

**Nyugat-Magyarországi Egyetem
Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola
Erdővagyon-gazdálkodás program**

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

A klímaváltozás erdészeti ökonómiai vonatkozásai

Írta:
Szép Tibor
Okleveles erdőmérnök

Tudományos témavezető:

† Dr. Mészáros Károly egyetemi tanár
és
Dr. Stark Magdolna egyetemi docens

Sopron
2010

AZ ÉRTEKEZÉS CÍME:

A klímaváltozás erdészeti ökonómiai vonatkozásai

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében,
a Nyugat-magyarországi Egyetem **Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok**
Doktori Iskolája, **Erdővagyon-gazdálkodás (E3)**
programjához tartozóan.

Írta:
Szép Tibor

Témavezető: **Dr. Stark Magdolna**
Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Sopron,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDT elnöke

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt néhai Prof. Dr. Mészáros Károly egyetemi tanárnak tartozom köszönettel a támogatásért és a biztatásért, az Ő meggyőző egyéniségének köszönhetem, hogy a Nyugat-magyarországi Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola keretei között elkezdtem a tudományos munkát.

Az eredményes munka soha nem egy ember érdeme; egy alkotó közösség kell hozzá. A doktori képzés és kutatás során egy olyan innovatív szellemiséggel találkoztam a Nyugat-magyarországi Egyetem Erdővagyon-gazdálkodási Intézeténél, amelyet örülök, hogy megismertem és egy kis mértékben részese lettem. Ez úton is szeretném mindannyiuknak megköszönni segítőkészségüket, a türelmüket, amellyel munkámat támogatták. Kiemelném Prof. Dr. Lett Béla egyetemi tanárt, aki nagyon sok hasznos észrevétellel, gyakorlatias tanáccsal segítette az értekezés elkészítését. Ez úton is köszönöm Dr. Schiberna Endre, Dr. Héjj Botond és Dr. Veperdi Gábor egyetemi docens uraknak az erdővagyon-értékelés, erdőmodellezés alapos megismertetését, eddigi kutatási tapasztalatuk önzetlen átadását. Köszönetemet fejezem ki konzulensemnek, Dr. Stark Magdolna egyetemi docens asszonynak, akihez a legapróbb részletektől az átfogó problémáig, mindig bizalommal fordulhattam.

Szeretném hálámat kifejezni Prof. Dr. Mátyás Csaba akadémikusnak, egyetemi tanárnak, aki a klímakutatással foglalkozó nemzetközi konferenciák szervezésébe bevont. Elmondhatom, hogy az Ő személyisége indított el a klímaváltozás erdészeti problémáinak kutatási irányába. Szakmai tisztessége, tudományoszeretete, mindig példamutató marad számomra. Megtiszteltetés – ha rövid időre is –, de együtt tevékenykedhettem Vele és munkatársaival. Közülük Dr. Rasztovits Ervin Környezet- és Földtudományi Intézet munkatársát külön kiemelem, aki a szakmai iránymutatások mellett a barátságával is megtisztelt.

Nagyon hálás vagyok Wisnovszky Károlynak az MgSzH Központ Erdészeti Igazgatóság igazgatójának és Kopányi Imre osztályvezető úrnak, hogy az ESZIR rendszer lehetőségeit kihasználva az országos léptékű modellezéseket lehetővé tették számomra. Köszönet Nagy Imrének a Vas Megyei MgSzH Erdészeti Igazgatóság igazgatójának és Balogh Csaba igazgató-helyettes úrnak, hogy a gyakorlati erdővagyon-értékelési és erdőrendezéstani kérdésekben segítségemre voltak.

Külön köszönöm Prof. Dr. Rumpf János egyetemi tanár jószándékú ösztönzését, aki megtisztelt bizalmával, segített tanácsaival, és példát mutat az erdőhasználat iránti elkötelezettségével.

A generációmhoz tartozó pályatársak közül ki kell emelnem Grédics Szilárd barátom folyamatos támogatását, őszinte nyíltságát, akivel a doktori képzés során egymást segítve haladtunk előre.

Köszönet illeti minden kedves munkatársamat, a nagy körültekintéssel elvégzett adatgyűjtésekért, így különösen Bakó Csabát, Bugán Józsefet, Ferencziné Székely Adélt, Ferenczi Tamást, Gaálné Kiss Erikát, Horváth Györgyöt, Keresztes Lászlót, Nagy Tamást, Némethné Kiss Klárát, Szemerics Antalt, Szobota Csabát, Varga Lászlót. Hálával tartozom nekik és minden eddig nem említett kollégámnak a munkám eredményes elvégzéséhez szükséges háttér biztosításáért.

Köszönöm családomnak, feleségemnek és gyermekeimnek a türelmüket és megértésüket, amivel a képzés során támogattak.

A legnagyobb hálával, ez év elején elhunyt édesanyámnak tartozom, aki hihetetlen áldozatvállalásával és mérhetetlen szeretetével támogatott egész életemben. Nevelőapámnak pedig azt köszönöm, hogy a teljesítmény tiszteletére és emberségre nevelt

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	5
1.1. A témaválasztás indoklása	5
1.2. Célkitűzések	6
1.3. Kutatási hipotézisek	7
1.4. Kutatás módszertana (Anyag és módszer)	7
2. A globális klímaváltozás hatásai	10
2.1. Az IPCC jelentés fontosabb megállapításai	11
2.2. A klímaváltozással kapcsolatos eltérő nézetek	15
3. A klímaváltozás ökonómiai megközelítése.....	17
3.1. Gazdasági külső hatások (externáliák) szerepe.....	17
3.2. A fenntartható gazdasági növekedés versus klímaváltozás.....	20
4. Az erdők és a globális változás	22
4.1. Az erőborítottság változása	22
4.2. Az erdőt fenyegető globális veszélyek a klímaváltozás következtében.....	24
5. Az európai vegetációt érő hatások.....	27
5.1. Klímaváltozás Európában	27
5.2. Európai erdők a megváltozott környezetben.....	29
6. A klímaváltozás Magyarországon, az erők helyzete az új környezetben	33
6.1. Globális trendek, régiós eltérések	33
6.2. A honi erdők helyzete	36
6.2.1. Az erdők növedékpotenciáljának változása	36
6.2.2. Az erdőállományok reakciója a változásokra.....	38
6.2.3. Lomblevelű erdők	40
6.2.4. Fenyvesek.....	43
7. A fafajok tűrőképessége a megváltozott környezetben.....	48
7.1. A tűrőképesség határai	48
7.2. A tűrőképesség becslések gyakorlati megközelítése.....	51
7.3. A bükk fafaj jövőbeni veszélyeztetettsége a tűrőképesség függvényében.....	61
7.4. A bükkösök veszélyeztetettségének modellezése a XXI. század második harmadának végére.....	62
8. Az erdőkárok ökonómiai hatásai	67
8.1. Az önszabályozás a piaci árrendszeren keresztül.....	67
8.1.1. A közgazdasági modellek és a valóság	67
8.1.2. A fa nyersanyag keresletének és kínálatának összefüggései.....	69
8.2. A termékpiacok és a tényezőpiacok összefüggése	72
8.3. A káresemények ármódosító hatása az erdei választékok esetében.....	73
8.3.1. A káresemények hatása az árakra a szomszédos Ausztria példáján keresztül ..	74
8.3.2. A károsodott faanyag mennyiségének hatása rövid távon a fenyőfűrészrönk-árakra	75
8.3.3. A károsodott faanyag mennyisége és az iparifa árak összefüggése rövidtávon	77
8.3.4. A károsodott faanyagvolumen hatása hosszabb távon a faárakra	78
9. Az erdőgazdálkodás jövedelmezőségének várható változása az erdőpotenciál (erdőgazdálkodás-input oldal) szempontjából	80
9.1. A klímakárok jövedelemmódosító hatásának eddigi tapasztalatai az erdőgazdálkodóknál	81
9.2. Az erdővagyon értékváltozásával összefüggő hatások	85

10. Az új típusú erdőkárok ökonómiai hatása Szombathelyi Erdészeti Zrt. példáján keresztül	91
10.1. A Zrt. erdőgazdálkodási adottságai	91
10.2. A társaság pozicionálása a faanyagkibocsátás szempontjából	93
10.3. A szűkár hatása az erdőgazdálkodásra	95
10.3.1. A károsítás időbeli lefolyása, jellemzése	96
10.3.2. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. gazdasági teljesítménye a 19 állami Erdészeti Zrt. adatai alapján a klímakáros években	98
10.3.3. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. pénzügyi-üzemági és természetes teljesítménye a 19 állami erdészeti Zrt. adatainak tükrében	101
10.3.4. A Társaság erdőhasználatának teljesítménye a szűkárak tükrében	104
10.3.5. A szűkár hatása az erdőhasználat eredményességére	107
10.3.6. A fellépő erdőkárok hatása az erdőművelésre	115
10.3.7. A korszaki jövedelmezőség és a belső kamatláb értéke egy szűkáros évben ..	121
11. A klímakár hatása az ökonómiai mutatókra és a kezelt erdővagyonra a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság modellezésén keresztül	125
11.1. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság adottságai	125
11.2. A szűkár lefolyása a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság területén	126
11.3. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság modellezett eredménykülönbsége, a károsított és a károsítással nem érintett időszakra	129
11.4. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdőterületek vagyonértékének változása	131
11.4.1. Erdőterületek értékének megállapításához követett elvek	132
11.4.2. Erdőérték számítás során alkalmazott algoritmusok	132
11.4.3. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság erdővagyonának értékváltozása	135
12. Összefoglalás	145
13. Következtetések és javaslatok	149
14. Tézisek	153
Kivonat	156
Abstract	157
Felhasznált irodalom	158
Ábrák jegyzéke:	168
Képek jegyzéke:	171
Táblázatok jegyzéke:	171
Mellékletek	172

1. Bevezetés

1.1. *A témaválasztás indoklása*

Az 1970-es években a Római Klub kidolgozta a világgazdaság fejlődési modelljét. A jövőben az életszínvonal fenyegető zuhanását vetítették előre azzal összefüggésben, hogy a népesség, a termelés beleütközik a Föld és a természeti környezet lehetőségeinek határaiba. Az elméletet azóta sok bírálat érte. Az akkor rendelkezésre álló adatokból határozták meg a Föld tartalékait, nyersanyagait. Időközben újabb és újabb kőolaj és földgázmezőket tártak fel, fejlődött a technika és a technológia, a gazdaság, ha megtorpanásokkal is, de növekedett. Ennek ellenére a Római Klub megállapításai sok tekintetben időszerűek. A világ fenntartható fejlődését sok minden veszélyezteti. A népesség, a modern születésszabályozás ellenére, rohamosan nő és olyan új veszélyek jelentek meg, amire a 70-es években még nem is gondolhattak. Többek között ide sorolható az egész földet érintő klímaváltozás, aminek a hatásairól még mindig keveset tudunk. A tudósok által megfogalmazott „fenntartható gazdasági növekedés” korlátait nem ismerjük. Azt bizonyosan kijelenthetjük, hogy a napjainkban zajló klímaváltozás mindenképpen befolyásolja. Az éghajlat megváltozása hatással lesz az élet minden területére, befolyásolja az életminőséget, megváltoztatja a természeti környezetet és erős hatással lesz társadalmi és gazdasági folyamatokra.

A faanyagot feldolgozó iparágak (fa-, papíripar, energetikai ipar, stb.) számára a rendelkezésre álló faanyag mennyiségének változása hektikus. A faanyagkínálat változásait elemezve tapasztalható, hogy ezt sokszor nem a gazdasági törvényszerűségek (makroökonómiai változások, kereslet – kínálat, szabad verseny – monopol helyzet stb.), hanem a természeti környezet történései szabályozzák. Ez különösen igaz napjainkban, amikor a klíma az éghajlat változásaival együtt fellépő vízhiány, a viharkárok, a biotikus károsítók robbanásszerű elszaporodása pillanatok alatt tesz tönkre országresznyi területeket, ahol – függetlenül az éppen aktuális fakeseslettől – a kárfelszámolás miatt jelentős faanyag-többlet, illetve hiány keletkezik. Az utóbbi időben ilyen volt a tátrai széldöntés, a Kiryl, a Lothar, a Paula viharok következményei, a Balaton térségében a lombos erdők Lymantria károsítása, vagy a lucfenyő szükárosítás miatti pusztulása Nyugat-Magyarországon.

A disszertációban a klímaváltozás erdőkre, erdőgazdálkodásra gyakorolt hatásával és a környezet hirtelen megváltozásával összefüggésbe hozható faanyagkínálat összefüggéseivel foglalkozom, érintve azt, hogy ennek milyen közgazdasági kihatásai vannak, illetve lehetnek a jövőben. Ezek az elemzések azért is fontosak, mert szakmai szempontok alapján megalapozott helyzetelemzéseket meg kell ismertetni az ágazattal, a döntéshozókkal, de mindenekelőtt a magyar társadalommal. A társadalom megértése, segítsége nélkül – tekintettel az ökológiai és ökonómiai probléma nagyságára – az új típusú erdőkárok nehezen, vagy egyáltalán nem lesznek kezelhetők. Ennek azonban alapvető feltétele, hogy megfelelő tudás és elegendő információ álljon rendelkezésre, hogy ezen keresztül is tisztában legyünk saját cselekedeteink hatásával és korlátaival (Marosi 1994).

Az emberiség nincs felkészülve arra, hogy szembenézzen azokkal az éghajlati problémákkal, amelyek a következő 50 évben lépnek fel. Az antarktisi jégmagfúrásoknak köszönhetően, amelyben 10 európai ország vett részt, 740 ezer évre visszamenően rekonstruálható a klíma, s ebből kiderül, hogy a földi éghajlat a múltban többször is változott. Ezek 100 ezer évente

következtek be, a melegedés mindig gyorsabban zajlott, mint a lehülés. Míg korábban a nagyobb átalakulások évezredek alatt mentek végbe, most az emberi tevékenység hatására a változások akár ötvenszer gyorsabban is bekövetkezhetnek, mint a földtörténet során bármikor, s ehhez az élővilág így az erdei ökoszisztéma, nehezen tud alkalmazkodni. Amikor majd az emberek számára is érzékelhetővé válik ennek hatása, már késő lesz, a változások visszafordíthatatlanok lesznek (Czelnai 2007).

A tudósok és politikusok által sokszor emlegetett fenntartható fejlődést mind a természeti, mind a gazdasági folyamatokra értelmeznünk kell. Ugyanakkor különböző mechanizmusokon keresztül a kettő szorosan és elválaszthatatlanul összefügg. A gazdasági fejlődést közgazdászok gyakran egy autóhoz hasonlítják, aminek négy kereke van.

- Humán erőforrások (munkaerő-kínálat, oktatás, motiváció, fegyelem...)
- Tőkeképzés (gyárak, gépek, vezetékek, utak...)
- Technológia (műszaki ismeretek, tudomány, vállalatirányítás...)
- Természeti erőforrások (föld, erdő, ásványkincsek, fűtőanyagok, éghajlat...)

Ahhoz, hogy ez a gépkocsi megfelelően működjön, mind a négy kerékre szükség van, bármelyik sérül a haladás megáll, vagy lelassul, sőt karambol is lehet (Samuelson – Nordhaus 1990). A négy alappillérből minket, erdészeket értelemszerűen a legutóbbi érdekel. Közgazdasági értelemben az erdő a természeti erőforrások között szerepel, mégpedig olyan ökoszisztéma, ami az emberiség számára megújítható, s ha okosan gazdálkodunk vele bővítetten újratermelhető. Sem természeti, sem gazdasági szempontból nem közömbös, hogy a különböző hatások miatt erdeink milyen mértékben és irányba változnak.

1.2. Célkitűzések

A kutatás célja, hogy feltárja a klímaváltozás okán a hazai erdőállományban bekövetkezett és várható változásokat, ezek hatását a gazdálkodók piaci helyzetére, jövedelmezőségére és erdővagyonára.

Ennek érdekében a témafeldolgozás során áttekintem a klímaváltozással foglalkozó nemzetközi szinten folyó kutatások előrejelzéseit a légkörben felhalmozódott üvegházhatású gázok, a globális melegedés mértékére, illetve a csapadék mennyiségére és eloszlására vonatkozóan.

A gazdasági külső hatások szerepének bemutatása után vizsgálni kívánom a fenntartható gazdasági fejlődés kapcsolatát a klímaváltozással, az erdőborítottság változását, az erdőt fenyegető veszélyeket, a vegetációt érő hatásokat és következményüket globális és európai kitekintésben valamint Magyarországot illetően.

Meg kívánom határozni a hazai fafajok tűrőképességéből következő veszélyeztetettséget, a megváltozott környezetben. Vizsgálni kívánom az erdőkárok ökonómiai hatásait, a keresleti és kínálati viszonyban bekövetkező változások árakra gyakorolt hatását, valamint az erdőgazdálkodás jövedelmezőségében és az erdővagyon értékében jelentkező változást.

Céлом, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt. ökonómiai vizsgálatával ráirányítsam a figyelmet az erdőkárok okozta jövedelmezőségi- és erdővagyon-változás, könyvvézetési és gazdasági ellentmondásaira.

1.3. Kutatási hipotézisek

A klímaváltozás irányának, mértékének és tendenciájának megítélésével foglalkozó, nemzetközi szinten folytatott kutatások alapján sem lehet egyértelmű előrejelzést adni a változások nagyságára és irányára vonatkozóan, az előre vetíthető jövőkép az indukált folyamatokat illetően nagy bizonytalanságot hordoz. A klímaváltozás erdőre, erdőgazdálkodásra való hatása sokszínű lehet, de bizonytalan.

A klímaváltozás okán a termőhelyi tényezők elmozdulnak, ami befolyással lesz az erdőállományok állapotára. A Kárpát-medencében a tényezők sorából kiemelkedik a nedvesség-ellátottság, ezért a csapadék mennyiségének és eloszlásának az erdők jövője szempontjából döntő jelentősége lesz.

A Nyugat-Európában jelentkező nitrogén- és szén-dioxid többlet miatt növedékgyorsulás figyelhető meg, de az erdőket érintő degradáció is különböző mértékű hatást fejt ki, e folyamatok eredőjének kedvezőtlen következményei lesznek az erdő ökológiájára és ökonómiai mutatóira.

A magyarországi erdőtakaró szerkezete, összetétele a klíma megváltozásával együtt átalakul, ezeket a változásokat az erdei ökoszisztéma önszabályozó mechanizmusai nehezen tudják követni. A klímaváltozás negatív hatásaival minden állományalkotó fafajunk érintett lehet, de ezek közül a lucfenyő, a bükk és a tölgy kiemelendő jelentőséggel bír.

A társadalmi nyomás miatt az elmúlt évtizedekben a vágásos üzemmódú erdőkben idős erdőkép kialakítása volt szükséges, ami hátrányosan befolyásolhatja az erdőállományok ellenálló képességét. A méretes erdők érdekében megemelt vágáskorok és ezen keresztül a tömegével előforduló túlkoros állományok, az erdők betegségek iránti fogékonyságát növelik. Az állományalkotó fafajok változásokkal, szélsőségekkel szembeni tűrőképessége kicsi, e tekintetben a legnedvességigényesebb lucfenyő és bükk fafajok reagálnak a változásokra a legérzékenyebben.

Az erdőkárosítások során szükséges egészségügyi termelés csökkenti az erdőgazdálkodás eredményességét. A károsodott famennyiség megjelenése mind rövid, mind hosszútávon negatívan befolyásolja a fapiaci folyamatokat, ami az árrendszeren keresztül csökkenti az erdőgazdálkodás jövedelmezőségét.

Az erdők rövidtávú jövedelmezősége mellett a klímakárok az erdő vagyonértékében is jelentős csökkenést okoznak. Az erdő vagyonértéke Magyarországon sem a számvitelben, sem egyéb nyilvántartásban nem szerepel, ezért a bekövetkezett értékváltozások nem kerültek kimutatásra.

A klímaváltozásból eredő jövedelem- és erdővagyon-eltérés kalkulációjához az erdőérték számításban ismert módszerek alkalmazhatók.

1.4. Kutatás módszertana (Anyag és módszer)

A doktori értekezés a klímaváltozás gazdasági hatásait kívánja bemutatni az erdőgazdálkodás egyes területein. A téma kidolgozása során

- áttekintettem a klímával és annak változásával kapcsolatos álláspontokat,
- bemutattam a Magyarországra, illetve a Kárpát-medencére vonatkozó prognózisokat,

- elemeztem a feltételezhetően a klímaváltozás következtében a magyarországi erdőkben eddig bekövetkezett erdőkárokat (klimakárok), és a várható jövőbeli változások lehetséges hatásait,
- kiemelten foglalkoztam a kocsánytalan tölgy, a lucfenyő és a bükk fafajok, és az ezen fafajok által alkotott állományokban bekövetkezett károkkal,
- elemzéseket végeztem a bükk tolerancia index alkalmazhatóságával, és ezen mutató alapján értékeltam a hazai bükk erdőállományok helyzetét,
- bemutattam a fapiaci mechanizmusokra vonatkozó releváns elméleteket, és összevettem az ezekből levonható következtetéseket a gyakorlati tapasztalatokkal,
- kiemelten foglalkoztam az erdőkárok fapiacokra gyakorolt hatásaival, valamint az erdőgazdálkodók jövedelemtermelésében és az erdővagyonban bekövetkező változásokkal.

A Föld klímájának változásával, annak az emberi tevékenységekkel való összefüggéseivel, és az emberi életre való visszahatásával az 1970-es évektől kezdődően növekedett meg a szakirodalmi források száma. Ezeket a forrásokat a disszertációmban összefoglaló jelleggel bemutattam, és kiemeltem a szakterületen kibontakozó legfontosabb vitatémákat. Az egymással ellentétes véleményeket és a különböző empirikus megfigyelésekből tudományos igényességgel levont, de egymásnak ellentmondó következtetéseket kritikailag értékeltam. Elvégeztem a magyarországi és nemzetközi vonatkozó szakirodalom szintézisét, amely alapján összefoglaltam a Kárpát-medence, és benne Magyarország klimatikus viszonyainak várható változását.

Disszertációmban tárgyalt témák kiinduló pontjául szolgált, hogy a klímaváltozásról kialakult kép, azaz hogy a klímaváltozás

- ténylegesen tartós, vagy ideiglenes, ciklikus folyamat része-e,
- természetes jelenség vagy az emberi tevékenységek jelentős befolyása alatt áll-e,

a magyarországi erdők középtávú jövőjének szempontjából mellékes kérdés.

Az erdészeti szakirodalomban található kutatási eredmények alapján megvizsgáltam az elmúlt évtizedekben tényszerűen nyomon követhető klimatikus változások erdőállományokra gyakorolt hatásait. Ezek közül bemutattam a légköri CO₂ változására és a felmelegedés miatt meghosszabbodó vegetációs időszakra visszavezethető biomassza növekedés gyorsulását. Emellett a szakirodalmi adatokat erdészeti statisztikai kimutatásokkal kiegészítve elemeztem a hazai faállományokban az elmúlt évtizedek során megfigyelt nagyterületű erdőkárokat, különösen a kocsánytalan tölgy, a bükk és a lucfenyő esetében.

A szakirodalmi elemzésekre építve vontam le azt a következtetést, hogy Magyarország területén a faállománytípusok területi eloszlását a nedvesség- ellátottság sokkal erősebben határozza meg, mint a hőmérséklet, illetve a hosszabb időszakok átlagos klímája helyett a rövid időszakok szélsőséges időjárási körülményei (elsősorban szárazsága) bírnak nagyobb jelentőséggel.

A fafaj szintű részletes vizsgálatok során a bükk fafajra Berki és Rasztovcics (2004) által kidolgozott tolerancia indexet használtam fel. Az Országos Erdőállomány Adattár adatait felhasználva és a fenti módszert alkalmazva kiszámítottam Magyarország bükk állományainak tolerancia indexeit. Ez alapján erdőrészlet illetve fafaj-sor szinten elemeztem a tolerancia index értéke és a 2004-2007 időszakban végrehajtott egészségügyi fakitermelések összefüggéseit. A felállított adatbázis a magyarországi erdők 94,5%-át fedik le a vizsgált

időszakban, a bükk fafaj dunántúli egészségügyi fakitermeléseit pedig nyugat-magyarországi állami erdőgazdálkodókra fókuszáltan. A vizsgálat során regresszió analízist használtam, és a kapott eredmények alapján a szakirodalomban szereplő kategóriákat tovább pontosítottam, illetve bővítettem.

A klasszikus közgazdaságtanra alapuló szakirodalmi források alapján bemutattam a piaci mechanizmusok alapjait, valamint azok adaptációját az erdészeti termékekre, és ezen belül is a fatermékek piacaira. Az erdészeti közgazdasági szakirodalom és a másodlagos fapiaci adatok elemzésével bizonyítottam be, hogy a faárakat elsősorban nem a károsított faanyag mennyisége, hanem a károsodott faanyagból készülő termékek származékos kereslete határozza meg.

Disszertációmban a szakirodalomban található elméleti és tágabb földrajzi vonatkozású eredmények elemzésétől kiindulva, Magyarország erdőállományainak természetes vizsgálatain át jutottam el a gazdasági hatások elemzéséhez. A gazdasági hatások elméleti bemutatása mellett a Szombathelyi Erdészeti Zrt. egy konkrét gazdálkodási egységének példáján gyakorlati gazdálkodási adatok gyűjtésével és elemzésével mutattam be a tényleges klímakárok jövedelmezőségre és vagyona gyakorolt hatását. Több éves gazdálkodási adatok átlagolásával kiegyenlítve a rövid távú gazdasági ingadozásokból származó eltéréseket, illetve a vizsgált időszak egyes éveinek természetes kibocsátásait változatlan értékeken átszámolva 2001-2003 és 2005-2007 időszakokat összehasonlíthatóvá tettem. Az összehasonlíthatóságot lehetővé tevő korrekciókkal módosított adatsorok összevetéséből állapítottam meg a vizsgált gazdálkodási egység szűkárósítás hatására bekövetkezett jövedelemtermelés-változását.

A klímakárok jövedelemtermelésre gyakorolt hatása mellett az erdővagyon értékében bekövetkező változásokat is értékeltem. Az elemzés a szűkárósítás előtti és az azt követő vagyonérték összehasonlításán alapult a gazdálkodási egység teljes erdőterületére vonatkozóan fafaj-csoportok és termőhelyi osztályok szerint. Az erdővagyon értékének meghatározása az erdőérték számítás elfogadott módszereivel történt. A folyamatos erdőfelújításokat költségérték, a véghasználati korú állományokat kitermelési érték, a 10 vagy magasabb vágásmutatójú állományokat várható hozami érték alapján értékeltem, a többi állomány értékét pedig korérték függvények felhasználásával becsültem meg.

2. A globális klímaváltozás hatásai

Ahhoz, hogy az erdőben lezajló változásokat prognosztizálhassuk, tudnunk kell milyen környezeti, éghajlati folyamatok várhatóak a jövőben, milyen lesz az erdő létét meghatározó természeti környezet. A környezeti problémák súlyosbodása még inkább ráirányítja a figyelmet a természet azon elemeire, amelyek a káros hatások mérséklésében élen járnak, vagy ennek a hosszú életciklus miatt látványos elszenvedői. Az erdő jótékony hatásai kiemelkedőek, elég, ha csak a CO₂ megkötésére, a klíma-kiegyenlítő hatásra, a vízháztartásban játszott kedvező szerepre, vagy a levegőben lévő egyéb káros anyagok kiszűrésére gondolunk.

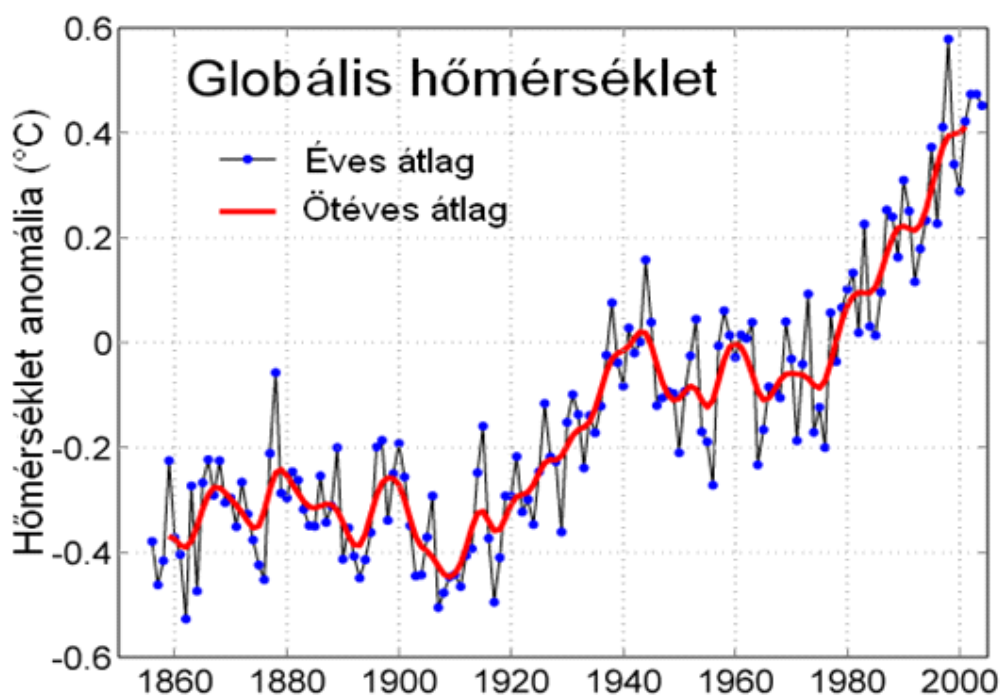
A klímaváltozással majdnem minden kormány, számtalan kutatóintézet és szervezet foglalkozik. Mindezek közül kiemelkedik az ENSZ kormányközi klímaszakértő testülete, az Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), amelynek a jelentéseit a világon a leginkább mértékadónak tekintik. Az IPCC-t az ENSZ Környezeti Programja (UNEP) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) koordinálja. Az IPCC-t (magyarul Éghajlatváltozási Kormányközi Testület) 1988-ban alapította meg a Meteorológiai Világszervezet (World Meteorological Organisation) és az ENSZ Környezeti Programja (United Nations Environment Programme). Az IPCC azzal a feladattal alakult meg, hogy átfogóan értékelje az emberi tevékenységek hatását a Föld éghajlati rendszerére, tudományosan megalapozott becsléseket adjon az éghajlat további várható globális változására, felmérje a társadalmi-gazdasági és környezeti következményeket, valamint feltárja és elemesse azokat a lehetőségeket, amelyek megfelelő alkalmazásával egyrészt csökkenthetők a földi éghajlatra gyakorolt veszélyes emberi hatások, másrészt mérsékelhetők az éghajlatváltozás kedvezőtlen következményei.

A Bizottság 2007. február 2-án megjelent legutóbbi összefoglaló tanulmánya mintegy 130 ország 2500 kutatójának bevonásával készült, és a 2002-2006 közötti időszak kutatásainak legújabb klímaváltozással összefüggő eredményeit foglalja össze. Az IPCC – az 1990. és az 1996. évi tanulmány után - utoljára 2001-ben adott közre ilyen átfogó jelentést, amelyet minden mértékadó szakmai és döntéshozói fórum világszerte kiindulási alapnak tekint.

A 2007-ben kiadott utolsó jelentést a közelmúltban két nagyobb támadás érte. A vita a Himalája gleccserei miatt robbant ki, amelyek kétségtelenül visszahúzódtak az elmúlt években. Egyesek szerint a jelenségnek semmi köze a globális felmelegedéshez, az IPCC jelentése viszont azt állítja, hogy van, ráadásul azt jóslja, hogy 2035-re teljesen eltűnhetnek a világ legmagasabb hegységének gleccserei. Az ügy akkor vett új fordulatot, amikor az ENSZ-testület beismerte, hogy tudományosan kevésbé megalapozott adatok kerültek be a jelentésbe, és a 2035-ös évszám valóban túlzás. A másik vita, hogy a sajtó megvádolta az IPCC-t, hogy a jelentés mélyre ható tudományos háttérvizsgálat nélkül valószínűsített kapcsolatot a klímaváltozás és a természeti katasztrófák gyakoribbá válása között. A testület ezt a vádat tudományos kutatások sorára hivatkozva egyértelműen visszautasította (Black 2010).

A klímaszkeptikusok és a globális felmelegedés bagatellizálói örömmel emlegetik a valóban kínos malört, de egy hiba korántsem jelenti azt, hogy a dokumentum hiteltelen, és innentől kezdve nem kell félnünk a klímaváltozás hatásaitól. A jelentés már csak alapossága miatt is tiszteletet érdemel. Három munkacsoport összesít és értékkel tudományos megfigyeléseket és a kutatási eredményeket, és csak tudományosan elfogadott, referált anyagokat vizsgálnak. Az első munkacsoport az éghajlati rendszerrel összefüggő megfigyelési adatokkal, az eddigi változások nyomon követésével, elemzésével és a hosszabb távon várható változások

becslésével foglalkozik. A második munkacsoport a globális éghajlatváltozás globális és térségi környezeti hatásaival szembeni érzékenységet, a változások társadalmi, gazdasági és környezeti hatásait, illetve a hatásokra való felkészülés lehetőségeit vizsgálja. A harmadik munkacsoport a globális változást kiváltó tényezőknek, mérséklésük illetve csökkentésük lehetséges módjainak, eszközeinek szenteli figyelmét (IPCC 2007).



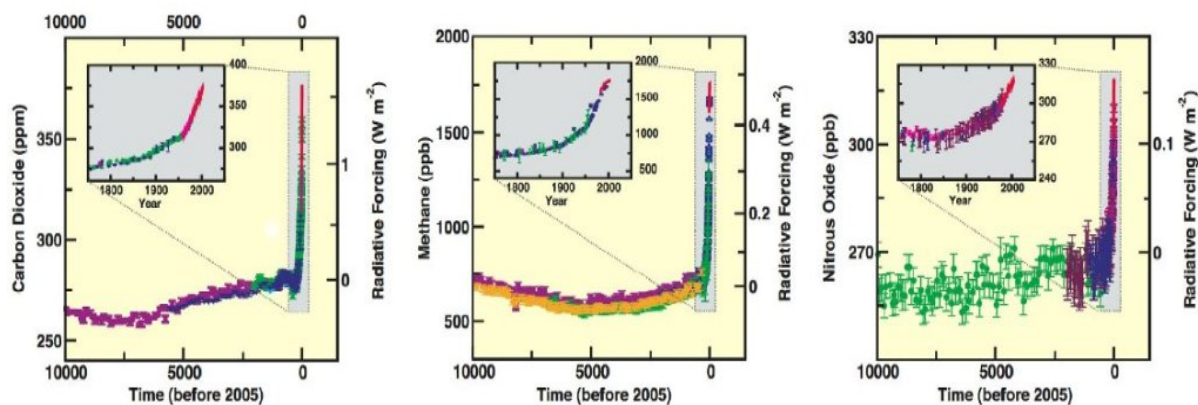
2-1. ábra: A globális hőmérséklet változása az 1800-as évek közepétől¹

A 2007-es tanulmány nem tartalmaz rendkívüli újdonságot a globális klímaváltozással kapcsolatban, jelentősége leginkább abban rejlik, hogy nyomatékosan megerősíti azt a már korábban is hangoztatott tudományos ténytet, hogy a Föld átlaghőmérséklete nő, (2-1. ábra) és ennek fő okozója az ipari forradalom – de leginkább az elmúlt fél évszázad – óta zajló emberi tevékenység. A 2007-ben közzétett tanulmány első része a nemzetközi léptékben fenyegető kockázatokat és kihasználható előnyöket foglalja össze. A második kötet azt mutatja be, hogy milyen hatásokkal kell számolni, s ezekhez milyen technológiai és gazdasági eszközökkel lehetne alkalmazkodni. A harmadik kötetben kitérnek arra, hogy hogyan lehet mérsékelni a melegedés folyamatát és enyhíteni a hatásait. Az IPCC 2007-es információfolyamat, egy mindezt összefogó, döntéshozói szempontú Szintézis Jelentés zárja le (IPCC 2007). A munka évekkkel a jelentések kiadása előtt kezdődik – a következő jelentést 2014-re tervezi az IPCC–, de már 2010 elején kihoznak róla egy vázlatot.

2.1. Az IPCC jelentés fontosabb megállapításai

A szén-dioxid és a metán esetében, a légköri koncentrációjuk az 1990-es évektől gyorsuló ütemben nő. A szén-dioxid 1750-től 2005-ig 280 ppm körüli értékről 378 ppm-re emelkedett. A metán légköri koncentrációja az ipari forradalom előtti időszak 715 ppb értékéhez képest 2005-ben már elérte az 1774 ppb-t. Mindkét érték messze meghaladja az elmúlt 650 ezer év átlagértékét. A nitrogén-oxidok légköri koncentrációja az 1980-as évektől viszonylag stabil ütemben emelkedik. A 18. század közepétől 2005-ig 270 ppb-ről 319 ppb-re nőtt (2-2. ábra).

¹Forrás:http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Instrumental_Temperature_Record_HU.png

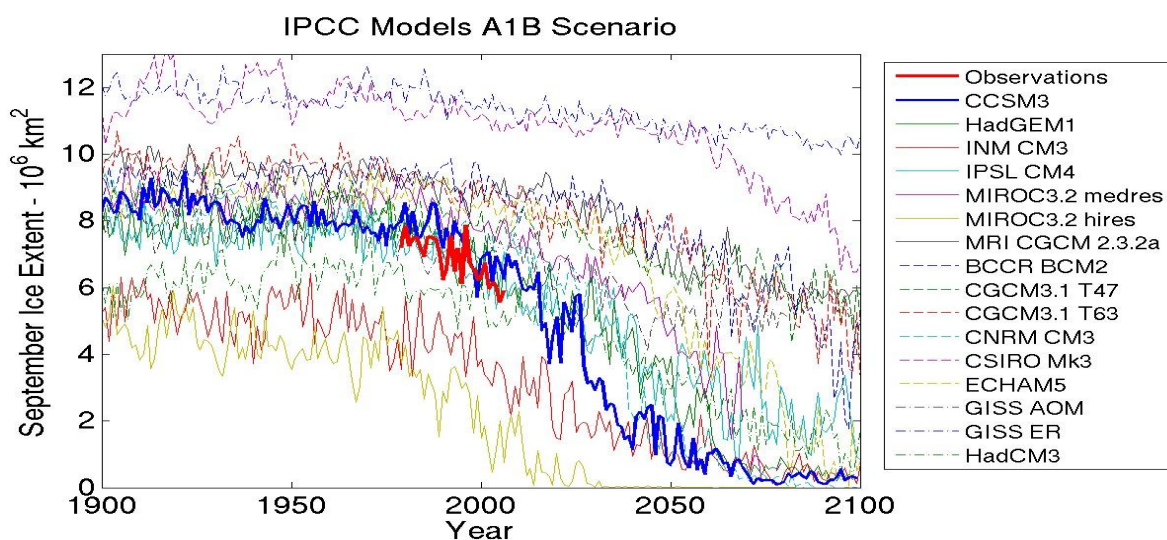


2-2. ábra: CO₂ változása

metán változása
az elmúlt 10 000 évben²

nitrogénoxid változása

A 70-es évek óta rendelkezésre álló műholdfelvételek alapján kimutatták, hogy az északi tengerek jégtakarója tízévente mintegy 3 százalékkal kisebb területre zsugorodik (2-3. ábra). Hasonló a helyzet az északi féltekén az állandóan fagyott talaj (permafroszt) kiterjedésével. A szárazföldi jég – egy részének olvadásával együtt – a 20. század folyamán 17 centiméterrel emelte a tengerek szintjét.



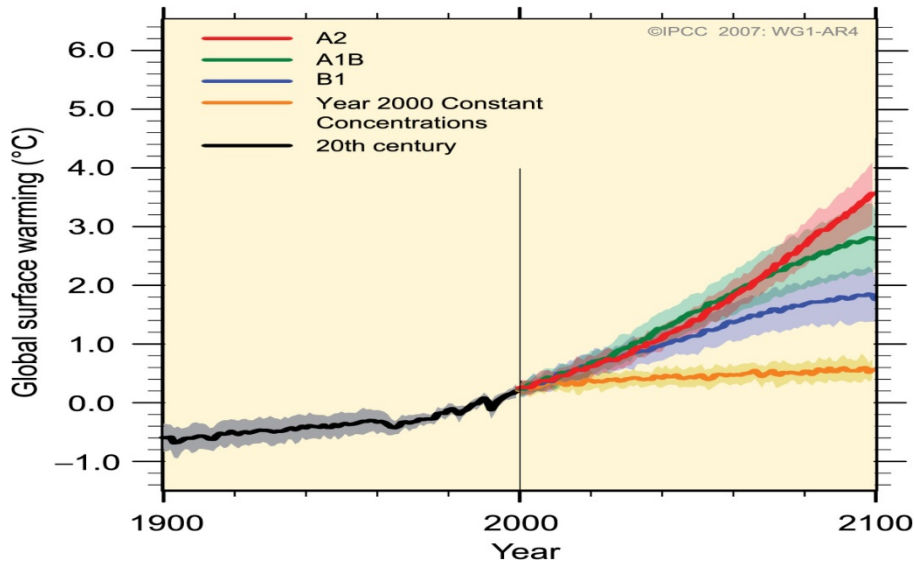
2-3. ábra: Az A1B scenárió szerint a szeptemberi jégtakaró kiterjedésének múltbeli és jövőben várható változása.³

- A 20. század elejétől a csapadék egyértelműen növekedett Észak-Európában, mindkét amerikai kontinens keleti partjainál, valamint Ázsia északi és középső térségeiben. Ezzel szemben, szárazabbá vált az éghajlat a Szahel övezetben, a Földközi-tenger térségében, Afrika és Ázsia déli vidékein. A tengerfelszín hőmérséklete és a hótakaró változásai nyomán módosult a mérsékeltövi általános légcirkuláció.

² Forrás: IPCC (2007)

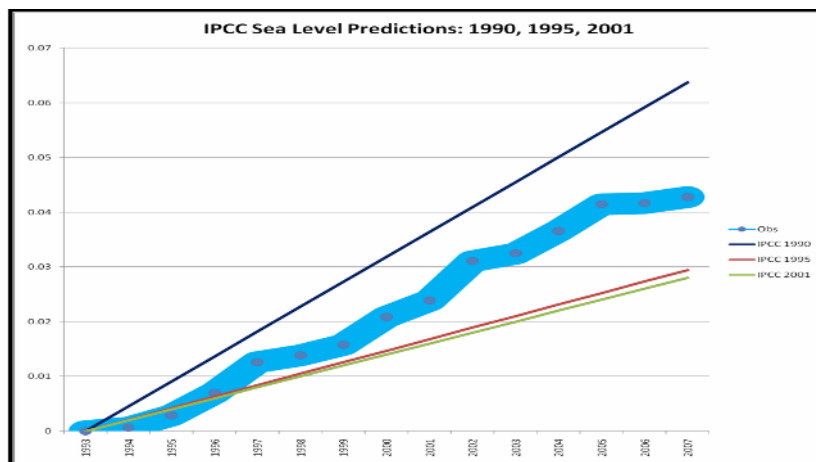
³ Forrás: IPCC (2007)

- Hat lehetséges forgatókönyvet vettek figyelembe a hőmérséklet alakulásának becslésekor. A legoptimistább 1,4°C emelkedést jósol 2100-ra, a legrosszabb forgatókönyv pedig 5,8°C hőmérséklet növekménnyel számol (2-4. ábra).



2-4. ábra: A várható globális melegedés mértéke az egyes scenáriók szerint a következő 100 évben⁴

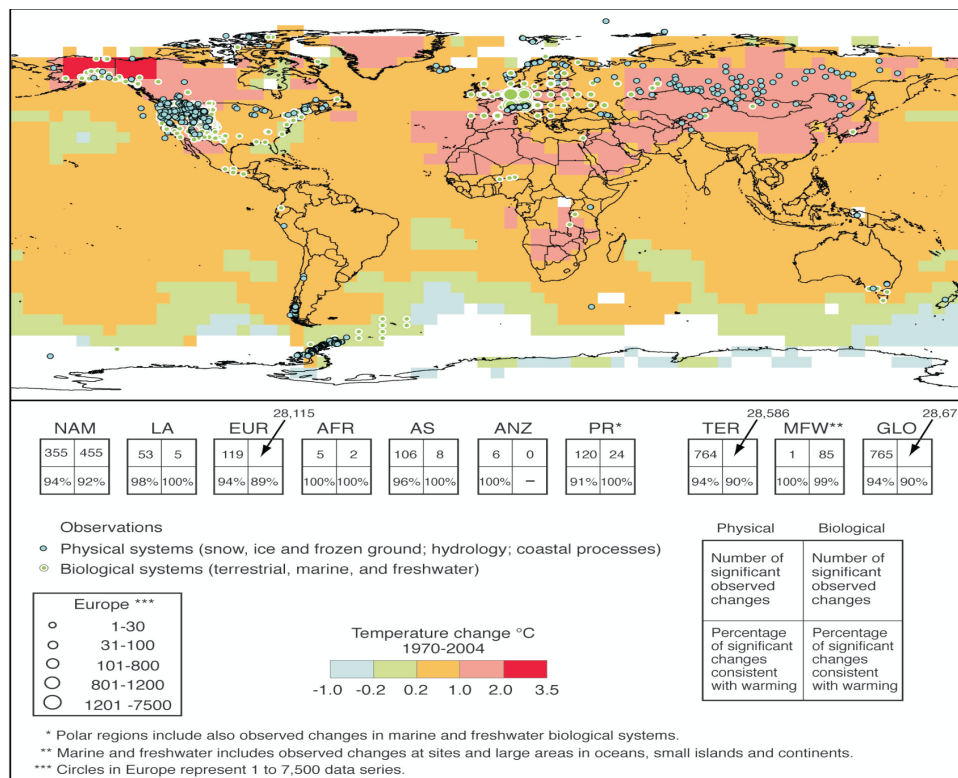
- A következő két évtizedben 0,2°C-kal nő a globális felszín-hőmérséklet. Amennyiben az üvegházhatású gázkibocsátás szintje megállna a 2000. év szintjén, a felmelegedés üteme akkor is legalább 0,1°C lenne évtizedenként.
- A szárazföldi valamint a tengeri jégborítás tovább csökken. A 21. század végére – a jelenlegi trendet figyelembe véve – a 20. század végi értékhez képest 0,18 - 0,6 méterrel emelkedhet a világtenger szintje, ami kisebb, mint a korábbi jelentésben közölt érték (2-5. ábra). Ahogy a Föld jégkészlete csökken, úgy fog felborulni a vízellátás is. A jégapokák és a gleccserek olvadása miatt rövid időn belül több mint egymilliárd ember küzdhet vízhiánnyal.



