú erdőnevelési és fatermési kísérleti területek létesítésének, felvételének és fenntartásának továbbfejlesztett irányelvei. Erdészeti Kutatások, 82–83: 198–213.

- Danszky I. 1963: Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási és erdőtelepítési irányelvei. I–VI. OEF. Budapest.
- Führer E. 2010: A fák növekedése és a klíma. „KLIMA-21” Füzetek, 61: 98–107.
- Führer, E.; Horváth, L.; Jagodics, A.; Machon, A. and Szabados, I. 2011: Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. *Időjárás*, 115(3): 205–216.
- Járó Z. 1963: Talajtípusok. OEF. Budapest
- Járó Z. 1970: Az egyes termőhelytípusokon alkalmazható célállományok és azok várható növekedése. Kézirat, Budapest.
- Kovács F. 1983: A csertőgyállományok fatermése. *Erdészeti Kutatások*, 75: 179–188.
- Mendlik G. 1983: Bükk fatermési tábla. *Erdészeti Kutatások*, 75: 189–198.
- Solymos R. 1993: Új fatermési tábla erdeifenyőre. *Erdészeti Kutatások*, 82–83: 357–382.
- Sopp L. 1974: Fatömegszámítási táblázatok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Tímár G.; Balogh L.; Kovács G. és Madas K. 2005: Megújult „Az egyes termőhelytípus-változatokon alkalmazható célállományok” című táblázat. *Erdészeti Lapok*, 140(3): 87–88.
- Veperdi G. 2013: Az új helyi fatermési modellek alkalmazása Zala megye adattári adatállományán. Kézirat, Sopron

Érkezett: 2014. július 30.

Közlésre elfogadva: 2014. október 8.



Gyapottok bagolylepke

A gyapottok bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) a klímaváltozás egyik „kedvezményezettje”. Észak-afrikai, dél-európai vándorlepke faj. Fél évszázada még csak egy-egy példánya került elő Magyarországról. Ma már tömegesen fogják a fénycsapdák, hernyói helyenként és időnként látványos károkat is okoznak. Enyhe teleken nálunk is sikeresen áttelelhet, ami a tömeges fellépését és kártételét alapozhatja meg.

Fotó és szöveg: Csóka György (NAIK ERTI, Mátrafüred)