2-5. ábra: A tengerszint változás a különböző időpontokban készített IPCC jelentések alapján, összevetve a tényleges változással⁵

⁴ Forrás: IPCC (2007)

- Amennyiben az 1990-ben mért átlaghőmérséklet csak 1,5°C-kal emelkedik (a februárban kiadott első kötet ennek többszörösét is jósolja 2100-re), a fajok egyharmada a kihalás szélére kerül. A tengerben, a sarkkörön és a tundrán élő állatok különösen megszenvedik ezt a folyamatot (2-6. ábra).



2-6. ábra: A fizikai és biológiai rendszerekben, valamint a felszínhőmérsékletben bekövetkezett változások 1970-2004.⁶

A csapadék és a légmozgások szélsőséges változásai lesznek jellemzőek: nagy erejű viharok, hirtelen lezúduló csapadék, hóhullám várható.

- Új eleme a jelentésnek az a megállapítás, hogy az óceánok vize 0,1 pH értékkel savasodik, valamint a Golf-áramlat nem fog leállni, így új európai jégkorszak szinte biztosan nem fog bekövetkezni.

Azokkal a nézetekkel szemben, miszerint a klímaváltozást előidéző okok (szén-dioxid kibocsátás, fosszilis tüzelőanyagok használata) helyett, inkább a tünetek enyhítésére kellene koncentrálni, az IPCC jelentés egyértelműen emellett foglal állást, hogy a felmelegedés fékezésével és a változásokra való felkészüléssel egyaránt törődni kell. Hosszú távon közgazdaságilag is rosszabbul jár a világ, ha most csak az alkalmazkodással törődik.

⁵ Forrás: IPCC (2007)

⁶ Forrás: IPCC (2007)

2.2. *A klímaváltozással kapcsolatos eltérő nézetek*

A klímaváltozás eddigi történései elég egyértelműek, de azon már vita van, hogy mi várható a jövőben. Az ENSZ, az európai unió, az Amerikai Egyesült Államok kimondottan a klímakutatással foglalkozó szervezetei mellett, a civil szerveződések, természetvédelmi szervezetek is megfogalmazzák az ezzel kapcsolatos véleményüket. Így az egyik legismertebb zöld mozgalom, a WWF is közzétette jelentését. A szervezet szerint jelenleg az emberiség természeti erőforrásokkal szemben támasztott igényei már 25%-kal lépik túl a Föld biokapacitását. Vagyis, az emberiség 1 év alatt annyit használ fel a természeti erőforrásokból, amennyi csak 1 év és 3 hónap alatt tud regenerálódni. Másképpen: 1,25 Földre lenne szüksége az emberiségnek, hogy a jelenlegi színvonalon, fenntartható módon éljen, az erőforrások rombolása nélkül. Amennyiben a népességnövekedés jelenlegi tendenciája tovább folytatódik, és az emberiség környezetpusztító technológiái sem változnak, akkor 2050-re már 200%-os túllépés várható. Ez olyan mennyiségű fogyasztást jelent 1 év alatt, amennyit a Föld csak 3 év alatt tud megújítani. Tehát ekkorra már 3 Földre lenne szüksége az emberiségnek. Legalábbis akkor, ha mindenki úgy szeretne élni – hosszú távon –, mint pl. Észak-Amerika lakosai. Az emberiség „ökológiai lábnyoma” 1961 és 2003 között több mint 3-szorosára nőtt, és az 1980-as évek során haladta meg a Föld biokapacitását. A biodiverzitás csökkenni fog, fajok pusztulnak ki. Ezt méri a WWF által alkalmazott „Élő Bolygó Index”, amely világszerte 1300 gerinces faj több mint 3600 populációját követi nyomon 1970 óta. 695 szárazföldi, 344 édesvízi és 274 tengeri faj elemzése alapján kimutatták, hogy 1970 és 2003 között rendre 31, 28 és 27%, azaz a gerinces fajok kb. egyharmada tűnt el (WWF 2006).

A klímakutató szakemberek állításával azonban nem mindenki ért egyet, vannak, akik vitatják magát a tényt is, vagy ha el is ismerik, megpróbálják elbagatellizálni a változások hatásait. Az úgynevezett „klímaszkeptikusok” közül kiemelkedik Bjorn Lomborg. A „Szkeptikus környezetvédő” című könyvben azt állította, hogy a Föld környezeti állapota valójában sokkal jobb, mint azt a károgó természettudósok állítják, hogy ez az állapot legalább annyit javult bizonyos tekintetben az utóbbi időben, mint amennyit romlott más szempontok szerint. A pesszimista és világvégét hirdető jóslatokra alapozó politikai döntések elhibáztak és kártékonyak (Lomborg 2001).

Megjelent műveivel hatalmas felháborodást okozott. Sokan bírálták módszereit és következtetéseit. Egészen egyszerű példákat hoz. A jegesmedvék várható kipusztulása például az egyik legfelkapottabb téma az éghajlatváltozás problémájával foglalkozó természetvédők körében. Lomborg hivatalos adatokkal támasztja alá, miszerint a károsanyag kibocsátások csökkentésére költött pénz előre láthatólag évente 0,06 darab jegesmedve életét mentené meg. Ugyanakkor e pénz töredékéből lehetne küzdeni az orvvadászok ellen, akik évente 30-50 jegesmedve pusztulását okozzák. A felmelegedés tényét elismeri, de egyrészt úgy gondolja, hogy nem nyári hőhullámokban fog megnyilvánulni, hanem enyhébb téli időjárásban, mivel az átlag hőmérséklet emelkedése legtöbbször az alacsonyabb hőmérsékleti értékeket emeli meg, így a téli és éjszakai hőmérsékletet. Ugyanakkor költséghatékonyabbnak találja a városok átalakítását a globális intézkedéseknél, hiszen a fák ültetése, nagyméretű vízfelületek kialakítása és a házak, utak világos színre festése is a városi hőmérsékletek csökkenését eredményezné, ráadásul kevesebb pénzbe kerülnének és az életkörülményeket is javítanák (Lomborg 2007).

De nem kell messze mennünk. Istvánffy László (2006) az Erdészeti Lapokban megjelent okfejtése szerint nem a szén-dioxid földünk klímájának első számú közellensége. Szerinte jelenleg a légkörben felhalmozódott a szén-dioxidot is az élővilág termelte, ilyen értelemben nem jelenthet gondot a Földnek. Humorosan szánt írásában, a szén-dioxid üvegházhatásban

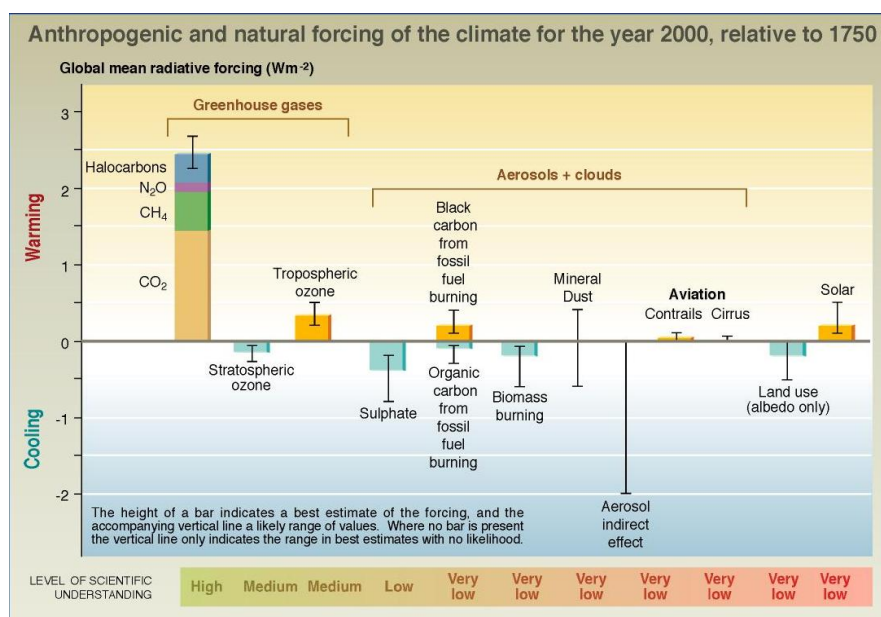
betöltött szerepét próbálja csökkenteni. Szerinte bizonyos körök indok nélkül akarnak pánikot kelteni a szén-dioxiddal kapcsolatosan, hisz ez a gáz az életfolyamatok számára épp olyan nélkülözhetetlen, mint az oxigén. Amikor a szén-dioxid koncentrációja többszöröse volt a levegőben a jelenleginek, akkor is volt élet.

Úgynevezett klímaszkeptikusok persze mindig is maradnak, ám akadnak olyanok is, akik lassan áttérnek a másik oldalra. Michal Shermer, az egyik legismertebb klímaszkeptikus, a Sceptic és a Sceptic Society című folyóiratok kiadója és alapítója például a Scientific American tekintélyes tudományos folyóiratban azt írta nemrégiben: „A probléma komplexitása miatt egykoron valóban védhető álláspont volt a szkepticizmus a klímaváltozás okait illetően. Ma azonban itt az ideje a szkepticizmusról aktivizmusra váltani” (Pálinkás 2006).

A klímaváltozással foglalkozó kutatók túlnyomó része azonban azon a nézeten van, hogy a klímaváltozás szörnyű globális probléma, amihez nem csak alkalmazkodni kell, hanem a kiváltó okokkal is foglalkozni szükséges.

3. A klímaváltozás ökonómiai megközelítése

A klímaváltozással szembeni ellenérvek között szerepel, hogy a Föld története során a klíma nagyon sokszor változott, de ez alapján véve természeti jelenség, amihez az emberi ráhatásnak nincs köze. Az antropogén hatás elhanyagolható, minden mehet tovább úgy, ahogy eddig történt, legfeljebb kisebb korrekciókat kell végrehajtani. Ezzel az érveléssel elérkeztünk a vita valódi lényegéhez: jelentős-e az emberi tényező hatás aránya, vagy elhanyagolható a változások gerjesztésében (3-1. ábra). Ha ugyanis jelentős, akkor ellenintézkedésekre van szükség, mégpedig országokon, földrészeken átnyúló ellenlépések szükségesek. Ez szigorítással és korlátozással járhat, amit értelemszerűen a gazdasági élet résztvevői nehezen viselnek (Láng 2005).



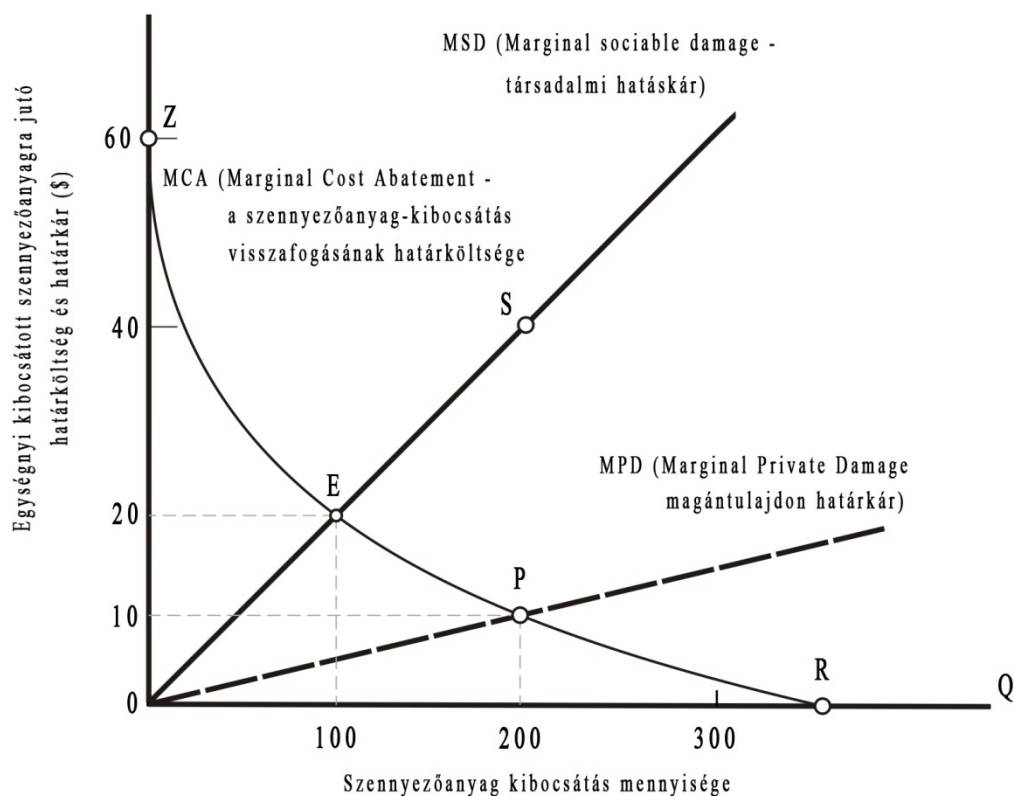
3-1. ábra: A természetes és az emberi közreműködéssel keletkezett anyagok hatása a klímaváltozásban 2000. év az 1750-es évek bázisán⁷

3.1. Gazdasági külső hatások (externáliák) szerepe

Amennyiben külső hatások (externáliák) is érvényesülnek, szabályozatlan a piacgazdaság, sok esetben gyenge a társadalmi hatékonyság. A külső gazdasági negatív hatások („közrosszak”) esetében, a társadalom egésze kell, hogy megfizesse a károkat, amíg a kibocsátó csak a kár ráeső részével kalkulál. Tegyük fel, hogy egy erőmű elektromos áramot termel, és közben tonnaszámra bocsátja ki a káros anyagot, ami az egész környezetet beszennyezi, károsítja a növényeket és az állatvilágot, de az emberek egészségét is. Kis mértékben az erőmű önmagának is kárt okoz, (többször kell festeni, a dolgozók gyakrabban mennek orvoshoz) de a környezetszennyezésből adódó károk nagy részét a társadalom fizeti meg, amit társadalmi határkár függvénnyel jellemezhetünk (MSD: Marginal Social Damage) (3-2. ábra).

⁷ Forrás: IPCC (2001)

Ez a függvény mutatja meg, hogy mekkora társadalmi többletkár keletkezik, ha a környezetszennyezés, illetve az üvegházhatású gázok (a továbbiakban ÜHG) mennyisége egy egységgel nő. Az erőművet érő kárfüggvény a magán határkár (MPD: Marginal Private Damage), a külső gazdasági hatást ténylegesen kiváltó szereplőnek a magánköltségét reprezentálja. A környezetszennyezés összköltsége a társadalmi határkárban jelenik meg. Az abcissa mentén emelkedő MSD görbe azt a kárkövetkezményt mutatja, ami a tulajdont, az élővilágot, és az embereket egy gyár, (de lehet egy iparág) által kibocsátott szennyező anyag, az ÜHG-k emelkedése következtében éri. Az MPD egyenes az erőmű által ténylegesen elszenvedett határkár, ez esetben a magán határkár (3-2. ábra). A társadalmi határkár magába foglalja azok kárait is, akiket sújt a környezetszennyezés, de ezért nem kapnak kárpótlást. A környezetszennyezés költségei azonban a dolog egyik oldalát jelentik. A környezetszennyezés és ezen keresztül a klímaváltozás az elektromos áram, vagy bármilyen társadalmilag hasznos jószág előállításának egyik nem szándékolt mellékterméke. Felvetődik a kérdés, hogy mibe kerül a környezetszennyezés, az ÜHG-k csökkentése, vagy visszafogása oly módon, hogy közben értékes gazdasági folyamatok továbbra is működőképesek maradjanak. Ez a visszafogás határköltség MCA (Marginal Cost of Abatement) függvénnyel írható le (3-2. ábra). Ez azt az összefüggést takarja, hogy mennyibe kerül a szennyező anyag kibocsátás egy egységgel való csökkentése (Samuelson – Nordhaus 1990). E görbe minden egyes pontján kiszámítható hogy mennyi többletbefektetést kell az erőműnek költeni arra, hogy a szennyező anyag kibocsátás egy egységgel csökkenjen.



3-2. ábra: A kínálat és a kereslet külső gazdasági hatások mellett⁸

Nem szabályozott gazdaság környezetszennyező kibocsátása esetén a magán határkár egyenlő a szennyezés visszafogásának magán határkár költségével. Hatékony eredményről azonban

⁸ Forrás: Samuelson - Nordhaus (1990)

csak akkor beszélhetünk, amikor a társadalmi határkár egyenlő a szennyezés visszafogásának határköltségével. A nem szabályozott gazdaságban tehát túlságosan kis mértékben fogják vissza a szennyezést. A gyenge hatékonyság mértéke a társadalmi és magánkár függvény görbéje közötti eltérés. Az MCA görbe alapján látható, hogy nagymérvű környezetszennyezés esetén a szennyező anyag kibocsátás visszafogása olcsó. Míg a 0 környezetszennyezési pont körül a költség rendkívül magassá válik. A szabad versenyes végeredmény ott állna elő, ahol az erőmű kiegyenlíti a saját magán határköltségét és magán határelőnyét. A társadalmilag hatékony pont ott áll elő, ahol a társadalmi határköltség egyenlő a szennyező anyag kibocsátás visszafogásának határköltségével. A gazdasági hatékonyság rendszerint kompromisszumot kíván, 0 környezetszennyezés mellett a visszafogás határköltsége általában rendkívül magas, míg a határelőny csekély. Sok esetben nem is lehet 0 szennyező anyag kibocsátás mellett működtetni egy ágazatot. Az ágazati kibocsátás értékét és a szennyező anyag kibocsátás költségeit egyensúlyba kell hozni.

A modern ipari ágazatok legtöbbször szükségszerűen megjelenő külső gazdasági hatásai a lég- és vízszennyezés, a nem biztonságos gyárakból eredő kockázatok, az óriási teherautók okozta veszélyek, a bányászat által tönkretett földterületek, mind olyan példa, amelyek a társadalmat érhetik. Ebbe a sorba tartozik az üvegházhatású gázok (ÜHG) termelése is. Minden ilyen esetben a kormányzat, illetve a kormányzatok egymással együttműködve tehetnek lépéseket a gyenge hatékonyságú nem szabályozott gazdaság kibocsátásának a korlátozására. Bármilyen legyen is a konkrét megközelítésmód, a külső gazdasági hatások általános megoldása az, hogy ezeket valamiképpen belsővé kell tenni. Ez azt jelenti, hogy a környezetszennyezőknek vagy a külső gazdasági hatást előidéző embereknek megfelelő ösztönzőkkel kell szembesülniük. A piaci szereplők döntéshozói számára olyan ösztönzőket kell teremteni, amelyek rávehetik a környezetszennyezés-visszafogás hatékony mennyiségének a vállalására (Kopányi 1990). Ezért fontos törekvés a levegőbe kibocsátott szén (szénegyenérték) beárázása és a kibocsátókkal történő megfizettetése. E nélkül semmi nem ösztönözné őket a társadalmi határkár (MSD Marginal Social Damage) csökkentésére, az alacsonyabb széntartalmú technológiákba történő befektetésekre.

Ugyanakkor épp az erdővel kapcsolatban kell megemlíteni, hogy nem minden külső gazdasági hatás káros, gondoljunk csak az erdőgazdálkodás pénzben el nem ismert pozitív hatásaira, amelynek előnyeit az egész társadalom élvezi. A fentieknek megfelelően az externália olyan szolgáltatás, amelynek társadalmi értéke nem nulla, tehát a gazdaság valamely szereplőjének költség illetve hasznossági függvényére hatással van, nincs azonban egyelőre olyan piac, ahol a szolgáltatás a kereslet és a kínálat törvényei szerint értékelődne. A számítások során figyelembe kell venni, hogy az elkülönült fogyasztók hasznossági függvényei és a termelők költséggörbéi nem függetlenek egymástól. A pozitív externáliák során a társadalmi határköltség MSC (Marginal Social Cost) egy termék vagy szolgáltatás pótlólagos egységének termeléséhez szükséges összes költség, és a társadalmi határhaszon MSB (Marginal Social Benefit) a termék vagy szolgáltatás pótlólagos egységének elfogyasztásából nyert összes hasznosság függvények alapján határozható meg a társadalmi optimum (Kopányi 1990).

Egy példán keresztül: Egy személy – nevezzük X-nek – bizonyos szolgáltatást nyújt Y-nak, amiért X megkapja a fizetséget. Ennek során azonban akaratlanul hasznos szolgáltatást nyújt egy Z harmadik személynek is, oly módon, hogy a hasznot vele nem fizettetik ki. Ebbe a körbe tartozik a klímaváltozással kapcsolatosan a világ erdei által nyújtott pozitív külső gazdasági hatások, amelyek az üvegházhatású gázok elnyelőiként vagy raktározóiként szerepelnek. Az erdők területének csökkenése elsősorban a szén-dioxid körforgáson keresztül hat a felmelegedésre. Meg kell jegyezni, hogy egyes esetekben, ezzel ellentétes irányba működik,

ugyanis a területek albedójának változása, ahol a levágott területek felszíni kisugárzása nagyobb, ezért kevesebb energia kötődik meg a földfelszínen. A kutatások szerint a mérleg az erdő szempontjából a legtöbb esetben pozitív.

3.2. A fenntartható gazdasági növekedés versus klímaváltozás

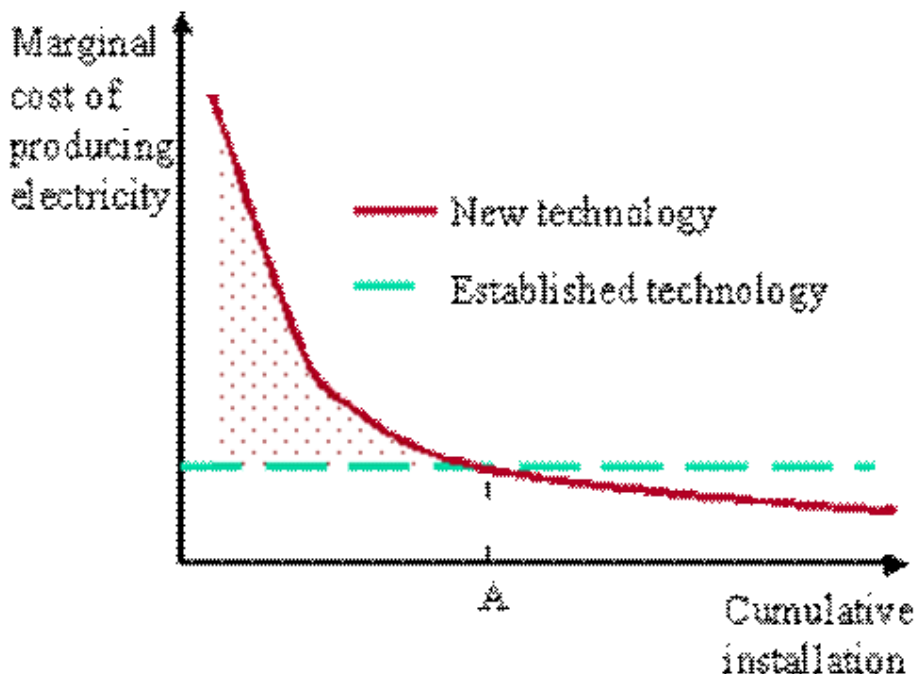
Az előző alfejezetben a negatív externáliákról leírtak ellenére Sir Nicholas Stern (2006) brit közgazdász azt állítja, hogy a fenntartható gazdasági növekedést mégsem kell feláldozni a klímaváltozás miatt, mert a kettő egymást nem zárja ki, az ÜHG-k, mint „közrosszak” elleni fellépés finanszírozható, aminek legfőbb forrása az új technológiákba, megújuló energia előállításába történő befektetések hozama. A Kenyában 2006 októberében megtartott ENSZ-tanácskozáásra időzítve publikálta, már mondhatni klasszikusnak számító 700 oldalas tanulmányát. A jelentés alapgondolata: Közgazdasági eszközökkel bizonyítani azt, hogy az éghajlatváltozással kapcsolatos határozott, idejében megtett intézkedések haszna nagyobb, mint azok költsége. A mű újdonsága, hogy az általános elméleti klimatológiai okfejtések helyett részletes közgazdasági számításokkal alátámasztva jeleníti meg véleményét. Az eddigi vélekedések fordítottját bizonyítja, a probléma megfelelő gazdasági növekedés mellett, kis ráfordítással is kezelhető. A gazdasági növekedés az ÜHG-k kibocsátásának visszaszorítása mellett is lehetséges, sőt, kedvezőbb hatások érvényesítésére is van lehetőség.

A „nem cselekvés” költségei riasztóak, beláthatatlan időn át a globális GDP 5-20%-a évente elvész, soha nem látott gazdasági recesszió várható. Mindezekon túl a fejlett világnak 200 millió menekülttel kell számolnia az áradások és a szárazság miatt. Minél hamarabb történik cselekvés, annál alacsonyabbak a költségek, és annál eredményesebb lesz a környezeti hatás. Számításai szerint a cselekvés költsége a globális GDP évi 1%-a, ami megegyezik a világ

1 évi reklámkiadásával, vagy egy világméretű influenzajárvány költségével.

Újszerű megoldásokat alkalmaz a problémák modellezéséhez. Valószínűség-számítási módszerekkel történő kockázatbecslésekkel alapozza meg az állításait. Az eredmények megfogalmazásában a „kockázat közgazdaságtana” érvényesül. A várható költségek több szintű kalkulációja szerepel. A dezaggregált elemzések esetében a klímaváltozással érintett embertömeg nagysága szempontjából fizikai mértékekben is kifejezett hatásokkal számol. Az aggregált elemzéseknél a modellekben számítja a hatásokat, a modellekben kalkulálja a részletes kockázatelemzést. A tudományos bizonyíték rámutat a szokásos üzletmenetből (továbbiakban BAU) származó kibocsátásokhoz társított éghajlatváltozás okozta nagyon komoly és visszafordíthatatlan hatások egyre növekvő kockázataira. A légkörben található ÜHG-k jelenlegi szintje vagy mennyisége mintegy 430 ppm szén-dioxidnak felel meg, az ipari forradalom előtt ez mindössze 280 ppm-es érték volt. Ez a koncentráció már kiváltotta a világ több mint 0,7 °C-kal való felmelegedését, és a következő néhány évtizedben további felmelegedéshez vezet majd, az éghajlati rendszer tehetetlensége miatt.

A kibocsátást és a költségek csökkentését célzó hatékonyságjavulások műszaki potenciálja nagyon lényeges. Az elmúlt évszázadban az energiaszolgáltatás hatékonysága tíz- vagy annak többszörösére nőtt a fejlett országokban, és a további növekedés lehetőségei még messze nincsenek kiaknázva. A Nemzetközi Energiaügynökség által készített tanulmányok azt mutatják, hogy 2050-re az energiahatékonyságnak megvan arra a lehetősége, hogy a kibocsátás-csökkentés egyedüli legnagyobb forrása legyen az energiaiparban (3-3. ábra). Ennek környezeti és gazdasági hatásai is lehetnek: az energiahatékonyságot célzó intézkedések csökkentik a veszteséget, és a legtöbbször megtakarítást eredményeznek.



3-3. ábra: Az új technológiák tömeges megjelenésének hatása a határköltségre⁹

A szén árazása ösztönzést ad az új technológiákba való befektetéshez a szén csökkentését célozva. E nélkül azonban nagyon kevés más ok van, hasonló befektetésekre. A tanulmányban foglalt értékelésre vonatkozó megközelítést alkalmazó előzetes számítások azt mutatják, hogy a szén társadalmi költsége, ha a BAU-pályagörbén maradunk, 85 dollár/tonna nagyságrendű. Jóval magasabb, mint a szakirodalom eddig becsült értékei, főként azért, mert a kockázatot explicit módon kezeli, és beleveszi a legfrissebb ismereteket a kockázatokba. A szén megfelelő beárazása – akár közvetlenül, adóval vagy kereskedelemmel, akár közvetve, szabályozással – azt jelenti, hogy az embereket szembesítik tevékenységeik teljes társadalmi költségével. Ez az egyéneket és a vállalkozásokat arra készíti, hogy a magas széntartalmú áruktól és szolgáltatásoktól elpártoljanak, és az alacsony széntartalmú alternatívákba fektessenek be. Ez hatalmas lehetőséget jelent többek között a megújuló nyersanyagokra, – mint például az erdőre (FBI Forest Based Industry) – alapozott iparágak számára.

Mindezek mellett a jelenleg meglévő egyoldalú (Távol Kelet, vagy Oroszország) és egyirányú energiatrendnek kell, hogy legyen reális alternatívája. Az alkalmazkodás, mint alternatíva nem jelent megoldást. Az adaptáció költségei a további felmelegedés és annak súlyosabb következményei esetén meredeken emelkednek. A hirtelen bekövetkező nagyléptékű változások esetén az adaptáció hatástalan, vagy lényegtelen hatású. Az adaptáció – amennyiben elfogadjuk az éghajlatváltozás emberi tevékenységhez való meghatározó erejű csatlakozását – nem jelent megoldást a probléma gyökerére, nem szünteti meg a kiváltó okot (Stern 2006).

⁹ Forrás: Stern (2007)

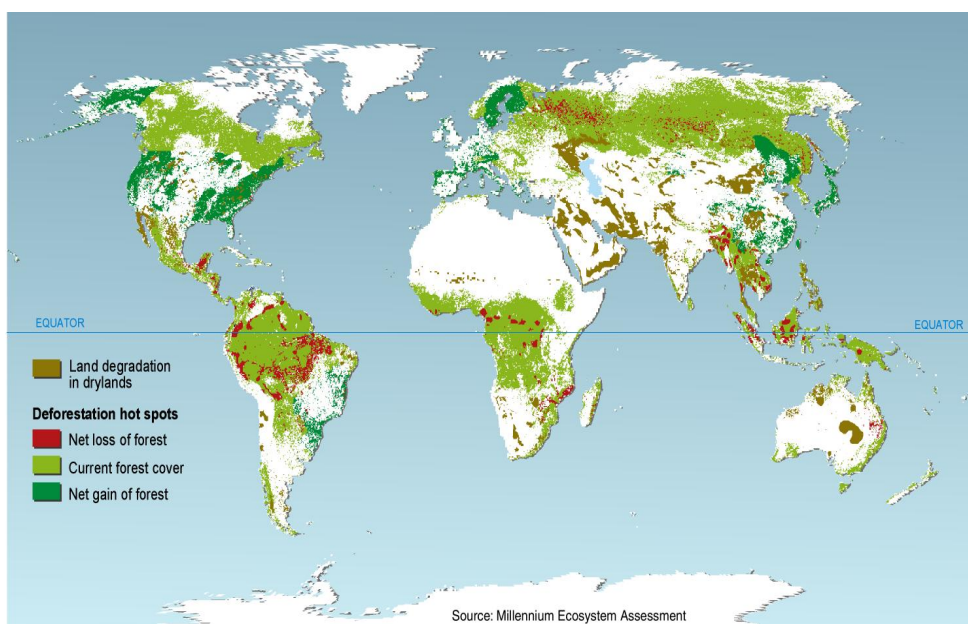
4. Az erdők és a globális változás

Az erdők egymástól eltérő ökoszisztémák, a táj térben elhatárolható részei, amelyeket az abiotikus termőhelyi tényezők és az ott élő élőlények közötti komplex kapcsolatrendszer jellemez. Jelenleg a Föld szárazföldi felszínét 13 milliárd hektár nagyságúra becsülik. Mintegy 5,3 milliárd hektár az erdő, és fával és cserjével borított egyéb terület, amiből 4 milliárd hektár lehet a valódi értelemben vett erdő, az átlagos erdősültség közel 30%-os (FAO 2006).

Az erdőterületek megoszlása a földrészek között egyenlőtlen. Míg a világ népességének 60%-a Ázsiában él, a kontinens csupán 15%-ban részesedik az erdők területében. Ezzel szemben Európa a Föld erdőterületének 25%-val rendelkezik, míg a világ népességének mindössze a 11%-a él itt. Az európai országok, beleértve az Orosz Föderációt is, szárazföldi területének 49%-a erdő, azaz 1,1 milliárd hektár az erdővel és az egyéb, fával borított terület. Az európai erdőkben lévő fakészlet hektáronként meghaladja a 100 köbmétert. Az európai unió 420 millió hektáron terül el, amiből mintegy 156 millió hektár a szűkebb értelemben vett erdő; az átlagos erdősültség 37%. Az európai erdők évi nettó növedéke mintegy 1,8 milliárd köbméter, aminek kb. 2/3-a fenyő (FAO 2006). Magyarország helyzete e tekintetben előnyös, hisz egyedülállóan magas, (közel 90%) a lombos állományok aránya.

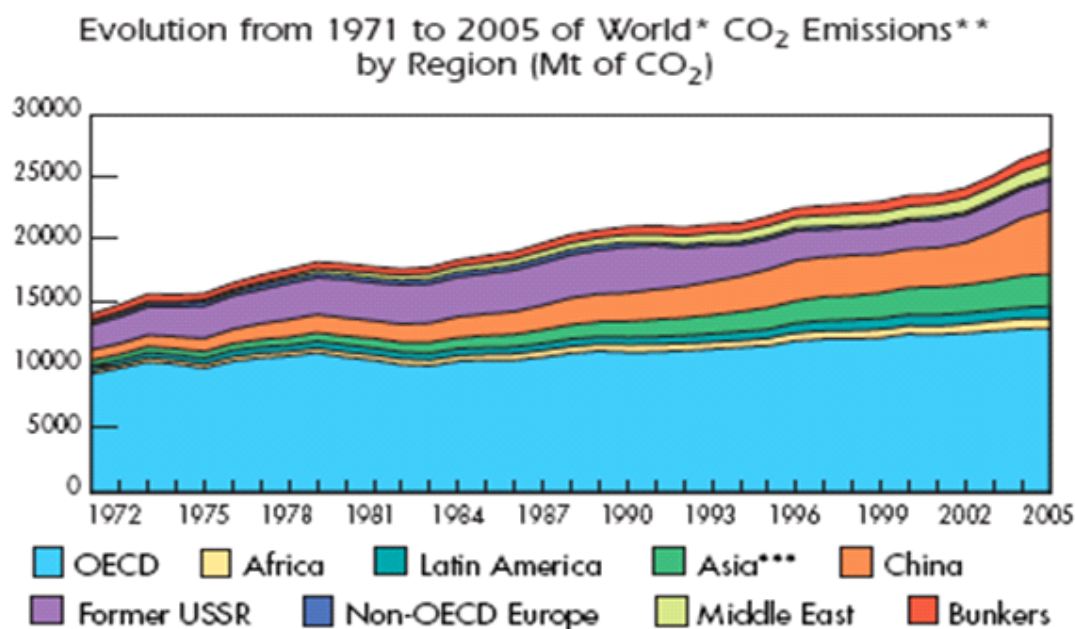
4.1. Az erdőborítottság változása

Az erdőirtás Földünkön jelenleg is félelmetes ütemben zajlik. Közel 13 millió ha erdő tűnik el évente (4-1. ábra). Ezzel szemben örvendetes, hogy az utóbbi évtizedekben felgyorsult az erdőtelepítés és az ültetvénylétesítések üteme. A két hatás eredményeként az évi erdőterület veszteség a 90-es évek eleji állapothoz képest 8,9 millió ha-ról 7,3 millió ha-ra mérséklődött. Az erdőterület határozott növekedése elsősorban Dél-Európában (pl. Spanyolország) és Kínában mutatható ki. Az erdőirtás ütemének csökkentése kapcsán meg kell jegyezni, hogy a sűrűn lakott fejlődő országokban sokszor azért csökken a mértéke, mert egyszerűen elfogytak az erdők (Mátyás 2006c). A globális változások vesztese a bioszféra egyik legnagyobb tehetetlenségi eleme az erdő lehet. Az erdő amellet, hogy a változások szenvedő alanya, egy fontos éghajlat alakító elem, ami hat az atmoszféra mellett a talajra és a hidroszférára is, ezzel fékezheti a káros folyamatokat (Szalai et al. 2005).



4-1. ábra: Az erdőirtás fő gócpontjai (bordó szín) és az erdőterület növekmény fő területei (sötétzöld szín)¹⁰

Az erdőállomány nagyon fontos szerepet tölt be a Föld széndioxidforgalmában. A fák növekedésük során jelentős mennyiségű CO₂-t építenek be szervezetükbe, ezért az erdőirtások kétféle módon is károsan befolyásolják a széndioxid-forgalmat, így áttételesen az üvegházhatást. Az erdők felszámolása (irtás és égetés) jelentős mértékben csökkenti az ÜHG lekötést, másrészt a fél nem újított erdők talajából a szén visszakerül a légkörbe. Az erdőégetéssel légkörbe került szénzet éves szinten egymilliárd tonna körüli nagyságrendre becsülik (Rakonczai 2003).



4-2. ábra: A világ széndioxid kibocsátása régiók szerint¹¹

¹⁰ Forrás: Millennium Ecosystem Assessment (2001) <http://images.wri.org/sdm-gene-02-deforestation.jpg>

¹¹ Forrás: International Energy Agency, Energy Statistics 2007, Page45

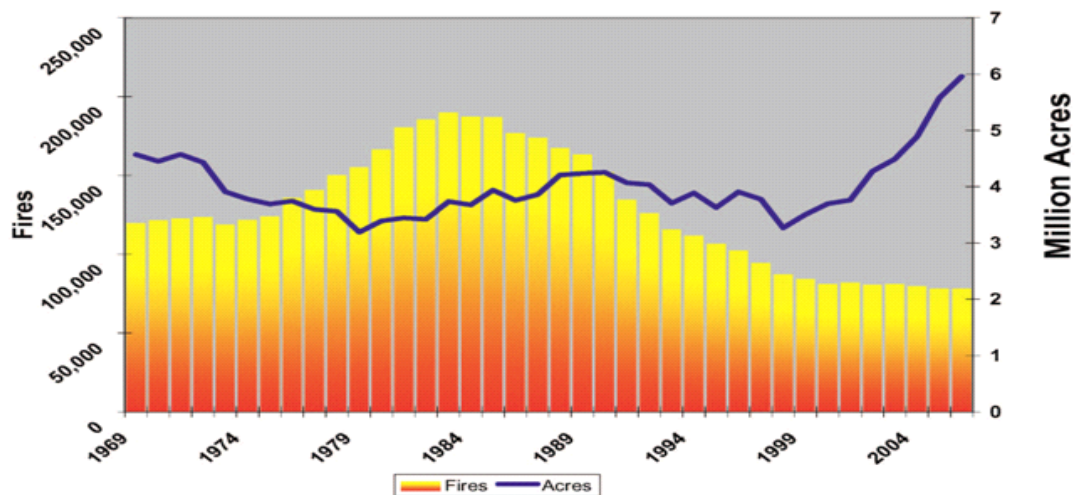
A PIK (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) intézet szerint a széndioxid kibocsátás 7,6 gigatonna évente, ebből az óceán 2,2 gigatonnát, a szárazföldi bioszféra 0,9 gigatonnát köt meg. Kína 2006-ban átvette az Egyesült Államoktól a legnagyobb kibocsátónak járó címet, India pedig várhatóan hamarosan átveszi Oroszország helyét a sorban és így a világ harmadik legnagyobb kibocsátója lesz (4-2. ábra). Történelmi szempontból ugyanakkor a fejlődő országokra – amelyek a világ lakosságának 80 százalékát teszik ki – 1751 óta a kumulált kibocsátásnak csak 20 százaléka esik. Bár a kibocsátás-növekedés a harmadik világ országaiban gyorsabb, a fejlett országok kibocsátása is tovább emelkedik. Az egy főre vetített kibocsátásban Amerika világelső, öt követi Kanada és Ausztrália (Lasch 2008).

A világ erdeinek fontos a szén-dioxid megkötő képessége, amin keresztül a klímaváltozás negatív hatásai csökkennek. A fák az üvegházhatású szén-dioxidot a levegőből veszik fel, és a szén a faleveleken és a talajban tárolják. Azokon a területeken ahol korábban túlhasználattal volt jellemző, vagy valami más okból alacsonyabb nitrogénellátottság volt jelen, a növekedés gyorsulhat, a szén-sűrűség növekedésén keresztül az erdő nagyobb mennyiségű szén-tartékot köt le. A Föld erdeinek csökkenésével ez a megkötési potenciál sajnos egyre csökken. Az európai erdők további szén-dioxid emissziós megkötési lehetősége alacsony. Az erdők szén-dioxid felvevő képességét jelenleg mintegy 10%-ra becsülik az összes emisszió belül. A jövőben ez inkább csökken, mint növekszik, mivel növekedésgyorsulás és az erdőterület növekedés lehetősége véges és egy új egyensúlyi állapot jön létre (European Commission 2009). A legnagyobb szénmegkötési lehetőség a szántóföldi területek újraerdősítése, melyből Magyarország jelentős potenciállal rendelkezik. Az erdő jövőbeni jövedelmezőségével és a klímahatásokkal foglalkozva mindenképpen meg kell említeni, hogy az erdőgazdálkodás számára ez újabb finanszírozási forrást adhat. A szén-dioxid kvóták adásvétele kapcsán, az erdő, mint elnyelő számba vehető, és az eladott kvótákból befolyt pénz az erdőbe újra visszaforgatható. Az ezzel a témakörrel kapcsolatos kitekintés az 4-1. mellékletben található.

4.2. Az erdőt fenyegető globális veszélyek a klímaváltozás következtében.

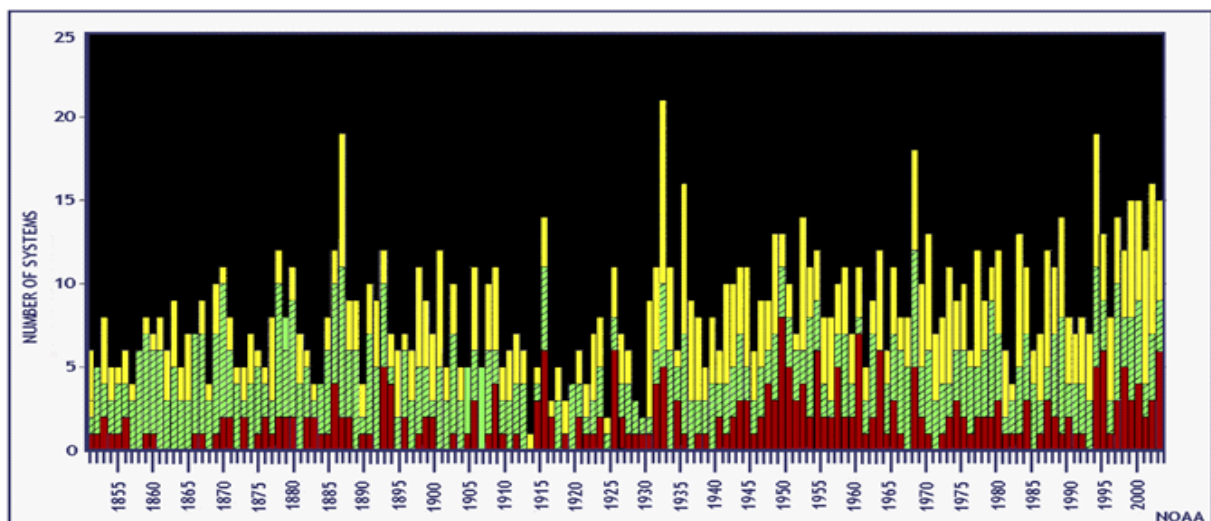
A légkör felmelegedési folyamatainak környezeti problémái elsőként a sivatagi (<200 mm éves csapadék) és félsivatagi (200-400 mm) területeken jelentkeznek. A szárazodás a világ több pontján tapasztalható, a mediterrán térségben, Ausztráliában, Kaliforniában, de a Kárpát-medencében is megfigyelhető. Afrikában a legsúlyosabb a helyzet, a lakosság 2/3-a száraz területen él. A legérzékenyebb terület a Szaharától délre található, az úgynevezett Száhel-övezet. A klíma szárazabbá válásával érintett a világ szárazföldi területének 1/4-e, ezen keresztül közel 1 milliárd ember. A XX. század utolsó harmadában közel 6 millió ha/év vált sivataggá és további 21 millió ha mezőgazdasági, illetve erdőgazdasági célra hasznosíthatatlanná (Zseni 2008).

A klímaváltozás gyakorlatilag valamennyi szakértői fóruma az erdőtüzek fokozódását jósolja (Nagy 2004). A lakott településeknek az erdőterületekhez való közelsége jelentősen fokozza az erdőtüzek kockázatát és következményeit. A Föld egészén a tomboló erdőtüzek nagysága és súlyossága növekszik, ennek következtében pedig valószínű, hogy az erdőtüzek okozta ÜHG-kibocsátás meghaladja majd a jelenlegi szintet és ezen túl jelentősen növekszik e területek albedója (4-3. ábra).



4-3. ábra: A tüzesetek száma (oszlopdiaagram) és a leégett területek (kék vonal) nagyságának változása 1969-2007-ig az USA-ban¹²

A hurrikánok, tornádók, az erős szélviharok gyakorisága növekszik, ami pillanatok alatt tarol le országrésznyi erdőterületeket (4-4. ábra). A nagy szélviharok nyomán, elsősorban az időskorú erdők semmisülnek meg. Erre jó példa a „Katrina” hurrikán, amely 2004-ben csapott le az Egyesült Államok délkeleti partjára, és az egyik legszörnyűbb természeti katasztrófa volt az ország történetében (Malmshaimer et al. 2008). De nem kell messze mennünk, a közvetlen szomszéd Szlovákiában 2004. november 19-én 5 óra leforgása alatt a 100-170 km/h sebességű szélvihar mintegy 330 000 ha területen, a Tátra erdeit érintve, összesen mintegy 73 000 ha-nyi erdőterületen, széldöntéssel és széltöréssel rendkívül nagy faállománykárokat okozott. A szélvihar által kidöntött és letört faanyag összesen 4,5 millió köbméter volt, ami megközelítette Szlovákia évi rendes fakitermelési mennyiségét. A 2004. évi viharra a 60 év feletti egykorú lucosok voltak a legérzékenyebbek, de érintette a területen előforduló valamennyi fafaj 60-150 év közötti egyedeit (Ruff – Kenderes 2005) (4-4. ábra).



4-4. ábra: A fellépő hurrikánok, illetve tornádók gyakorisága és intenzitása az Amerikai Egyesült Államokban¹³

¹² Forrás: USA National Interagency Fire Center (2007)

¹³ Forrás: <http://www.nhc.noaa.gov/pastprofile.shtml>

A melegebb éghajlat lehetővé teszi, hogy a vadlétszám és az egyéb erdei kártevők száma és fajai megszorodjanak (Logan et al. 2003). Az enyhébb telek miatt várhatóan csökken majd a csúcsragadozó nélkül élő vadfajok téli pusztulásának aránya, és ezért nő a rágáskár (Ayers–Lombardero 2000). Bizonyos rovarfajok, mint a szűfélék élőhelye várhatóan tovább terjed, és jelentős gradációk alakulnak ki (Logan – Powell 2001, Williams – Liebhold 2002).

Modellezés segítségével például bebizonyosodott, hogy a légköri szén-dioxid koncentráció megduplázódásához társuló különböző eshetőségek közepette Észak-Amerikában a rezgőnyárfát (*Populus tremuloides*), a nagyfogú nyárfát (*P. grandidentata*), cukorjuhart (*Acer saccharum*), a papírnyárfát (*Betula papyrifera*), a nyugati tuját (*Thuja occidentalis*) az Egyesült Államok területéről való teljes kihalás fenyegeti (Iverson – Prasad 2002). A passzív, statikus védelem nem megoldás, a nagyjából állandó határokkal rendelkező védett területek nem védik meg a célzott fajokat, folyamatokat, különlegességeket vagy tulajdonságokat. Néhány egyesült államokbeli védett terület, a jelenleg honos fajoknak akár egyötödét is elvesztheti (Halpin 1997, Burns et al. 2003).

Vitán felül áll, hogy az erdők döntő szerepet játszanak a Föld éghajlatának stabilizálásában, és a szakszerű erdőgazdálkodás az erdőknek e szerepét még tovább erősíti. Az erdőgazdálkodás képes mérsékelni a klímaváltozás hatásait, és ezáltal idő nyerhető arra, hogy megoldjuk a tágabb értelemben vett problémát, mégpedig azt, hogy csökkenteni lehessen a fejlett világ függőségét az importált fosszilis energiahordozóktól. A történelem számos esetben bebizonyította, hogy az emberi társadalom egészsége és jóléte nagyban a nemzetek erdeinek egészségétől is függ (Malmsheimer et al. 2008).

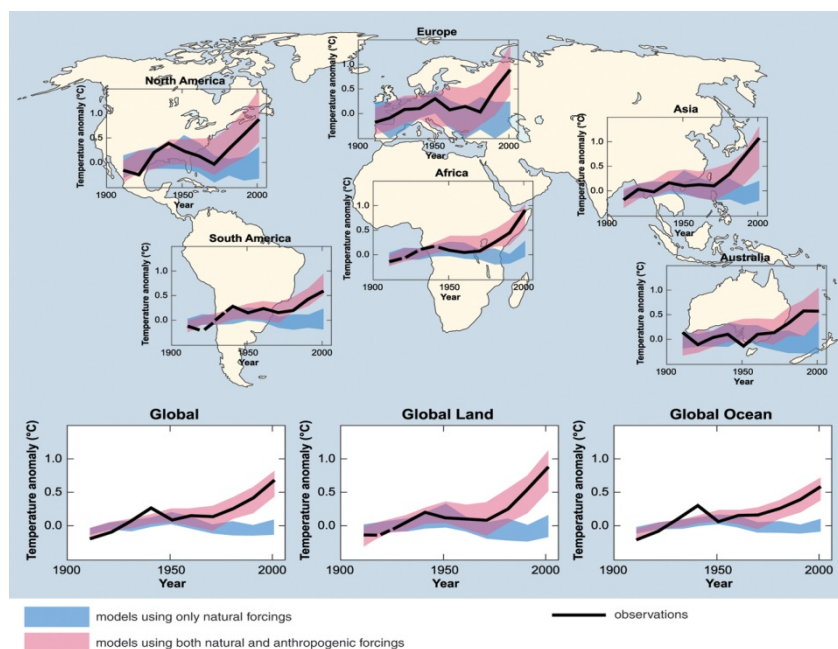
Ma már egyértelmű hogy a légkör, a szárazföld és a tengerek nagyon bonyolult kölcsönhatása következtében a történelmileg kialakult éghajlati zónák elmozdulnak, és ez nagymértékben hat az egyes területeken élő emberek életfeltételeire. Fontos felismerés az is, hogy az éghajlat tartós tendenciájú megváltozása nem csupán egy érdekes természeti jelenség, amelynek megismerésére jelentős tudományos kapacitások szükségesek, hanem egyúttal környezeti, gazdasági és szociális következményekkel járó folyamat (Láng 2005).

5. Az európai vegetációt érő hatások

Közép-Európában az erdők változatos tájképi mozaikot alkotnak, amelyben természetközeli erdőtársulások, és mesterséges, emberek által intenzíven kialakított állományok váltják egymást (Ellenberg 1996). Európa erdei vegetációjának jelenlegi tagozódását, a jégkorszak után a növény- és állatvilág, vissza- és újratelepülése alakította ki (Lang 1994). A kb. 2 millió évvel ezelőtt kezdődött pleisztocén földtörténeti korszakot jelentős mértékű klímaingadozás jellemezte. Hideg, glaciális és meleg, interglaciális vagy termomer időszakok váltották egymást. A hideg periódusokban jelentős jégretegek borították Európa északi részét, a jégborítás kiterjedt a Pireneusok, az Alpok, és a Kárpátok vidékére, valamint a középhegységek területére is. A jégkorszak időszakában az erdők visszaszorultak a kontinens déli, és délkeleti menedék területeire. A jégkorszak után, az Európában már elterjedt fajok, fás szárú növényzet elkezdett visszahúzódni a korábbi elterjedési területekre. Ez a visszahúzódnás és visszavándorlás a fajok számának csökkenéséhez vezetett. Kipusztult sok örökzöld lombos faj, de a tűlevelű fafajokból is több eltűnt. A fajok jégkorszakot követő újbóli visszatelepülése fokozatosan vezetett a mai vegetációs tagozódás kialakulásához, a fa nélküli tundrától és sztyeppén keresztül a ma ismert erdőtípusokig (Mantel 1990). Ez a faji sokféleség csökkenés a klímaváltozás következtében elindult klímaöv eltolódás okán folytatódhat.

5.1. Klímaváltozás Európában

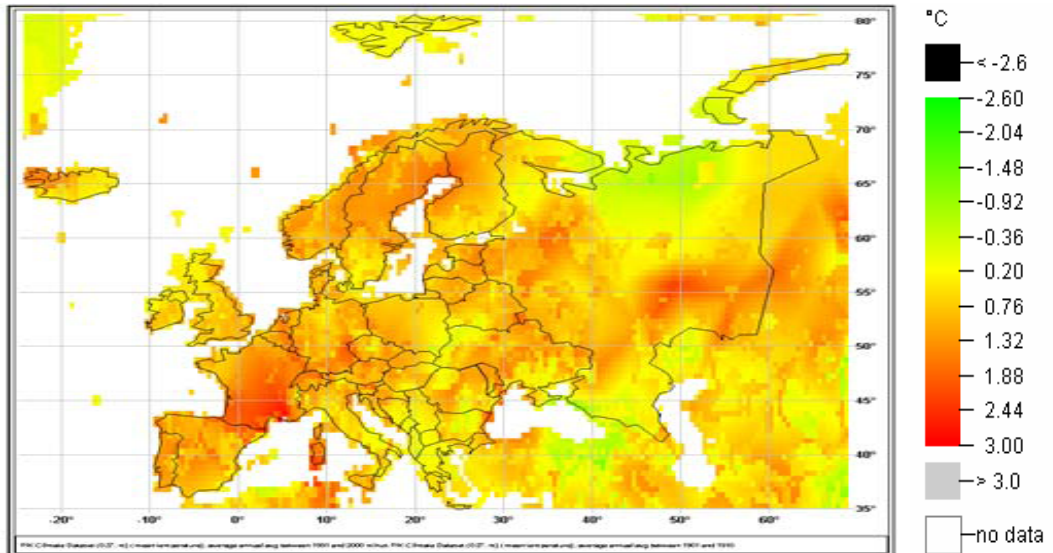
Az európai unió kiemelten kezeli a klímaváltozás kérdéskörét. Ebben szerepe van annak, hogy a globális melegedés hatása Európát fokozottabban érinti, mint a világ többi részét. A PIK intézet szerint a hőmérséklet-növekedés elsősorban az északi félgömbön figyelhető meg (5-1. ábra).



5-1. ábra: Az egyes földrészek átlaghőmérsékleti változása az elmúlt 100 évben.¹⁴

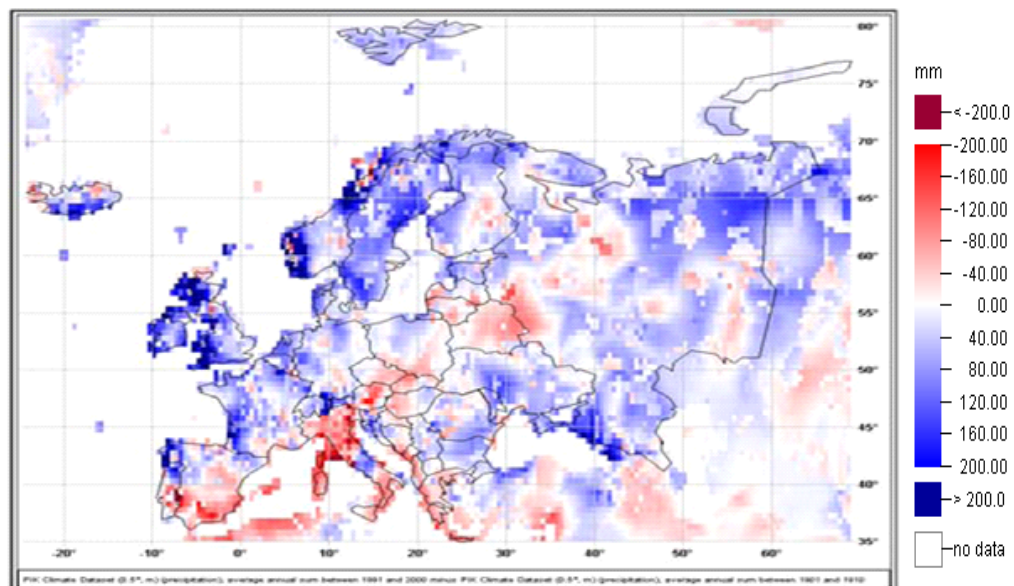
¹⁴ Forrás: IPCC (2007)

Az 1995-2006 közötti időszakok 11 éve, a 12 legmelegebb évhez tartoznak 1850 óta. A szél erőssége a nyugati irányú szelek tekintetében emelkedett. Kevesebb a fagyos nap, emelkedett a nyári napok száma, és emelkedett az intenzíven hulló eső mennyisége. Mindezt magas regionális variabilitás jellemzi. Az átlaghőmérséklet – régióként eltérően –, de Európa túlnyomó részén jelentősen emelkedik (5-2. ábra).



5-2. ábra: Az éves középhőmérséklet változása a 20. században¹⁵

Mind a téli, mind a nyári átlaghőmérséklet emelkedik, a téli hőmérséklet emelkedése magasabb lesz az észak-keleti régiókban, a nyári hőmérséklet emelkedés Dél-Európát sújtja. A csapadék éves szintje Dél-Európában egyértelműen csökken, míg Észak-Európában nő (5-3. ábra). Közép-Európában a téli csapadék mennyisége nő, a nyári csapadék mennyisége csökken. A mediterrán térségben és Közép-Európában növekszik az aszályveszély (Lasch 2008).



5-3. ábra: Az éves csapadékmennyiség változása a 20. században¹⁶

¹⁵ Forrás: PIK (2008)

¹⁶ Forrás: PIK (2008)

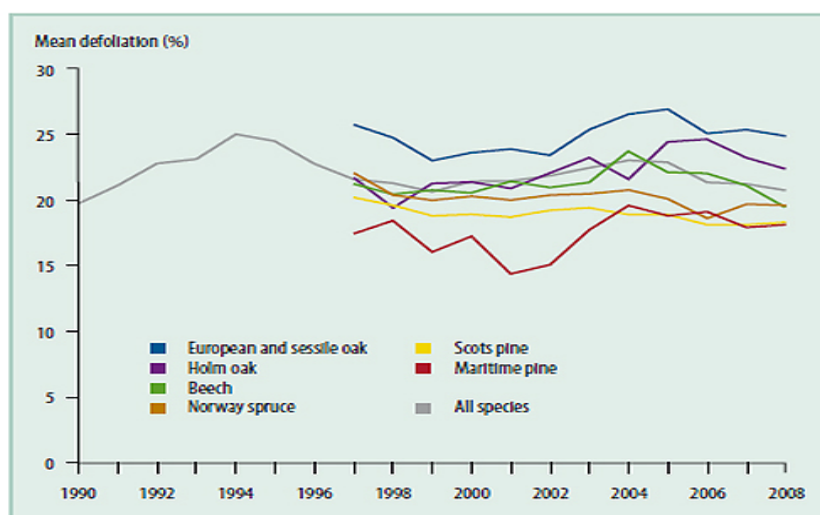
5.2. *Európai erdők a megváltozott környezetben*

Az európai erdőterületek, a hóhatár visszaszorulásával párhuzamosan, minden szocioökológikus scenárióban – egy kivétellel (A2) – növekednek. A klímaváltozás hatásaképpen megfigyelhető, hogy a vegetációs periódus hossza megnőtt. Az élővilág tekintetében a jellemzően csapadékdeficit helyeket leszámítva a produktivitás emelkedik. A negatív változások között mindenképpen meg kell említeni a növekvő szárazságot, az erdőtűzveszély jelentős fokozódását elsősorban Dél-Európában, és a magasabb károsítási veszélyt, valamint a növekvő szélsőségek-változással együtt járó szélöntési károkat (Lothar, Kyrill, Paula, Emma). A Lothar nevű vihar több millió Euró kárt okozott, Franciaországban, Svájcban és Németországban, miközben 180 millió m³ faanyag károsodott. Egyedül Németországban 30 millió m³ lett a vihar áldozata (Lash 2008).

A statisztikák szerint a hőmérséklet emelkedése mellett intenzívebb a széljárás, a nyugatias szelek erősödnek, a viharveszély növekszik. Nyugat-Európán az utóbbi években végigsöprő szélviharok csak érintették térségünket, hazánkban kisebb károkat okoztak. Az európai viharkárok a fapiac árcsökkenő hatásán keresztül befolyásolták a honi erdőgazdálkodást. Az elmúlt tíz évben a legnagyobb pusztítást 1999. december végén a „Lothar” nevű vihar okozta. A legnagyobb károk Franciaországban keletkeztek. Emmanuel Le Roy Ladurie történész szerint XIV. Lajos uralkodása óta rendelkezésre álló történelmi adatok alapján ilyen pusztító jelenségre nem volt példa. A vihar 30 óra alatt megváltoztatta a francia vidék arculatát, emberéleteket oltott ki, és letarolta az erdőket. A francia erdők egyharmada tönkrement. Becslések szerint mintegy 115-130 millió m³ faanyagot döntött ki vagy tört össze a vihar. Ez 3-4 évnyi fakitermelésnek felel meg (Csóka 2000, Tóth 2000). A magyarországi viharkárok a Kárpát-medence védőhatásának is köszönhetően eddig kisebb volumenűek voltak (Északi-középhegység, Nyírség).

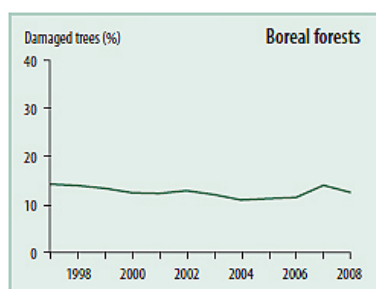
A fák megnövekedett vegetációs idejét vizsgálva a PIK intézet megállapította, hogy a nyír és a tölgy 11 nappal, a bükk 8 nappal tovább asszimilál. A 60-as évek állapotát hasonlítva a 90-es évek végével, a meghosszabbodott vegetációs periódus átlagban 11 napra tehető Európa nyugati felén. A különbség a levelek korai kihajtásában és a később megkezdődő őszi elszíneződésben egyértelműen jelentkezik. Ezzel a fotoszintézissel összefüggő teljesítmény 5-10%-kal növekszik (Lasch 2008).

Az európai erdők egészségi állapota változatos képet mutat. Az Európát lefedő monitoring rendszer, 5000 helyszínen, 25 országban biztosítja az állapotfelmérést. A 2004-2005 között egész Európában megfigyelhető jelentős levél és tűlevél vesztes az újabb koronaállapot felvételek alapján napjainkra javult. Az egész Európát sújtó 2003-2004 évi károk részben regenerálódtak, vagy a károsodott egyedeket kitermelték, így ezek már nem képezhetik a monitoring részét, 2008-ban már csak a vizsgálatba bevont fafajok 21%-a viselte magán a károsítások nyomait (European Commission 2009) (5-4. ábra).

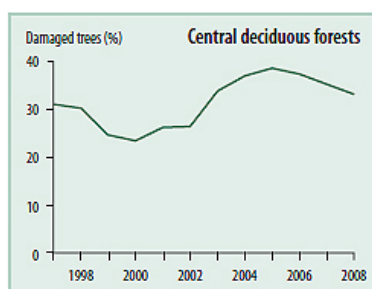


5-4. ábra: Koronaállapot változás az európai állományalkotó fajok esetében¹⁷

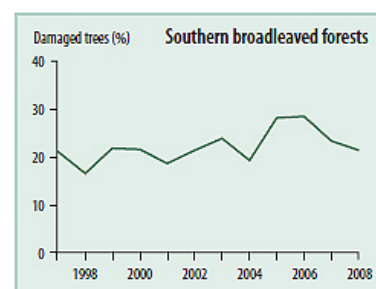
A trendek a fajtától és a régiótól függően különböznek. Az egészségi állapot a boreális erdők esetében lényegesen nem változott (5-5. ábra). A mediterrán régiókban lévő örökzöld lombdők sokszor záródásihiányosak, többnyire kombinált mezőgazdasági és erdészeti hasznosítás alatt állnak. A száraz évek rovar- és gombakárosításai több helyütt erősítették a túlhasználat és a szakszerűtlen legeltetés problémáit (5-7. ábra). Az erdőtüzek ebben a régióban állandó veszélyforrást jelentenek, és az európai unió által biztosított forrásokból finanszírozott megelőző intézkedések ellenére mennyiségük nem csökken.



5-5. ábra: Boreális erdők károsodottsága



5-6. ábra: Közép-európai elegyes lombdők károsodottsága



5-7. ábra: A Dél-európai örökzöld lombdők károsodottsága¹⁸

Legérzékenyebbek a közép-európai lombos erdők (5-6. ábra), melynek fő fajtái a kocsánytalan és kocsányos tölgy, a kőris, a juhar, a bükk és a hárs. Ezekben az állományokban a 2003-2004-es extrém szárazság jelentős károkat okozott. A levélvesztés alapján a kocsányos és kocsánytalan tölgyek évek óta a legkárosodottabb fajtái Európának, több év óta a tölgy mutatja folyamatosan a legnagyobb levélvesztést (5-4. ábra). A bükkök reagáltak a 2003-as év extrém száraz időjárására a legérzékenyebben. A luc- és az erdeifenyő koronaállapota mára már megközelítette a 90-es évek végi értéket. Rovarkárosítás, gombabetegségek, szárazság, hótörés és a viharok a leggyakoribb okai az erdőállományok károsításának (European Commission 2009). E a hatások a levegőszennyezés és a klímaváltozás következtében a későbbiekben az előrejelzések alapján erősödnek.

¹⁷ Forrás: European Commission 2009

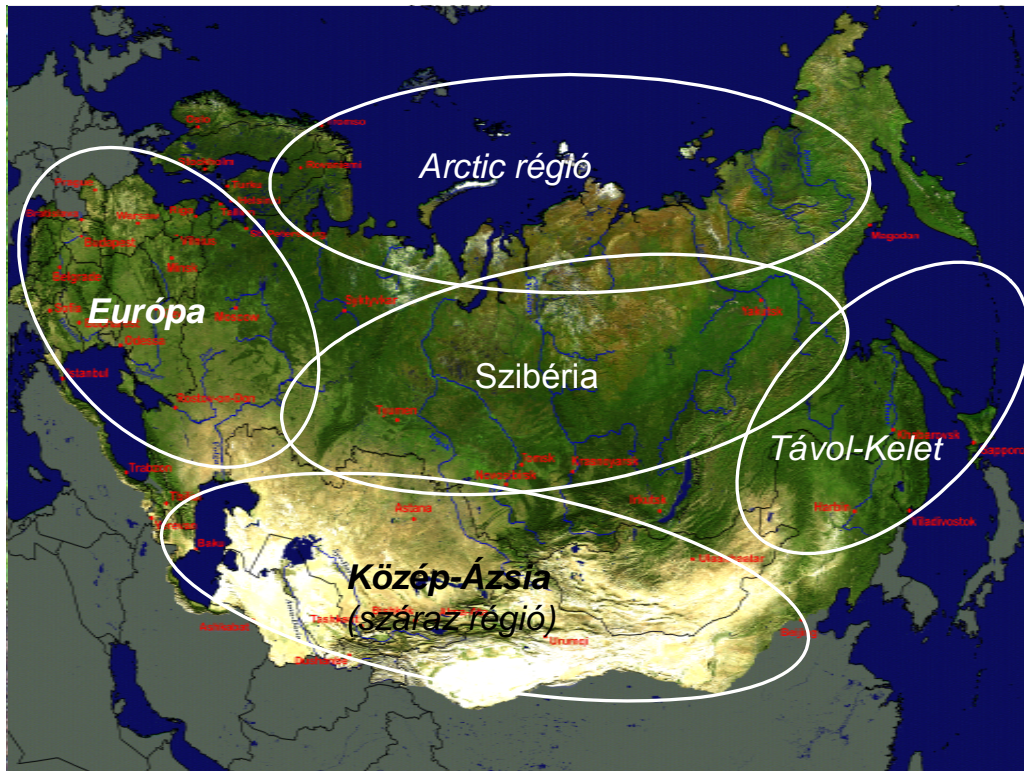
¹⁸ Forrás: European Commission 2009

Az európai unió minden fontosabb dokumentuma, az Erdőstratégia (EU FS 1999), és az erre épülő Erdészeti Cselekvési terv (EU FAP 2006), mind foglalkoznak a klímaváltozás erdőre gyakorolt hatásával. Elég talán a legutóbbi fontos aktust megemlíteni, miszerint a 2007. november 5-én Varsóban az erdők védelméért rendezett V. Miniszteri Konferencia is foglalkozott az erdő és a víz szerepével az éghajlatváltozás kérdéseiben. Eszerint „jobban meg kell értetni az emberekkel az éghajlatváltozás lehetséges következményeit, az erdő és a víz kölcsönhatását, beleértve a sivatagosodást, a biológiai sokféleség elvesztésének folyamatát, valamint az éghajlatváltozás lehetséges következményeit, az áradások, viharok, aszály és az erdőtűz, kártevők és betegségek kialakulásának gyakoriságát, mértékét és intenzitását. Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás és hatásainak csökkentése céljából ki kell dolgozni azokat a megfelelő irányelveket és stratégiákat, melyekkel az erdő, és a vízforrás-gazdálkodás fenntartható módon folytatható”.

FAO által használt globális ökológiai zónák szerinti tagolás alapján Európában öt nagy vegetációs övet különböztetünk meg (Ellenberg 1996).

1. Sarkvidéki, alpesi öv (fátlan gyep és zuzmó, törpe- és magascserje-vegetációval)
2. Boreális öv (örökzöld fenyőerdők, nyíresek)
3. Földközi-tenger medencéje (örökzöld keménylombos erdők és cserjék)
4. Mérsékelt öv (nyáron zöld lombos erdők)
5. Pannon-pontikus- anatóliai öv (erdőssztyepp, valamint valódi sztyepppek és félsivatagos területek)

Magyarország e két utóbbi zóna találkozásánál található (5-8. ábra), az alföldek erdőssztyepp, Dunántúl és Északi-középhegység mérsékelt öv. Ez az elhelyezkedés a vegetációs övek eltolódásával egyre inkább veszélyezteti a meglévő ökoszisztémákat, mivel a kutatások alapján, a zónahatárokon lévő területek a legsérülékenyebbek (Mátyás et al. 2007). Az övhatárok elhelyezkedéséből is érzékelhető, hogy nálunk nem a mediterrán klíma felé – mint ahogy ezt sokan gondolják – tolódhat el a változás, hanem várhatóan az Anatóliai-síkság jellemzői jelennek meg a Kárpát-medencében.



5-8. ábra: A szárazsági erdőhatár előretörése¹⁹

Nem véletlen, hogy a klímakutató szakemberek a 2008-as odesszai fórumon arról döntöttek, hogy a NEESPI (North Eurasian Earth Science Partnership Initiative – Észak- eurázsiai Földtudományi Együttműködés) Sopronban hozza létre a Délkelet-európai Éghajlat és Klímahatás Kutatóközpontját.

A nemzetközi együttműködésben készített klímaváltozás elemzések érintik a várható éghajlatváltozás erdőtakarót érintő következményeit. A modellek lehetővé teszik, hogy az adott ökoszisztéma globális elterjedési korlátját meghatározzák. Az IPCC jelentéseiben eddig az alsó vagy a szárazsági ariditási határ kevésbé került előtérbe. Ezzel szemben az északi, illetve hegyvidéki erdőhatár felfelé történő elmozdulása már jól ismert jelenség. Az ariditási erdőhatár a különböző emberi behatások és az ökológiai változékonyság miatt nehezen azonosítható. A legutóbbi időkig talán azért is kerülhetett el a figyelmet, mert az ezzel érintett erdőterületek a fejlettebb világbeli kutatási aktivitás perifériáján vannak. Magyarországon a szárazsági erdőhatár előretörése valamennyi állományalkotó fafaj szempontjából döntő (Mátyás 1996).

¹⁹ Forrás: NEESPI (2009)

6. A klímaváltozás Magyarországon, az erők helyzete az új környezetben

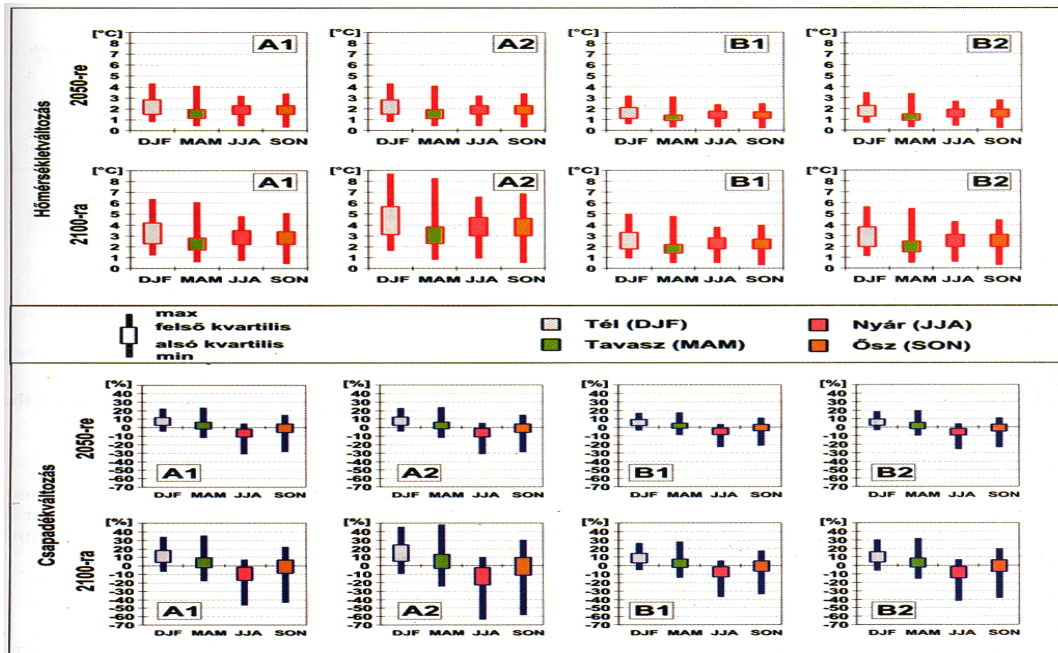
Éppen az újkori ökológiai katasztrófák okainak vizsgálata irányította a kutatók figyelmét az elmúlt 1-2 ezer évben kimutatható éghajlati változások tanulmányozására. Történelmi bizonyítékok vannak arra, hogy a Kárpát-medencében is erőteljes társadalmi mobilitást idézett elő a Kr.u. VIII-XII. század száraz és meleg éghajlati periódusa az északi féltekén. Az erre az időszakra eső erőteljes népvándorlás előidézője az eurázsiai térséget sújtó aszály. Az aszályos időszak 700 és 800 között tetőzött Kelet-Európában, majd egy fél évszázados normális időjárási periódust ismét újabb tartós aszályos időszak követte, ami éppen a magyarok kárpát-medencei megtelepedését követő évtizedekben tetőzött (Szabados 2008).

Néhány évszázad alatt átalakult a térség ökológiai arculata. Megváltozott az erdők fajösszetétele, drasztikusan csökkent az erdőállomány kiterjedése, amint azt Zólyomi Bálint vezetésével elkészült korabeli növényföldrajzi térkép is igazolja. A Balaton üledékei alapján végzett pollenanalízis segítségével megalapozott következtetéseket vont le, a természetes növénytakaró milyenségére, a térség erdőviszonyaira, állomány-összetételére, valamint az akkori növénytermesztés módjára. Ilyen és ehhez hasonló információk, s egyéb régészeti leletek egybevetése alapján következtettek arra, hogy az említett évszázadokban tartós és erőteljes volt az aszály, a Balaton vízhőmérséklete 1,5°C-kal volt magasabb a jelenleginél, a csapadék pedig kb. 150 mm-rel lehetett akkor kevesebb (Antal 1997).

Magyarországon a klímakutatással kapcsolatos átfogó munka a „VAHAVA-projekt”-tel (Változás-hatás-válaszadás) 2003 nyarán indult és 2006-ban adták le jelentésüket. A munkában több száz tudós, kutató, szakember vett részt. Vezetője Láng István akadémikus volt. Próbálták előre jelezni a magyarországi klíma változásának várható irányát, elemezték ennek az egyes ágazatokra és szakterületekre valószínűsíthető hatását.

6.1. Globális trendek, régiós eltérések

Erdeink megmaradását, fejlődését jelentősen befolyásolja az éghajlatváltozás. Az IPCC jelentés becslései, a durva 200 km-es hálóban történő felbontású kapcsolt óceánléggör általános cirkulációs modelleken alapszanak. A figyelembevett modellek száma 21, ebből a regionális előrebecslések is modellezhetőek. Magyarország eddigi éghajlati változásairól a következő mondható: a nyári és a téli félév hőmérséklete a három vizsgált térségben Kisalföld, Duna-Tisza köze, Tiszántúl; 1,0-1,6 meghatározott együtthatóval követte a félgömbi átlaghőmérséklet alakulását. A félgömbi hőmérséklet kisebb emelkedésével párhuzamosan a hazai csapadék a nyári félévben csökken. A téli félévi csapadékösszeg kapcsolata a félgömbi emelkedéssel a három vizsgált térségben nem egyértelmű (6-1. ábra).

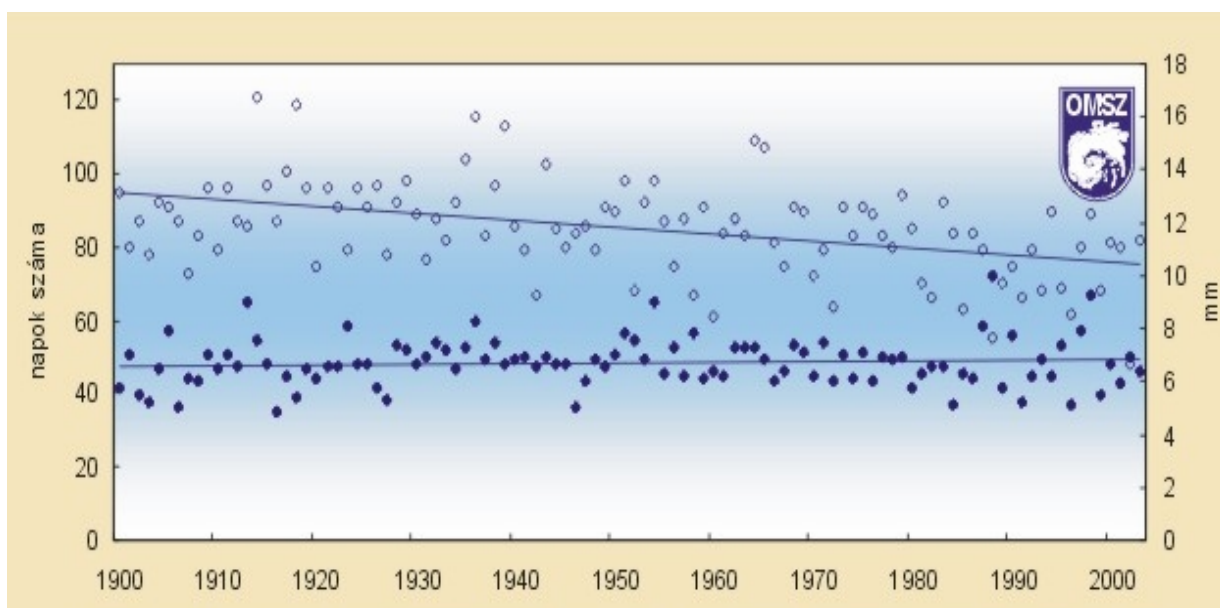


6-1. ábra: Havi középhőmérsékletben és havi csapadékösszegben várható változások évszakos összehasonlítása a Kárpát-medencére, 4 scenárió, 16 modell felhasználásával²⁰

A nyári félévi csapadék csökkenése a napfénytartam és a hőmérséklet emelkedése valószínűsítik a talajnedvesség csökkenését. A félgömbi hőmérséklet 0,5 fokos emelkedése esetében, a 30%-ánál kisebb vízkapacitású talajoknál, az aszályos hónapok gyakorisága 60%-kal nő. A nyári félévben a csapadék zérus változás vonala hazánk területén vonul át. Ettől keletre az együtthatók egyértelműen negatívak, tehát csapadék csökkenés jelentkezik, míg nyugaton pozitívak (Mika 2007a).

A csapadék változása sokkal változatosabb képet mutat, mint a hőmérsékleté. A hőmérséklet növekedésével általában a hidrológiai ciklusok és a víz körforgása intenzívebbé válnak. Ez a trópusokon és a magasabb szélességeken gyakran igaz, de a szubtrópusi területeken ezzel ellentétesen változik. Az éves csapadékösszeg csökkenése, annak ellenére, hogy Magyarország magasabb szélességen fekszik, a Kárpát-medencében is érzékelhető (Bartholy 2007). Ennek lehetséges, de nem bizonyított oka a dél felőli nyitottság, a Kárpát-medence sajátos domborzati elhelyezkedése. A szélsőséges éghajlati események gyakoribbakká válnak, a csapadék intenzitása növekedik, ugyanakkor az aszályok is gyakoribbak. Európában a melegedés nagyobb, mint globálisan. A hazai hőmérsékleti tendenciák jól követik a globális trendeket, de nem éri el az európai átlagot. A csapadék változása inkább a mediterrán régióhoz hasonlít (az éves mennyiség ugyan csökken, de az intenzitása megnő), a csapadékos napok száma csökken úgy, hogy az egy nap alatt lehullott átlagos mennyiség növekszik (Szalai et al. 2005).

²⁰ Forrás: Bartholy et al. (2004)



6-2. ábra: A csapadékos napok számának (üres kör) és a napi átlagos csapadékmennyiségnek a változása²¹

A változás alátámasztja azt a kutatási megállapítást, hogy a globális felmelegedés következtében az atmoszférikus hidrológiai ciklus felgyorsul (6-2. ábra). Az egyes csapadékesemények hozama nő, a gyakoriság pedig csökken (Bartholy et al. 2004).

Az erdőklíma változással kapcsolatosan legtöbbször csak a hőmérsékletre és a csapadék jellemzőire gondolnak, pedig a sugárzás változásának is kitüntetett szerep jut. A felszíni sugárzás változására hosszabb időszakokra vonatkozó adat a napfénytartam összeg, ami az utóbbi 35 évben vizsgált trend szerint évente 6,4 órával nőtt. Ez jelzi a borultság mértékének csökkenését, miközben a csapadék éves összege növekedett. Az utóbbi évtizedben, a klímaváltozás folyamatában új jelenség a Kárpát-medencében, hogy az éves csapadékösszeg mennyiségének csökkenése megállt, vagy legalábbis lassult (Víg 2007).

A napfénytartam növekedésének egyenes következménye a globálsugárzás összeg növekedése. A napfénytartam éves összegének növekedésével párhuzamosan a felszín sugárzási egyenlege nőtt, ebből következően a lehullott csapadék hasznosulásának mértéke romlott, megnövekedett a párolgási kényszer, nőtt a potenciális evapotranszpiráció, ami következtében megnő a talajban tartalékolható vízkészlet szerepe, emiatt a csapadéknövekedési tendenciák ellenére is az ariditás fokozódik (Víg 2007). A sugárzási hatáson túl Berki (1995) kutatásaiból tudjuk, hogy a talaj kiszáradása a felvehető vízmennyiség csökkenésén túl azért is kritikus a fák számára, mert ha a felvehető szervesanyag-tartalom lecsökken 0,5% alá, és ez a fák pusztulásához vezet. A normál nitrogén-tartalom 1-5% közötti. A talaj nitrogén-tartalmának csökkenését a vízhiány váltja ki, ez tönkreteszi a mykorrhizát és így a nitrogénellátás zavarát okozza.

²¹ Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat (2006)

6.2. *A honi erdők helyzete*

Hazánkban a természetes növénytakaró fajokban gazdag, a földkerekség átlagának 15-szöröse, a biodiverzitás kedvező. Az ország erdei az erdős puszták övében és a mérsékelt övi lomboserdők, ezen belül a zárt tölgyesek és bükkösök övében helyezkednek el. A legkedvezőbb humiditású területek főleg bükkösök; a kedvezőké gyertyános-tölgyesek, a még megfelelőké tölgyesek, míg a száraz terület cseres, illetve erdőssztyepp. Az erdőgazdálkodás eredményességét Magyarországon főleg a „vízellátás” határozza meg. A második világháború befejezésének idején, Magyarországon az élőfakészlet mintegy 150 millió m³, az évenkénti folyóövedék 3 millió m³ volt. Ezzel szemben napjainkra az élőfakészlet elérte a 357 millió m³-t, s a folyóövedék meghaladta a 13 millió m³-t. Kutatások bizonyítják, hogy az erdők potenciális fatermő képességéhez viszonyítva az aktuális fatermő képesség közel 80%-os. Ez arra utal, hogy jelentős mértékben erdeink fatermése már alig növelhető (Solymos 2005).

6.2.1. *Az erdők növedékpotenciáljának változása*

A klíma, valamint az erdei ökoszisztémák működése, ezen belül a klíma és a fanövekedés közötti összefüggések régóta kutatott területek. A klímaváltozásra az erdők érzékenyen reagálnak, de a reagálás módjának megítélése nem egyértelmű. A fanövekedésnek összetett környezetvédelmi, társadalmi, de nem utolsósorban pénzügyi és gazdasági kihatása is van. A fanövekedés mérésének történeti hagyományai vannak az erdőgazdálkodásban. Kutatók (Kuusela 1994) kimutatták, hogy nőtt a nyugat-európai erdők fakészlete és növedéke az országos erdészeti statisztikák adatait elemezve. Ezt követően jelent meg (Spiecker et al. 1996) tanulmánykötete, amelyben – szintén erdőleltárakra alapozott vizsgálatok eredményei mellett – az erdőállomány kísérletekben végzett tudományos elemzések összevetése is megtalálható. Az eredmények összesítése alapján, az látszott igazolódni, hogy az európai kontinens nagyobb részén, kisebb-nagyobb mérvű fanövekedésgyorsulás mérhető (Somogyi 2007a).

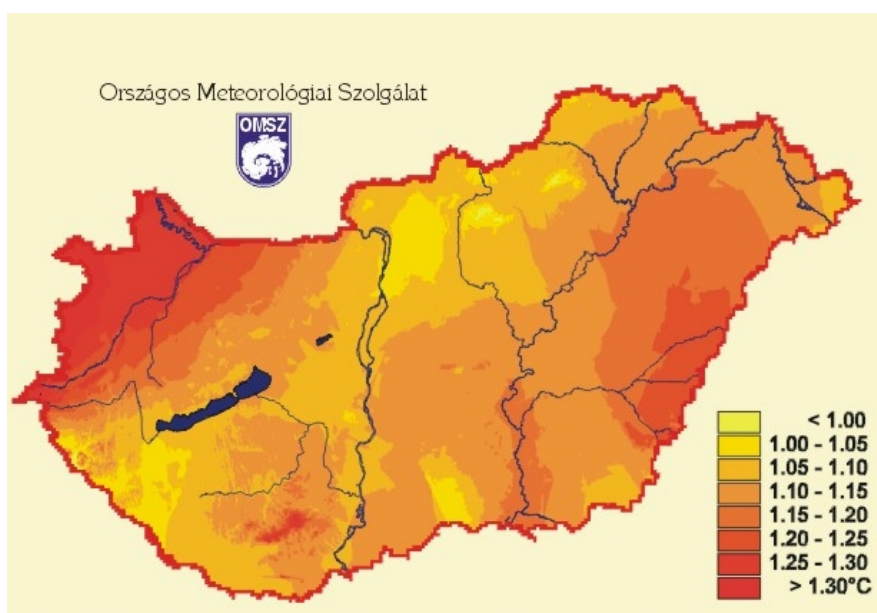
Nyugat-Európában a nitrogén és a CO₂ mennyiségének, és a hőmérséklet növekedésének köszönhetően gyorsul a fák növekedése. A növedégyorsulás különösen a bükk és a lucfenyő esetében volt jelentős. Fafajtól függően, átlagban évi 1 kg/ha átlagos nitrogénnövekedés kb. 1%-os emelkedést eredményez a fák növekedésében, ami megfelel 20 kg/ha szénmegkötésnek az erdőben. Ez a gyorsulás csak ott volt megállapítható meg, ahol a kén-dioxid ülepedés, a savasodás, illetve a vízhiány nem lépett fel (European Commission 2009).

Magyarországon továbbra is nyitott kérdés, hogy a klímaváltozás milyen hatással van az elmúlt néhány évtizedben a legelterjedtebb fafajok növekedésére. A növekvő hőmérséklet és a levegő magasabb szén-dioxid tartalma, valamint a nagyobb mennyiségben rendelkezésre álló nitrogénvegyületek, azonban az erdei fafajok magasabb növekedését vetítik előre. Ezzel szemben a csapadék mennyiségének csökkenése és az eloszlás változása ezzel ellentétes folyamatot indukál. A Kárpát – medence speciális környezeti és ökológiai helyzete miatt fontos annak eldöntése, hogy ebben a környezetben ez a növekedésgyorsulás fennáll-e. A növekedést indukáló tényezők hatását ellensúlyozza a csapadék ingadozása és a fokozódó ariditás.

Az utóbbi időszakban Magyarországon hat helyszínen végzett mérések alapján, az elmúlt 40 évben, három kísérleti terület esetében a növekedés intenzívebb volt, mint a megelőző időszakban; kettő esetében változatlan; illetve egy esetben csökkent a növedék (Szabados 2007).

A feltevéssel kapcsolatosan Somogyi (2007a) is végzett kutatásokat, – aki az erdőállomány adattár 1981-2001 közötti időszak adatváltozásait elemezte, – kiegészítve a hosszú időtartamú erdei kísérleti területek eredményeivel. Megállapította, hogy 1981-2001 között a hőmérsékletváltozás miatt az átlagos magassági méretek szignifikánsan emelkedtek. A kutatás végén azonban szükségesnek tartotta megjegyezni, hogy a kimutatott magasságnövekedésből fakadó fatérforogat növekedés volumene nem indokolja a fakitermelés mértékének fokozását. Az IPCC (2007) szerint globálisan a fatermékek termelése csekély mértékben lesz növelhető, mert a produktivitás csupán 1-3 fokos további hőmérséklet-emelkedésig növekedhet. A magasabb hőmérséklet ugyanis gyorsabb vízciklust eredményez, megnő a fák vízigénye, és a legtöbb forgatókönyv szerint nyáron csökken a csapadék mennyisége. A fák számára rendelkezésre álló víz limitáló tényező lesz, és korlátozhatja a fanövekedést, sőt a vízhiány a fák száradásához vezethet (Somogyi 2007a).

A faanyag produkció és a klímaváltozás összefüggése, izgalmas kérdés. Ennek változása szoros kapcsolatban állhat a jövedelmezőség változásával is. Az emelkedő átlaghőmérséklet, a növekvő szén-dioxid koncentráció és a nitrogén-felvételi lehetőség következtében – a vízfelhasználás hatékonyságának javulása mellett – a fotoszintézis felgyorsul a legtöbb mérsékelt égővi fafajnál. Ezt igazolja az is, hogy néhány nyugat-európai országban, a kutatások szerint az elmúlt évtizedekben több növedék képződött, mint ami az alacsonyabb széndioxid koncentrációban jelentkezett. Szükséges azonban megjegyezni, hogy a kedvező folyamatok csak akkor mennek végbe, ha egyik tényező sem jelentkezik limitáló faktorként. A növedéktöbblet megléte a Kárpát-medencében nem egyértelmű. Ezzel szemben a klíma szárazodása tetten érhető, emiatt az erdőállományok megőrzése, fenntartása a nehezedő klimatikus viszonyok között a legizgalmasabb szakmai kérdés napjainkban. A régiók szempontjából nem csak az alföldi területekről van szó; a Dunántúl szárazabbá válása – a nagyobb erdőborítottság okán – sokszor drámaibb és következményeit tekintve veszélyesebb. Jó példa erre, a 2003-as, súlyosan aszályos év, amikor a legszárazabb terület nem az Alföldön, hanem a Komárom-Esztergom megyei Táton volt, az évi csapadékösszeg alig haladta meg a 270 mm-t (Tasnády 2005). A hőmérséklet emelkedése is az ország egyik leghűvösebb észak-nyugati régióját érintette a legnagyobb mértékben (6-3. ábra).



6-3. ábra: Az átlaghőmérséklet változása Magyarországon 1975-2004 között.²²

²² Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat 2006

A növedékgyorsulási feltételezésekkel szemben, a klímaváltozás eddigi hatását az erdőgazdálkodó a gyakorlatban a vitalitás-gyengülésében, a viharok erősödésében, a gyakoribb erdőtüzekben, az erdők egészségügyi problémáiban és az erdőpusztulás növekedésében érezte. Az aszályos időszakban jelentős probléma van minden állományalkotó fafajunkkal, nem csak felújítások károsodnak, hanem a középkorú és idős állományok is pusztulnak. Az időjárás extrémitásának növekedésével várható, hogy bizonyos kártevő fajok kártétele mindennapossá válik, és számottevően növekszik; illetve mellettük, további fajokkal bővül hazánkban az erdészeti károk szempontjából jelentős rovarfajok egyébként is népes csoportja. A 2004 és a 2005. évi Lymantria-károsítás is ezt igazolta (Csóka-Leskó 1994).

6.2.2. Az erdőállományok reakciója a változásokra

Az erdőgazdálkodás olyan termelési ágazat, ahol az evolúciós ökológia szempontjai közvetlen gazdasági jelentőséggel bírnak. Ezeket az erdőgazdasági gyakorlat a lehetőségekhez mérten eddig figyelembe is vette. Az erdőgazdálkodási beavatkozásoknak evolúciós következményei vannak. A génkészletre gyakorolt hatás genetikailag ma már kimutatható. A prognosztizált klímaváltozásokhoz való alkalmazkodás tekintetében a migráció szerepe elhanyagolható a fenotípusos plaszticitással szemben. Ezért határozott elsőbbséget kell biztosítani a kedvezőbb rugalmassággal rendelkező populációknak. A faállományok termőhelyhez való genetikai alkalmazkodottsága még őshonosság esetén sem tökéletes (Mátyás 2006d).

Az ariditási alsó határon egy esetlegesen bekövetkező melegedés a növedék visszaesését és emelkedő pusztulást eredményez. Megfelelő vízellátottságú humid klímazónában és a termikus felső határon viszont növedékgyorsulás is várható. Ezzel magyarázható az az ellentmondás, hogy Európa atlanti-boreális térségeiben növedékgyorsulás jelentkezik, ezzel szemben a mediterrán-kontinentális részen lassulás. Tekintettel a következő évtizedekben fellépő klímaváltozásra, a jelenleg klímazonálisan elhelyezkedő állományalkotó faállományok legalább felét érinti a változás. A több klímaszcenárióban megfogalmazott hőmérsékletemelkedés és csapadékcsökkenés esetére annyi állapítható meg, hogy a nedvességre különösen érzékeny lucfenyő és bükk állományokban komoly veszteségek valószínűsíthetők, mind az egészségi állapot, mind a mortalitás, mind a növedékvesztés tekintetében (Mátyás et al. 2007).

Levonható az a következtetés, hogy hazánk területén a faállománytípusok területi eloszlását a nedvesség-ellátottság sokkal erőteljesebben határozza meg, mint a hőmérséklet. Ez utóbbi szerepe az olyan tájakon jelentős, ahol a csapadékmennyiség viszonylag kevés (Berki et al. 2000). A nedvesség és a hőmérséklet változása felveti a fafajok alkalmazkodásának vagy migrációjának kérdését. Adatokkal rendelkezünk a legutóbbi jégkorszak végével elindult fafaj visszaáramlásról az egykori menedék területekről; az Appenin- és Ibériai-félsziget és a Balkán irányából észak felé. Ennek ellenére a vándorlás sebessége Észak-Amerikában jobban meghatározható, mivel ezt a folyamatot nem akadályozták kelet-nyugat irányú hegyláncok. Ennek alapján biztonsággal megbecsülhető, hogy a fenyők 400, a tölgyek 350, a bükk 200 km/évezred „sebességű” vándorlásra képesek. Ezt a vándorlási sebességet az izoterma-eltolódás sebességével kell összevetni. A jelenlegi trend alapján az évi átlaghőmérséklet-emelkedés Közép-Európában évi 10 km eltolódásnak felel meg. Ha ezen érték felével számolunk, akkor is látható, hogy a fajok vándorlási sebessége nagyságrenddel elmarad

bármelyik klímaszcenárió által prognosztizált változási ütemétől. A jelenleg domináns állományalkotó fafajok a nagytérsegi változásokat aligha tudják követni. Hegyvidéken vertikális irányban ez a folyamat még működhet, a migráció lehetősége – amennyiben van hová vándorolni – felfelé adott (Mátyás 1997).

A „Járó” féle osztályozást alapul véve a fontosabb klímaövek a Kárpát-medencében: bükkös, gyertyános-tölgyes, cseres-kocsánytalan tölgyes és erdőssztyepp klíma. Az egyes zonális erdő övek közötti klimatikus különbségek a várható változásokhoz képest csekélyek. Az erdőtakaró klíma érzékenysége a Kárpát-medencében különösen nagy, mert szinte minden állományalkotó fafajunk országhatáron belül éri el a nedvességihiányból adódó elterjedési határát. Az ország nagy része sík, kevésbé tagolt, kismértékű klimatikus változás horizontálisan nagy földrajzi térségeket érint. A fentiek alapján elkészült az „erdőssztyepp-vonalat” ábrázoló térkép, különböző feltételezett klímaváltozásokra (6-4. ábra). Mindegyik változat a száraz erdőssztyepp jelentős térhódítását vetíti előre (Mátyás – Czímber 2004, Mátyás 2008).



6-4. ábra: Az erdőssztyepp előfordulási valószínűsége:²³

Az „erdőssztyepp-vonal” jövőbeni elhelyezkedése, esetleges elmozdulása a hazai erdőgazdálkodás jövője szempontjából, meghatározó jelentőségű. Kirajzolja annak az erdőterületnek a határait, amelyen kívül az erdő ökológiai és gazdasági funkcióit teljes körűen betöltő zárt erdőállomány már csak többletvíz jelenléte esetén tartható fent. Országos, ill. táji szinten is jelentős változásokra kell felkészülni, ami az erdőgazdálkodás esetében nemcsak az ökoszisztémák faji összetételére, hanem a teljesítőképességére, jövedelmezőségi és gazdasági értékére is ki fog hatni (Mátyás 1997).

A változásokhoz való alkalmazkodási képességben a genetikának jelentős szerepe van. Az élőlény környezeti tényezőkkel szembeni, genetikailag meghatározott tűrőképessége a toleranciagörbével jól szemléltethető. A toleranciahatár nem egy éles vonal, elérése előtt, már jelzések érkeznek, a faj vitalitása gyengül, kórokozók támadják meg, a betegségek támadásának kevésbé tud ellenállni. Ez a jelenség napjainkban is jól megfigyelhető például a bükkön, de a legszembetűnőbb a lucfenyőn, amely a szélsőségesen száraz időjárás miatt legyengült és nem tud ellenállni a szűzfélék inváziójának, ezért magyarországi megmaradása kérdésessé vált (Mátyás 2004b). A klímaövek eltolódásának problematikája nemcsak az erdőállományokat érinti, hanem hatással van a szaporító források átrendezésére is (Persson 1998).

²³ Forrás: Mátyás – Czímber (2004)

Hazánkban kétségesnek látszik az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) megállapítása, miszerint az erdőgazdálkodás feltételeinek változása azt fogja jelenteni, hogy „nagyobb mennyiségű elpusztult és pusztuló fát kell majd kitermelni, és az új klímához jobban alkalmazkodó, új fajokat telepíteni” (IPCC 2001). A zárt erdőtakaró alsó határa mentén nehéz lesz új állományalkotó fajokat találni. Ezért törekedni kell a jelenlegi fajok és társulások megtartására, akár mesterséges úton is. A gazdaságilag fontos fafajok tekintetében megállapítható, hogy magyarországi előfordulásuk az alsó ökológiai határon van, és azt is be kell ismerni, hogy nincs igazán őshonos alternatívájuk. Amennyiben a zárt erdei ökoszisztémáknak domináns, uralkodó fajait elveszítjük, nem tudunk helyettük más, közeli régiókban honos fajokat betelepíteni. A csekély felszíni tagoltság sebezhetővé tesz bennünket (Mátyás 2005, Mátyás 2004a).

Több klímaváltozási forgatókönyv alapján a jelenlegi cseres-tölgyes klíma helyén lévő területek klímaadatai rosszabbak lehetnek a jelenlegi erdőssztyepp klíma átlagánál. A többi erdei klímazóna esetében is elmondható, hogy az elmozdulás minden esetben legalább egy zónának megfelel. A leginkább veszélyeztetett területek az eredmények szerint, a Dunántúli dombvidékek, elsősorban Tolna, Somogy dombvidékei, a Balaton környéke, valamint a Kisalföld déli szegélye, és természetesen az Alföld. Magyarországon a hőmérséklet emelkedés és csapadék csökkenése esetén az erdőssztyepp a zonális erdők rovására terjeszkedne (Mátyás 2005).

Ahhoz, hogy meg tudjuk becsülni a klímaváltozás hatását az erdőgazdálkodás jövedelmezőségére, prognosztizálni kellene az erdőállományok legfontosabb paramétereinek, termelési tényezőinek jövőbeni változását. A makro-, mikroökonómia, az erdőérték számítás összefüggéseivel csak ezek után lehet meghatározni a várható jövedelemváltozás irányát és nagyságát.

6.2.3. Lomblevelű erdők

Az egyik legismertebb és viszonylag korai, a klímaváltozással összefüggésbe hozható erdei kártétel a kocsánytalan tölgyek hervadásos pusztulásaként jelentkezett a 80-as években. A tölgyesek mind ökonómiai mind ökológiai szempontból meghatározó jelentőségűek a magyar erdőgazdálkodás számára. Ezért az egészségi állapot, illetve az abban történő változások kiemelt figyelmet élveznek. A hervadásos tölgypusztulás következtében a kocsánytalan tölgy egészségügyi állapotának változásával a 80-as évek elejétől számos szerző foglalkozott (Igmándy et al. 1984, Igmándy 1985, Führer 1989, Csóka 1992, Vajna 1995, Standovár – Somogyi 1998, Csóka et al. 1999). A tölgyben érzékelt változás, kutatási adatokkal is alátámasztható (6-1. kép). A síkfőkúti cseres-tölgyes erdőállományokban végzett vizsgálatok megállapították, hogy a kocsánytalan tölgy levélnövekedése és asszimiláló lombfelülete nagyobb klimatikus érzékenységet mutat, mint a cseré. Száraz vegetációs időszakban a magasabb hőmérséklet levélnövekedést stimuláló hatása nem volt kimutatható. A lombfakadáskor és a levélnövekedés idején fellépő vízhiánynak a fák egész évi növedéke szempontjából súlyos következménye van. A szervesanyag produkció mérséklődése mellett a fák gyengültségi állapotba kerülnek és a károsítókkal szemben fogékonyak lesznek (Mészáros et al. 2007).



6-1. kép: Pusztuló tölgyek Sárvár közelében²⁴

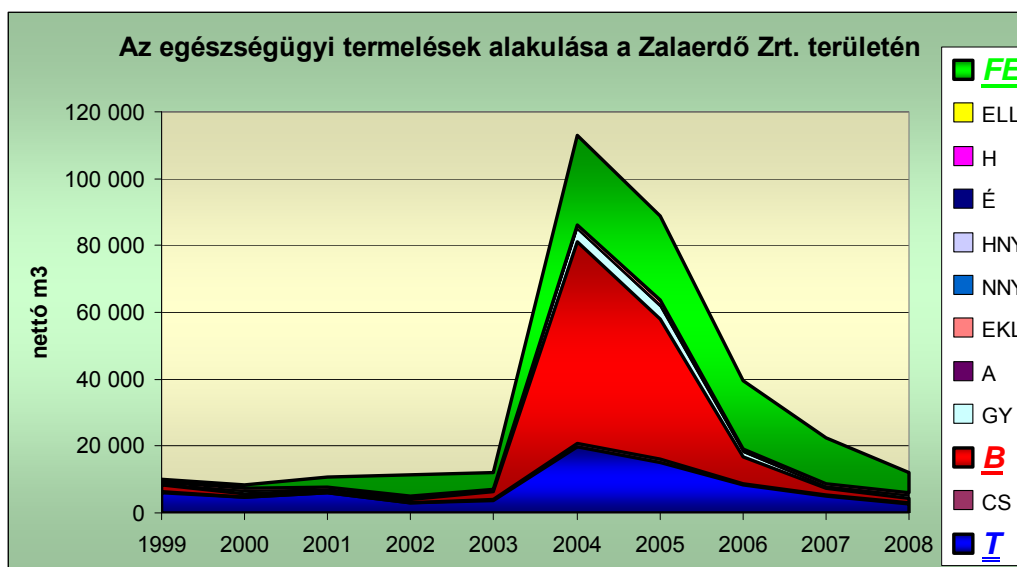
Führer – Járó (2000.) szerint a fő növekedési időszak (V-VII. hónap), valamint a kritikus hónapok (VII-VIII.) csapadékmennyisége meghatározó az állományok egészsége szempontjából. A kritikus hónapok és a fő növekedési időszak hőmérséklet és csapadék adataiból a Führer által használt (Führer – Jagodics 2007) erdészeti szárazsági mutató (FAI: Forest Aridity Index) értéke a bükkösök területén a legkisebb, gyertyános-tölgyes környéken közepes, míg a legmagasabb a cseres ökoszisztémákban. A bükk, és a gyertyán klímaérzékenységének megállapítása viszonylag egyszerűnek tűnik, mert e fafajok száraz klímájú állományaiban, a közelmúltban és jelenleg indult nagyobb mértékű megbetegedés. A kocsánytalan tölgy esetében ennek meghatározása összetettebb, mert az elterjedési területének széles határsávjában tömeges pusztulás zajlott le már az 1980-as években. A fentiekkel kapcsolatban elsősorban a kocsánytalan tölgy kapcsán merül fel a kérdés, hogy az egyes fafajok állományainak adott szintű károsodásáért pontosan milyen hosszúságú klímaperiódusokat tehető felelőssé, de fel kell ismernünk, hogy a kárláncolatok kialakulása mindenképpen összefüggésben van a klíma szárazabbá válásával. A két főfafajt összehasonlítva szembevetendő, hogy a bükk esetében egy-egy aszályos év is számottevő állapotromlást idéz elő (ez különösen Zalában volt megfigyelhető), a tölgnél ezzel szemben egy-egy aszályos év nem okoz jelentős pusztulást, két-három egymást követő erősen aszályos év hatása kell, és a hatások gyakran egy-két év eltolódással egy kárláncolon keresztül jelentkeznek (Csóka et al. 2007)

A bükkösökben megszaporodott káresemények miatt, e faállományok egészségi állapotának változása az érdeklődés középpontjába került (Szontagh 1987, 1988, 1989, Leskó 1993,

²⁴ Foto: Hunyadi Géza (2005)

Tóth et al. 1995, Barton 1997). A fajok egészségi állapotával kapcsolatosan az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) Erdővédelmi Osztálya erdővédelmi monitoring vizsgálatokat folytat. Az európai egységesített erdőkár monitorozáshoz kapcsolódva a 4x4 km-es erdővédelmi hálózat rácspontjain 1988-tól egységes módszer alapján minden fafajra kiterjedő egészségi állapotfelmérés folyik (Szepesi-Solti 2001). A faegyedek egészségi állapotát alapvetően koronaritkulás, csúcshárpadás alapján határozzák meg, de figyelembe veszik a bükknél és a gyertyánál esetenként tapasztalt lombszíneződést is. A bükkösök esetében 1995-ben illetve 2003-ban regisztráltak hirtelen fellépő, kifejezetten jelentős mértékű állapotromlást. 2003-ban a 2002-es értékhez képest az általuk használt egészségügyi differencia index mintegy 90%-kal nőtt. Megállapították, hogy a nagymérvű állapotromlás a súlyosan aszályos évek hatásának tudható be. A 2003-as év az utóbbi 75 év legszályosabb éve volt Zala megyében is. A 90-es évek elején az aszályos periódus 3 évig tartott, a tíz évvel későbbi már 5 egymás utáni aszályos évet hozott.

Mérések alapján megállapítható, hogy a Dél-Dunántúl bükkösei reagálnak legérzékenyebben az egymást követő aszályos évekre. Akár egy-egy erősen csapadékhiányos év késleltetve romlást okoz az egészségi állapotukban. Az első kórképek szálas öreg állományokban jelentkezték. A nagytömegű fellépés elsősorban a nagykoronájú, nagy vízforgalmú faegyedeken jelentkezett, ezek az idős fák már elvesztették plaszticitásukat, nagy lombzattal rendelkeztek, a jelentős vízforgalomhoz nem voltak meg a klimatikus feltételek. A vízhiány első jeleként lombhullás következett be, ennek következtében az állományon belül nőtt a sugárzás, ami csúcshárpadáshoz és fokozatosan az egész fa elhalásához vezetett. Ezt követően másodlagos károsítóként rovarok és gombák telepedtek meg a legyengült vagy elpusztult törzseken. Ez a folyamat jól nyomon követhető a ZALAERDŐ Zrt. egészségügyi termelés adatainak (6-5. ábra) a változásain (Góber 2005). A kutatások rögzítették több rovar- és gombafaj jelenlétét a kárláncolat során, így megjelent a karsú díszbogár (*Agrius viridis*) és a bóbítás bükkészú (*Taphrorychus bicolor*). Az említett rovarfajok a szárazság miatt legyengült fák nyújtotta kedvező feltételek miatt voltak képesek a tömegszaporodásra (Molnár – Lakatos 2006).



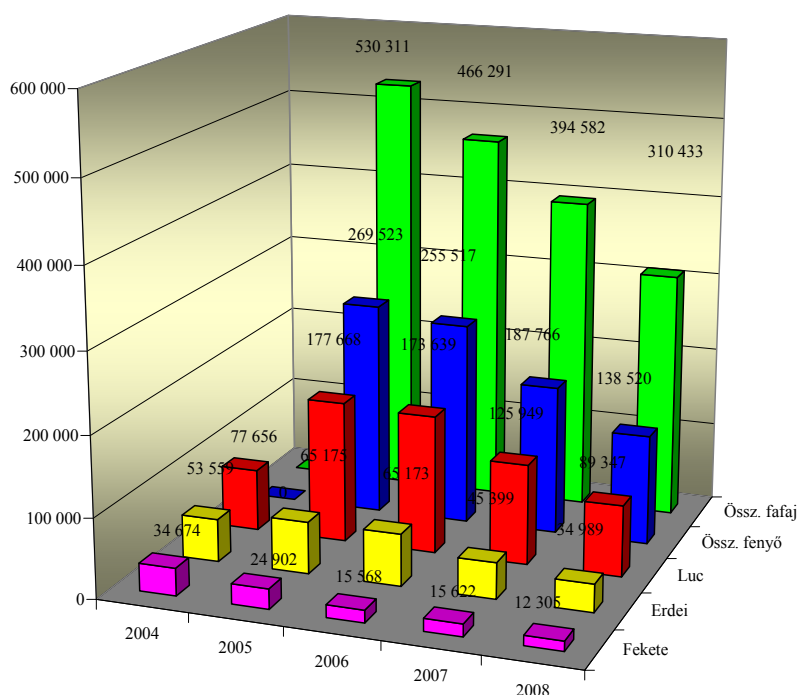
6-5. ábra: Az egészségügyi termelések fajokonkénti változása az elmúlt tíz évben a Zalaerdő Zrt. területén²⁵

²⁵ Forrás: Góber (2008)

Azon túl, hogy a károsodásnak komoly ökológiai következményei voltak, az erdőgazdálkodó számára is komoly gazdasági veszteséget jelentett a fellépő kár (Góber 2005). A közelmúlthoz hasonlóan a jövőben is várható, hogy egyre szárazabb időszakok következnek – ami jelentős kihatású kárláncolatok, kárfolyamatok kialakulásához vezethet – és ennek következtében, a fafaj areahatárán lévő bükkösök pusztulása okán, várhatóan csökken a bükk elterjedése (Csóka et al. 2007).

6.2.4. Fenyvesek

Annak ellenére, hogy a fenyvesek az erdőterület 12%-át, a fatérfogatnak pedig 15% át adják (ÁESZ 2007) a 2005 és 2008 közötti időszakban a károsítás miatt egészségügyi termelések 50%-át adták. Ez is jelzi nagyfokú klímaérzékenységüket (6-6. ábra).



6-6. ábra: Egészségügyi termelések országosan 2004-től (összes fafaj és fenyő 2004-ben nem áll rendelkezésre)²⁶

A 90-es évek elején is egyre több helyen fordult elő klímaváltozással összefüggésbe hozható erdőkárosodás. Ilyen száradást figyeltek meg többek között a Kemenesháton (6-1. kép) és a Balaton felvidéken található 35-40 éves erdőfenyő, feketefenyő állományokban. A viszonylag száraz klíma és magas hőmérséklet következtében itt a cseres-tölgyesek alkotnak zárt erdőket. A 90-es évek elejének csökkenő csapadékmennyisége még szárazabbá tette a klímát. A szárazabb évek megjelenésével a vizsgálatok szerint a területen előtérbe kerültek az erdősztyepp klímára utaló jelek. Az időjárás szélsőségesebbé válásával, illetve a csapadékhiány miatt egyre nagyobb jelentőségű a talajok vízgazdálkodása. A klimatikus körülmények megváltozásának következményeként olyan – eddig nem elég alaposan figyelembe vett – termőhelyi tényezők szerepe is fölértékelődik, mint a vízkapacitás. Ezen tényezők jelentőségét növeli az is, hogy már nemcsak a fák növekedésére gyakorolt hatásukat

²⁶ Forrás: MgSZH (2010)

kell figyelembe venni, hanem ennél sokkal jelentősebb lesz az állomány egészségi állapotára, s egyáltalán, létére gyakorolt hatásuk is (Bidló – Kovács 1997).



6-2. kép: Elpusztult erdefenyők a Kemenesháton²⁷

Egy fafaj, a lucfenyő fokozatosan eltűnik Nyugat-Magyarországról. A közelmúltban történt és még zajló lucpusztulás (6-3. kép) a faj honi elterjedéséhez képest hatalmas kiterjedésű, már a rudas korú erdőket is elérte ez a probléma. A jelenlegi kedvezőtlen irányú klímaváltozás hatására lucfenyveseink legyengültek, nedvkeringésük-gyantatermelésük lecsökkent. Elsősorban e miatt okoznak jelentős pusztítást a lucfenyő legfontosabb károsítói, a betűzöszű (*Ips typographus*) és a rézmetszőszű (*P. calcographus*). E fajok számára közvetve, de közvetlenül is kedvező az aszályos időjárás.

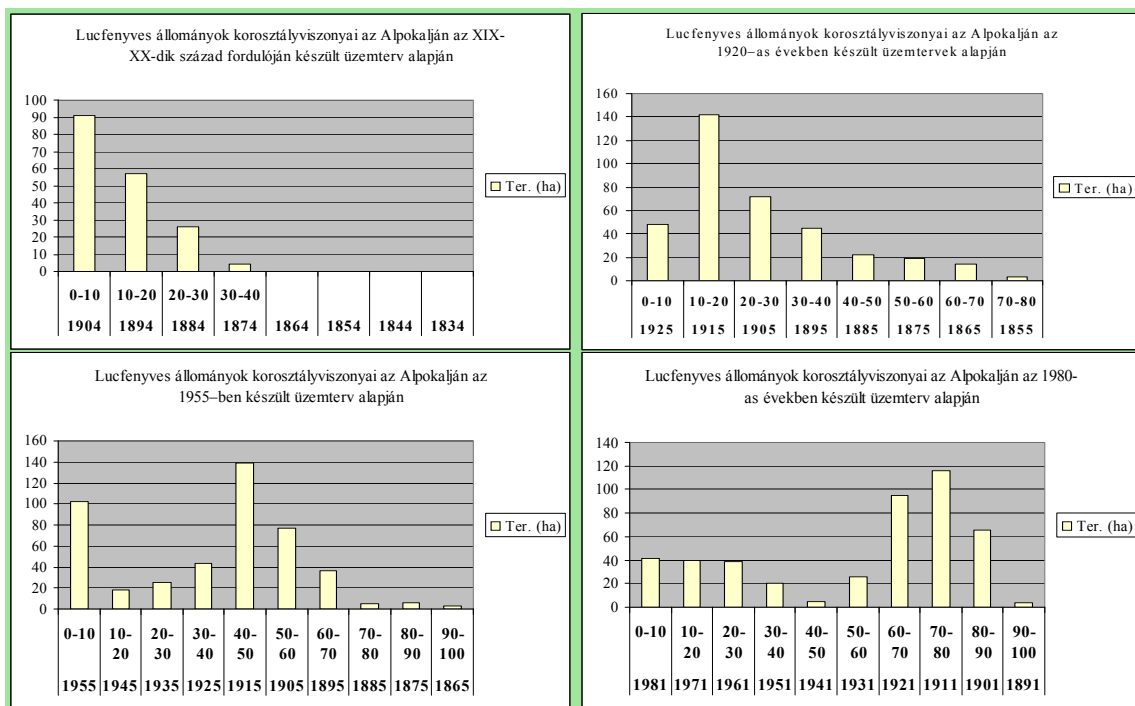
Ahhoz, hogy megérthessük a lucfenyővel kapcsolatos problémát, vissza kell mennünk az időben. Meg kell vizsgálni, hogyan jelentek meg ilyen tömegesen a lucfenyvesek a nyugat-magyarországi régióban. A honi lucfenyő állományok többsége a fafaj számára mára már „határ termőhelyeken” található, szinte sehol sem éri el a szükséges optimumot. A Kőszegi hegységben feltételezik a luc őshonosságát. Például Keresztesi (1971) a Magyar Erdők című könyvében, Kőszeg környékének erdei címszó alatt írja: „A fenyők közül különösen elterjedt az erdei fenyő, de a hegység magasabb helyein és a völgyekben őshonos a luc és a jegenyefenyő is”. A szakemberek többsége ezt vitatja, szerintük azokon a területeken, ahol most a lucfenyőt találjuk, feltételezzük, hogy korábban bükkösök, illetve szárazabb termőhelyeken tölgyesek állhattak. Felkapott szóhasználatból élve a lucfenyő – kisebb vitatott foltoktól eltekintve – valószínűleg nem őshonos.

²⁷ Fotó: Hunyadi Géza (2005)



6-3. kép: A háttérben még élő, de károsodott, az előtérben már elpusztult lucfenyők²⁸

Az 1800-as évek végén készült üzemtervekből (6-7. ábra) és levéltári feljegyzésekből egyértelműen kitűnik, hogy az 1860-as években kezdték a lucfenyő felújításokat, és a legnagyobb arányú fenyvesítések a századfordulón és az I. világháború előtt történtek (Szép 1997).



6-7. ábra: A lucfenyő telepítések időszaka az Alpoknál korosztályok szerinti megbontásban, a XX. században készült üzemtervek alapján²⁹

²⁸ Fotó: Bugán József (2005)

²⁹ Forrás: Szép (1987)

A lucfenyő hazánkban feltehetően nem őshonos. Ennek ellenére faanyagának széleskörű felhasználhatósága, gyors növekedése és az ipari forradalmat követő népességrobbanás okozta faigény növekedés révén hamar elterjedt. Monokultúras állományait tarvágással hasznosították. A fafaj gazdaságossági mutatói kimagaslóan jók, a fűrészipar máig legkeresettebb fája. Természetes élőhelyén a magas nedvesség- és páratartalmú közép-és magashegységek 800-1500 méteres magasságában általánosan megtalálhatóak vegyes korú állományai; míg alacsonyabb szinteken bükkal, juharokkal és erdei fenyővel alkot elegyes erdőt; a magasabb térszinteken pedig jegenyefenyő és vörösfenyő mellé társul. Ezek az optimális termőhelyen élő, elegyes állományai ellenállóbbak a biotikus és abiotikus károkkal szemben is.

A magyarországi, szúkárokkal sújtott terület termőhelyi adottságai messze elmaradnak a kívánatostól, ezért a 250-300 méteres tengerszint feletti, egykorú, elegyetlen állományai legyengültek. A szúgradáció kialakulását nagyban segítette az a társadalmi nyomás, ami a túraútvonalak menti kellemes erdőkép kialakítását követelte, illetve a védett erdők erdészetekre nehezedő más típusú kezelési módja. A megkívánt, minél látványosabb, méretesebb erdőkben a vágáskor közel 90 év, de egyes területeken teljes véghasználati tilalmat rendeltek el, így túlkorossá váltak az erdők, ami az ellenálló-képesség csökkenését, betegségek iránti fogékonyságot eredményezi.



6-4. kép: Betűzőszú (*Ips typographus* L)



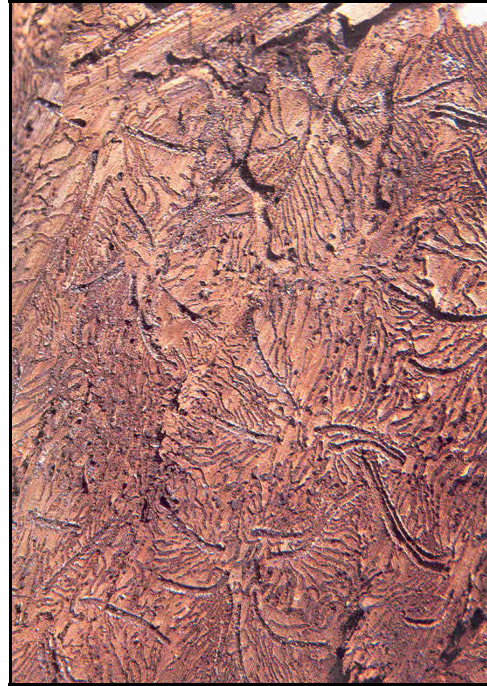
6-5. kép: Rézmetsző szú (*Pityogenes chalcographus* L.)³⁰

A szú az erdő életközösségének részét képezi. A magyarországi lucfenyvesekben a betűzőszú (*Ips typographus* L. (6-4. kép, 6-6. kép) és a vele gyakran együtt fellépő rézmetsző szú (*Pityogenes chalcographus* L. (6-5. kép, 6-7. kép) okoz dülásszerű károkat. Az egészséges törzsek ellenállnak a szú károsításának. Ez az ellenállás a gyantatartalmukon alapszik, mert a behatoló bogarak a gyantába fulladhatnak, vagy a már megkezdett álcameneteket tölti ki a gyanta és pusztítja el a fiasítást. A legyengült, beteg törzsek gyantatartalma kisebb, mint az egészségeseké. A szú dülások kialakulása, vagyis az egészséges törzsek hirtelen, sikeres legyőzése az egy időben támadó szúk mennyiségétől függ. Az egészséges törzsek is csak egy bizonyos határig tudnak ellenállni, ha nagyon nagy tömegben van jelen a szú, akkor már ők sem képesek legyőzni a támadó bogarakat.

³⁰ Forrás: Hunyadi (2005)



6-6. kép: Betűzőszú (*Ips typographus* L.)
rágásképe



6-7. kép: Rézmetsző szú (*Pityogenes
chalcographus* L.) rágásképe

Az állományban előforduló mennyiségük különböző faktoroktól függ. Normális körülmények között ez önmagától szabályozódik. A szúnak a tömeges fellépésükhöz nedvességi zavarokkal küzdő, nedvrekedt fákra van szükségük, amit a már nem megfelelő termőhelyre való telepítés is előidézhet. Ha ehhez még olyan tényezők is csatlakoznak, amelyek az erdőt alkotó fák vízgazdálkodásában zavarokat idéznek elő, a szúkárosítás életfeltételeit megteremtik és kiváltják a szúk gradációját. A legnagyobb veszélyt a fák vízgazdálkodása szempontjából a több éven át tartó szárazság jelenti, különösen, ha ez hőséggel párosul – írta Györfi János professzor az 1957-ben megjelent Erdészeti Rovartan című könyvében. A szúk részben fiziológiailag, részben technikailag károsak. Másodlagos károsítók, ha azonban kedvező körülmények folytán (széldöntés, hőtörés, szárazság stb.) elszaporodnak és költésre alkalmas fát elegendő mennyiségben már nem találnak, a még egészséges, de legyengült állapotban lévő fákat is megtámadhatják, ezáltal hatalmas károkat okozva.

7. A fajok tűrőképessége a megváltozott környezetben

A klímaterolerancia minimumot akkor lehet könnyen és pontosan meghatározni, ha a felvételezésünkkel éppen tanúi vagyunk a populáció utolsó egyedei károsodásának. A klímaminimum nagy pontosságú meghatározása gyakorlati szempontból nem szükséges, mert nem arra vagyunk kíváncsiak, hogy mekkora a populáció legellenállóbb egyedének klímateroleranciája, hanem arra, hogy milyen éghajlati viszonyok között képes az adott faj annyi egyeddel fennmaradni, hogy legalább számottevő elegyet tudjon képezni a jövő erdőállományaiban (Berki – Rasztoivits 2004). A bükk aszályal szembeni toleranciáját vizsgálva megállapították, hogy ez az aszályosság index 2000-2003 közötti időszakban, sok bükkös állományban megközelítette, illetve elérte a bükk szárazság toleranciájának a határát. A megfelelő súlyozással képzett csapadékösszeg és a nyári középhőmérséklet hányadosaként kapott toleranciaérték alapján elkészítették a bükk országos tolerancia index térképét. Ezen látható, hogy Külső-Somogyban, Zselicben és Zala megye keleti határrészein a 2000-2004 közötti évek szárazsága túllépte a bükk faj tolerancia határát, tömeges bükk pusztulást okozva e tájakon. Feltételezik, hogy az egyre szárazabb időszakok következtében a jövőben is várható, hogy a faj area határán lévő bükkösök pusztulása miatt csökkenhet a faj elterjedése.

7.1. A tűrőképesség határai

A gazdasági jelentőséggel rendelkező fajok közül a lucfenyő és a bükk közismerten érzékeny az aszályos periódusokra. Ez utóbbi napjainkig arányaiban kevésbé károsodott, de a területfoglalása révén nagyobb gazdasági jelentőséggel bír. A faj veszélyeztetettsége az ariditás fokozódásával egyre nő. Az Állami Erdészeti Szolgálat 2002-es adatai szerint 1988 óta az egészséges, lombvesztést nem mutató bükk egyedek aránya országosan 90-ről 40 százalékra csökkent (Mátyás, 2006).

Magyarországon az erdőalkotó fajok, s ezen belül a zonális erdőtípusok számára a makroklimatikus feltételek az ország jelentős részén határhelyzetet jelentenek. Emiatt már az időjárási paraméterek aránylag kismértékű elmozdulása az erdészeti klímazonában jelentős léptékű változásokat okozhat. Fontos kérdés, hogy az állományalkotó fajok milyen mértékű változásokat, szélsőségeket képesek elviselni (Führer - Mátyás 2005). A bükk jelenlegi tényleges elterjedési határa Magyarországon a klimatikusan lehetséges elterjedési határnál beljebb található, mert e fajt az erdőgazdálkodás – a korábban nem teljesen megoldott ipari felhasználás miatt is – az 1800-as évek végétől kisebb-nagyobb mértékben az optimum-területei felé szorította (Járó-Tátraaljai 1984). Ezzel szemben ismeretesek olyan előfordulások, ahol a bükk – a kedvező termőhelyi hatások miatt (általában a többletvízhatás) – a klimatikus határán kívül található meg. A faj klimatikus toleranciájának meghatározásához az előfordulások közül csak azok vehetők figyelembe, amelyek zonális helyzetük miatt döntően a makroklimatikus tényezők által meghatározottak. A zonális előfordulás feltétele a lehetőleg sík felszín, többletvízhatástól független, mély termőrétegű, közepesen kötött és talajhibáktól mentes talaj (Mátyás 1996).

A zonalitás feltételeit teljesítő helyszínekre a digitálisan előállított klímafelületek vonatkozó adatai megfelelő pontosságú információt szolgáltatnak (Móricz – Rasztoivits 2007). Segítségével az egész ország területére kiszámítható egy olyan index, ami jelzi a bükk számára szükséges klímához való viszonyt. A klímaterolerancia határainak ismeretében lehetséges a potenciális elterjedési határ modellezése, adott jövőbeni klimatikus forgatókönyvekre.

A jövőbeli elterjedés ismeretében az erdőgazdálkodási gyakorlat számára meghatározhatók azok a területek, ahol a fafajjal eredményes erdőgazdálkodás folytatható.

A kutatók (Berki et al. 2007) a fenti feltételeknek megfelelő, a fafaj számára jelenleg klimatikusan határ-előfordulásnak minősülő zonális fekvésű erdőrészeket monitoringozták, amelyek a 2000-2004-es száraz klímaperiódus hatására különböző károsodásokat szenvedtek. A kiválasztott erdőrészekben felmérték a faegyedek egészségi állapotát. Az alkalmazott fafaj egészségállapot felmérés hasonlít, az Európában – így hazánkban is – működő 4 x 4 km-es Erdővédelmi Hálózat (Szepesi – Solti 2001) monitorozása során alkalmazott módszerekhez, ugyanakkor néhány tekintetben eltér ettől. A károsodási tünetek közül nagyobb hangsúlyt fektettek a koronaritkulásra és a csúcsszáradásra, mert ezek a legjellemzőbb tünetei a száraz klímaperiódusok következtében több éve fennálló vízhiánynak. A nagy területű egészségi állapot felvételezésben csak akkor vehető súlyosan károsodottnak a faegyed, ha a lombkorona károsodottsága 60%-nál nagyobb. A bükk toleranciakutatásnál a levélvesztés-, levélszíneződés- és koronaritkulásos-tünetekkel jellemzett „lombkorona egészségi állapot” kategóriái közül már súlyosan károsodottnak minősítették a faegyedet, ha a lombkorona károsodása elérte a 40%-ot (Berki et al. 2007).

Nahm et al. (2005) és Víg (2004) kutatásai alapján fontos a talajnedvesség utánpótlása, és a bükk számára döntő fontosságú relatív páratartalom fenntartása, illetve alapvetően szükséges a késő tavaszi és nyári hónapok csapadékmennyisége. Az ez ideig használatos aszályindexek alkalmazása helyett egy olyan új mérőszám használatát javasolták, amely a fafaj speciális igényeit pontosabban követi (Berki et al. 2007). A bükk állományok klímaigényét olyan index-szel jellemezték, ami az illető fafaj nedvesség- és hőellátottsági igényét nagyban kifejezi. A tolerancia-index kialakításakor figyelembe vették, hogy a bükk (fejlődése) számára melyik hónapokban fontos a hőmérséklet és a nedvességellátottság. Az éves szervesanyag 95%-a május közepétől július végéig képződik (Járó 1984, Szabados 2005, Lebourgeois et al. 2005).

A vizsgálat során digitális klímafelületekről határozták meg a havi csapadék- és hőmérsékletadatokat. A klímaterolerancia indexben a csapadék és hőmérséklet hányadosát alkalmazták. Az éves csapadékadatokat helyett, a márciustól-augusztusig terjedő hónapok eltérő súlyozású átlagcsapadékával számoltak. A nevezőben a három nyári hónap középhőmérsékletének átlaga szerepel (Berki et al. 2007).

A bükk toleranciaindex (TI_B) számítási módja – a fentieknek megfelelően - az alábbi:

$$TI_B = \frac{0,2 \cdot P_{III} + 0,5 \cdot P_{IV} + P_V + P_{VI} + P_{VII} + 0,8 \cdot P_{VIII}}{(T_{VI} + T_{VII} + T_{VIII})/3}$$

ahol: P_{III} : márciusi csapadék (mm)

P_{IV} : áprilisi csapadék

P_V : májusi csapadék

P_{VI} : júniusi csapadék

P_{VII} : júliusi csapadék

P_{VIII} : augusztusi csapadék

T_{VI} : júniusi középhőmérséklet (C_0)

T_{VII} : júliusi középhőmérséklet

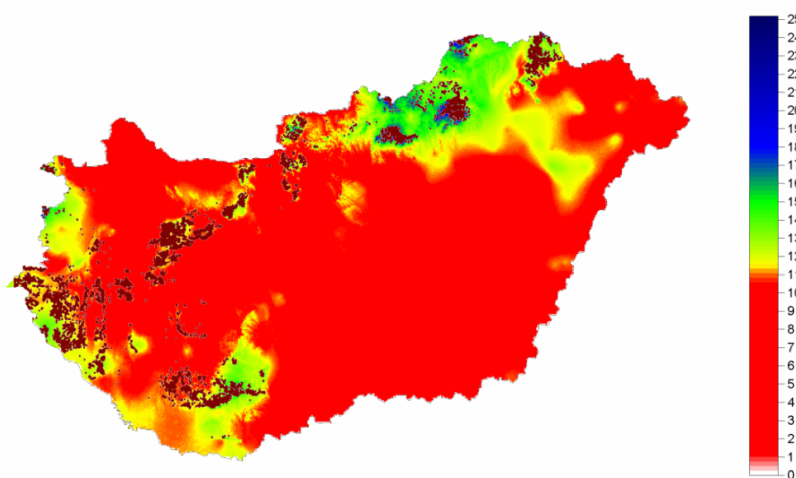
T_{VIII} : augusztusi középhőmérséklet

Külső-Somogyban zonális helyzetben olyan bükkös elegyes állományokat kerestek, ahol a bükk egyedek átlagos károsodottsága súlyos, illetve ahol már minden bükk elpusztult 2004-re. Ezek a helyszínek megfeleltek a szárazságtolerancia határértékének meghatározásához, hisz volt olyan erdőrészlet, ahol a bükk az aszály következtében nem tudott számottevő elegyet alkotni.

Az aszályos periódusok időbeli változását 1975-től elemezve egymást követő három száraz év először 1992-94 között fordult elő. Ezután közepesen nedves 3-4 év következett. Az 1990-es években kialakult aszályos periódusról és ennek következtében a zalai bükkösök károsodásáról az erdőgazdálkodók is beszámoltak (pl. Góber 2005). A három száraz év alatt azonban még nem lépett fel tömeges pusztulás.

A legutóbbi száraz időszak (2000-2003) viszont már négy évig tartott és ez súlyos pusztulást eredményezett. Ez azt jelenti, hogy a bükk egyedek egy része közepesen, más része súlyosan károsodott, számos egyed pedig teljesen elszáradt. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. Szentgotthárdi Igazgatóságának területén, az Őrségben is megfigyelhető volt ez a jelenség, különösen az Ivánchoz közeli „Antal-ligetnek” nevezett részt és környékét érintette. Mérésekkel megállapították, hogy minél kisebb az egyes helyszíneken a bükk toleranciaindex értéke, annál károsodottabb a bükk-állomány. Az eredmények igazolták, hogy az igen száraz 2000-2003 közötti időszakban több vizsgált elegyes bükkös-állományban is megközelítette, illetve elérte a klíma a bükk szárazságtoleranciájának határát.

A fentiek alapján elkészült a 2000-2003-as száraz klímaperiódus országos bükk toleranciaindex térképe (7-1. ábra). A fafaj tolerancia határának tekintett 11,2 érték alatt a skálán nincs színbeli különbség. A térkép egyértelműen mutatja, hogy az Északi-középhegység középső vidékén és Kelet-Baranyában a bükk számára nem volt szélsőséges a 2000-2003 közötti négyéves időszak. Ugyanakkor a Közép-Dunántúl tájain (Külső-Somogy, Zselic) és még Zala megye keleti részén is elérte, illetve túllépte a szárazság a fafaj toleranciahatárát, tömeges bükk pusztulást okozva ezeken a tájakon, legalábbis a zonális és annál szárazabb, délies kitétségű termőhelyeken. Erről a pusztulásról számol be Góber (2005) és Molnár - Lakatos (2006). Számottevő károsodást figyelt meg Török (2006) a bükk bakonyi elterjedésének peremén, de a megfigyelések alapján ez volt a helyzet az Őrségben is. Nem volt ugyanakkor számottevő pusztulás az Északi-középhegységben, illetve Vas megyében a Kőszegi-hegységben ahol – ebben az időszakban – a bükk tolerancia-index nem mutatott extrém szárazságot.



7-1. ábra: A bükk toleranciaindex-értékeinek területi alakulása a 2000-2003-as száraz időszakban³¹

³¹ Forrás: Berki et al. (2007)

Az alkalmazott számítási módszer megfelelően közelíti a fafaj tényleges klímaigényét, mert a 2000-es évek bükk pusztulásának területi eloszlása jól egyezik a száraz klímaperiódus toleranciahatár alatti bükk index tartományának területi eloszlásával. Klimatikusan határhelyzetű idősebb korosztályú bükkösökben tehát a súlyos károsodtság kialakulásához a tolerancia határát elérő, egymást követő, 4-5 extrémén száraz nyarú év szükséges. A jövőben várható egyre szárazabb időszakok következtében a fafaj area-határán levő bükk populációk pusztulása miatt csökken a bükk elterjedése.

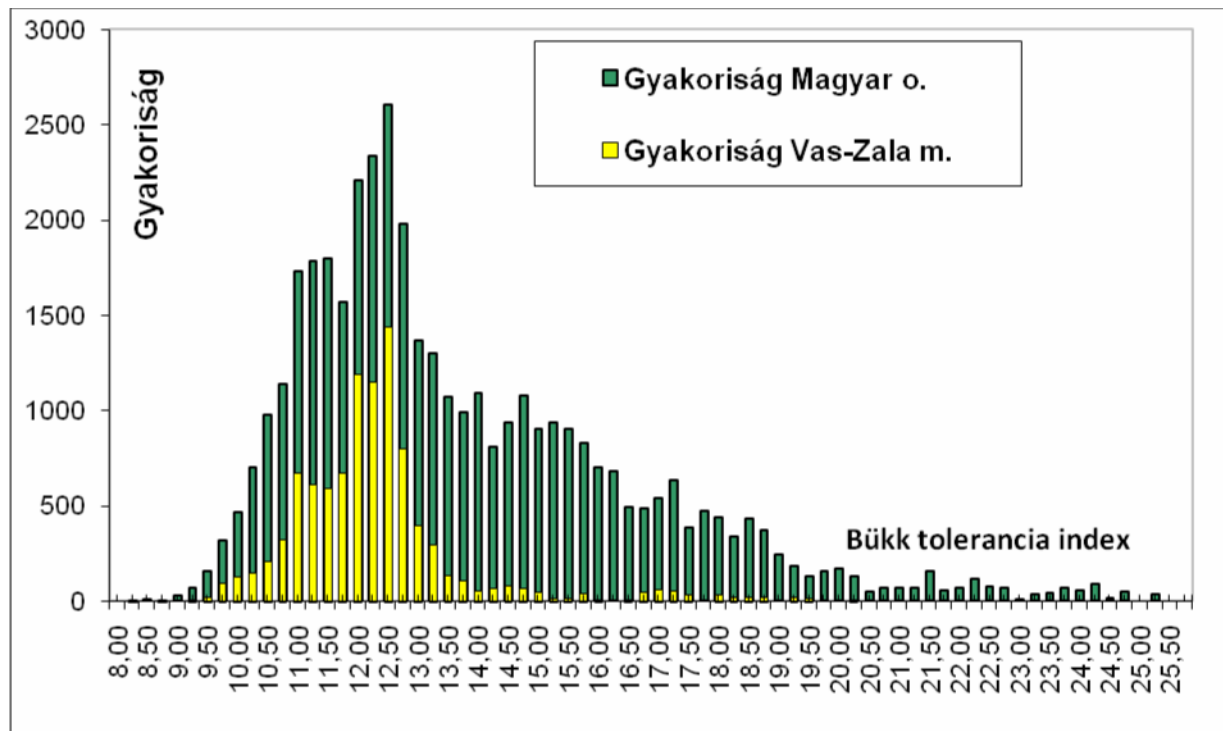
7.2. A tűrőképesség becslések gyakorlati megközelítése

Az előző alfejezetben levezetett bükk toleranciaindex számítások felhasználhatók az egyes állományok veszélyeztetettségének a megállapításához. A jelenleg rendelkezésre álló adatbázisok országos kiterjedésű elemzéseket is lehetővé tesznek, tehát akár az egyes erdőrészekre is „testre szabott” információk nyerhetők. A tolerancia határérték elemzésekhez az MgSZH országos adatbázisát vettem alapul. Az adatok összesítése, kigyűjtése az ESZIR rendszer segítségével történt. A kalkuláció során, hogy a jövőre vonatkozó prognózisokkal az összehasonlíthatóságot biztosítsam, a 2009-es országos adatbázisból indultam ki. Az adatokból az országos összes bükk fafajsort leválogattam. A kivonatból a hagyásfákat (Jelzőszám: 7) és az 5% elegyaránynál kisebb előfordulásokat kihagytam, hiszen ezek súlya gazdasági szempontból a nagytömegű bükkös állománytípusokhoz képest elhanyagolható. A felújítási szinteket bevontam (Jelzőszám: 5;6), hogy a jövőre vonatkozó kalkulációk során felhasználható legyen, és a modellezés során ne forduljon elő törés a szám- és idősorokban. Az adatsorokat párosítottam a 2004-es azonosítókkal; (Azonosító kód: Helység, tag, részlet, alrészlet). Az erdőrészek koordinátáit (x,y) az országos digitális térkép alapján határoztam meg. Az adatbázist a 2004-es állományjellemzőkkel, fatermési tényezőkkel töltöttem fel, majd Excel táblázatba importáltam.

A 2004-es országos erdőállomány adattár összesen 1 967 573,20 ha erdőgazdálkodás céljait szolgáló területet tartott nyilván, ez 532 016 db erdő és egyéb részletet jelent. Az erdő tényleges területe 1 836 428,90 ha, ami 435 442 erdőrészekben található. Ebből az 5% elegyaránynál nagyobb bükk térfoglalása 104 062,60 ha-on, összesen 41 850 erdőrészekben figyelhető meg. Ezekből az erdőrészlet súlypontjának a koordinátája 35 442 esetében volt egyértelműen azonosítható, amit egy Excel táblába kivonatoltam. A különbség oka, hogy az időközben elkészített üzemtervek megváltoztatták az erdőrészek elrendezését és nevét, amivel együtt változtak a koordináták is, így nem volt biztosítva az egyezőség. Ez a különbség a nagy adatmennyiség miatt nem számottevő. A táblában a teljes fafajsorok szerepelnek, ezért előfordul, hogy egy részletben több bükk sor is szerepel, így alakult ki a 40 764 állományadatsor (7-1., 7-2., 7-3., 7-4., 7-5. digitális mellékletek). Az adatbázis az országos statisztikában szereplő közel 40 millió m³ bükkal szemben 37 800 468 m³-t tartalmaz, a teljes mennyiség 94,5%-át. Kijelenthető, hogy ez már bármilyen kalkuláció számára megfelelő pontosságú eredményt szolgáltat.

Ezek után az előző alfejezetben ismertetett módszer alapján kiszámítottam az országos adatbázisban szereplő bükk állományokra a területi elhelyezkedésüknek megfelelő tolerancia értéket. Digitális klímafelületekről határoztam meg a havi csapadék- és hőmérsékletadatokat, a 2003-as év alapján. Minden egyes erdőrészekhez rendeltem egy értéket, majd vizsgáltam ezek eloszlását. E feltételek alapján készítettem egy hisztogramot, ami az egyes értékek

elhelyezkedését szemléletesen mutatja. Az adatok közt az előfordulások gyakorisága szerepel függő változóként, a független változó maga a bükk tolerancia index.



7-2. ábra: A bükk tolerancia indexek előfordulási gyakorisága a magyarországi (zöld) és Vas-Zala megyei (sárga) bükkös állományokban

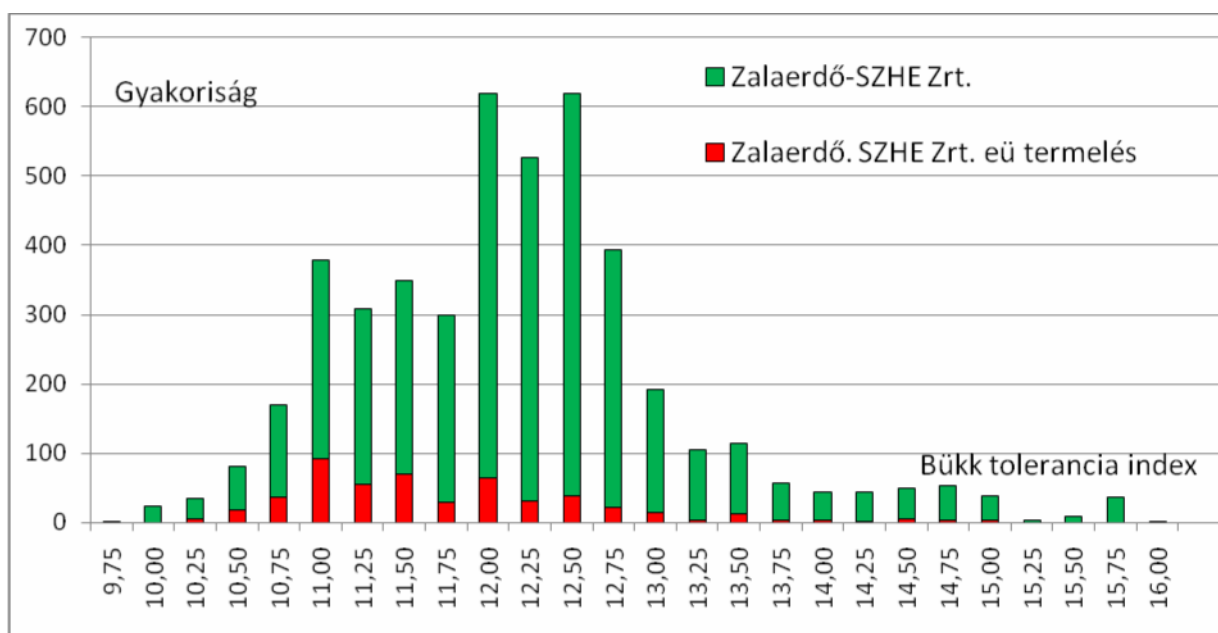
A 7-2. ábra alapján jól látható, hogy a bükk toleranciaindex-eloszlása nem követi a biológiában megszokott „normál haranggörbe” alakját, hanem asszimmetrikus, súlypontja eltolódott az alsó értékek irányába; vagyis inkább Poisson eloszlást mutat. Ez is igazolja azoknak – a korábban már említett – kutatási megállapításoknak a helyességét, miszerint a bükk jelenlegi tényleges elterjedési határa Magyarországon a klimatikusan lehetséges elterjedési határnál beljebb található, mert e fafajt az erdőgazdálkodás – a XX. század kezdetéig nem megoldott ipari felhasználás miatt; (nem ismerték a gőzölést) – az 1800-as évek végétől kisebb-nagyobb mértékben az optimum-területei felé szorította (Járó – Tátraaljai 1984). Ennek azonban súlyos ökológiai és ökonómiai következményei lehetnek. Ugyanis egy kismértékű változás, már nem a haranggörbe szélén lévő alacsonyabb eloszlásoknál okoz a kezdetekben problémát, hanem a súlypontban elhelyezkedő nagytömegű populáció egyedeit érintheti. Ez előrevetíti annak lehetőségét, hogy az időjárás megváltozása, egy-egy csapadékhiányos időszak, nagymértékben károsítsa e fő állományalkotó fafajunkat.

A változások a 2000-2003-as években elérték egy olyan határt, hogy nagy tömegű károsítás volt megfigyelhető a Dunántúlon. Ez a helyzet lehetőséget ad arra, hogy a bükk tolerancia index és a kárfolyamat erdőrézlet szintű összefüggéseit elemezzük. A Vas és Zala megyei előfordulásokat az országos adatokból külön leszűrtem (7-2. ábra sárga oszlopdiagram). Egyértelműen látszik, hogy ezek – a két említett megyére vonatkozó eloszlások – a görbe súlypontjában helyezkednek el, ezért az itteni változások jól reprezentálják a magyarországi bükkösök problémáját. A 2000-es évek elején fellépett klímakárok a tolerancia index szempontjából elérték a bükk populációk súlypontját, és a jövőben is csak idő kérdése, hogy mikor lép fel nagy tömegű pusztulás. Az adatokból következik, hogy a klímaterancia alsó határán lévő nagy tömegű bükk előfordulások veszélyben vannak, illetve fokozottan veszélyeztetettek. Ha elfogadjuk a klímakutató szakemberek azon megállapítását, hogy a

jövőben az aszályos évek száma és gyakorisága nő (Bartholy et al. 2004, Mika 2007b), a bükkös populációkban jelentős károk valószínűsíthetők. A lucfenyő mellett a bükk lehet a másik fafaj, ami a klímaváltozás miatt veszélyeztetett.

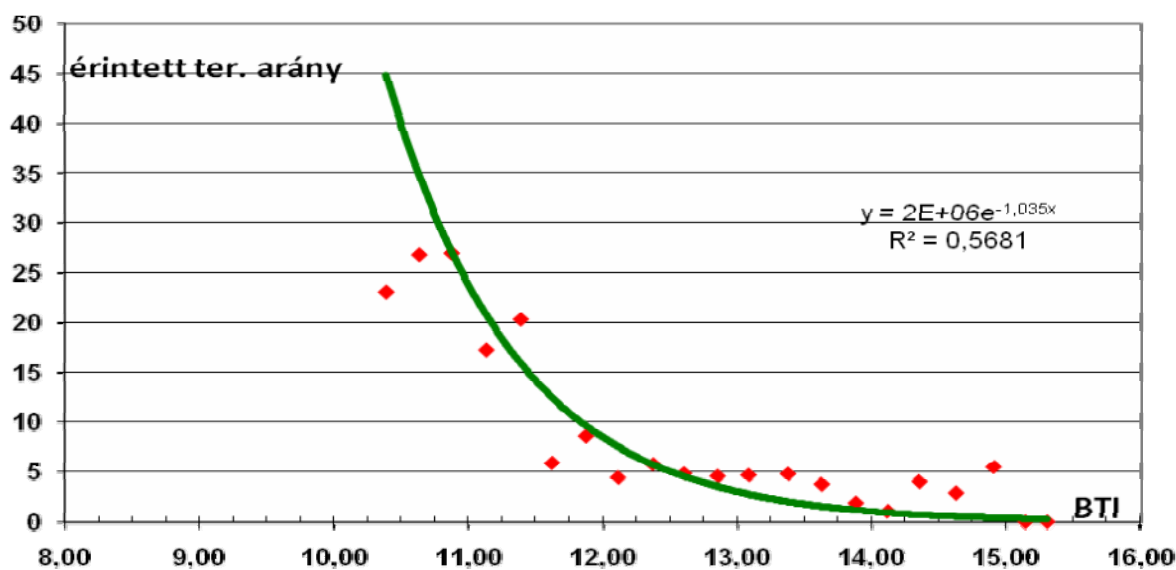
A 2003-as aszályos év szinte kizárólag a dunántúli bükkösökben okozott károkat, de legjobban a zalai bükkösöket érintette. Vas megyében a Zala megyével határos őrési részekben jelentkezett a káresemény a legnagyobb intenzitással, ami alkalmat ad az események helyi régióban történő megfelelő elemzéséhez. A két megyében az állami erdőgazdaságokra vonatkozó bükk egészségügyi termelések adatait a 2003-as extrém aszályos évet követő 2004-től 2007-ig terjedő időszakokra erdőrészenként összegyűjtöttem. Azért csak az állami erdőgazdálkodókra korlátoztam az adatgyűjtést, mert egyrészt megbízhatóbbak az adatszolgáltatások, másrészt a helyi zalai és vasi erdész szakemberekkel közösen megvizsgáltuk, hogy az egészségügyi termelések valóban a klímahatás, az aszályos időszak miatt bekövetkező vesztes vízhiány miatt váltak szükségessé. Az egészségügyi termelésekből a széldöntést (pl. Kőszegi-hegység 2009) és a nem klímatis okokra visszavezethető károsításokat kihagytam. Az adatgyűjtés során 3 510 erdőrészlet adatait vizsgáltuk meg. Az egészségügyi termelésekből a kis fatérfogattal rendelkezőket (10 m^3 alatt) kihagytam, továbbá azokat sem szerepeltettem, amelyek az erdőrészlet teljes fatérfogatához képest elenyésző arányban károsodtak (7-6. digitális melléklet). A minta feltételeinek így 459 erdőrészlet felelt meg. Az egészségügyi termelések megjelenítése nem mindenütt jelent pontos, mért adatot, de a statisztikai analízis a valószínűség számítás-módszereivel kombinálva megfelelő eredményt ad.

A mintában szereplő károsítással érintett erdőrészek – amelyek valamilyen fokú pusztulást szenvedtek – teljes területe $3\,899,2 \text{ ha}$, és ezen $87\,695 \text{ m}^3$ egészségügyi termelés történt. Az így összegyűjtött erdőrészenkénti adatokat inputként beillesztettem a korábban már említett országos adatállományba. Az értékelésnél az esetszámokat vettem figyelembe, úgy tekintettem az egészségügyi termelésekre, mint egy jelzésre, hogy az adott területen a bükkel baj van. Az egészségügyi termelések volumenével azért nem számoltam, mert tapasztalatból tudom, hogy az erdőgazdálkodó az egészségügyi probléma felmerülésekor, a lombos állományok esetében a gyors kármentést elvégzi, majd valamilyen beavatkozásra (gyéritésre, véghasználatra), soron kívül besorolja az erdőrészletet. Ez azonban már nem egészségügyi termelésként jelenik meg, ami nehezen nyomon követhető. Ebben az esetben is, az előfordulási gyakoriságokat vizsgáltam, illetve az érintett erdőrészek területével súlyoztam, nem a kitermelt fatérfogattal. A két erdőgazdaságra vonatkozó adatbázis alapján vizsgáltam, hogy a kutatók által kiszámított bükk tolerancia index és a károsodott állományok adatai között milyen összefüggés van.



7-3. ábra: A bükk tolerancia határértékek eloszlása a Zalaerdő Zrt. és a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén

Az erdőgazdaságokra elkészített hisztogramra (7-3. ábra) is igaz, amit a két megye esetében már megállapítottam, hogy a gyakoriságok az országos adatok súlypontjában helyezkednek el. A grafikonon az egészségügyi termelések előfordulását az egyes bükk tolerancia index sávokban kiemeltem (piros szín). Látható, hogy a károsítás a 12-es értéktől lefelé számottevő arányban érint minden erdőrészlet csoportot, és az index csökkenésével az arány trendje növekvő. A kérdés a továbbiakban az, hogy e nyilvánvaló összefüggésnek mi a következménye a gyakorlat számára. Az adatok alapján megkíséreltem meghatározni azokat a sávokat ahol a bükk veszélyeztetettsége különböző mértékben fennáll, és a jövőben a bükk nagyobb mértékben károsodhat. Ehhez – a fafaj veszélyeztetettségének mértékében – öt kategóriába soroltam a tolerancia index sávokat. Ez alapján a bükk szempontjából 1. kifejezetten veszélyeztetett; 2. veszélyeztetett; 3. megfelelő; 4. jó; 5. kiváló területeket terveztem elkülöníteni.



7-4. ábra: A károsítással érintett területnek a teljes területhez viszonyított aránya a bükk tolerancia index egyes sávjaiban

A bükkösök károsodással érintett területeit a bükk tolerancia index alapján sávokba soroltam, az egész számok közötti részeket négy egyenlő részre osztottam és ezen belül feltártam az egészségügyi termeléssel érintett és az egészséges erdők területének arányát. Az adatokat koordináta-rendszerben ábrázoltam, és regresszió analízis segítségével kerestem összefüggést az adatok között. Az adathalmazra egy természetes szám alapú $y = 2E+06e^{-1,035x}$ alakú hatványkitevős függvényt illesztettem, a korrelációs koefficiens meglehetősen magas ($r=0,75$), és az együttható, az r^2 értéke (0,5681) is jó összefüggést mutat (7-4 ábra). Az így kialakított függvény menetét (jobbról balra haladva) vizsgálva látható, hogy kezdetben szorosan illeszkedik az abszcissa tengelyhez, majd 11,8 index értéknél elkezd meredekebben emelkedni, és a 10,2-nél már majdnem párhuzamos az ordináta tengellyel. A függvény alapján a 10,2-es értéknél a mintába bevont erdőrészek több, mint 50%-a érintett lehet a károsítással, a 11,8-es érték felett, pedig kevesebb, mint 10%-a. A vízszintes tengelyt a görbe a 14,8-nál éri el, ahol a károsítás aránya közelít a nullához. Ezek alapján határoztam meg az első három kategória határainak értékét.

1. **Kifejezetten veszélyeztetett:** A bükk tolerancia index 10,2 alatti, a bükk állományok több mint 50%-a lehet érintett a károsítással egy, a 2000-2003-hoz hasonló aszályos időszakban.
2. **Veszélyeztetett:** A bükk tolerancia index 10,2 és 11,8 közötti a bükk állományok 10 és 50% közötti része érintett a kárral.
3. **Megfelelő:** A károk az állományok 10% alatti részét érintették.

Az ezt követő kategóriákra a gyakoriságok eloszlása és az első három kategória extrapolációja alapján következtethetem:

4. **Jó:** Az index 14,8 és 17,4 közötti értékei esetén a károk előfordulhatnak, de nem jelentősek.
5. **Kiváló:** 17,4 felett a bükk számára ideális a termőhely, klimatikus ok miatti károsítás előfordulása meglehetősen csekély.

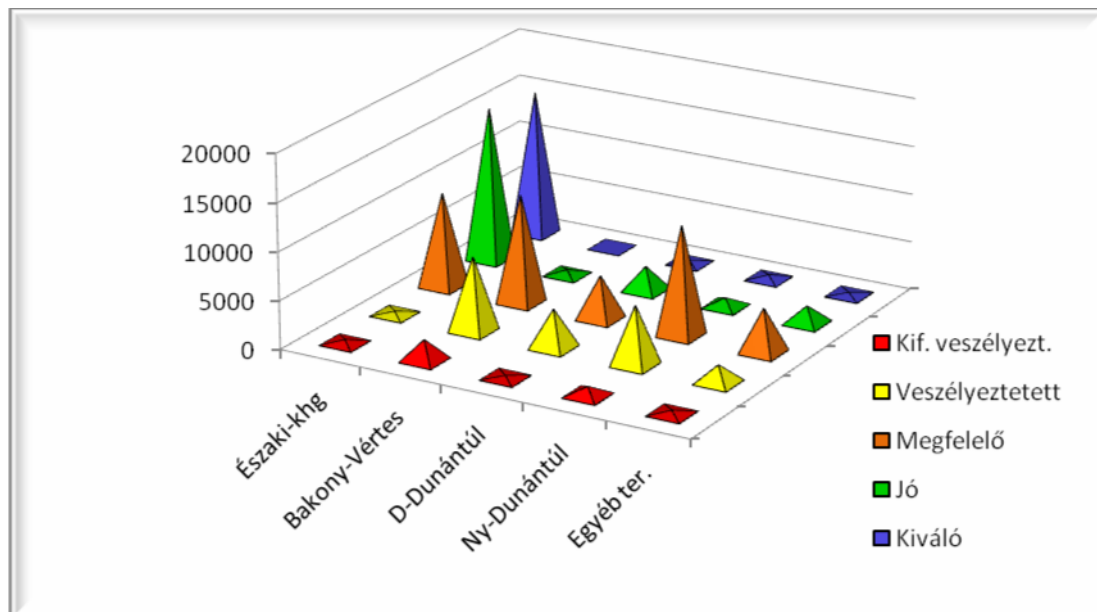
Fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy itt a területek érintettségéről és nem a teljes kiszáradásáról beszélünk, mert a teljes pusztulásnál már az 5% körüli érték is magasnak számít. A melegedést feltételező klímaszcenáriók esetében nem szabad az egyes fafajokra teljesen egységes reakciót feltételezni. A fafajokon belül egy populáció válaszreakciója függ egyrészt az areaban elfoglalt helyétől, másrészt a genetikai adottságoktól és az evolúciós előzményektől, de a populációban szereplő egyedek többségére a szárazodás miatti veszélyeztetettség - tapasztalat alapján - a fentieknek megfelelően fennáll.

A fenti tolerancia sávok alapján kiszámítottam az egyes Magyarországi régiók veszélyeztetettségét (7-1. táblázat). Az egyszerűbb számítás miatt a régiókat megyénként vettem figyelembe, ami kis mértékben eltér a szokásos természetföldrajzi felosztástól. Az eredményeket elemezve legszembevetőbb, hogy az Északi-középhegységben alig található veszélyeztetett erdőállomány. (Amennyiben a vízhiány eloszlása továbbra is a 2000 és 2003 közötti évekhez lesz hasonló.) A kifejezetten veszélyeztetett kategóriában országos szinten az erdők mindössze 4%-a szerepel, de a Bakony- és a Vértes-középhegységben már ez is magas értéket (10%) jelez. A teljes bükkös erdőterület közel negyede az első kettő kategóriában található, ami egyúttal jelzi ezen állományok sérülékenységét. A dunántúli bükkösök esetében ez az érték kimondottan magas, meghaladja a 30%-ot. A jövőre nézve ez figyelmeztető, amennyiben a szélsőségesen száraz évek gyakorisága és a hossza nő, mind ökonómiai, mind ökológiai szempontból hirtelen fellépő károokra kell készülni. E területeken a bükk gazdálkodásban koncepcióváltás indokolt. A túltartott állományokat mielőbb meg kell újítani, illetve más, a hagyományostól eltérő gazdálkodási módokat is be kell vezetni.

Régiók	Kif. veszélyezt.		Veszélyeztetett		Megfelelő		Jó		Kiváló		Összesen	
	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3
Északi-középhegység	372	105895	303	95591	9847	3042160	16064	5387797	15135	5072086	41720	13703529
	1%	1%	1%	1%	24%	22%	39%	39%	36%	37%	100%	100%
Bakony-Vértes	2137	760435	7709	3018365	11239	4676289	497	248793	0	0	21583	8703882
	10%	9%	36%	35%	52%	54%	2%	3%	0%	0%	100%	100%
Dél-Dunántúl	232	65500	4002	1541538	4490	1565521	2542	962179	280	103976	11546	4238714
	2%	2%	35%	36%	39%	37%	22%	23%	2%	2%	100%	100%
Nyugat-Dunántúl	936	340297	6120	2466287	11375	4871774	917	345863	403	150272	19751	8174493
	5%	4%	31%	30%	58%	60%	5%	4%	2%	2%	100%	100%
Egyéb területek	359	102929	1815	598747	4552	1517713	1801	659358	235	97410	8760	2976157
	4%	3%	21%	20%	52%	51%	21%	22%	3%	3%	100%	100%
Összesen	4036	1375056	19949	7720529	41505	15673459	21821	7603991	16053	5423744	103365	37796779
	4%	4%	19%	20%	40%	41%	21%	20%	16%	14%	100%	100%

7-1. táblázat: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok eloszlása a 2003 évre vonatkozó klimatolerancia értékeknek megfelelően

Az első kettő veszélyeztetettségi kategóriában a bükk erdők negyede, mintegy 24 ezer ha erdő szerepel, az itt lévő 9 millió m³ faanyag 81%- a 60 évnél idősebb (7-2. digitális melléklet), ami tovább fokozza a veszélyt. Amennyiben nem változtatunk, fennáll a lehetősége annak, hogy középtávon a bükkből akár 5-7 millió m³ faanyag is tönkremehet. A bükk erdők legjelentősebb része a megfelelő kategóriába sorolható (7-5 ábra), a jó és kiváló állományok csak az Északi-középhegységben találhatóak.

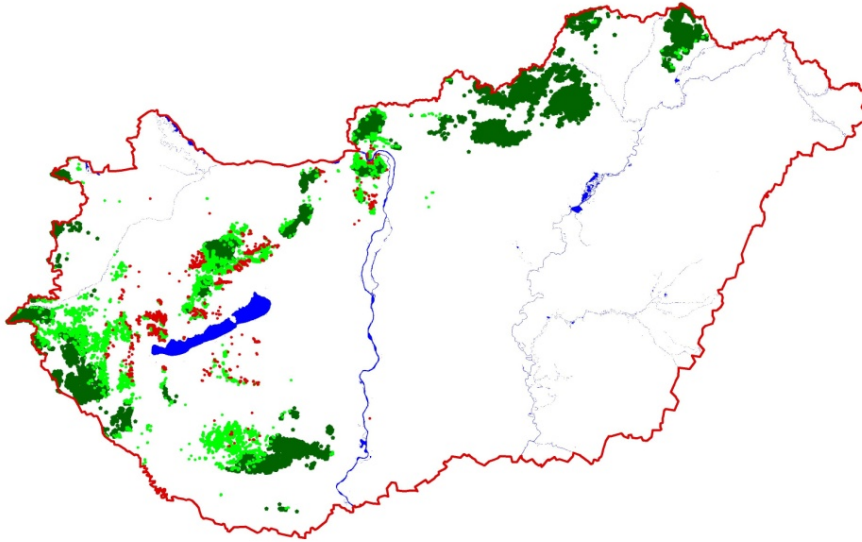


7-5. ábra: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok területi eloszlásának grafikus ábrázolása, a 2003 évre vonatkozó klimatolerancia értékeknek megfelelően

Az eddigi tapasztalatok szerint ez nem egy elhúzódo folyamatként várható, hanem az extrém években hirtelen lép fel. Az elsődleges piaci hatáson túl, mind a kitermelt fa minőségében (ellentétben a lucfenyővel vagy a tölgygel), mind az erdő vagyonértékében rövid időn belül jelentős csökkenés következhet be. A bükk a gyorsan romló fafajok közé sorolható, ami a kárfelszámolás gazdaságosságát nehezíti. A gyors értékmentő felszámolásnak technikai,

logisztikai problémái is lehetnek, mint ahogy ez a Zalaerdő Zrt. esetében is jelentkezett. Mire az anyag kitermelésre került a faanyag nagy része minőségileg károsodott, de a megduplázódott apadék azt is jelzi, hogy a faanyag részben használhatatlanná vált (Héjj 2007).

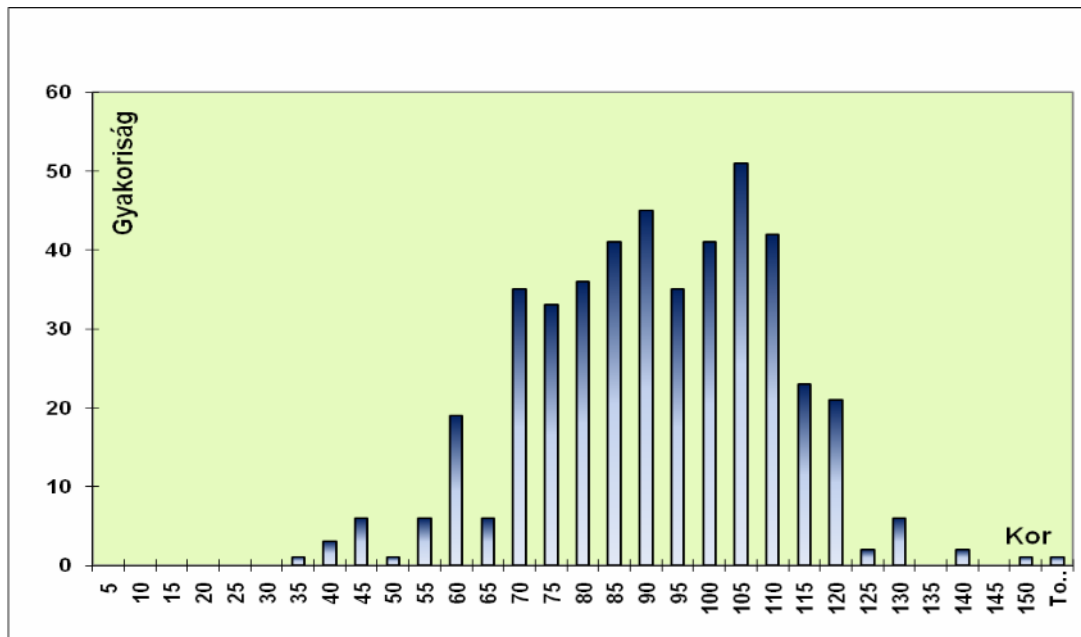
A fentiek segítségével elkészítettem egy országos térképet, ahol a kategóriákban lévő bükk előfordulások láthatóak.



7-6. ábra: A bükk előfordulása Magyarországon a veszélyeztetettségi kategóriák szerint piros (1.): kifejezetten veszélyeztetett; világoszöld (2.) veszélyeztetett; sötétzöld (3-4.) megfelelő - kiváló

A térkép alapján érzékelhető, hogy egy 2003. évhez hasonló eloszlású, de szélsőségesebb és hosszabb időtartamú klímaállapot a Balaton környéki, így az észak-somogyi és a Keszthelyi-hegység környékének erdeit károsítaná legérzékenyebben, de nem kerülné el a Bakony peremvidékeit sem (7-6. ábra). Meglepő, de az Északi-középhegység térségét alig érintené. A veszélyeztetett bükk állományok egyértelműen a Dunántúli Nagyregióban vannak, benne Baranya, Somogy, Vas és Zala megyéket lehet kiemelni. A térkép is egyfajta jelzés arra, hogy hol kell a bükk állományokra fokozott figyelmet fordítani. Hol kell jobban elkerülni a túltartást, illetve újabb erdőkezelési módszereket alkalmazni.

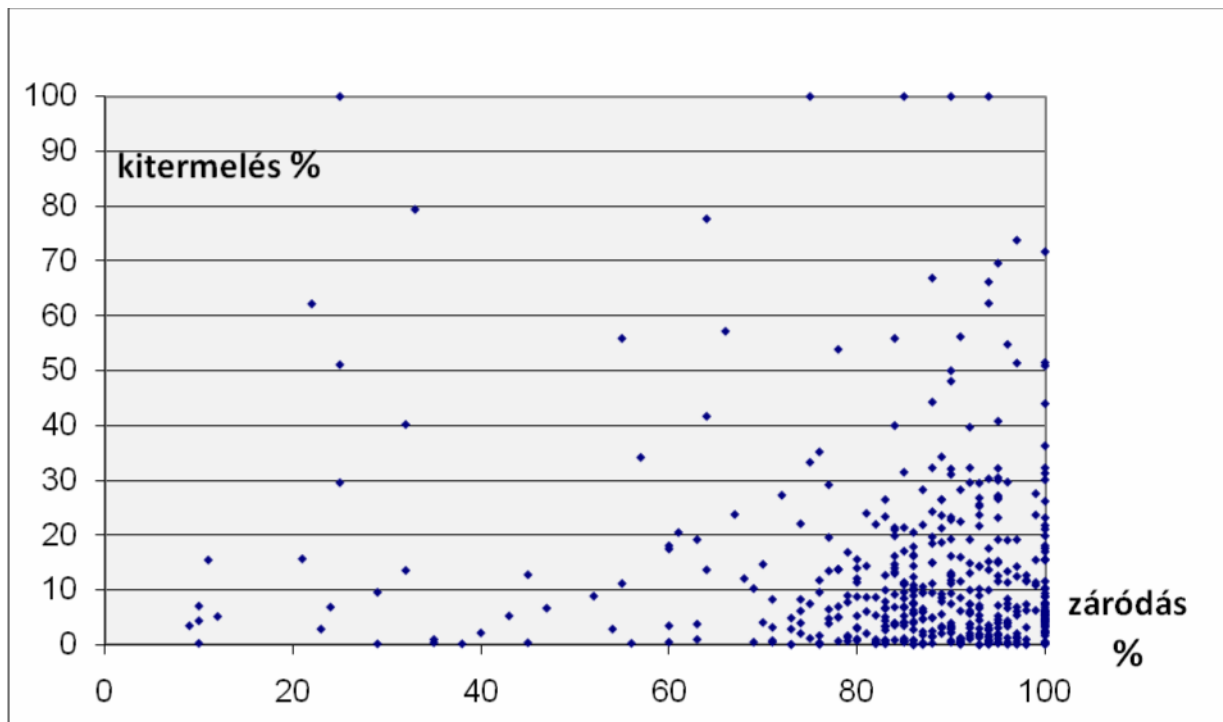
A bükk tolerancia index mellett más állományadatok (kor, elegyarány, záródás) hatását is vizsgáltam. Ezek közül az egészségi problémák megjelenése és a kor között fedezhető fel összefüggés, igazolva a korábbi feltételezést, miszerint a károsításokra az idősebb állományok fogékonyabbak. A bükkösökben a káresemények 60 éves kor körül jelennek meg, az alatta lévő korosztályokban meglehetősen ritkák. Ezért a veszélyeztetettség megítélésénél a kornak is szerepe van, 60 év felett a károsítás valószínűsége növekszik (7-7. ábra). Szakirodalmi adatok alapján az álgesztésedés is ebben a korban kezdődik (Rumpf – Bíró 2003, 2004). A bükk száradása során a gyakorlati szakemberek is azt jelezték vissza, hogy elsősorban a nagy koronájú, nagy párologtató felülettel rendelkező faegyedek pusztultak (Góber 2005), a fiatalabb korú állományok alig károsodtak. A magyarországi bükkös állományok egyértelműen túlkorosak (7-3; 7-4. mellékletek), ami fokozza a veszélyeztetettséget. Ezt a helyzetet egy gondos tulajdonosnak nem szabadna fenntartania.



7-7. ábra: Az egészségügyi termeléssel érintett erdőrészek kor szerinti gyakorisága

A mesterséges felújítás a bükkre nem jellemző, ezért kevésbé volt megfigyelhető a más fafajoknál előforduló, az ültetési sokkot követő években jelentkező kiszáradás. Ezért a vágásos üzemmódú erdőkben a vágáskor emelésével csak az állományok létét veszélyeztetjük. Ha elegendő holtfát akarunk az erdőben, azt más, kevésbé költséges és az állományok szempontjából kevésbé veszélyes módon is biztosíthatjuk. A bükkösök aszály miatti pusztulása – megfelelő korosztály-eloszlás esetén – nem egyszerre fog bekövetkezni, mint ahogy a mezőgazdaságban ez látható. Hanem a termőhely és a genetika mellett a kor is mozaikszerű elhalási képet eredményez. A legstabilabbak a 10-50 éves korosztályok, bár az is igaz, hogy itt van a legtöbb faegyed (genom), hogy ebből a vágáskorra kiválasztódjanak a legellenállóbb fák. Idős korra ez a lehetőség egyre szűkül.

Le kell szögeznünk: nem megoldás a vágásos üzemmódban kezelt erdők vágáskorának további emelése. Ez csak az erdő további létét, az erdő genetikai állományának fennmaradását veszélyezteti, nem válasz a felmerült probléma kezelésére. Egy váratlan esemény, egy kalamitás tönkretelheti az idős főállományt (a benne lévő genetikai értékkel együtt) úgy, hogy az újulat még meg sem jelent, a káresemény után pedig lehetőség sincs rá. A véghasználati korban egy hektáron 200-450 faegyed található, míg felújítási korban nagyságrendekkel több, 10 000-120 000 egyed (vagy ennél is több), ami az évezredek alatt kialakult genetikai értéket nagy biztonsággal továbbviheti (Szép 2009). A rendszeres erdőhasználat, a generációváltás gyorsítása (még az ültetvénytípusú erdőkben is), az erdő biológiai és gazdasági értékmegőrzését is segíti. Ezért az üzemmódtól és az elsődleges rendeltetéstől függetlenül, a magas élőkészletű állományokban szükséges a fatérfoogat-redukció, hogy a felújulás feltételei mind térben, mind időben megfelelő módon kialakuljanak (Burgi – Brang 2001).



7-8. ábra: Az egészségügyi termeléssel érintett állományok záródásának eloszlása és a kitermelés erélye

Felvetődött a szakemberek részéről, hogy a bolygatások, elsősorban a bontóvágások megváltoztatják az erdő mikroklímáját és elősegítik a fák kiszáradását. A száradással érintett erdőkben kigyűjtöttem, hogy 2004-ben milyen volt a záródás. A magasabb záródású és a megbontott (a gyakorlat szerint már az első bontás 30-40%-os eréllyel történik) alacsonyabb záródású állományok érintettsége között nem találtam különbséget (7-8. ábra). Amennyiben egy erdőrézlet kora magas és a tolerancia index alacsony, a zárt erdőkben éppúgy felléphet a kár, mint az alacsonyabb záródású társaikban. A magas záródású állományokban azért látszik gyakoribbnak a száradás, mert ebből van több előfordulás. Ettől függetlenül a károsítás intenzitása az alacsonyabb záródású erdőkben magasabb lehet. Ennek a kérdésnek az eldöntése azonban további kutatásokat igényel. A tény mindenesetre az, ha egy erdőrézlet foltokban elkezd száradni, az első káresemény után éppoly ligetes képet mutat, mint a megbontott erdőrézletek. Ha egy évnél tovább tart az aszályos periódus, a mikroklíma ugyanúgy változik, mint a megbontáskor, az elhalt faegyedek nem biztosítják az árnyalást, ami vágásos üzemmódú erdőnél jelentős probléma. A szélsőséges vízhiányt a mikroklíma önmagában nem tudja pótolni. Ami az adatok elemzéséből egyértelműen látszik, a záródás mértéke és a károsítottsággal való érintettség között nincs összefüggés, a bolygatások nem tehetők felelőssé a megindult száradásokért. A kár okot egyértelműen a 2000-2003 évek vészes vízhiányában kell keresni.



7-1. kép: Felső szintben lévő zárt, idős erdőben lévő bükk pusztulása Zala-megyében³²

A gyakorlat által is szorgalmazott, állandó erdőborítottságú erdőkezelés bevezetésének ebben a megközelítésben az a jelentősége, hogy amennyiben a vertikálisan és horizontálisan tagolt erdőben az idős, nagy koronájú egyedek elpusztulnak (7-1. kép), van elegendő utánpótlás, ami a genetikai értékeket tovább viszi. A fiatalabb korú fák ellenállóbbak, kevesebb vizet igényelnek, jobb a tűrőképességük, jobban bírják a szélsőséget, mint az idősebb korú társaik. Ezért a vágásos üzemmódú erdőkben is javasolható az idejében (akár növedékfokozó gyérítési korban) megkezdett, elnyújtott fokozatos felújítóvágás. Jó megoldás a „Pro Silva” módszer, ami egyfajta szálalási módszer adaptálása a modern kor követelményeinek megfelelően. A klasszikus szálalás, a szálalóvágás a gyakorlatban eddig kevésbé alkalmazott megoldások, de egyre több helyen foglalkoznak vele. Az új erdőtörvény előírásai alapján a gazdálkodóknak – az állományok természetességétől függően – bizonyos arányban kötelező a vágásos üzemmódot a szálalás felé átvezető; átalakító üzemmód alkalmazása. Megfelelő feltételek esetén mindegyik említett módszer alkalmas lehet a „low impact”, vagy mások szerint „low input” jellegű kezelési móddal történő gazdálkodásra, melyek jobb lehetőséget teremtenek a bükkösök számára a hektikusan jelentkező, változó intenzitású száraz időszakok túlélésére.

Összességében elmondható, hogy az erdőrészetek aszály érintettségében, a vizsgált állományjellemzők közül a kornak és az egyéb állományjellemzőkön túl a bükk tolerancia határértékének van szerepe. A magasabb kor és az alacsonyabb index érték mellett, a bükk állomány kétséget kizáróan jobban veszélyeztetett.

³²Fotó: Góber (2005)

7.3. A bükk fafaj jövőbeni veszélyeztetettsége a tűrőképesség függvényében

A fenti következtetésekből kiindulva, a bükk klímaterolerancia határértékének ismeretében, a regionális klímamodellek által jósolt csapadék- és hőmérsékletváltozásokra alapozva, előre jelezhető a bükk hazai előfordulásának jövőbeni, várható megváltozása (Berki et. al. 2007).

Az előrejelzéshez a PRUDENCE projekt Kárpát-medencére kalkulált adatait használták, amely az 1960-1990-es bázisidőszakok képest várható változásokat adja meg 2050-re (2036-2065-ös időszakra) és 2085-re (2071-2100-as időszakra) (Mika 2006).

A PRUDENCE (*Predicting of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects*) projektet a dán meteorológiai szolgálat koordinálja. A modell pesszimista A2-es forgatókönyve a folyamatos gazdasági fejlődést, az üvegházhatású gázok fokozódó kibocsátását feltételezi, míg a B2 egy ennél optimistább scenárió. A két forgatókönyv eltérő hatása csak a század utolsó harmadában mutatkozik, 2050-re még mindkét forgatókönyv azonos előrejelzést ad (7-2. táblázat).

	2050				2085			
A2 scenárió	Tél	Tavaszi	Nyár	Ősz	Tél	Tavaszi	Nyár	Ősz
csapadékváltozás (%)	14.8	1.5	-13.4	-3.1	28.6	2.9	-26.1	-6.0
hőmérsékletváltozás (°C)	2.1	1.8	2.8	2.5	4.1	3.5	5.4	4.8
B2 scenárió	2050				2085			
csapadékváltozás (%)	14.8	1.5	-13.4	-3.1	21.4	2.1	-19.5	-4.5
hőmérsékletváltozás (°C)	2.1	1.8	2.8	2.5	3.1	2.6	4.0	3.6

7-2. táblázat: Átlagos csapadék és hőmérsékletváltozás a Kárpát-medencében az 1960-1990-es bázisidőszakhoz képest a „PRUDENCE” regionális klímamodell alapján³³

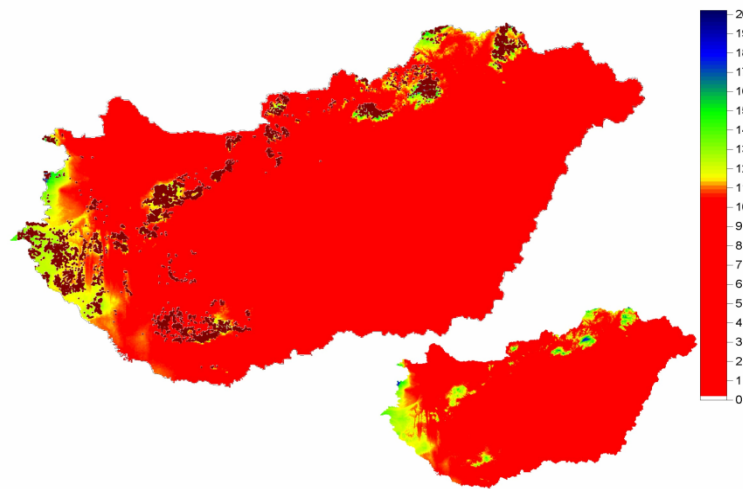
Amint kifejtésre került, a bükkre a legnagyobb hatást a nyár hőmérséklete, továbbá a tavasz és főleg a nyár csapadéka gyakorolja. A bükk tolerancia index számításakor a scenáriók ezen évszakokra előre jelzett értékeivel kalkuláltak. A klímaváltozás A2 forgatókönyve szerint hazánk területén tavasszal a csapadékmennyiség alig változik, viszont a hőmérséklet 1,8°C-kal, illetve 3,5°C-kal lesz magasabb. Az évszakok közül nyáron csökken leginkább a csapadék mennyisége, a hőmérséklet pedig ekkor nő a legnagyobb mértékben. A bükk számára főleg nyáron, de a tavaszi időszakban is romlanak a fafaj klimatikus feltételei.

A PRUDENCE modell az ország területére egységes és átlagos változást ad, ezért a jelenlegi klímaterképekből kiindulva – a változások ismeretében – elkészítették a jövőre vonatkoztatott klímafelületeket. A modellkészítés során a 1961-1990-es időszak helyett az aktuálisabb 30 éves (1975-2004) országos klímaterképet használták (Móricz – Rasztovits 2007). Az 1975-2004-es bázisidőszak 15 évvel későbbi klímaszakaszt jelent, emiatt a térképeken előre jelzett változások 2050-nél, illetve 2085-nél 15 évvel későbbre várhatók. (Lineáris változást feltételezve 2065-re, illetve 2100-ra.)

Feltételezhető, hogy az évszázad második harmadának végén (2065), és a legvégén (2100) a száraz periódus (ok) hossza és gyakorisága legalább olyan mértékű lesz, mint az 1975-2004-es időszakban volt (pl. a 2000-2003-as száraz periódus). Amennyiben a prognosztizált klímában is hasonló mértékű száraz periódusok lépnek fel, akkor ezekben a 2065 és 2100 körüli száraz

³³ In Berki et. al. (2007)

időszakokban a bükk elterjedése a kutatók szerint (Berki et. al. 2007) az alábbi térkép szerint várható (7-9. ábra). Hangsúlyozandó, hogy a bükk jövőbeni elterjedését nem az előre jelzett átlagértékek fogják meghatározni, hanem a jövőben várható száraz időszakok hossza és gyakorisága (Mátyás 2006).



7-9. ábra: A bükk toleranciaindex-értékeinek területi alakulása a 2065 körül várható száraz periódusok hatására (a barna szín jelöli a bükk jelenlegi előfordulását.)³⁴

A kutatók (Berki et. al. 2007) szerint a bükk area szárazsági határának visszahúzódása várható, és ezzel a határon kívül rekedt zonális állományai 2065-re súlyosan veszélyeztetettek lesznek a Dunántúlon. Számos, jelenleg optimum-közeli állomány kerül a szárazodó klíma miatt klimatikusan határhelyzetbe, ami a kevésbé toleráns egyedek tömeges pusztulását okozza. A bükk a Dunántúlon a Vendvidék és a Kőszegi-hegység, a Bakony magasabb pontjai kivételével kritikus helyzetbe kerül. Az Északi-középhegységben is csak a magasabb tengerszinten és a hűvösebb mikroklímájú völgyekben marad meg.

7.4. A bükkösök veszélyeztetettségének modellezése a XXI. század második harmadának végére

A kutatók adatai (Berki et al. 2007) szerint 2065-re kiszámított bükk tolerancia index felhasználható a bükk állományok jövőbeni veszélyeztetettségének előrejelzésére. Az egyszerű területi előrejelzésnél azonban – megfelelő modellezés segítségével – több információ nyerhető. Mindenképpen érdekes, hogy ez a változás milyen korosztály szerkezetű bükkösöket és ezen belül mekkora fatérfogatot érinthet, hisz a károsodottság mértékének - ökonómiai szempontból - fő meghatározója a faanyag volumen. Az első esetben, a 2004-es bükk állományok adataiból kiindulva, a „PRUDENCE” regionális klímamodell 2065-re vonatkozó prognózisa alapján kiszámítottam, hogy az egyes bükk régiók milyen tolerancia indexeknek megfelelően helyezkednek el (7-3. digitális melléklet). A számítás ebben az esetben azt feltételezi, hogy az egyes régiókon belül, a bükkös állományok szerkezeti jellemzői nem változnak lényegesen.

Az elemzés alapján elmondható, hogy a bükk termőhelyek átlagklímájának adatai – ha az előrejelzés alapján változik az időjárás – rosszabbak lesznek, mint a 2003. évi szélsőségesen aszályos időszak értékei. A legnagyobb romlás a Dél-Dunántúlon és a nem kifejezetten bükkös

³⁴ Forrás: Berki et al. (2007)

egyéb régiókban várhatóak (7-3. táblázat). A 2003. évi aszály a Nyugat-Dunántúlon éreztette hatását, ehhez képest az „átlag klíma” valamelyest javul. Az előrejelzésben változatlanul az Északi-középhegység jelzi a legnagyobb stabilitást, de a 2003-as évvel szemben a veszélyeztetett területek nagysága ebben a régióban is 1%-ról 24%-ra növekszik. A klímaváltozás – amennyiben követi az elörevetített trendet – a dél-dunántúli területek tekintetében okozhatja a legnagyobb problémát, átlagos időjárás esetén is a területek ötöde kifejezetten veszélyeztetett.

Régiók	Kif. veszélyezt.		Veszélyeztetett		Megfelelő		Jó		Kiváló		Összesen	
	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3
Északi-középhegység	1236	361804	9875	3121668	22616	7571588	6262	2096963	1732	551506	41720	13703529
	3%	3%	24%	23%	54%	55%	15%	15%	4%	4%	100%	100%
Bakony-Vértes	1734	629154	7514	2714557	12206	5284966	129	75205	0	0	21583	8703882
	8%	7%	35%	31%	57%	61%	1%	1%	0%	0%	100%	100%
Dél-Dunántúl	2404	840795	5321	1974490	3709	1376781	112	46648	0	0	11546	4238714
	21%	20%	46%	47%	32%	32%	1%	1%	0%	0%	100%	100%
Nyugat-Dunántúl	369	138732	5374	2288499	12942	5331606	556	219885	510	195771	19751	8174493
	2%	2%	27%	28%	66%	65%	3%	3%	3%	2%	100%	100%
Egyéb területek	2106	662119	3596	1249062	2775	954614	284	110362	0	0	8760	2976157
	24%	22%	41%	42%	32%	32%	3%	4%	0%	0%	100%	100%
Összesen	7848	2632604	31680	11348276	54247	20519555	7343	2549063	2242	747277	103361	37796775
	8%	7%	31%	30%	52%	54%	7%	7%	2%	2%	100%	100%

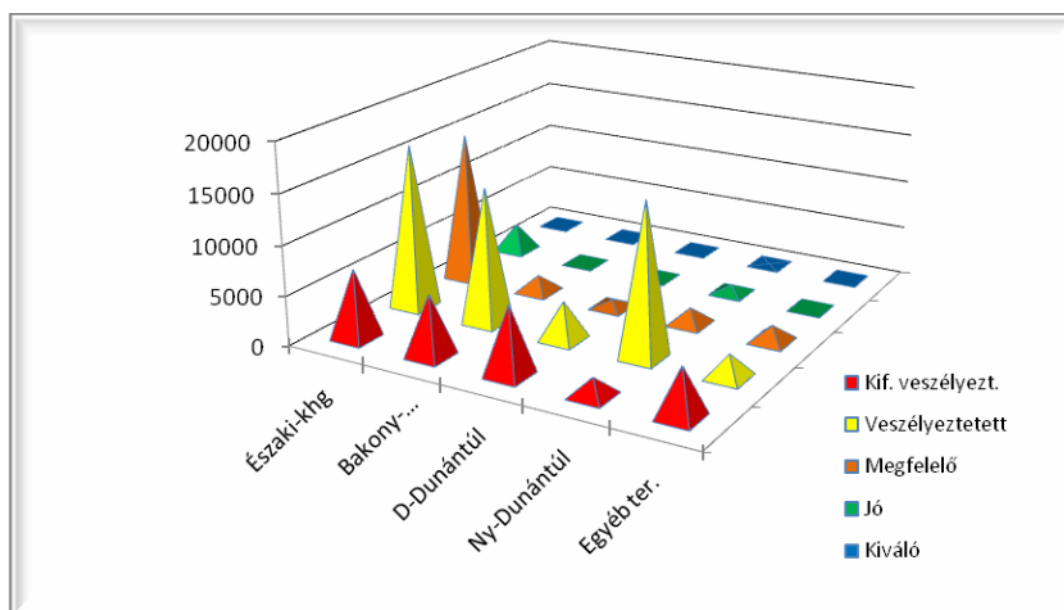
7-3. táblázat: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok eloszlása, a 2065- re várható „átlag klíma” alapján kiszámított klímatolerancia értékeknek megfelelően.

A korábban már említett kutatások bemutatták, hogy a fajok elterjedésének határát nem egy hosszabb időszak átlagklímája határozza meg, hanem rövidebb, szélsőségesebb, száraz időszakok, aminek hatására a populáció egyedei a fenotípusos alkalmazkodás mértékében károsodnak, szélsőséges esetben el is pusztulhatnak. Ennek megfelelően a bükk jövőbeni elterjedését nem az előre prognosztizált átlagértékek fogják determinálni, hanem a jövőben várható aszályos időszakok hossza és gyakorisága (Berki et.al. 2007). Ennek megfelelően 2065-re kiszámítottam a bükk tolerancia index egy olyan változatát, ami az átlagtól a 2000-től-2003-ig terjedő száraz időszaknak megfelelően eltér (7-4. digitális melléklet; 7-4. táblázat).

Régiók	Kif. veszélyezt.		Veszélyeztetett		Megfelelő		Jó		Kiváló		Összesen	
	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3	ha	m3
Északi-középhegység	6977	2174790	16633	5477315	15276	5116058	2835	935366	0	0	41720	13703529
	17%	16%	40%	40%	37%	37%	7%	7%	0%	0%	100%	100%
Bakony-Vértes	6160	2193351	13719	5650569	1704	859962	0	0	0	0	21583	8703882
	29%	25%	64%	65%	8%	10%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
Dél-Dunántúl	6898	2501030	3859	1425187	789	312497	0	0	0	0	11546	4238714
	60%	59%	33%	34%	7%	7%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
Nyugat-Dunántúl	1797	697079	15453	6546385	1640	588296	840	333850	21	8883	19751	8174493
	9%	9%	78%	80%	8%	7%	4%	4%	0%	0%	100%	100%
Egyéb területek	4845	1573671	2297	835432	1618	567054	0	0	0	0	8760	2976157
	55%	53%	26%	28%	18%	19%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
Összesen	26679	9139922	51962	19934890	21027	7443868	3675	1269216	21	8883	103365	37796779
	26%	24%	50%	53%	20%	20%	4%	3%	0%	0%	100%	100%

7-4. táblázat: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok eloszlása, a 2065- re várható „átlag klímától” a 2003-as évhez hasonló extrémítás alapján kiszámított klímatolerancia értékeknek megfelelően.

Csak remélni lehet, hogy az előrejelzés téved. A dél-dunántúli bükkös állományok 60%-a a kifejezetten veszélyeztetett kategóriába sorolódik, de a veszélyeztetett sávval együtt a területek 93%-án a legkedvezőtlenebb klímahatások valamelyike várható. A Nyugat-Dunántúl esetében a veszélyeztetett kategória 78-80% körüli értéke szintén magas, de az Északi-középhegység állományait is érzékenyen érintheti a változás, az állományok fele az első két negatív csoportba tartozik (7-10. ábra). Összességében elmondható, hogy amennyiben az előrejelzések igaznak bizonyulnak, a magyarországi bükkös előfordulások negyede kifejezetten veszélyeztetett, a fele pedig veszélyeztetett helyzetbe kerülhet. Az állományok negyedére mondható el, hogy nem kell tartanunk egy klímaszélsőség esetén a nagyobb károsodástól. A bükkösök 70%-a 60 év feletti (7-2. digitális melléklet). A kifejezetten veszélyeztetett kategórián belül így átlagban 6 millió m³ faanyag bármikor károsodhat, de a második kategória 14 millió m³ (a 20 millió m³ 70%-a) körüli értékével együtt eléri a teljes bükk élőfakészlet felét. Még a klímafeltételek azonos változása esetén sem tételezhetünk fel, egységes reakciót az egyes bükkös állományok vonatkozásában, de az értékek nagysága jelzi, hogy hatalmas problémával kerülhetünk szembe.



7-10. ábra: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok eloszlásának grafikus megjelenítése, a 2065- re várható „átlag klímától” a 2003-as évhez hasonló extrémítás alapján kiszámított klímaterolerancia értékeknek megfelelően.

Az eddigiekben feltételeztem, hogy az állományjellemzők a régiókon belül nem változnak. Az erdő azonban egy állandóan megújuló ökoszisztéma, ezért ellenőrzésképpen megvizsgáltam, hogy az állományjellemzők mennyiben módosulnak 50 év múlva, ha az erdőgazdálkodás eddigi gyakorlatán nem változtatunk. Ehhez a 8.2-es pontban leírt bükkös állományok 2009. évi adatbázisából kiindulva modelleztem az 50 év múlva várható fatermési tényezők értékét, a várható állományadatokat (7-5. digitális melléklet). A modellezés során az Erdővagyon-gazdálkodási Intézet által használt erdőnevelési modelleket vettem alapul (7-5. melléklet), és 4 állománytípust különböztettem meg: 1. elegyetlen bükkös, 2. tölgyes-bükkös, 3. erdei fenyves-bükkös, 4. egyéb keménylomb elegyes bükkös. Az országos adatbázist megvizsgálva a bükkösök mellett a kocsánytalan tölgyesek, a gyertyánosok, az erdei fenyvesek, a gyertyános-kocsánytalan és kocsányos tölgyek állománytípusokban található a bükk 94%-a (7-1.; 7-2. mellékletek). Ebből következik, hogy a fentebb említett 4 állománytípusra végezve a modellszámításokat, megfelelő eredményt kapunk.

Feltételezem, hogy az erdők sűrűség viszonyai 50 év alatt nem változnak. A záródáshiányos, nem kellő sűrűséggel rendelkező állományok arányát megtartottam. Az üzemmódok jelenlegi viszonyait nem változtattam, megőriztem a jelenlegi szerkezetet, bár tudjuk, hogy pusztán az új erdőtörvény előírásai miatt is változik a bükkös állománytípusokban az üzemmódok aránya. Ennek mértékét azonban még nem ismerjük, ennek ellenére a modell használható adatokat szolgáltat a jövő leképezéséhez, mivel a vágásos üzemmódú erdők átalakítása egyik pillanatról a másikra nem eredményez szálaló szerkezetű erdőt, a vágásos üzemmód jellemzői több évtizeden keresztül akaratlanul is megmaradnak (7-2., 7-3., és 7-4. mellékletek).

Feltételeztem, hogy 50 évig, az eddig tapasztaltnál nem lép fel nagyobb mérvű pusztulás. Az eddigi pusztulások hatását az állományok sűrűség arányainak változatlanságával biztosítom. Az országos bükkös adatbázisból kiválasztott közel 36 000 erdőrészlet minden állomány jellemzőjét 51 évvel korosítom. A felújításokat a vágáskor évében „elindítottam”. Az erdőtervi vágáskor előtt öt évvel megkezdődik a véghasználat (első bontás), ami a véghasználati kor után öt évvel be is fejeződik. Ez idő alatt a felső szint záródása az erdőrészletben lineárisan nullára csökken.

A modell a fentiek miatt azonban nem egy jövőprognosztizálás (nincs területnövekedés, szerkezetváltás, elő- és véghasználati fatérfogat becslés), hanem csak a jelenlegi állapot megjelenítése 50 év múlva, aminek alapja a jelenlegi bükkösök összes fafajsort adata, amelyek közül a hagyásfákat és az 5%-nál kisebb elegyarányú fafajsortokat kihagytam.

Az erdőrészletek új korát a jelenlegi korhoz 51 évet hozzáadva (2009-es adatbázisból indultam ki) kaptam meg abban az esetben, ha az állomány kora a vágáskor alatt maradt. Ellenkező esetben, a véghasználati korban jelképesen levágtam és újraindítottam az erdőrészlet ezen adatának számítását (7-5. melléklet). A túltartást, a védettségi állapotot a modell csak részben veszi figyelembe. Létezik az úgynevezett „kvázi” örökerdő, amit az jelez, hogy a vágáskor 999 évvel egyenlő. E fafajsortok (részletek) esetén nem csökken a képzett kor.

A leendő képzett kor szerint egy segédtábla alapján, a magasság, átmérő, záródás; a fatérfogat és a részsűrűség, illetve a növedék és részsűrűség szorzata alapján előáll a hektáronkénti fatérfogat és a növedék adat a jövőbeni állapotnak megfelelően. A modellszámításhoz használt kor és egyéb szükséges állomány szerkezeti jellemzők számításához szükséges adatokat, a használt modelltáblákat állománytípusonként a 7-5. melléklet tartalmazza.

A modell segítségével fafajsortos bontásban a bükk korától és az egyéb állományjellemzőktől függően előre jelezhető az erdők veszélyeztetettsége. Megbecsülhető az is, hogy mekkora fatérfogat károsodhat egy-egy aszályos időszak beköszöntét követően, és melyek lesznek azok a régiók, amelyek leginkább érintettek. Mivel a terület adaton nem változtattam ezzel most nem számolok. A bükk tolerancia indexet a 2065-ös szélsőséget is figyelembe vevő változat alapján számítottam (7-5. digitális melléklet). Az egyes régiókban különböző veszélyeztetettségi kategóriák egymáshoz viszonyított aránya a fatérfogat alapján nem változik (7-5. táblázat). Ugyanakkor, ha az üzemtervi előírások nem változnak, az Északi-középhegységben 10%-kal és a Dél-Dunántúlon 5%-kal nő az erdők élőfakészlete, ami különösen az utóbbi esetben elgondolkodtató. A túlkoros erdők mennyiségének csökkentéséhez éppen a fatérfogat redukció lenne kívánatos, hogy az erdők megújuló képessége ebben a gyorsan változó környezetben megfelelő legyen.

Régió	Kif. veszélyes	szilyeztete	megfelelő	Jó	Kiváló	Összes
	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Északi-középhegység	2194499	5816656	5859287	1008782	0	14879224
	15%	39%	39%	7%	0%	100%
Bakony-Vértes	2154599	5431754	827495,3	0	0	8413848
	26%	65%	10%	0%	0%	100%
Dél-Dunántúl	2672834	1463379	282122,3	0	0	4418336
	60%	33%	6%	0%	0%	100%
Nyugat-Dunántúl	682841,3	5866496	667920,2	309074,8	7790,4	7534123
	9%	78%	9%	4%	0%	100%
Egyéb területek	1575568	824626,6	569275,4	0	0	2969470
	53%	28%	19%	0%	0%	100%
Összesen	9280341	19402911	8206100	1317857	7790,4	38215000
	24%	51%	21%	3%	0%	100%

7-5. táblázat: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő a 2060- ra modellezett bükk állományok eloszlása, a várható „átlag klímától” a 2003-as évhez hasonló (átlagtól szárazabb) eltérés alapján kiszámított klímaterancia értékeknek megfelelően.

A teendőket tekintve, az erdőkezelési döntésekben nem a jelenlegi állapotból kell kiindulni, hanem – tartózkodva a szélsőségektől – egy dinamikus változó jövőképhez kell alkalmazkodni. Mindenekelőtt előtérbe kell, hogy kerüljön a klímabarát erdőgazdálkodás, ami elsősorban víztakarékos, szénforgalom optimalizáló és (bio-) diverz (Mátyás 2008). Az erdőben lehulló és meglévő vizeket megfelelő vízkormányzással vissza kell tartani, az erdőkezeléssel kapcsolatos belenyúlásokat pedig ennek megfelelően kell tervezni és végrehajtani. A túlkoros erdők arányát csökkenteni kell. A felújuló képességet elő kell segíteni, vágásos üzemmódú erdőkben már növedékfokozó korban lehetővé kell tenni az újulat megjelenését, illetve ahol erre van elegendő akarat, vagy a törvényi előírás ezt megköveteli más eddig kevésbé alkalmazott erdőnevelési módszereket, üzemmódokat kell bevezetni. E nélkül, veszélyeztetjük bükköseinket, mert a tájhoz már alkalmazkodott (igaz, a korábbi környezeti viszonyokhoz) faegyedek genetikai értékének a továbbvitele is problémás lehet.

8. Az erdőkárok ökonómiai hatásai

Az utóbbi évtizedekben tapasztalt tömeges méretű úgynevezett új típusú erdőkárok fellépése ellenére viszonylag kevés olyan hazai publikáció jelent meg, amely a jelenség piaci hatásait elemzi. Az új típusú erdőkároknál mindenképpen meg kell különböztetnünk a rövid távú és hosszú távú ökonómiai hatását. A rövid távú hatás azonnal jelentkezik. Szélviharok miatt országresznyi erdőterületek dőlnek le, máskor a szúkár miatt lép fel tömeges pusztulás. A hosszú távú hatás a jelenben sokszor alig érzékelhető, de a nagyobb időhorizontú változás esetenként jóval radikálisabb, következményeit tekintve jóval drámaibb: megváltozik a táj, a vidék arculata, jelentősen csökken, vagy eltűnik az erdőpotenciál.

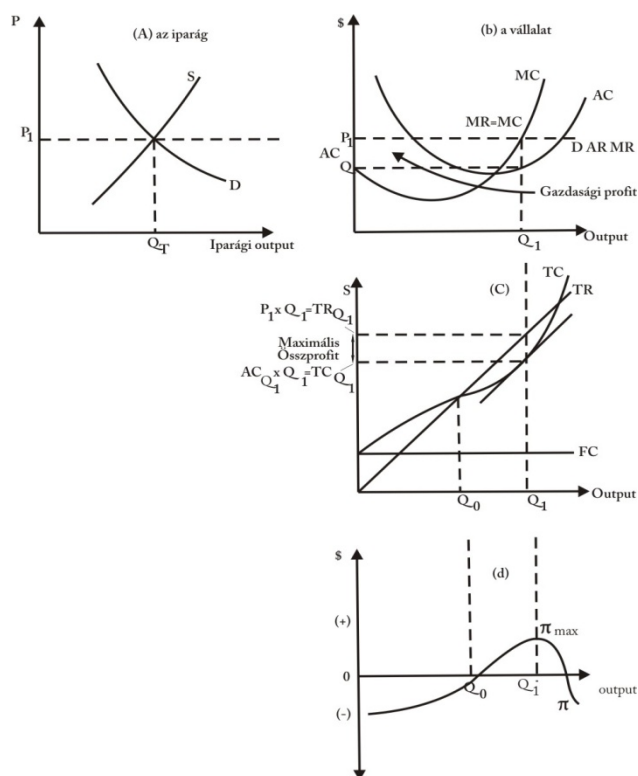
8.1. Az önszabályozás a piaci árrendszeren keresztül

Napjainkban az erdészeti vállalkozások sok szempontból nehezen kiszámítható gazdasági környezetben tevékenykednek. A technikai fejlődés, a modern társadalom értékváltozása, a termékek és szolgáltatások iránti állandóan változó kereslet fontos befolyásoló tényezők. A gazdaságpolitika, a társadalompolitika állandóan változik. Az európai bővítés, a nemzetközi konfliktusok és változások, a klíma hosszú- és rövid távon várható változásai kihívások elé állítják az erdőipar minden szereplőjét. Ezek a szempontok kihatnak az erdészeti vállalkozások üzletmenetére; a jövőjükre vonatkozóan egyben esélyeket és kockázatokat rejtenek (Schmitthüsen et al. 2007a).

Egy vállalkozás gazdasági mozgásterét mikroökonómiai szempontból a piac határozza meg, melyben a legfőbb szabályozó és információ közvetítő az árrendszer, a szereplők tevékenységének eredőjeként értelmezett piaci kereslet és piaci kínálat. A gazdasági szereplők lehetnek fogyasztók, termelők, termelésítényező-tulajdonosok, vállalkozók, kormányzati intézmények, mint regulátorok, s az újabb modellekben már a nem gazdasági (non-profit) szervezetek is megjelennek (Kopányi 1990). A piac kifejezés vonatkozhat egy termékre (tűzifa), egy termékcsoporthoz (primer faanyagok), egy földrajzi területre (Nyugat-Dunántúl), egy országra (magyar piac), vagy egy nagyobb nemzetközi régióra (európai unió), de akár az egész világra is. A piac egy élő önszabályozó rendszer, amit gyakran jellemeznek „piaci automatizmusok” kifejezéssel. Ez jelzi a piac azon sajátosságát, hogy a piaci szereplők százainak, ezreinek, százezreinek önmagában jelentéktelennek tűnő cselekedetei (költségek, vétel, eladás, alku stb.) összeadódnak, s a piac mint „élő rendszer” reakcióként manifesztálódik (Meyer 1989).

8.1.1. A közgazdasági modellek és a valóság

A klasszikus közgazdasági elméletek elvont feltevéseken, modelleken alapulnak, a tiszta versenyben nincsenek monopóliumok, a TR (total revenue) bevételi függvény lineáris az MR (marginal revenue) határbevétel azonos az árral, a piacok egyensúlyban vannak. Mindenki elegendő információval rendelkezik, érvényesül a Π (profit) profitmaximalizálási törekvés, a vállalatok addig fokozzák a termelésüket, amíg az MC határköltség és MR határbevétel egyenlő lesz és ez éppen a kialakult P egyensúlyi árral esik egybe (8-1. ábra). Tiszta verseny esetén tehát, a nyereségmaximumra törekvő vállalat kínálati magatartásának lényege, hogy addig fokozza a termelését, míg határköltsége el nem éri a fix piaci árat (Kopányi 1990).



8-1. ábra: A tiszta verseny körülményei között létrejövő egyensúly³⁵

A való világban azonban vannak előre nem látható innovációk, gazdasági zavarok, kormányzati politikai kudarcok, és nehezen kalkulálható külső gazdasági hatások (pozitív, vagy negatív externáliák). A valóságban Adam Smith láthatatlan kéz elmélete látszólag nem működik. Az idealizált képet két tényező rombolja le, a tökéletlen verseny és a külső gazdasági hatások (externalities) érvényre jutása. A fő probléma mindkét esetben, hogy a piaci eredmény olyan lesz, amelyben az árak nem tükrözik a tényleges társadalmi határköltségeket és társadalmi határhasznokat, nem alakul ki a kívánt egyensúlyi helyzet (Kerékgyártó 2008). A tökéletlen verseny, az összejátszások, a protekcionizmus, a monopóliumok rendszere a magyar gazdasági és társadalmi életben jól ismert jelenségek.

A külső gazdasági hatások (a 3.1 fejezetben érintettük) akkor érvényesülnek, amikor a termelésnek, vagy fogyasztásnak nem minden hatása jelenik meg a piacon. Az erdőgazdálkodók számára az elektromos erőművek bioenergetikai faanyag-hasznosításra való átállásának oka miatt is ismert példa, amikor a szén erőművet szembesítik a társadalmi határkárrel és érdekeltté teszik a váltásban. A szén erőmű működése közben a környező épületeket, berendezéseket, a termőtalajt nem várt vagyoni kár éri, az emberek egészségkárosodást szenvednek. Az erőmű a tiszta verseny viszonyai között nem fizet ezekért a hatásokért, nem jelenik meg a ráfordításai között. A klímaváltozás okaként megjelölt üvegházhatású gázok kibocsátói sem szembesülnek a tényleges társadalmi határkárrel (Samuelson – Nordhaus 1990).

A piaci kudarcoknak, a tiszta verseny „üzemzavarának” számtalan példájával találkozhatunk. Az árak gyakran rugalmatlanok az egyensúlyi árak pillanatnyi változásokat is képesek követni. A monopóliumok, vagy az oligopóliumok visszafoghatják a termelési mennyiségeket, az árak, és a profit növelése érdekében. A fenti hatások látszólag lerontják a „láthatatlan kéz” gondolatának értékét, különösen akkor, ha ezt a modellt egy tökéletes és abszolút, ideálisan

³⁵ Forrás: Kopányi (1990)

hatékony mechanizmusra vonatkoztatjuk. Ennek ellenére szükség van a valóság modellezésére, hisz hosszú távon sok tökéletlenség időlegesen bizonyul. Mint a modellek általában, a közgazdasági modellek is – bár túlságosan leegyszerűsítettek –, lehetővé teszik fontos hipotézisek felállítását, amelyek különösen hosszabb időtávon érvényesek.

8.1.2. A fa nyersanyag keresletének és kínálatának összefüggései

A piac alapvető mozgatója a piaci szereplők versenye, amely meghatározó jelentőségű a kereslet és kínálat összehangolódási folyamatában. A piaci verseny jellege sokféle lehet, melyet döntő módon befolyásol az, hogy hogyan viszonyul egymáshoz a szereplők mérete, hatalma, politikai befolyása, gazdasági súlya. A két szélsőséges eset, a monopólium és a tökéletesen versenyző piac között az átmenetek igen széles sávja húzódik. Tökéletes verseny esetén nincs olyan szereplő, amely egyéni döntéseivel képes lenne befolyásolni a piaci árat, az összkínálatot, összkeresletet, más szereplők ki- és belépését az adott termék piacára. Minden egyéb esetben „nem tökéletes” a verseny.

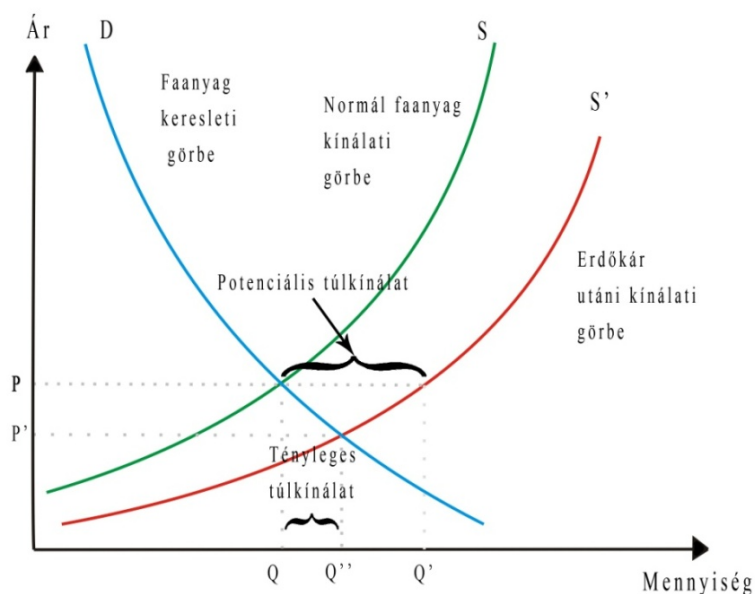
A saját céljait, érdekeiket követő szereplőket (erdőgazdálkodók, faipari üzemek, lakosság stb.) az ismert, de sokszor vitatott Adam Smith féle „láthatatlan kéz” vezérli. Könnyen belátható, hogy egy áru árának növelése csökkenti a vevők számát, vételi szándékát, míg az árcsökkenés többnyire keresletnövekedést vált ki. A fellépő erdőkárok hatása gazdasági értelemben először a fapiacra keresztül jelentkezik az erdőgazdálkodóknál.

Közgazdasági értelemben minden piacnak két oldala van. A kereslet azt fejezi ki, hogy a fogyasztó, vagy felhasználó hajlandó és képes valamilyen szolgáltatást megvásárolni. A kereslet szoros kapcsolatban áll a szükséglettel, de nem azonos azzal. A kereslet pénzzel alátámasztott, realizálható szükséglet (gondoljunk Afrika éhezőire!). A piaci kereslet adott áru (tűzifa) valamennyi szóba jöhető fizetőképes fogyasztójának igényét összesíti. A piaci kínálat az adott termék valamennyi termelőjének lehetséges, illetve szándékolt termelését jelenti, amit iparági kínálatnak nevezünk. Ebben a rendszerben a termelő, a vállalat, a vállalkozás az a szereplő, amely javak és szolgáltatások kínálatával jelenik meg a piacon. Ez az elsődleges funkciója, de ezzel együtt termelési tényezők, anyagok gépek vásárlója. Ezzel összefüggésben a vállalatok keresletét származékos keresletnek nevezzük, utalva arra, hogy a vállalkozások kereslete termelői célból származik, s nem ízlés, biológiai szükséglet áll mögötte, mint a közönséges fogyasztók esetében. Az erdőgazdálkodók faanyag piacára - a tűzifát leszámítva - ez a származékos kereslet jellemző (Márkus – Mészáros 2000). A keresleti és kínálati függvények együttesen jellemzik egy termék piacának egészét. Kitéüntetett szerepe van a görbék metszéspontjának, ami megmutatja a termék egyensúlyi árát, amely mellett a termelők és eladók keresleti és kínálati mennyisége egyenlő. Egy adott piaci szegmensen, régióban, a piaci árak mindig az egyensúlyi árak felé konvergálnak (Kerékgyártó 2008).

Ezek a közgazdasági törvényszerűségek minden gazdasági ágban, így az erdőgazdálkodásban is megfigyelhetők. Az erdőgazdálkodás bevételi szempontból legfontosabb terméke a faanyag. Vannak próbálkozások az erdő társadalom által eddig el nem ismert szolgáltatásainak piacosítására, de ez az átlagos erdőgazdálkodó esetében, bevételi szempontból egyelőre még nem releváns. A racionálisan megtermelhető faanyag mennyiségét hosszú távon a kereslet és kínálat alakítja. A piaci ár az egyensúlyi ár felé mozdul, kialakul egy egyensúly az úgynevezett Pareto-optimum (8-1. ábra). Az erdőgazdaságok által előállított faanyag túlnyomó részét a fafeldolgozó ipar beruházási javak előállítására céljából vásárolja. A fűrészüzemek, a lap- és lemezgyártók beruházási javakat, pl. lakóépületeket és ipari jellegű építményeket

állítanak elő, vagy a végfelhasználók számára fogyasztási javakat gyártanak. Az európai erdőgazdálkodás a jövedelmének túlnyomó részét az erdei fatermékek eladásával realizálja. Az erdőgazdálkodás sikeressége nagymértékben függ a fapiacokon elért vállalkozói sikerektől (Schwarzbauer 1994, Zimmermann-Jakob 1990).

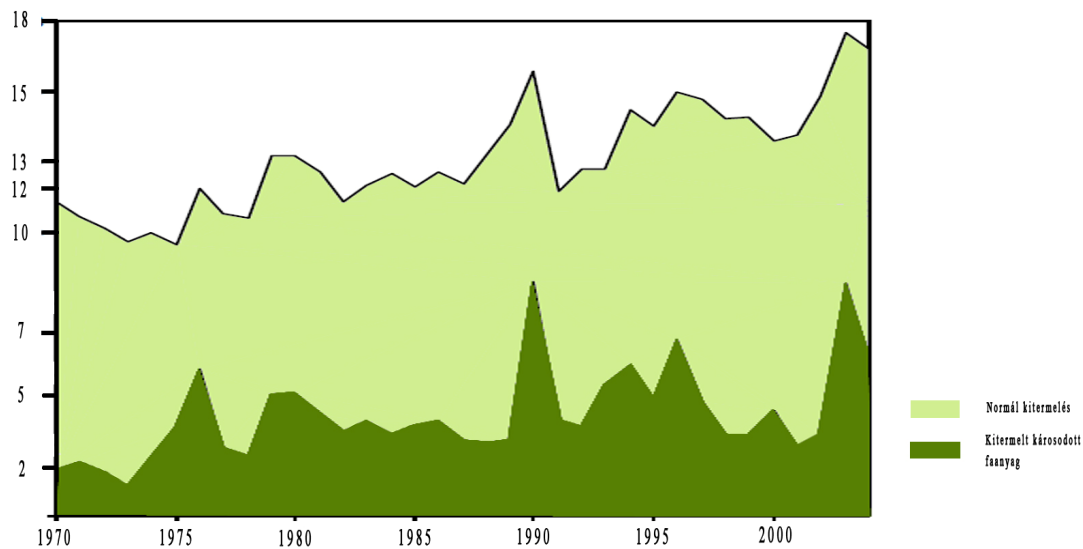
A 8-2. ábra ad magyarázatot arra az esetre, ha az egyensúlyban lévő erdészeti ökonómiai rendszert valamilyen nem várt külső hatás, aszály, vihar, szúgradáció ér. Az így keletkezett többlet-faanyag, ha az a feldolgozás számára még megfelelő minőségű, automatikusan megnöveli a faanyag-kínálatot. Amennyiben a piaci önszabályozó rendszer nem működne, könnyen belátható, hogy a károsodott területek mellett, a kalamitással nem érintett erdőkben a termelés változatlanul folya. A fellépő kárral megjelenik egy új potenciális termelési lehetőség, ami a kínálati függvény megváltozásához vezet. Ez azonban nem az S kínálati görbe vonalán történő elmozdulást jelenti. A körülmények megváltoztak, nagyobb a potenciálisan kitermelhető faanyag mennyisége, magának a függvénynek is változnia kell, az eddigiekhez képest jobbra tolódik, és az új S' kínálati függvény jön létre. Kialakul egy pillanatnyi túlkínálat, az erdőtulajdonosok – ugyanazon az áron – szükségszerűen több fát kínálnának. Ez az úgynevezett potenciális túlkínálat.



8-2. ábra: A kereslet és kínálat összefüggése egy erdőkár fellépése esetén³⁶

Ekkor lép be a piaci önszabályozó rendszer, a változatlan kereslet és növekvő kínálat miatt elmozdul az ár. A valós piaci ár a változatlan D keresleti és az S' kínálati görbék metszéspontja, az új egyensúlyi ár felé mozdul (Kopányi 1990). Ez azonban alacsonyabb árszintet jelöl, aminél az erdőgazdálkodók termelési hajlandósága már csökken. Ez a csökkenés egészen a P' egyensúlyi árig folytatódik. A végeredmény kisebb faanyag többletet jelent, a piacra helyezhető mennyiség növekszik ugyan, de nem azzal a mértékkel, ami a károsodásból következne. Az erdőtulajdonosok, erdőgazdálkodók a kárral nem érintett állományokban csökkentik a termelésüket, sőt amennyiben az új árnál gazdaságilag nem éri meg és a jogi környezet ezt lehetővé teszi, a károsodott faanyagot is az erdőben hagyják, (pl. meredek hegyvidéki területeken).

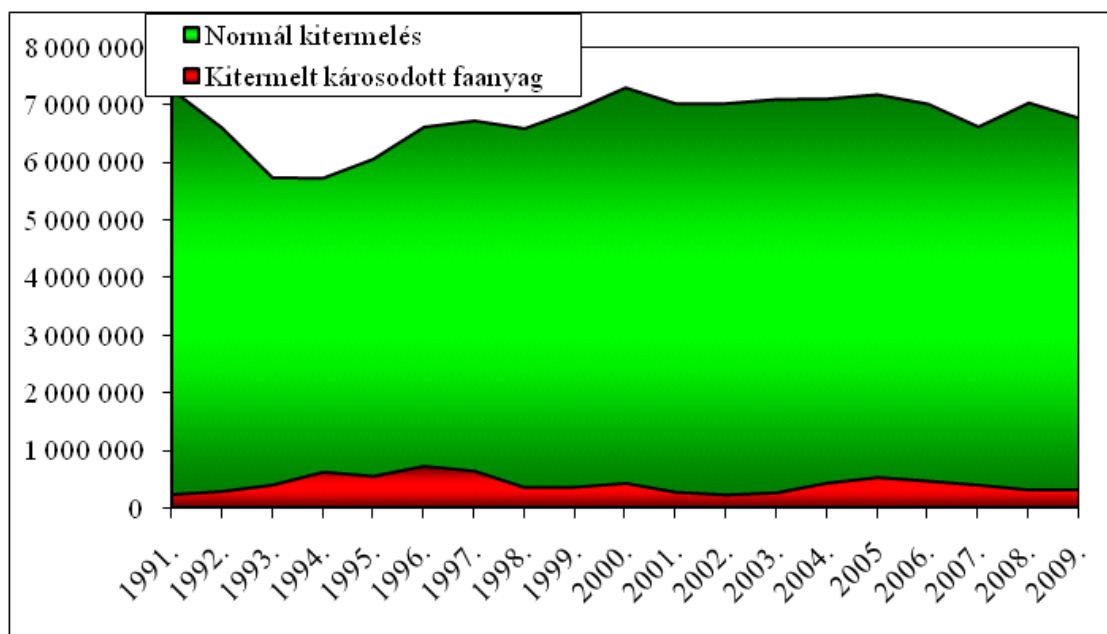
³⁶ Forrás: Kopányi (1990)



8-3. ábra: A normál- és az egészségügyi fakitermelések változása 1970-től napjainkig Ausztriában³⁷

A piac vissz szabályoz, a kitermelt faanyag mennyiség növekszik ugyan, de a realizált piaci többlet mennyiség ($Q-Q''$) kisebb a potenciális túlkínálatnál, a károsodás miatt kitermelendő fa mennyiségénél. Nyilvánvaló, hogy a piacra kerülő erdei választékok mennyisége nő, a faárak viszont csökkennek, ez már érinti az erdőgazdálkodás eredményességét. Vannak kivételek, nem minden piaci szereplő viselkedik így, nagyobb szervezeteknél megfigyelhető ezzel ellentétes törekvés is. A fedezet csökkenése miatt ebben a helyzetben növelik a termelést, ezzel érve el a kitűzött eredményességet. Ennek viszont ellene hat a hosszú távú tartamosság és a megfelelő hozamszabályozás, ami miatt nem lehet a végtelenségig fokozni az erdőhasználatot. Ausztriában, a klímakárok okán megjelenő faanyag termelés csökkentő hatása a normál termelésre nézve, az éves összesített fakitermelési adatokon (8-3. ábra) jól megfigyelhető. Az elmúlt 20 évben hasonló jelenség figyelhető meg a Szombathelyi Erdészeti Zrt. esetében is (10-5. ábra). Magyarország egyéb területein az erdőkároknak a termelés változására kisebb volt a hatása (8-4. ábra).

³⁷ Forrás: HEM (Holzeinschlag Meldung Austria 2009)

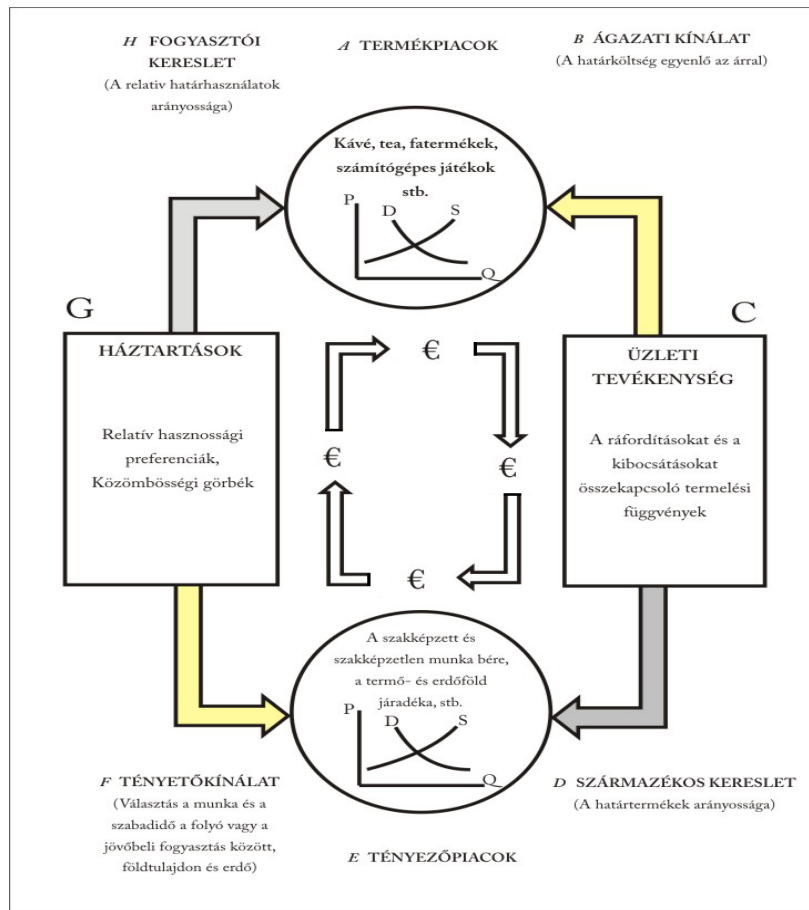


8-4. ábra: A normál és egészségügyi termelések (brm³) aránya Magyarországon 1991-től³⁸

8.2. A termékpiacok és a tényezőpiacok összefüggése

A gazdasági folyamatok nem egymástól függetlenül mennek végbe. A kínálat és kereslet, a költségek és a preferenciák, a tényezőtermelékenység és a tényezőkereslet összes eredője valójában egyetlen óriási, egyidejű kölcsönös függőségekkel meghatározott folyamat. A erdei faanyag kínálati görbéje maga is a költségkalkulációk, a termelési szempontok, a bér-, a járadék-, és a kamat-meghatározás eredménye. A kölcsönös függőség nem korlátozódik csupán az erdőben megtermelt faanyagra. Az erdei faanyagkínálat és faanyagkereslet (valamint az erdőföld kínálat és erdőföld kereslet) függ a fa a faipari termékek iránti igénytől. De függ attól is, hogy az emberek mennyire kívánják feláldozni egyéb vásárlási lehetőségeiket, hogy az élelmiszer, elektronikai cikkek helyett bútort, könyvet, vagy éppen tűzifát vegyenek. A megannyi ráfordítási, és kibocsátási piac, láthatatlan hálóként kapcsolódik össze, a közgazdászok által egyensúlynak nevezett, kölcsönös függőségek által meghatározott rendszerben. Az általános egyensúly hálóját a 8-5. ábra szemlélteti. Az ábra közepe a pénz körforgását jelzi. A felső ív az egyes javak üzleti kínálatát és háztartási keresletét jeleníti meg. Az alsó ív az üzleti világnak a szakképzett és szakképzetlen munkára a jó agrár- és erdőterületre és az összes többi termelési tényezőre irányuló származékos keresletét mutatja, ami az említett mechanizmusokon keresztül összefügg a termelési tényezők – így a termőföld, az erdőföld és az erdőhasználat – kínálatával (Samuelson – Nordhaus 1990). Ebben a rendszerben, az alsó íven jelenik meg az erdőgazdálkodás mint a tényezőpiac szereplője, akire a gazdasági törvényszerűségek épp úgy hatnak, mint a többi résztvevőre.

³⁸ Forrás: MgSZH Budapest (2010)



8-5. ábra: Általános egyensúlyi ármeghatározás modellje³⁹

Az általános egyensúlyi ármeghatározás eredményét a fogyasztói keresletnek és az ágazati kínálatnak az „A” pontban való találkozási határozza meg. Az üzleti élet származékos tényező keresletének és a háztartások tényező kínálatának az „E” pontban való találkozási meghatározza az egyensúlyi tényezőárakat és mennyiségeket (8-5. ábra).

8.3. A káresemények ármódosító hatása az erdei választékok esetében

Az árak szerepe többcélú. Egyrészt, mint egyszerű elszámoló eszköz, alkalmas a termékek, az anyagok, az eszközök, vagyontárgyak nyilvántartására, másrészt méri a termékeket, a gazdasági teljesítményeket. Ez utóbbi minőségében nagy szerepet játszik annak meghatározásában, miből, mennyit állítson elő a gazdaság, továbbá hogyan, milyen technológiák felhasználásával termeljen (Meyer 1989).

Az árrendszer közvetlenül hat a gazdálkodók jövedelmezőségére.

Az erdőkárok miatt fellépő piaci reakciók erősségét sok tényező befolyásolja:

- a károsodás miatt szükségszerűen kitermelendő faanyag mennyisége (a károsodott faanyag volumene),
- a fellépett kalamitások koncentráltasága (mozaikszerűen, pl. tölgypusztulás, teljes területeket letarolva, pl. tátrai széldöntés),

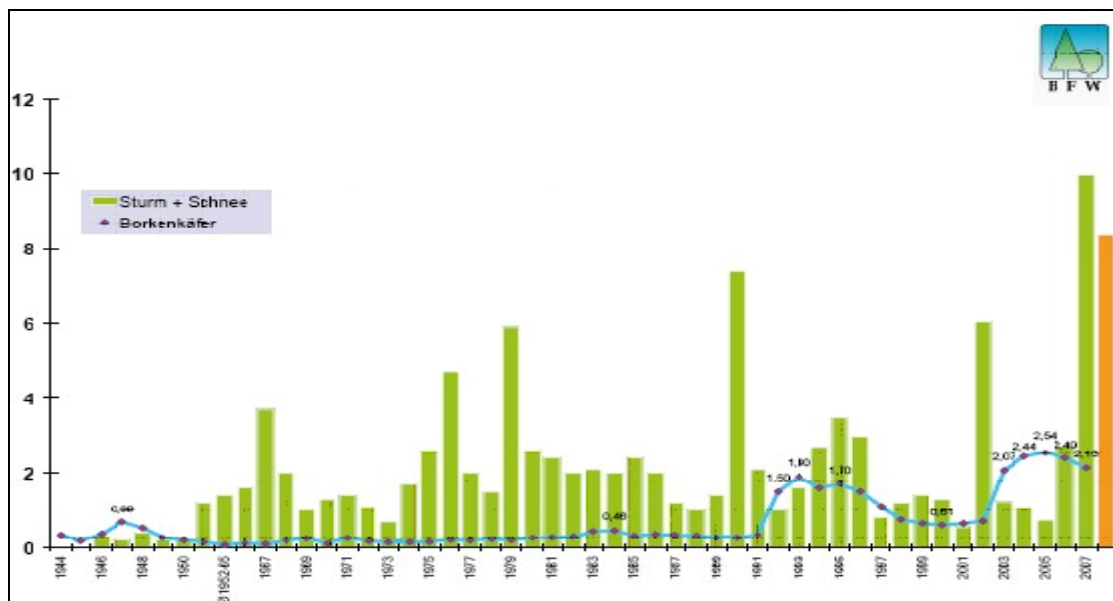
³⁹ Forrás: Samuelson - Nordhaus (1990)

- a károsodás minősége (lehet sokszerű, pl. hirtelen széldöntés; vagy időben jobban elhúzódó, pl. szűkáróítás),
- a kereslet árugalmassága (minél rugalmasabb a kereslet, annál kevésbé esnek vissza az árak, annál kisebb a potenciális túlkínálat és a realizálható piaci értékesítés különbsége),
- a fakínálat kompenzációs lehetőségei (az egyéb kitermelések, vagy az import visszafogása),
- a tárolási lehetőségek és kapacitások, ezek költsége.

A fentiekből, közgazdasági szempontból, az árugalmasság kérdése fontos, hisz ebből következtetéseket vonhatunk le arra nézve, hogy a megjelenő károsított faanyag volumene, milyen hatással van a faanyag árakra (Meyer 1989).

8.3.1. A káresemények hatása az árakra a szomszédos Ausztria példáján keresztül

Analitikai elemzések az új típusú erdőkárok és a piaci reakció összefüggésére az európai unión belül számos országban történtek. Az erdei faanyag tekintetében legnagyobb fafeldolgozó kapacitással és ezzel együtt legnagyobb faimporttal Magyarország szomszédságában Ausztria rendelkezik. A fakitermelés mennyisége több mint kétszerese, a feldolgozás volumene közel három- négyeszerese a magyarországi adatnak. A vizsgálat szempontjából fontos tény, hogy az elmúlt 3 és fél évtizedben, Ausztriában évente átlag mintegy 3,6 millió köbméter károsodott faanyag keletkezett, ami elérte az össztermelés 1/4-ét (8-3. ábra), tehát meglehetősen magas arányt jelez. A maximális mennyiség 1990-ben 8,3 millió m³ volt, egy „Vivian” névre keresztelt szélvihar következtében (8-6. ábra).

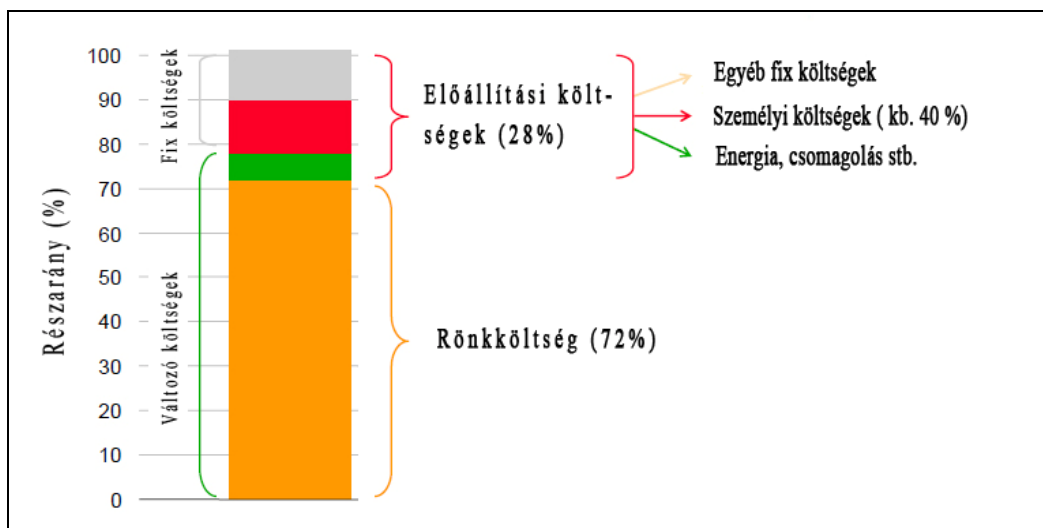


8-6. ábra: A szűkárók (kék vonal) és a szél-, illetve hótörések (zöld oszlop) mennyisége Ausztriában 1944-től⁴⁰

Tekintettel arra, hogy az erdei választékok kereslete származékos kereslet, az összefüggés a kész-, illetve félkész fatermékek és az erdei fatermékek ára között annál szorosabb, minél magasabb az erdei faanyagok bekerülési költségének aránya a tovább feldolgozás költségén belül, illetve minél kisebb a lehetőség a feldolgozás során a faalapanyag más irányú felhasználására. A fenyő fűrészáru előállítási költségének jelentős hányadát a fűrészrönk

⁴⁰ Forrás: Bundesamt für Wald, Wien (2009)

bekerülési költsége teszi ki (8-7. ábra). A normál rönkféleségeknél kicsi az esély, hogy ne valamilyen fűrészipari alapanyagának értékesítsük, (kivétel a vékony rönk). Ezzel szemben a sarangolt választékoknál, ha kötöttségekkel is, de szabad az átjárás a papír-cellulóz, a forgácslap- és energetikaipar között, hasonló áron is többcélú lehet a felhasználás.



8-7. ábra: A Stora Enso fenyő fűrészüzemeinek költség struktúrája Ausztriában⁴¹

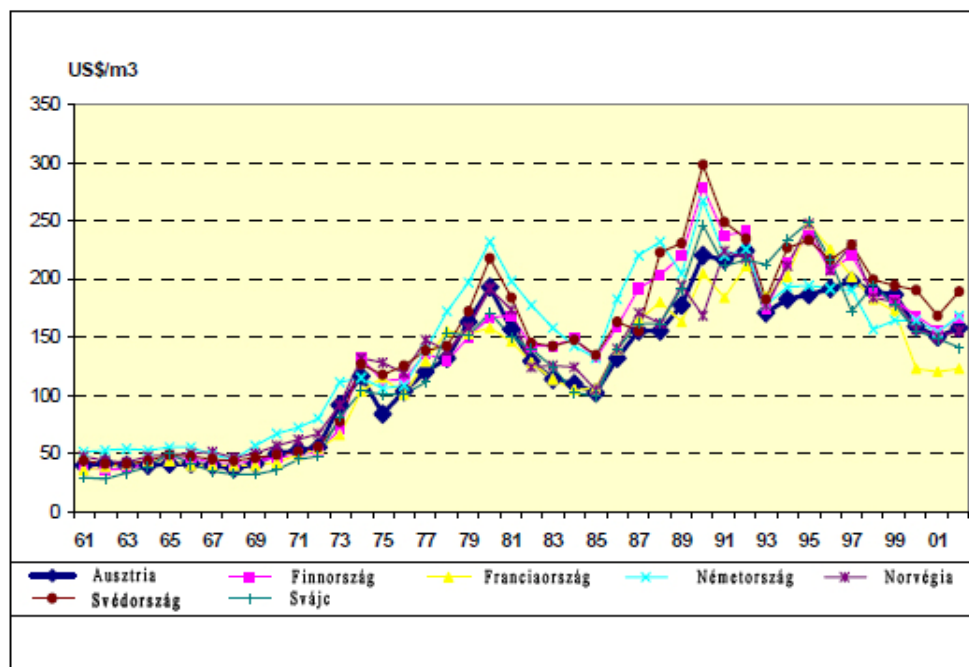
A tárgykörben számos publikáció (Allinger – Csollich et al. 2000, Eder 2000, Kainnz 2004, Maier 1995, Moog-Schwarzbauer 1992, Schwarzbauer 2002, 2005, 2007, 2009) jelent meg osztrák kutatók tollából. Az általuk a vizsgálatba bevont adatok általában éves adatok, az éven belüli változásokat kevésbé elemezték, átlagértékekkel számoltak. Az adatokat, jellemzően 1970-től kezdődően dolgozták fel. A megadott országos termelési adatok hibahatárát 10%-on belül adják meg, mivel a fakitermelések több, mint fele a 200 ha alatti, kis erdőtulajdonnal rendelkező erdőgazdálkodóknál történt, ahol nincs teljes körű adatszolgáltatási kötelezettség. A hetvenes évektől kezdődően a keletkező károsodott faanyag mennyisége évente 56 ezer köbméterrel nőtt. Ez összehasonlítva Ausztria évi több mint 15 millió köbméter fakitermelésével, piaci szempontból nem jelent szignifikáns eltérést, de hosszabb távon a trend mindenképpen figyelmet érdemel. A fakitermelési adatokat jellemzően a nyilvánosan is hozzáférhető osztrák éves fakitermelési jelentésekből (Holzeinschlagmeldung-HEM) a faanyag-árakat a Statistic Austria forrásaiból merítették.

8.3.2. A károsodott faanyag mennyiségének hatása rövid távon a fenyőfűrészrönk-árakra

Ausztriában az erdőkárok több mint 90%-a fenyő állományokban történt, ezért értelemszerűen a mennyiségi statisztikai elemzést fenyőrönk és fenyő iparifa-adatok alapján (papír-, rost- és forgácsfa) végezték el. Ausztria a fenyő fűrészáru-termelés mennyiségének több mint felét exportálja, ezért a fenyő fűrészáru árakat – mint a származtatott kereslet kiindulópontját – az

⁴¹ Forrás: Stora Enso (2005)

export árakból vezették le. Az itt kialakult árak teljesen megfelelnek a nagy termelési potenciállal rendelkező Európai országok árainak (7-8. ábra), belátható tehát, hogy a származékos kereslet kiindulópontjaként kezelt fenyő fűrészáru piaci folyamatai követik az Európai trendeket. Az itt levont következtetések - bizonyos határok között - nagyobb régióra is érvényesek. A fenyőrönk vonatkozásában Magyarország helyzete hasonló.



8-8. ábra: Fenyő fűrészrönk árak az egyes országokban⁴²

Vizsgálták a fenyő fűrészáru árváltozásának hatását a rönkárakra. Megállapították, hogy a rönk árrugalmassága közelíti az 1-es értéket, ami azt jelenti, hogy ha a fenyő fűrészáru ára 1%-kal emelkedik, vagy csökken, akkor a rönk árváltozása ugyanilyen mértékben követi ezt. Megállapítható, hogy szoros az összefüggés a fűrészáru kereslet és a származtatott fűrészrönk kereslet között. Ez nem véletlen, ugyanis tapasztalati adatok is bizonyítják, hogy a rönkárak aránya a fenyő fűrészáru előállítási költségén belül az 50-80%-ot is eléri (B. Eder 2000, Kainz 2004, Maier 1995).

Alapanyagforrás tekintetében, ha a minőségi különbségeket és a fűrészáru előállításához szükséges faanyag méreteket nézzük, nincs reális alternatívája más alapanyag felhasználásának a fűrészüzem számára. Az analitikai elemzés során, a függő változóként kezelt fűrészrönk árának változását, a fűrészáru, a faimport és a károsodott faanyag volumene, mint független változók bázisán vizsgálták. A becslések során minden adat az előtte lévő évhez képest relatív változást jelent, ezért a számítások közvetlenül a becsült paraméterek árrugalmasságát határozzák meg.

⁴² Forrás: Universität für Bodenkultur Wien Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (2004)

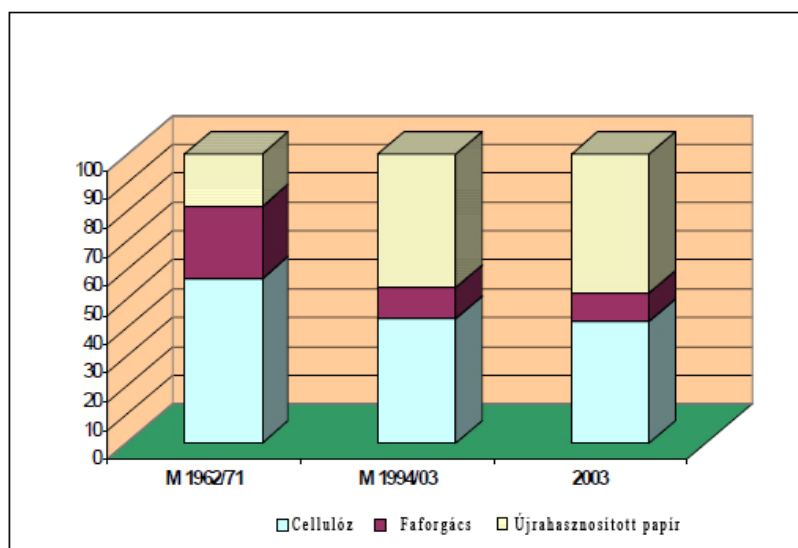
Függő változó: fenyőrönk ár (luc, jegénye, méretkategória és minőség)	Független változó	1970-2004	1970-1989	1990-2004
	Fűrészáru ár	0.95	0.98	0.99
	Károsodott faanyag mennyisége	-0.06	-0.003	-0.09
	Faimport	-0.04	-0.09	0.0001
	R ²	0.86	0.96	0.77
	DW	2.28	2.15	1.96

8-1. táblázat: A fenyő fűrészrönk árak becsült ár rugalmassága a fenyő fűrészáru viszonylatában⁴³

Érdekes megállapítása a kutatásoknak, hogy a károsodott faanyag megjelenése befolyásolja ugyan a rönkárakat, de ez a befolyás rövidtávon meglehetősen csekély, a legnagyobb hatással a fenyő fűrészáru ára van a változásra, átlagosan 0.95 ár rugalmassággal (8-1. táblázat). Az összefüggések determinációs koefficiense, R² értéke 0.77-0.96 közötti, ami meglehetősen magas ok-okozati összefüggést jelez. Az import hatása az árakra alig volt kimutatható.

8.3.3. A károsodott faanyag mennyisége és az iparifa árak összefüggése rövidtávon

A fenti vizsgálatot elvégezték a forgács-, furnér- és papíripari alapanyagokra is. Független változóként a cellulóz- és a vékonyrönk-ár, az import mennyisége és a károsodott faanyag volumene szerepelt - a függő változóként kezelt iparifa-árra vonatkozó elemzésben (8-2. táblázat). Az iparifa vonatkozásában a származékos keresletet a cellulóz alapanyagokból számították, melyhez a FAOSTAT (2005) adatait használták fel. Mivel ezekből az anyagokból Ausztria nettó importőr volt, az import átlagárakkal kalkulálhattak. A statisztikai adatfeldolgozás során nem az abszolút árértékekkel számoltak, hanem árindexekkel (bázis 1965 vagy 1970), vagy a relatív differenciákkal (az előző évhez viszonyított változással).



8-9. ábra: A papírgyártás alapanyagainak változása⁴⁴

⁴³ Forrás: Schwarzbauer (2009)

⁴⁴ Forrás: Universität für Bodenkultur Wien Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (2004)

A vizsgálatok ebben az esetben is egyértelműen megerősítették azt a feltevést, hogy a faanyag tovább feldolgozónak megvan az a választási lehetősége, hogy az erdőből származó fa alapanyagot, vagy fűrészipari hulladékot és használt, reciklikált anyagot használjanak fel a gyártás során (8-9. ábra). Ehhez még hozzáadódik, hogy a termékek gyártási önköltségén belül a faanyagok sokkal kisebb részarányban képviseltetik magukat, mint a fűrészáru tekintetében. Ebből az következik, hogy a papír- és forgácslapipar által előállított késztermékek árváltozása kisebb hatással van az erdei faanyagok árára, mint a rönk esetében. A károsodott faanyag megjelenésének árindikációja pedig még jelentéktelenebb (8-2. táblázat), a faárra való rövid távú hatás alig kimutatható (Schwarzbauer 2009).

Függő változó:	Független változó	1970-2003	1970-1989	1990-2003
Forgács- és papírfa vegyes ár	Cellulóz import ár	0.14	0.25	-0.02
	Vékony rönk ár (luc és jegenye)	0.22	-0.10	0.41
	Károsodott faanyag mennyisége	0.03	0.05	0.001
	Faimport	-0.02	0.09	-0.05
	R ²	0.31	0.70	0.29
	DW	1.90	2.12	1.61

8-2. táblázat: A fenyő-iparifa árának becsült árrugalmassága a cellulóz, a vékony fűrészrönk, a faimport és a károsodott faanyag ára függvényében⁴⁵

Az árrugalmasság becslések arra is ráirányították a figyelmet, ami napjaink gyakorlati tapasztalata, hogy az iparifa árának emelkedésével, a vékony fűrészrönk vevőköre a fűrészüzemekről a papír-, és farost gyártó, illetve a bioenergetikai üzemekhez rendeződik át (Schwarzbauer 2005). A vizsgálatok alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a magyar fapiacnál mintegy háromszor nagyobb osztrák fapiacra megjelenő évi átlag 3,6 millió m³ károsodott faanyag nem okoz rövidtávon számottevő piaci árváltozást. A kalamitások miatti árhatások önmagukban rövidtávon nem változtatják meg az erőgazdálkodás eredményességét.

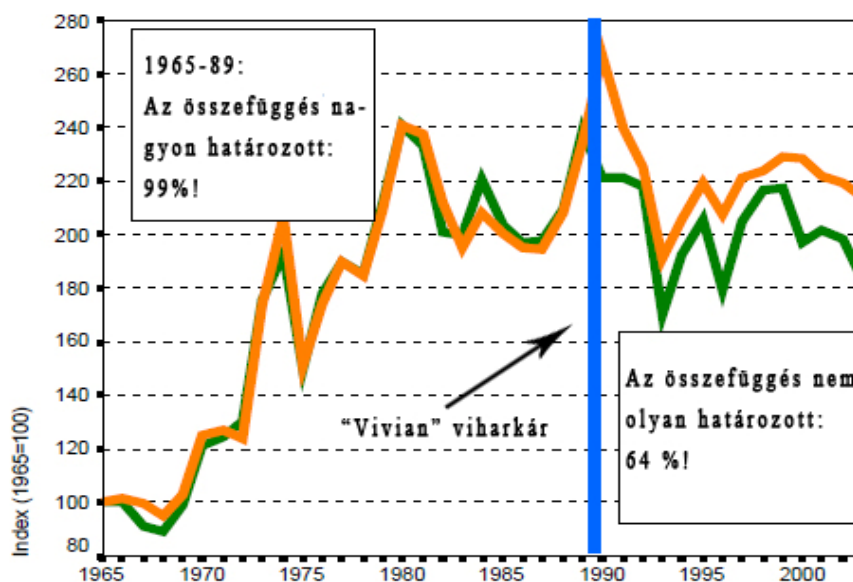
Összességében megállapítható, hogy a letermelt károsodott faanyag évi ingadozása csak csekély hatást gyakorolt a fenyőrönk-árakra; (az árrugalmasság max. 0,09%), és nem mutattak ki érdemleges hatást a fenyő iparifa-árak vonatkozásában. (Schwarzbauer 2009.) Kutatásaiban Bergen et al. (2002) szintén ehhez hasonló következtetésre jutott. Az árrugalmasság (-0,025) tekintetében Allinger-Csollich et al. (2000) osztrák erdészeti- és fagazdasági szimulációs modelljében ugyancsak ez a megállapítás igazolódott.

8.3.4. A károsodott faanyagvolumen hatása hosszabb távon a faárakra

A vizsgálatok azonban feltártak egy érdekes, az erdőgazdálkodók számára negatív összefüggést. Az 1990-es nagyméretű viharkárnak hosszú távú hatása is volt a fenyőrönk árakra nézve. A fenyő fűrészrönk és fenyő fűrészáru árakat 1965-ös bázison indexálták és azt találták, hogy egészen 1990-ig a fenyőrönk és a fenyő fűrészáru ára hasonló indexálással növekedett. A "Vivian" nevű, 1990-ben átvonult vihar (több mint 8 millió m³ széltörést

⁴⁵Forrás: Schwarzbauer (2009)

okozva Ausztriában) következményeit a 8-10. ábra szemlélteti. A fenyő fűrészrönk árándexe (luc- és jegenyefenyő, középmező esetén), a fenyő fűrészáruval szemben (mindkettőnél a bázis 1965=100), a vizsgált periódus második felében, 1990-2004 között – tehát a nagymennyiségű károsodott faanyag 1990. évi megjelenését követően – az előző időszakhoz képest szignifikánsan, 21 indexponttal, körülbelül 10%-kal lefelé eltolódott; relatíve olcsóbb lett a fenyőrönk (Schwarzbauer 2009). Az ok-okozati összefüggések ez esetben nem teljesen ismertek, de tény, hogy a faanyag-árak, és ezen keresztül a faanyag-kínálat hosszú távon csökkent, ami csökkentette az erdőgazdálkodás jövedelmezőségét.



8-10. ábra: A fenyő fűrészrönk árak és a fenyő fűrészáru árándexének változása⁴⁶

Az okok között szerepelhet, hogy a nagy mennyiségű károsodott faanyag sokkoló piaci hatását a nagyfeldolgozók (oligopóliumok) kihasználták az árak letörésére, és ezt a helyzetet a piaci nagyságuk miatt hosszabb távon meg tudták tartani. A „Vivian” vihar arra is ráirányítja a figyelmet, hogy amennyiben egy hosszabb intervallumot elemzünk, azon belül rövidtávon nincs szoros összefüggés a károsodott faanyag megjelenése és az árváltozások között. Ennek ellenére, a kiugróan nagy mennyiségben sokszzerűen megjelenő károsodott faanyag volumen egy-egy alkalommal lefelé mozdítja az árakat, ami mind a rövid, mind a hosszú távú hatását tekintve rontja az erdőgazdálkodás jövedelmezőségét.

Az output oldal elemzésénél az osztrák kutatók a hasonló minőségű és dimenziójú faanyag árváltozásának az összefüggéseit elemezték. Legalább ennyire fontos, hogy a megtermelhető választékok minősége mennyire tér el a potenciális lehetőségtől. A szinte minden klímakárral összefüggésbe hozható káresemény esetén – (viharkár, kiszáradás, szűkár stb.) – a fa értéke csökken, különösen az értékes rönkválaszték minősége romlik, ezért rosszabb lesz a megtermelhető választékszerkezet. Ennek kalkulációja tényadatokból nehezen levezethető, ehhez már modellszámítások szükségesek, melyek meghatározzák az erdő mint termelési tényező, és ezen keresztül a használati potenciál változását.

⁴⁶ Forrás: OeSTAT/Statistik Austria, 1966-2005; WIFO-Datenbank, in Schwarzbauer (2005)

9. Az erdőgazdálkodás jövedelmezőségének várható változása az erdőpotenciál (erdőgazdálkodás-input oldal) szempontjából

A gazdasági hatás azonban nem csak a faárakon keresztül jelentkezik, az erdőgazdálkodás input oldala legalább ennyire fontos. A klímaváltozás megváltoztatja magát a termelési tényezőt, az erdőt mint ökonómiai és ökológiai rendszert. A legtöbb esetben a viharkáros faanyag letermelése magasabb költséggel valósítható meg, a kényszerű mesterséges felújítások többre kerülnek, a régiókat érintő károk jobban igénybe veszik az egész logisztikai rendszert, s ezek összességükben nagyobb ráfordítást eredményeznek. E hatások mindegyike csökkenti az erdőgazdálkodás eredményességét. Az igazi veszélyt azonban az erdő termelési potenciáljának csökkenése jelenti, ami hosszú távon determinálja a gazdálkodók lehetőségeit. A gazdasági lehetőségek megítélése szempontjából a növedéknek, illetve a használati potenciálnak nagy jelentősége van. A becsült évenkénti potenciális élőfakészlet-növekedés mennyisége egyébként sem használható ki teljes mértékben gazdaságosan. A nettó növedék és a fahasználat összehasonlításából látható, hogy Európában az erdő termelési potenciáljának csak egy részét használják ki. A jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján ez 60% körül alakul, csak a skandináv államokban haladja meg a 70%-ot.

Az erdőgazdálkodás globális környezetének elemzése az eddigi fejlődés változásának és kiemelten az új trendek kellő időben történő felismerésére szolgál. Gyakori, hogy ezekre a változásokra csak gyenge és határozatlan jelzések utalnak. Minél korábban vesszük észre az ilyen jeleket, annál határozatlanabbak az ezzel kapcsolatos információk. Azok a vállalkozások, ágazatok, amelyek képesek az ilyen jelzéseket érzékelni és értékelni, komoly versenyelőnyre tesznek szert, mert a versenytársaknál korábban tudnak reagálni a változásokra, és gyorsabban képesek alkalmazkodni az új trendekhez. A globális vállalati környezet elemzésének korai stratégiai felismerés jellege van. A hagyományos környezeti elemzések kiemelt területként kezelik a technológiai, ökonómiai, jogi, szociális és kulturális környezet fejlődését. Az utóbbi időben minden nagyobb globális környezeti elemzés hangsúlyosan foglalkozik az ökológiai környezet változásával. Ezzel kapcsolatosan vizsgálják a termeléssel és fogyasztással összefüggő vállalatóri tevékenység hosszútávon fenntartható lehetőségét, valamint a környezetterhelés következményeit (Eyerer – Reinhardt 2000).

Az erdőgazdálkodási tevékenységek minden egyes mozzanata gyakorol valamilyen hatást a környezetre, amelynek mértéke és kedvező, vagy kedvezőtlen iránya tág határok között változhat. A magas változékonyság miatt sem érdemes minden tevékenység elemét kielemezni, másrészt a környezeti hatásvizsgálatok magas pénz-, idő- és eszközigénye miatt sem célszerű minden esetben a vizsgálat elvégzése. Szükség lenne azonban arra, hogy az erdőgazdálkodás fontosabb területeit alávessük a környezeti hatásvizsgálatnak (Marosi 1994). A klíma megváltozása olyan mértékben alakítja át az erdőgazdálkodás társadalmi és ökológiai viszonyait, hogy mindenképpen szükséges alaposan megvizsgálni a változás hatásait és ezek eredőjét.

9.1. A klímakárok jövedelemmódosító hatásának eddigi tapasztalatai az erdőgazdálkodóknál

Az előző fejezetben leírtak alapján Magyarország speciális környezeti adottságai mellett számolni lehet azzal, hogy döntően degradáló hatások érvényesülnek, amit az életközösségek természetes önszabályozó mechanizmusai nem képesek kiegyenlíteni. Erre a degradációra, a faji sokféleség csökkenésének veszélyére utalnak a rovarfauna diverzitás-változását évtizedek óta nyomon követő erdészeti fénycsapda-adatok és az Erdővédelmi Hálózat megfigyelései is (Szentkirályi et al. 1994). A magyarországi erdőtakaró szerkezete és összetételének stabilitása, és mindezekon keresztül a szervesanyag-képzése vonatkozásában a globális és regionális klímaváltozás veszélye bizonytalan jövőképet vetít előre. Az erdőgazdálkodás, a hosszú termelési ciklusából következően, szinte kizárólag a meglévő ökológiai adottságokra épít, ezért az időjárási körülményekben bekövetkező mindennemű változás alapvetően érinti a gazdálkodás alapjait és ezen keresztül a jövedelmezőségét (Führer – Mátyás 2007).

A klímakárokkal összefüggésben, a múltban a legátfogóbb ökológiai vizsgálat még a 80-as évek végén készült. Az akkor fellépett tölgypusztulásnak a kor még nem kiforrott piaci viszonyai között is jelentős ökonómiai hatása volt. Az ERTI kutatói konkrét kalkulációkkal becsülték a hatások közgazdasági eredőjét. Több mint 500 erdőrészlet faállomány jellemző adatát összegyűjtve végezték el számításaikat. Az akkori költség- és hozamviszonyok közepette az erdőfelújítási költségek összességében 71%-kal haladták meg az egészséges tölgyesek erdőművelési ráfordításait. Megállapították, hogy a termékszerkezet jelentősen módosult, ami az értékesebb rönkanyag termelés rovására növelte tűzifa részarányát (átlagban 86%-ra), ami 7%-os árbevétel-kiesést okozott, és a termelési többletköltségek növekedésével együtt a fedezeti összeg 37%-kal csökkent. A hasznosítható famennyiség csökkenésén túl, a termelt faanyag testsűrűsége is csökkent. A tölgypusztulás után visszamaradó állományok értékvesztése nőtt. Az értékvesztésen belül a legjelentősebb tétel a növedékvesztés, melynek jelentőségét növeli, hogy már 5%-os csökkenés 16%-os fedezeti összegkiesést okozott (Héjj et al. 1988-89).

Azóta ilyen átfogó elemzés a klímakárokról nem készült, de az erdőgazdálkodók részéről több helyi, kisebb régiót érintő adatközléssel, kalkulációval szembesülhettünk. A 90-es évek eleji már említett 3 évig tartó aszályos időszak nagy pusztítást végzett a Kemeneshát cseri talajain álló fenyveseiben, cseres tölgyeseiben (Bidló – Kovács 1997). A fellépett klímakár okán modellszámítások készültek a térségben alkalmazott célállomány típusokra. A számítások igazolni látszottak azt a megállapítást, hogy időközben több olyan tényező is jelentkezett, ami rontotta a – korábban még megfelelően kezelhető – gyengébb termőhelyeken lévő erdők gazdaságosságát. A kalkulációk alapján nem volt olyan célállomány-típus, amelyik a megváltozott termőhelyi környezetben ökonómiai szempontból fenntartható lenne. Az akkori ráfordítás és hozamviszonyok közepette, még a termőhelynek legmegfelelőbb cseres célállomány is veszteségesnek bizonyult. A gazdasági környezet változásán túl kiemelt jelentősége volt a több évig elhúzódó aszálynak, ami a szélsőségesebb termőhelyű állományokban – mint amilyenek a kemenesi tájrészlet erdei – fokozottabban éreztette hatását (Szép - Borbély 1995).

Az utóbbi időben talán a legismertebb a zalai bükkös állományokat ért kár. A Zalaerdő Zrt. egyedül a 2004. évben 148 206 bruttó m³ egészségügyi termelést volt kénytelen végrehajtani, 411 ha érintett területtel. Ez az évi összes kitermelt famennyiség több mint 30%-a volt. A Zalaerdő Zrt. számításai szerint a bükk száradási folyamat öt éve alatt (2000-2004 években) a mortalitás és a minőségi romlás (9-1. kép) miatt a választékokban kimutatott értékvesztés

2.700 Ft/m³ volt. Figyelembe véve a termelés során jelentkező 10%-kal magasabb apadékot, a veszteség további 860 Ft-tal emelkedett. Így, a Zalaerdő Zrt. gazdálkodási szintjén a bükk fafaj száradása miatt bekövetkezett árbevétel-kiesés 299 millió Ft volt. A szétszórt termelési helyek és a nagyobb szállítási távolság miatt jelentkező 400 Ft/m³ termelési és 1.000 Ft/m³ szállítási költségtöbblet további 118 millió Ft kiesést okozott. Ezért a négy év alatt összesen 417 millió Ft összegű közvetlen kár érte az erdőgazdálkodót. Az erdő vagyonértékének vesztese a számított területeken további 300 millió Ft-ot tett ki (Góber 2006).



9-1. kép: A klímakár miatt károsodott bükk rönk⁴⁷

A probléma ökonómiai oldalát az Erdővagyon-gazdálkodási Intézet munkatársai (Héjj 2007) is feldolgozták. A bükk pusztulás gazdasági hatásainak elemzésére, a Zalaerdő Zrt. a károsítással egyik legérzékenyebben érintett, közel 220 ha-os Csácsi erdőtömbjében 2004. és a 2005 évi tapasztalati adatok alapján került sor. A károsítás gyors lefolyása, a földrajzilag is jól körülhatárolható erdészkerület megkönnyítette a pontos adatgyűjtést, így lehetővé tette a releváns hatásvizsgálatot.

A nyugat-európai erdőkárok felszámolása kapcsán lehet olvasni az erdei munkásokat ért tragikus balesetekről, amelyek sokszor halálos kimenetelűek. Ez a veszély az elpusztult bükkös állományok termelésekor éppígy fennáll. Az elszáradt koronában lévő hatalmas ágak könnyedén letörhetnek, a törzs kettétörhet, súlyos balesetveszélyt jelentve a döntést végző fakitermelőkre. Kutatások szerint, a száradék jellegű egészségügyi termelésekben, 1 000 m³ fakitermelésre átlagosan 1 baleset miatt kiesett munkanap jut (Héjj et al. 1989). A baleset a negatív humán oldala mellett egyértelműen gazdasági veszteséget okoz, melyet a táppénz és a kártérítés értékével is lehet számszerűsíteni. A balesetveszély negatív következménye azonban a fokozottan körültekintő munkavégzés termelékenység csökkentő hatásán keresztül mindenképpen tetten érhető. Ezt a hatást a szakemberek a költségek 5%-ában becsülik (Héjj et al. 1989). A csácsi tömbben kitermelt több mint 16 ezer m³-es faanyag esetében 1,6 millió forint többletköltséget eredményezett.

⁴⁷ Fotó: Góber (2005)

Az egészségügyi termeléseknél csökken a területegységre vetített faanyag-koncentráció, ezért az alkalmazott technológia hatékonysága is változott. A csúcsháradt, derékba tört egyedeket is fel kellett készíteni. Ezek eredményeként Góber Zoltán (2005) szerint a „lombos állományokban végzett termelésnél átlagosan 400 Ft/m³ fakitermelési költségtöbblet jelentkezik”. A veszteséget növeli a nagy kiterjedésű vágások miatt jelentkező 1.000 Ft/m³ kiszállítási többletköltség. Ezek miatt az említett két évben 22,5 millió Ft többlet ráfordítás keletkezett az erdőhasználat üzemágban.

A tömbön belül a károsodással érintett erdőrészekben 30%-ot meghaladó apadékkal számolhattak. Az apadék növekedése azért következett be, mert mire a teljes feldolgozás befejeződött az elszáradt törzsek nagy részének a koronája már korhadt, reves volt, a döntés során letört. A koronarészt emiatt nem lehetett felkészíteni, vékony tűzifának sem volt alkalmas. Az egyetem Erdőhasználati Tanszékének vizsgálatai szerint az apadék nagysága egy az erdőtömbhöz hasonló, nagy átmérőjű, jó minőségű bükk állományban 15% körül van (Rumpf 2003). A veszteség tehát a bruttó fatérfogat 15%-a. A költségeket levonva a két év alatt csak e miatt 6,8 millió forint eredménykiesés keletkezett.

Az aszály miatt csökkent ellenálló képességű törzseket különböző rovarok, a karsú díszbogár (*Agrius viridis*), a bóbítás bükkszú (*Taphrorychus bicolor*) és gombák támadták meg, maradandó faanyag károsodást okozva. A károsodott egyedek бүтүjén elszíneződés tapasztalható. „Az elszíneződés a kéregvesztett, foltos, dudoros palástrésztől indul, ... előrehaladott állapotban egészen a béli hatol, és meglehetősen nagy körcikket foglal el. A gombafertőzött test törékeny, az ilyen törzsek gyakran törnek derékba” (Lakatos et al. 2006). A faanyagromlás miatt a választékszerkezet jelentősen, kedvezőtlenül módosult. Az egészséges erdőben a legnagyobb árbevétel adó, 50% feletti rönk kihozatal ezekben az állományokban 20%-ra csökkent. A választékszerkezet módosulása miatt a kárfelszámolás éveiben, 2004-ben és 2005-ben a Csácsi erdőtömbben 48,8 millió Ft árbevétel kiesés keletkezett (Héjj 2007).

A kárfolyamat a ráfordítások növekedésén keresztül az erdőművelés ökonómiai rendszerét is érzékenyen érintette. A pusztulás gyors lefolyása miatt az állományok egy részénél lehetetlenné válik a természetes felújítás. A természetes újulat hiánya miatt mesterséges erdőfelújításra volt szükség. A degradáció során záródás hiányossá váltak az állományok, megjelent egy erős cserje és lágyszárú konkurencia. Az erdősítéseket e miatt 2-3 évvel hosszabb ideig kellett ápolni, ami növelte a vállalati költségeket. A szokásos, a betegség által nem befolyásolt technológiát alkalmazva 1 ha bükk természetes felújítása 2004 és 2005 év átlagadatai alapján 322 ezer forintba került. Ezzel szemben egy egészségügyi kitermelés miatt túlbontott állomány bükkal történő újbóli felújítása 621 ezer forintot igényelt, vagyis a többlet költség 299 ezer forintot tett ki hektáronként. Ez a mintegy 40 ha tarvágásszerű egészségügyi termelés felén (20,2 ha) volt követett eljárás, aminek a többlet költsége így valamivel meghaladta a 6 millió forintot.

A tartósan megváltozott termőhelyi viszonyok miatt fafajcserét is szükségesnek látott a gazdálkodó. Góber Zoltán (2005) a fentebb már idézett cikkében írja „...ezeknek a bükk fő fafajú állományoknak az átalakítása mindenképp szükségessé vált. Távlati célállományoknak csak elegyes gyertyános-tölgyes erdőállományokat lehet megnevezni”. Teljes fafaj csere esetében a mesterséges felújításnak nincs alternatívája, melynek többletköltségei a bükk aszálykár részét képezik. A bükk természetes felújításának költsége 322 ezer forint. Az állománycsere költsége – ahol ez szükséges – 688 ezer forint, vagyis a többletköltség az előző bekezdésben (bükk felújítás esetén 299 ezer forint) jelzettnél is több, 366 ezer forint. Ez a különbség a 19,4 ha fafaj cserével érintett területre vetítve, 7,1 millió forint többlet ráfordítást eredményezett.

Összességében elmondható, hogy a vizsgálatba bevont 220 ha-os Csácsi erdőtömb gazdálkodását a kárfelszámolás során az erdőművelésben 13,1 millió forint, az erdőhasználatot tekintve 24 millió forint többletköltség jellemezte, a normál gazdálkodási környezet lehetőségeivel összevetve. A legnagyobb veszteség azonban a kitermelhető anyag minőségromlása miatt következett be, ami megközelítette az 50 millió forintot. A kitermelhető faanyag is csökkent, amely 6,7 millió forint hozamelméradást okozott. A teljes kárveszteség kalkulált értéke 92,6 millió forint, aminek – a bükkre jellemző gyors károsodás miatt –, több mint a felét a faanyag minőségének a csökkenése tette ki (Héjj 2007). E veszteség azonban egy az erdőtömb potenciális lehetőségéhez képest kalkulált érték, amit a 2003-as aszályos évet megelőzően az erdő még képes lett volna nyújtani. Egy év leforgása alatt a helyzet alapjaiban megváltozott, az erdőgazdálkodás jövedelmezősége ezen a területen lecsökkent. A hirtelen változás lehetősége a bükk állományok gazdálkodásában a jövőben is várhatóan problémát okoz. A bükk esetében az eredményesség már a kárfelszámolás éveiben is csökkenhet, nem beszélve az ezeket az éveket követő erdőfelújításban jelentkező gondokról. Nyugodtan kijelenthető, a magyar erdőgazdálkodás ezekre a folyamatokra nincsen felkészülve.

Az aszálykár azonban nemcsak az eredményességre volt hatással, nagymértékben megváltoztatta az erdőtömbben lévő erdővagyon értékét, amire a következő ezzel foglalkozó alfejezetben még kitérek.

A Pilisi Parkerdő Zrt. ónos eső károsítását azért említem meg, mert amellet, hogy a sajnálatos káresemény bekövetkezett, ezt nagyon jól kommunikálták a közvélemény felé. Az 1996. január 9-10-én tapasztalt rendkívüli időjárás miatt, elsősorban a bükk állományokban, 2 000 ha területen mintegy 8 000 m³ faanyag károsodott. A károsítás két szempontból is érzékenyen érintette az erdőgazdálkodót. Egyrészt az erdőt ért természeti csapás okozta, pénzben nehezen kifejezhető esztétikai kár volt jelentős; másrészt – pénzügyi szempontból – a károk felszámolásából adódó árbevétel-kiesés illetve többletköltség. Utóbbi az alábbiakból tevődött össze: A faanyag értékcsökkenése 20-25 millió Ft volt - becslést érték alapján. Miután a károsítás elsősorban nem vágásérett állományokat érintett, továbbá a faanyag jelentős része sérült, az értékesítés során – az 1996-os év fapiaci körülményei között – fajlagosan 3.000 Ft/m³ árbevétel kieséssel számoltak. A normál fahasználati feladatokhoz képest jelentkező többlet kitermelés költsége, amely mintegy 1.500 Ft/m³ volt, összesen 10-12 millió Ft-ot tett ki. Ezeken túl jelentkezett a károsodott területek erdőfelújítási többletköltsége, amelyet csak közelítően lehet becsülni, mintegy 60-70 millió Ft-ra. A felújítási munka több éven keresztül elhúzódott, és a természetes felújítás sikerességének és az időjárási környezet változásának nehezen számszerűsíthető hatása miatt a fent említett többletköltség kalkulációja bizonytalansággal terhelt (Csépanyi 1997). Az aszályval jellemezhető időjárási klímaváltozás hatása azonnal érzékelhető az erdősítésekben. Megfigyelhető, hogy az ültetés évében, az - ültetési stressz miatt is - az ültetést követő vegetációs időszakban a legsúlyosabbak a károk. A második évtől a csemeték ennek a hatásnak jobban ellenállnak.

Az elmúlt 20-30 év változásai és a jövőre vonatkozó előrejelzések, valamint ezzel kapcsolatosan az erdei ökoszisztémák környezetének átalakulása miatt széleskörű környezeti hatástanulmányokkal alátámasztva szükséges kidolgozni az erdőgazdálkodás klímaváltozás stratégiáját, ami kitér minden, az erdővel kapcsolatos lényeges változóra (Marosi 1995).

9.2. *Az erdővagyon értékváltozásával összefüggő hatások*

Az erdészeti ágazat a gazdálkodási rendszerében az erdőkárok okozta növedékkiesésből, illetve az erdőállományokban készlethiányt nem okozó fapusztulásból származó veszteségeket – a hosszú termelési ciklus miatt – nehéz figyelembe venni. Ezek a károk azonban nem csak naturálisan, de pénzügyileg is közvetlenül érintik az erdőgazdálkodót. A jelenlegi magyarországi gyakorlat esetében az erdőgazdálkodó szempontjából elsősorban az erdő pillanatnyi jövedelmezőségének változása számít. Ez szorosan összefügg a kitermelhető faállományok fatermési tényezőinek változásával. Ez közvetlenül kihat az erdőgazdálkodás éves eredményére, de gyakran nincs közvetlen kapcsolatban az erdővagyon változásával. Az erdővagyon értékét, annak változását más módszerekkel is meg kell határozni. Az erdő jövedelmezőségének változását a vagyonváltozással – az érintett időszakra – korrigálni szükséges, hogy a hosszabb távú hatás mérhető legyen (Lett 2007b).

Az erdőgazdálkodás gyakorlatában sokat hallhatunk a rövidtávú eredményelvárásról, jövedelmezőségről, de az erdővagyon a nyilvántartásokban sehol nem szerepel, és az abban történt változást senki sem követi nyomon, pedig a hosszú távú, fenntartható erdőgazdálkodás szempontjából alapvető jelentőségű. A klímaváltozás, az eddigi tapasztalatok és az előrejelzések alapján – gazdálkodási szempontból negatív hatásokat kiváltva – az erdőkárok fokozott fellépésével jár együtt. Az erdővagyon, ezen belül az élőfakészletet évente érik különböző mértékű veszteségek. A kár mértékének meghatározásához az első lépés a naturáliákban bekövetkezett változások és károsodások megállapítása. A természetes kár nagyságát ismerve lehet megállapítani annak értékét. A kár nagysága – az erdőérték számítás módszereivel – ezek után már kiszámítható. Meg kell említeni, hogy észlelésük és számbavételük alapján a károk lehetnek az eredményt azonnal befolyásoló, vagy csak bizonyos idő után jelentkező károk, illetve veszteségek.

A pillanatnyi jövedelmezőséget a mindenkori számviteli elszámolások jól nyomon követik. Kevés adatunk van azonban arra, hogy mi történik a fellépő károk miatt az erdővagyonnal. Az előző alfejezetben a Zalaerdő Zrt. Csácsi erdőtömbjének példáján keresztül bemutattam, hogy hogyan változott a rövidtávú jövedelmezőség az erdőpusztulással. E mellett mindenképpen érdemes megvizsgálni, mi történik a termelési tényezővel, magával az erdővel.

A kutatás során a faállomány értékének változását két állapot összehasonlításával jellemezték (Héjj 2007). Etalonnak a károsodás előtti 2002. évi aktualizált erdőállomány adatokat tekintették és ezt hasonlították össze a károsodás utáni, 2006. évi aktualizált erdőtervvel. A faállomány értékének a meghatározására az ún. kor-értékfaktoros eljárást alkalmazták, mert ez az állomány teljes élettartama alatt alkalmazható és értékét nem befolyásolja a kamat mértéke. A vizsgált időszakban még változatlanul érvényben volt az erdőgazdálkodás speciális adózás-támogatási rendszer (erdőfelújítás elszámolás - tőár), tehát ezt is beépítették a számításokba. Mindkét esetben a 2006. évi fajlagos költségeket és ráfordításokat vették alapul.

A 2002. évi, a károsodás előtti erdőtervi adatokat 4 évvel korosbították, és a fent leírt módszerrel kiszámították az erdő értékét, ami 206,0 millió forint lett. A hektáronkénti érték 980 ezer forintra adódott. A 2006-os, a károsodás előtti adatokat azonos módszerrel, korosbítás nélkül szintén kiértékeltek, és a bükk faállomány értéke már csak 159,8 millió forintot tett ki, ami 730 ezer forintot jelent hektáronként. A kalkulációk szerint a bükk állományok értéke a fellépő károsodás miatt 46,2 millió forinttal, 22%-kal csökkent (Héjj 2007). Ez a csökkenés azonban nem jelent meg a számviteli könyvelésben, mivel az erdővagyon és az ebben bekövetkezett változást nem követi nyomon a jelenleg érvényben lévő elszámolási rendszer.

Az előbbi esetben véghasználatához közeli állományok pusztultak, de a károsodás miatt nemegyszer előfordulhat, hogy jóval az erdőtervekben megtalálható vágáskor előtt kell a faállományokat kitermelni. Ebben az esetben nemcsak az összes fatermés értéke kisebb, hanem az árbevétel is, mert az idő előtt kitermelt faanyag minősége (9-2. kép), mérete elmarad az elvárhatótól. Tovább rontja az eredményt, hogy az erdősítési költség kisebb kitermelt fatérfogatra oszlik. Növeli a jövedelem-csökkenést a kipusztult és a még nem felújított területek több évre elhúzódó növedék-kiesése, és ezen keresztül a jövedelmének elmaradása. A károk megállapításának elfogadott módja, hogy egy normál környezeti feltételek mellett elérhető kedvező hozamot (kontrollt) hasonlítunk össze egy károsodott állománnyal. A kontroll és a számított állomány értékülbszövedete adja a kár összegét, amelyhez még hozzá kell adni a kárelhárítás és a felmérés többlet ráfordításait (Márkus - Mészáros 1997a).



9-2. kép: A szűkár miatt kitermelt lucfenyő rönk máglya⁴⁸

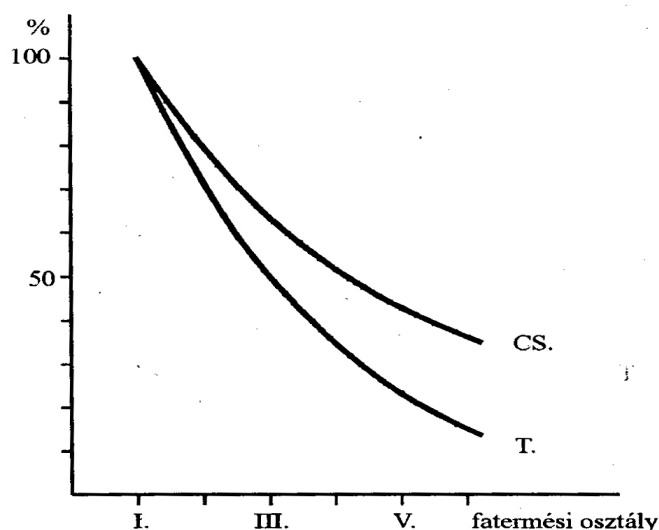
Az erdőérték-számításban ismert módszerek segítséget nyújthatnak a klímaváltozásból eredő jövedelem eltérés kalkulációjához. A modellezett (a klímaváltozás hatását kikapcsoló) és a tényleges erdőállapot alapján becsült fatermési tényezők adta kalkulációk eredményeinek egybevetésével számíthatjuk a veszteségeket. A pontos számításhoz modellezni kell az erdő adatainak változását egy klímaváltozás nélküli helyzetre. Ez az eljárás – a különböző regionális klímaszcenáriók erdőre vonatkozó adataival kalkulálva – különböző prognózisok készítésére alkalmas. A jövedelmezőség változása annál szignifikánsabb, minél nagyobb a faállomány értékét befolyásoló tényezők elmozdulása. A faállomány értékét számos tényező határozza meg. A legfontosabbak a termőhely minősége, a faállomány jellemzői, ezen belül a fatérfogat, a fafaj, a fatermés, a faállomány minősége, törzsszáma, átlagos átmérője, átlagos magassága, a fatérfogat átlagnövedéke, s értékváltozással kapcsolatos összefüggései (Márkus–Mészáros 1997b). Amennyiben a klímaeltolódás miatt ezek a faállomány-szerkezeti és egyéb tényezők kedvezőtlenebb irányba tolnak el, akkor csökken a jövedelmezőség.

Nem elhanyagolható a fatermelés időtartama sem, hiszen ez összefügg a pénz időértékének változásával. Ha rövidebb vágásfordulójú erdőt cserélünk hosszabbra, még azonos hozam esetén is csökken a jövedelmezőség. A lucfenyő lecserélése tölgyre az Őrségben, csökkenti a jövőben várható jövedelmezőséget, de ez esetben nincs más alternatíva.

Azonos fafaj, erdőnevelési módszerek, és termesztési idő esetén a termőhely minősége jelentősen befolyásolja a fatermés mennyiségét és esetenként minőségét, és ezeken keresztül

⁴⁸ Fotó: Markó András (2006)

az értékét. Minél gyengébb a termőhely (fatermési osztály), annál kisebb a fatermés mennyisége, és néha gyengébb a minősége, s ezért kisebb az értéke. Amennyiben a klímaváltozás ezeket a termőhelyi értékeket rossz irányba mozdítja, csökken a faállomány értéke, ezen keresztül az erdőgazdálkodás jövedelmezősége is (Márkus – Mészáros 1997a). Az értéktelenebb fafajjal rendelkező állományok értéke relatíve kevésbé csökken, mint az értékesé (9-1. ábra). Ahol csak a megtermelhető biomassza volumene fontos, nem jelentkezik a rönkarány és a rönkminőség-csökkenés jelentős hatása.



9-1. ábra: A tölgy (T) és a cser (CS) faállományok élőfakészlet értékének változása a fatermési osztály függvényében⁴⁹

A jövedelem-eltérés kalkulációjához többféle erdőérték számítási módszer is használható. Minden esetben a lényeg az, hogy a valószínűsíthető hozamokat és ráfordításokat állítja szembe a jelen szerkezet alapján elérhető fedezettel. A valószínűsíthető hozamokat fatermési és erdőnevelési modell táblák segítségével is előállíthatjuk, vagy jelenleg is „működő” erdőállományokkal vetjük össze. A fatermési táblákra alapozott erdőnevelési modell táblák, az értékhozam táblázatok a zavartalan fejlődésű és növekedésű faállományok szerkezeti tényezőit tartalmazzák. A fellépő erdőkárosítások a zavartalan fejlődést kedvezőtlenül befolyásolják. A fák növedéke csökken, szélsőséges esetben egy része kipusztul, aminek következménye, hogy a törzsszám csökkenése mellett a fatermés kisebb lesz. Ezzel együtt a faállomány minőségi összetétele is romlik, rontva az értékhozamot. A károsítások következtében a költségek is megnövekednek. Legtöbbször az is többelráfordítást okoz, hogy a fakitermelést, majd az azt követő felújítást, sokszor kisebb foltokban, szétszórtan, jelentős szegélyhatással terheltlen kell megvalósítani. A hozamérték és a ráfordítások különbsége miatt a jövedelmezőség is romlik (Góber 2005).

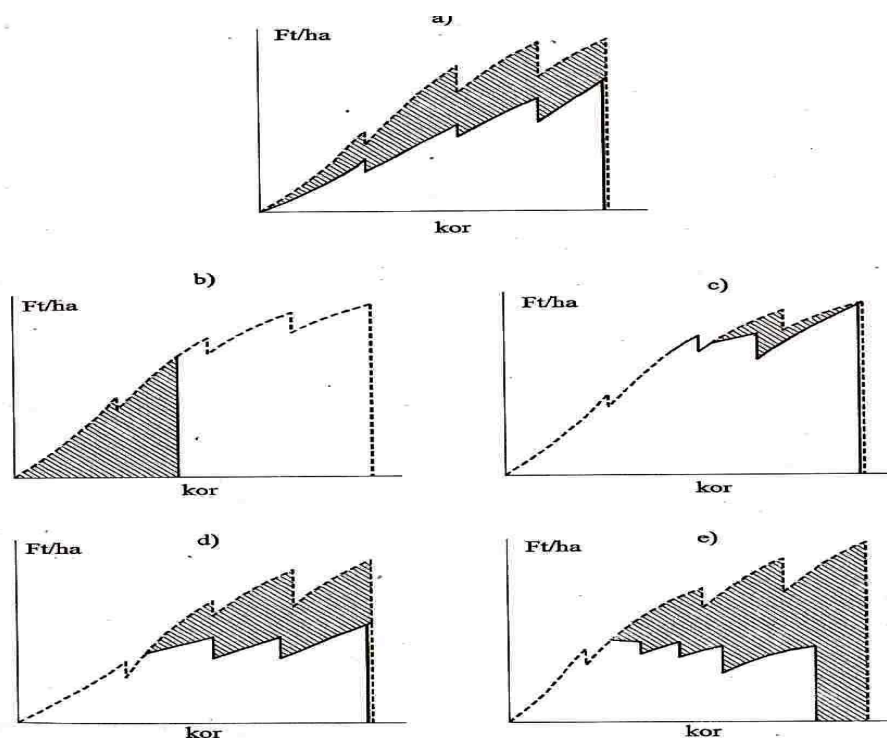
Kárfelszámolásakor jelentkező probléma az időtényező több szempontú kezelése. Egyrészt az erdőpusztulás felszámolása során kitermelt faanyag bevétele koncentráltan, egy-két évben jelentkezik. Amennyiben nem elég gyors a kárfelszámoló egészségügyi termelés, tönkremegy a faanyag, és nem segít a biotikus károk megelőzésében. A felszámolás nem húzódhat el, ezért a bevételek egy-két év alatt kiemelten jelentkeznek, amit több évben keresztül követ a kipusztult erdőállományok felújítása. Másrészt, amennyiben az állományt a teljes élet ciklus alatt több károsítás is éri, ez a hatás összeadódik. A kár nagyságát az egyes időpontokban

⁴⁹ Forrás: Márkus – Mészáros (2000)

kihasznált fatérfogat élőfa értékkülönbözete és a többlétráfordítások összege adja. A teljes ciklusra vonatkozó jövedelem kiesés az egyes időpontbeli károk összegzéséből adódik, s ez esetben a különböző időpontokhoz rendelt összegeket egy időpontra, az időtényező segítségével kell átszámítani (Márkus – Mészáros 1997b).

Az erdőkárok a faállományok életében különböző időpontokban, időszakokban, időtartamokban és mértékben fordulnak elő. Megjelenési formájuk változatos (9-2. ábra). Amennyiben az állomány egész életében, vagy annak nagyobbik részében állandó, gyenge hatású károkozás van, akkor az összes fatermés nem éri el az egészséges faállományban elérhetőt; azonban előfordul, hogy egyszeri, de totális kár lép fel. Van olyan változat is, hogy egy bizonyos idő után regenerálódik az állomány, és a véghasználati korra eléri a zavartalan állomány fakészletét. Részleges károk esetén, az egész vágásforduló kárának kiszámításakor az egyes időpontokban kapott, átszámított és összegezett hozamértékek különbsége adja meg a halmozott kárértéket. Előfordul olyan eset, amikor egy vágásforduló alatt többször, különböző erősségű károkozás jelentkezik. A károkozás lehet azonos okból származó, de lehet különböző okból bekövetkező esemény. A gyakorlati megfigyelések szerint ez a típus a leggyakoribb.

Előfordulhat olyan eset is, hogy a fák egy részének növekedése lelassul, a másik rész kipusztul, ezért maga a fatermés is kisebb lesz. Az elhalt és kitermelt fák növényterület nem hasznosul, az erdő ligetes képet mutat. A kár két részből tevődik össze, az élőfák növekedéscsökkenéséből és az elhalt fák elmaradt faterméséből. A mennyiségi kárhoz rendszerint minőségi kár is csatlakozik. A kikerülő fák választék összetétele kedvezőtlen, termelési értéke kisebb lesz. Ebben az esetben is a véghasználati korra vonatkozó átszámított halmozott hozamértékeket kell kiszámítani, majd a károsodott és az egészséges állományok hozamának különbségét kell képezni (Márkus – Mészáros 1997b).



9-2. ábra: Az erdő jövedelmezőségének változása erdőkárok fellépése esetén (vonalazott terület jelzi a jövedelem-kiesést)⁵⁰

⁵⁰ Forrás: Márkus – Mészáros (2000.)

Amennyiben ismerjük a klímaváltozásnak az erdőállomány fatermési tényezőire gyakorolt hatását, ennek eredőjét az erdő jövedelmezőségére, az ERTI által kifejlesztett, beavatkozáshoz kötött jövedelem meghatározással is lehet régióként és országosan is kalkulálni. A kialakított elemzési rendszer lehetővé teszi, hogy objektív mércék alapján az erdőgazdálkodás várható jövedelmét kalkuláljuk. Az objektivitást az biztosítja, hogy mind a hozamokat, mind a költségeket normatív alapon határozták meg. Az elemzés a közvetlen költségek szintjén történik, gyakorlatilag az erdőrészletből kiindulva; így az erdőgazdálkodás eredményessége azonos metodikával értékelhető. A módszer jövedelem kiszámításához a fakitermelés és az erdőfelújítás hozamait és költségeit veszi figyelembe. Így tisztán megkapható az erdőkezelés eredménye, kizárva az egyéb tevékenységek hatását (Marosi 1998).

A jövedelmezőséget a termőhely minősége, az átlagátmérő és az átlagfa-térfogot, a fajlagos fatérfogot, a faállomány minősége, törzsszáma, átlagos magassága, a fatérfogot átlagnövedéke az értékváltozással növeli. Hasonló a hatása a véghasználati arány növekedésének. Amennyiben a klímaváltozás hatására létrejövő változások ezekkel ellentétes irányba hatnak, a jövedelmezőséget csökkentik. A terepadottságok is befolyásolják a jövedelmezőséget. A terepdőlés emelkedésével a gépek teljesítménye csökken, a fajlagos költség és eszközigeny nő. A klímaváltozás szempontjából ez utóbbinak nincs nagy jelentősége, hisz a klímaváltozástól függetlenül a terepadottságok többé-kevésbé állandók, legfeljebb néhány időszakos vízhatásnak kitett erdőtalaj járhatósága javul. Az erdőállomány legfőbb termelési tényezőinek változása szignifikánsan összefügg az éghajlat változásával (Marosi 1986).

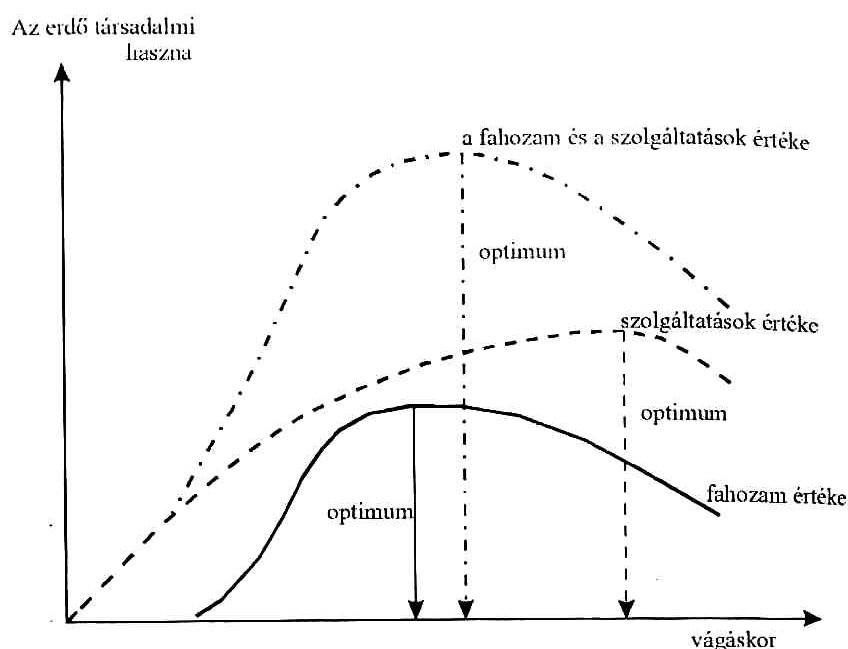
A fatermési tényezők megváltozásán túl, a klímaváltozás a jövedelmezőségre egyéb módon is hat, például, hirtelen megnöveli a faanyag kínálatát. A jövedelmezőséget – talán triviálisnak tűnik – a mindenkori árak és költségek nagymértékben befolyásolják. Az árakat piacgazdasági viszonyok között a kereslet-kínálat kettőse határozza meg, a szabályozási rendszerből adódó eltérésekkel. Ugrásszerűen megnövekvő kínálat esetén, mint például az utóbbi időben jelentkező viharkárok következtében, vagy a tömeges szúdulás miatt előfordulhat, hogy lecsökken az ár (Kerékgyártó 2008). További veszteség, hogy az ilyen események után kitermelhető választékok minősége messze elmarad a nem károsodott faanyagoktól. A nem mindennapi körülmények közötti, például az előbb említett viharkárok utáni fakitermelések költsége pedig többszöröse lehet a normál ráfordításoknak. E váratlan események bevonása az erdőgazdálkodás klímaváltozási hatásokkal módosított jövedelemszámítási modelljébe, csak a valószínűség-számítás módszereivel lehetséges.

Az erdőgazdálkodás egyik jellegzetessége, hogy normál gazdálkodás keretein belül a beavatkozások hosszú távra terjedjenek ki, és időpontjuk megfelelően kijelölhető. Kivételt képeznek a rendkívüli esetek, a kalamitások megelőzése és felszámolása. Ez a jellemző markáns eltérést mutat a mezőgazdasági tevékenységekhez képest, hisz akár a növénytermesztés, akár az állattenyésztés esetében, rövid időszakon belül realizálhatóak a hozamok. Ezért a mezőgazdasághoz értő, de kormányzati szinten a mező- és erdőgazdaságot is irányító mezőgazdászok és pénzügyi szakemberek részéről fel sem merül az a kérdés, hogy miért a több évtizedes termelési ciklust és annak szakaszait, és miért nem a gazdálkodási évet vesszük alapul (Lett 2007a).

A mai modern erdőgazdasági tevékenység, a multifunkcionális erdőgazdálkodás keretén belül – figyelembe véve a különböző időhorizontokat – a nyersanyagtermelés és a szolgáltatási kínálat optimalizálásán alapul. Az erdőgazdálkodási folyamatok esetében az eltérő időhorizontokra figyelemmel kell lenni. Az erdőállományok természetes dinamikáját messzemenően befolyásolják a hosszú távú természetes folyamatok és változások.

Ezzel ellentétben áll, hogy megfelelő vállalkezői döntésekkel mindig gyorsan kell reagálni a gazdasági környezet pillanatnyi változásaira (Schmitthüsen et al. 2007b).

Az erdőt komplexen kell értékelnünk. Sokszor felvetődik a kérdés, hogy mekkora a teljes értéke egy-egy erdőtömbnek, egy régió vagy egy ország erdeinek. Ennek az értékelésnek különböző megközelíthetőségei lehetségesek, melyek az adott jószág (jelen esetben az erdő) teljes értékét további értékelemekkel egészítik ki (9-3. ábra). Az ilyen irányú értékelések legtöbbször az erdő fokozott jelentőségét támasztják alá, és a környezetvédelmi erdészeti politika lényeges érvanyagául szolgálnak. Az Európai Unió belül több kutatás irányul az értékösszetétel alakulásának megválaszolására. A komplex értékelésnél a faállomány értékén túl az erdő élővilágával, ökológiájával kapcsolatos értékeket is figyelembe vesznek. Ilyen komplex értékelés a KTM erdővagyon-ügyi munkacsoportja részére készített ajánlás (Héjj - Illyés 1993), ahol figyelembe vették a faállomány és az egyéb erdei haszonvételek értéke mellett az erdő élővilágának, talajának értékét, valamint a környezetvédelmi és rekreációs értékeket is.



9-3. ábra: Az erdő társadalmi hasznosságának a vágáskortól függő változása⁵¹

Ezek a komplex értékelések sokszor nem mentesek a szubjektivitástól, de lehetőséget teremtenek arra, hogy az erdő nyújtotta szolgáltatások olyan pozitív externáliáit is figyelembe vegyük, amit a társadalom ez idáig nem fizetett meg (Márkus - Mészáros 1997b). Az európai unió által elfogadott erdészeti cselekvési terv is foglalkozik ezzel a kérdéssel, szeretné elősegíteni az eddig meg nem fizetett szolgáltatások ellentételezését. Törekvés az egyes országokban helyenként, az erre már kialakult gyakorlat megismertetése és elterjesztése.

⁵¹ Forrás: Király – Mészáros (1991)

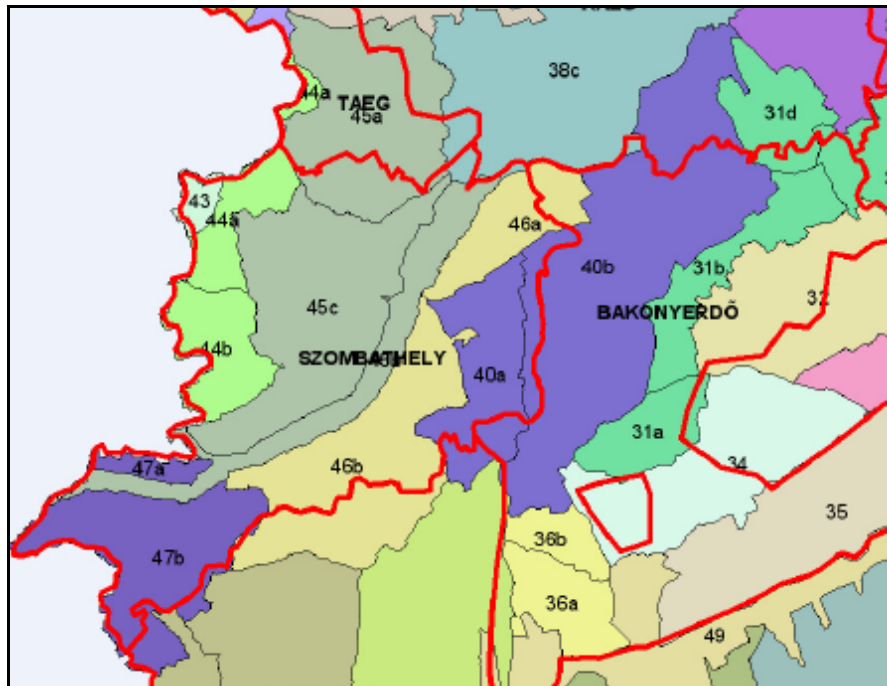
10. Az új típusú erdőkárok ökonómiai hatása Szombathelyi Erdészeti Zrt. példáján keresztül

Az erdész gondolkodását és tervezését a tartamosság eszméje, a hosszú távú egyenletes termelés és a fabiztosítás racionalizálása határozza meg. Ez az irányelv a jelenlegi generációk számára csak olyan mértékű használatot enged, ami a jövő generációinak használati lehetőségeit nem csökkenti. Ezt a fenntartható fejlődést veszélyezteti a Kárpát-medencében a klímaváltozás azáltal, hogy a degradációs folyamatok erősödnek az erdei ökoszisztémákban.

Az erdőgazdálkodásnak van néhány olyan különlegessége, amely más termelési ágaktól (ipar, mezőgazdaság) eltér. Ilyen az erdészet hosszú termelési ciklusából és a termőhelyi adottságaiból adódó determináltság, ami azt jelenti, hogy a biológiailag meghatározott termelésnél korlátozott az esély arra, hogy a termelés a piachoz igazodjon; az igények és a szükségletek rövid távú változásaira reagáljon; divatos szóhasználattal „szerkezetet váltson”. Súlyosítja a helyzetet, hogy hektikusan különböző biotikus és abiotikus károsítások lépnek fel, amelyek jelentős volumet is elérhetnek. Gondoljunk a különböző, Nyugat-Európát sújtó viharkárookra. Magyarországon az egyik ilyen károsítás az alpokaljai és őrségi régióban található lucfenyvesek szűkárósítása, amely a Szombathelyi Erdészeti Zrt-t érintette a legnagyobb mértékben. A károsítás kihat mind az erdő ökológiájára, mind az ökonómiájára. Eltéríti az erdőgazdálkodást a megszokott menetétől. Megváltoztatja az erdőművelést, csökken az erdőfelújítások eredményessége, növekednek a beerdősítendő területek. Változik az erdőhasználat és a faértékesítés; a műszakilag károsodott, gyenge minőségű választékok magasabb költséggel termelhetők és alacsonyabb áron adhatók el. Romlik az egységnyi fatérfogatra jutó árbevétel, fedezet. Az erdő, mint vagyonérték változására pedig kevesen gondolnak, nem szerepel a nyilvántartásokban, a változásokat pedig, csak naturáliákban követjük.

10.1. A Zrt. erdőgazdálkodási adottságai

A társaság 47 262 ha területen tevékenykedik, mintegy 160 közigazgatási egység határában. Ebből az erdő területe 45 460 ha, a többi terület szántó, legelő, rét, kivett terület. Működési területe gyakorlatilag egész Vas megyére kiterjed. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. erdőterületei összesen 7 erdészeti tájban találhatóak, melyek két tájcsoporthoz sorolhatók. A Kisalföld tájcsoporthoz található két tájegység – Marcal-medence (40), Szigetköz-Rábaköz (38) – tartozik az erdőgazdaság kezelésébe, ebből az utóbbi jelentéktelen területet foglal el. A Nyugat-Dunántúl tájcsoporthoz öt tájegység található, amelyek kapcsolódnak a társaság területéhez. Ezek közül teljes területtel ide tartozik a Kőszegi-hegység (43) és Alpokaljdombság (44) tájegységek, csaknem teljes területtel ide tartozik az Őrség (47). A Sopron-Vasicság (45) és a Kemeneshát (46) tájegységek körülbelül háromnegyed részén találhatóak a társaság erdőterületei (10-1. ábra).



10-1. ábra: Erdőgazdasági tájegységek Vas megyében⁵²

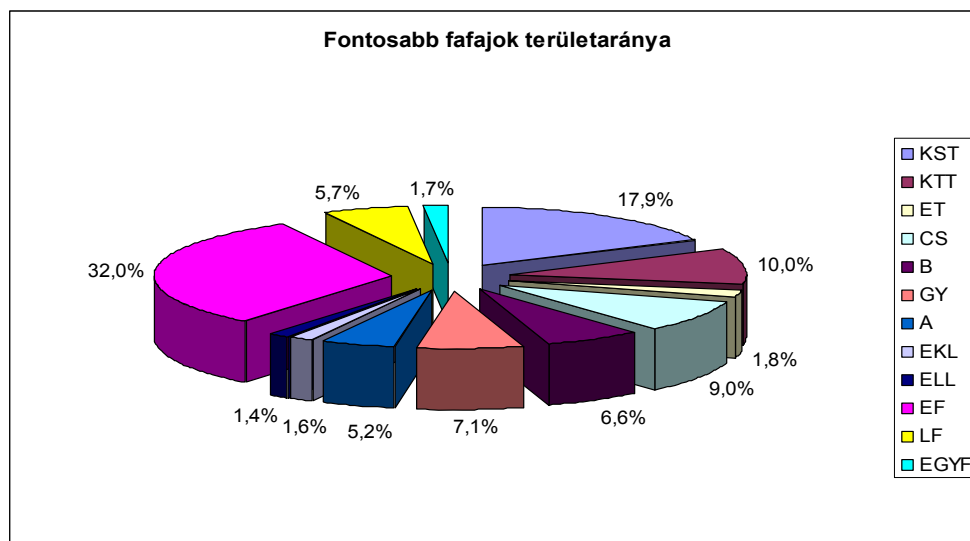
A kezelt területből természetvédelemmel érintett 19 475 hektár (41%), amely a következőkből áll össze: Órségi Nemzeti Park 10 594 ha, Tájvédelmi Körzet 3 438 ha, egyéb védett terület 2 482 ha, önkormányzati természetvédelmi terület 479 ha. A fentiekkel együtt Natura 2000 terület 19 475 ha, erdőrezervátum 349 ha.

Klimatikus viszonyai változatosak, melyek közül meghatározó a gyertyános-tölgyes klíma, de a megye nyugati részén és a Kőszegi-hegységben a bükkös, keleti részén pedig a kocsánytalan tölgyes-cseres klíma is előfordul. Geológiai viszonyai is változatosak. A folyóvölgyi öntéshordalék, az Alpok kavicstörmeléke és a magas hegyvidéki fillit is megtalálható alapkőzetként, melyeken általában kötött, agyagos talajok alakultak ki. Genetikai talajtípusai közül a legnagyobb területen a pszeudoglejes barna erdőtalajok és azok változatai találhatók, de ezen kívül az agyagbemosódásos barna erdőtalajok és a rozsdabarna erdőtalajok területaránya is jelentős. Kisebb mértékben még barnaföld, lejtőhordalék- és öntés erdőtalajok, valamint kavicsos vázta talajok is előfordulnak. A 2001. előtti évekre jellemző volt, hogy az átlagos évi csapadék 600-830 mm között változott, aminek 64%-a tenyészeti időszakban hullott le. (2002. és 2003. rendkívül aszályos évek voltak, 2004. és 2005. a csapadék mennyisége szempontjából közepesnek, 2006. és 2007. csapadékszegénynek tekinthetők, míg 2008., 2009. átlagos év volt). Az átlagos évi középhőmérséklet 9-10°C. Hidrológiai viszonyaira – a Rába árterétől eltekintve – a többletvíz-hatástól független állapot jellemző. Az ezredforduló első éveiben ezek az adottságok az erdő számára rosszabbodtak, majd az évtized utolsó éveiben ismét elfogadható értékeket mutattak.

A különböző természeti adottságok, termőhelyi viszonyok következtében az erdőállományok is változatosak. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén egyértelműen uralkodó fafajt nem jelölhetünk ki. A tájcsoport erdeinek 70%-át a tölgyek, akác és az erdeifenyő teszik ki. Az egyes erdészeti tájak azonban nagyban különböznek egymástól.

⁵² Forrás: Juhász (2009) in Marosi (2009)

Az erdőterület 40%-a fenyő, elsősorban erdei (32%) és lucfenyő (6%). A lombos állományok közül a kocsányos és kocsánytalan tölgy együtt 28% területarányt képvisel, amelyet 5-10% közötti területarányal a cser, gyertyán, bükk és az akác állományok egészítenek ki (10-2. ábra). A 11,6 millió m³ élőfakészletből eredő 263 m³/ha átlagos fatérfogot országos viszonylatban is jónak mondható. A kiépített úthálózat 18 folyóméter/ha feltártságot biztosít.



10-2. ábra: Fontosabb fajok területaránya

10.2. A társaság pozicionálása a faanyagkibocsátás szempontjából

Az erdőgazdálkodók gazdasági potenciálja elsősorban az általuk kibocsátott termékek értékével, illetve volumenével jellemezhető. A tradicionális erdőgazdálkodás egyelőre legfontosabb piacosítható terméke a fa. A többi termék, a fahasználton kívüli üzemágak kibocsátása ökonómiai szempontból alárendelt szerepet játszik. Ennek megfelelően helyezük el, pozicionáljuk a Társaság faanyag kibocsátását az ország fatermelésének a függvényében. A normál években a Szombathelyi Erdészeti Zrt. évente átlagosan mintegy 320 ezer bruttó m³ faanyagot termelt ki. Átlagos évben ennek 40-45%-a tarvágásból, 10-15%-a felújító vágásból, 20-22%-a növekedésfokozó-, 10-14%-a törzskiválasztó gyérítésből, míg 8-9%-a egészségügyi termelésből és 1-2% az egyéb termelésből származik.

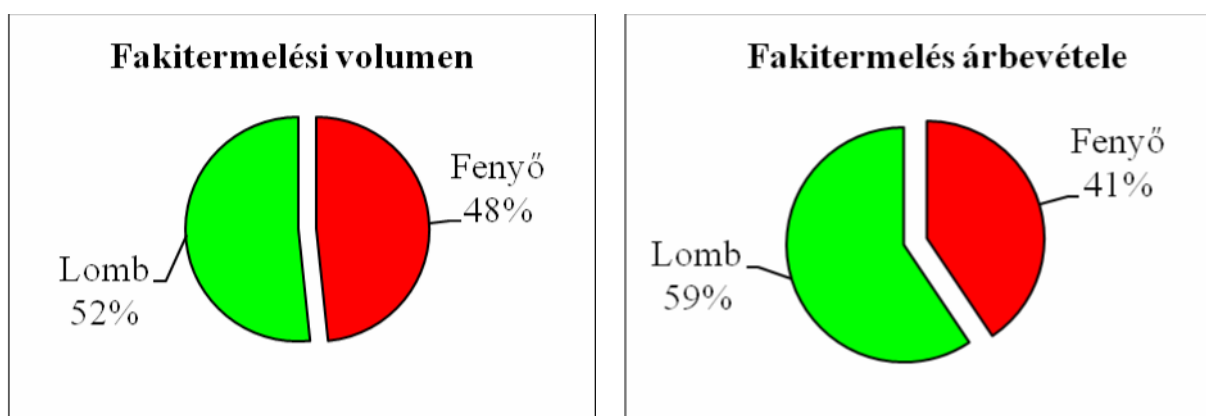
A Zrt. részesedése, az utóbbi évek átlag 7 millió bruttó m³-es országos fakitermeléséből a fatömeg alapján 4-5%. Ezen belül az egyes fafajok aránya jelentősen eltér. A legjelentősebb termelési részarány a fenyőfélékből van, ahol közel 30%-kal részesedik az országos termelésből. Ez akár azt is jelenthetné, hogy a társaság piacvezető, beleszólhat a termék piaci mozgásaiba, de ha az importot (ami 2003 és 2004-ben 8-900 ezer m³ fenyő fűrészáru volt) és a régió országait (Horvátország, Szlovénia, Ausztria, Szlovákia stb.) mint potenciális szállítókat figyelembe vesszük, már jóval árnyaltabb a kép.

A lombos fafajok közül legfontosabb a tölgy, amelynek a termelési aránya 9-10% körüli az országosból, de az alacsony importlehetőség miatt ez magas piaci részesedést jelez. A tölgy fűrészrönk tekintetében jelentős tényezőnek számít a Zrt. Erre figyelemmel alakították ki e termék árképzését és marketingjét. A Társaság jövője szempontjából fontos választék, melynek minőségére szintén kihat a változó környezet. Az európai koronaállapot monitoring alapján e fafaj mutatja a legkedvezőtlenebb képet. A társaság kezelésében lévő erdőkben, különösen az ártéri kocsányos tölgyeknél figyelhető meg száradás, és az ebből következő

kényszerkitermelés (Rábahidvég-Hollósi tömb, Körmend). A tölgy iparifa-választék piaci megítélése a többi kemény lombos fafaj hasonló minőségű dendromasszát adó választékaival esik egybe. A cser fafaj termelésében is jelentős, 6% a Zrt. részesedése, de úgy, mint másutt, itt is csekély a rönkarány, a termék elsősorban biomasszaként hasznosul.

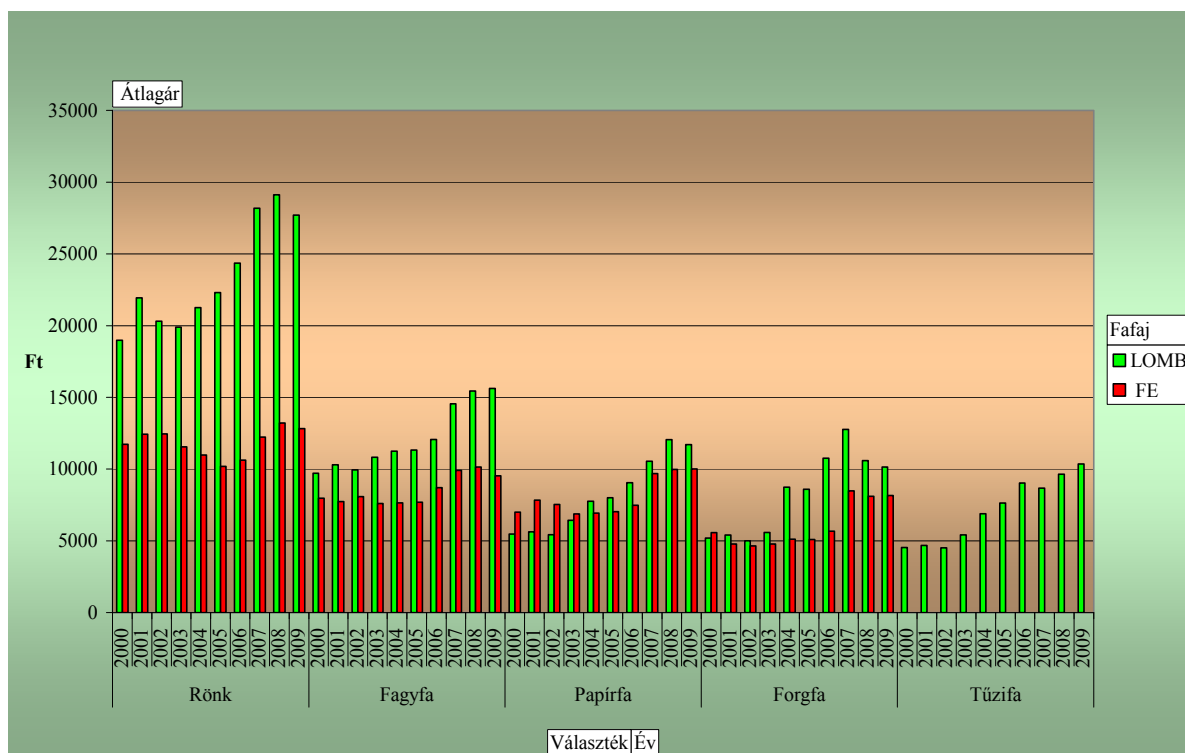
A bükk fafaj országos termeléséből való részesedése számottevő még, 3%-kal. Ennek termékeinél rontja a piaci pozíciókat, hogy bükk állományok túlnyomó része természetvédelmi területen fekszik, ahol a vágáskorok jelentős mértékben megemelkedtek, és az itt termelt bükkronk minősége a túltartás miatt leromlott; rossz a piaci megítélése. A klímakárok e fafajnál a Zala megyével határos őrési részekben jelentkeznek, ami tovább rontja a fafajból termelhető választékok minőségét. Tekintve, hogy a lucfenyővel egy régióban van jelen, az üzemtervi megtakarítások – amennyiben az egészségi állapota megengedte – elsősorban e fafajt érintették. Az egyéb fafajokból a termelési részesedés, vagy a megtermelt mennyiség csekély, ami a jövőben sem változik.

Az elmúlt öt évben a két legfontosabb fafajcsoport a fenyő és lomb majdnem fele-fele arányban termelődött (fenyő 48%, lomb 52%), de az árbevételben – a jobb értékesíthetőség és ezen keresztül a jobb ár miatt – a lomb a volumenarányánál nagyobb súllyal szerepel (fenyő 41%, lomb 59%) (10-3. ábra).



10-3. ábra: A fafajcsoportok részesedése a fakitermelés volumenéből és árbevételéből az elmúlt 5 évben

A fenyő-lomb arány ilyen viszonya kivételes a magyar erdőgazdálkodásban. E tekintetben hasonló adottságokkal, de gyengébb minőségű fenyővel a Kiskunság és – kis területével – a Soproni-hegyvidék, valamint részben Zala megye Őrséggel határos része rendelkezik. Ez a fafaj megoszlás az utóbbi években piaci szempontból kevésbé előnyös. A lombos termékek ára különböző okok miatt (biofűtőművek, energia áremelés stb.) erőteljesen növekedett, míg a fenyőtermékek ára stagnált (10-4. ábra), vagy jóval enyhébb emelkedést mutatott (folyó áron). Az élőmunka relatíve alacsonyabb árának köszönhetően egyelőre nincs szükség magas fokú gépesítésre, így a lombos faanyag is kedvező ráfordítással termelhető ki.



10-4. ábra: Átlagárak alakulása választékonként 2000-től napjainkig

Ez az adottság már önmagában azt eredményezi, hogy a magasabb lombos termeléssel rendelkező erdőgazdálkodók fatérfogatra vetített fajlagos árbevételi, fedezeti mutatói jobbak, és akkor még nem vettük figyelembe, hogy a klímakár felszámolás következtében jelentős volumenű csökkent értékű (nem szabványos) faanyag megjelenése tovább rontotta a jelzőszámainkat. Ez nem azt jelenti, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt. gazdálkodása ne lenne eredményes, hiszen a tulajdonos (MNV Zrt.) rangsoranalíziseiben az elmúlt években a Társaság rendre az első harmadban szerepelt. A megfelelő eredményt – a többi társasághoz viszonyítva – az erdőterületre vetített nagyobb volumenű termelés teszi lehetővé (7 m³/ha).

10.3. A szűkár hatása az erdőgazdálkodásra

A szűkebben értelmezett erdőgazdálkodás mint sajátos „növénytermesztés” jellemzője, hogy az erdőállomány vágáskoráig, nem ritkán 120-150 évig, az emberi tevékenység alig teszi ki ezen időszak 2-3%-át. Az erdőgazdálkodás alapelve a hosszú távú tartamosság, amely a gazdasági éves bevételi-kiadási kiegyenlítettséget is elősegíti. A biológiai folyamatokkal szemben a fahasználati műveletek időtartama másodpercekben (motorfűrészkes műveletek), esetleg órákban, napokban, (közéltés, kiszállítás) mérhető. Mindegyik folyamat értéknövelő tevékenység, de az említett körülményekből adódóan, a fahasználat esetében a gazdálkodói döntésre, a döntés-előkészítésre rendelkezésre álló idő jóval rövidebb, és az emberi tényező nagyobb szerveztségét igényli. A normál erdőgazdálkodási folyamatokban az egyes tevékenységek jól tervezhetőek egészen addig, amíg valamilyen rendkívüli külső hatás nem jelentkezik. Egy ilyenre példa a Szombathelyi Erdészeti Zrt. kezelésében lévő területen előforduló lucfenyő szűkárósítás.

A Társaság az ezredfordulón területarányban 42% fenyővel és ebből 8% lucfenyővel rendelkezett, ez 3 342 ha területnek felelt meg, ami napjainkra az ismert ok miatt 2 439 ha-ra csökkent.

A szúkár probléma súlyosságát jelzi, hogy az ezredfordulón érvényben lévő üzemtervek középidéjére átszámított lucfenyő fatérfogata meghaladta az 1 millió m³-t (a 11,6 millió összes m³-ből), ami a kezdetekben jelentős növedék (42 189 m³/év) ellenére 827 ezer m³-re csökkent. A fafaj területe több mint 900 ha-ral, a lucfenyő állománytípus területe pedig közel 700 ha-ral csökkent.

	2001-es év	2009-es év
Fafaj terület	3.341,9 ha	2.438,66 ha
Lucfenyves állománytípus területe	2.835,7 ha	2.162,48 ha
Fakészlet	1.006.876 m ³	827.483 m ³
Vágásérettségi kor	79 év	73 év
Átlagkor	35 év	39 év
Vágásérett:	0-9 éven belül: 132,8 ha 10-19 éven belül: 170,8 ha 20-29 éven belül: 348,8 ha	0-9 éven belül: 167,41 ha 10-19 éven belül: 194,39 ha 20-29 éven belül: 453,82 ha
Folyónövedék	42.189 m ³	28.807 m ³
Véghasználati előírás	Terület: 16,8 ha/év Fatérfogat: 8037 m ³ /év	Terület: 20,7 ha/év Fatérfogat: 7493 m ³ /év

10-1. táblázat: A Szombathelyi Erdészeti Zrt. kezelésében lévő lucfenyő állományok erdőterületére vonatkozó adatok

Az átlagkor csökkenés és a véghasználati adatokban bekövetkezett változás a megtett intézkedések, elsősorban a kényszerű egészségügyi termelések és az ezt követő üzemtervi felülvizsgálatok, korrekciók következménye (10-1. táblázat).

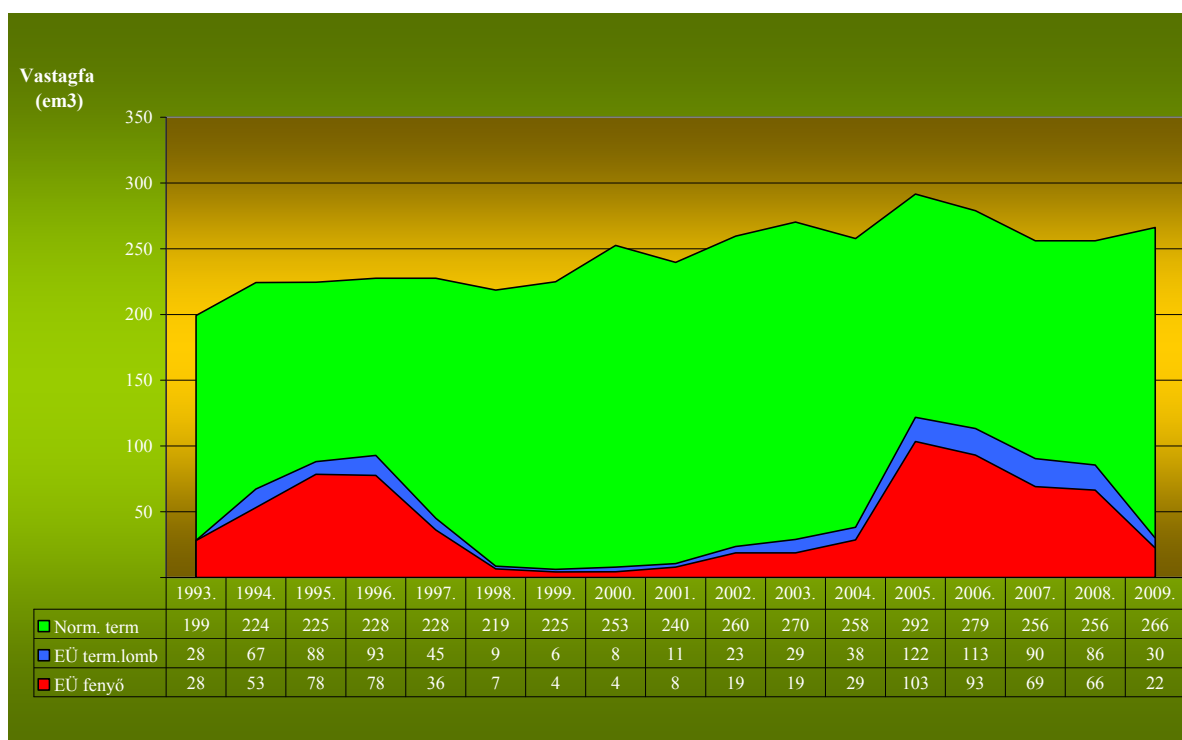
10.3.1. A károsítás időbeli lefolyása, jellemzése

A lucfenyő - 6.2.4 alfejezetben leírtak alapján hazánkban - feltehetően nem őshonos. Azonban a széles körű felhasználhatósága, gyors növekedése és az ipari forradalmat követő népességrobbanás és faigény növekedés révén gyorsan elterjedt. A nagyobb erdőbirtokok (Kőszeg város, Ciszterciék, Esterházy) gondosan vezetett faértékesítési kimutatásaiban a lucfenyő csak az 1800-as évek végétől szerepel (Szép 1987). A fafaj gazdaságossági mutatói (belső kamatláb) kimagaslóan jók, a fűrészipar máig legkeresettebb fája. Ezért is sajnálatos, hogy a klímaváltozással együtt járó felmelegedés és az aszályok növekvő gyakorisága kipusztulással fenyegeti hazánk területéről e fafajt.

Kőszeg térségében és az Órségben különböző mértékű szúkárokat már 1924-től említenek. Az egyik legjelentősebbet a II. világháborút követő években, 1946-tól jegyezték fel. A kártétel nagysága az akkor tevékenykedő szakemberek visszaemlékezései alapján Vas megyében alig haladta meg a néhány tízezer köbmétert (Szép 1987). A jelenség okát akkor sem – mint azt sokan gondolnák – a háborús károkból, hanem a háborús éveket követő aszályos időszakban kell keresni. A közelmúltban történt lucpusztulás mértéke nagyságrenddel nagyobb. A 10-5. ábrán a Szombathelyi Erdészeti Zrt. lucfenyő egészségügyi termelésének adatai, mint jelzőszámok mutatják a szúkár folyamatát, a gradáció felfutását és visszaesését. Az első

nagyobb szűkárósisítás és ennek felszámolása 1993-tól 1997-ig tartott. Az ekkor lezajlott károsítás miatt 274 em³ vastagfát kellett kitermelni. A kényszer-fakitermelés csúcspontja 1995-ben volt. A legutolsó károsítás – reményeink szerint – 2009-ben véget ért.

A legutóbbi szűkáró gradáció 7 éve alatt a 453 ezer m³ (vastagfa) egészségügyi termelés jelentette az eddigi legnagyobb volumenű káreseményt a Társaságnál, de nyugodtan mondhatjuk országos összevetésben is. A kárfolyamat kísértetiesen hasonlít a szomszédos Ausztriában lévő lucfenyvesek pusztulásához (8-6. ábra). Ott is megjelent a II. világháború után egy kisebb volumenű szűdülés, majd közel ötven évig nem történt káresemény. Az első nagy gradáció –ahogy Társaságunknál is – a 90-es évek közepén lépett fel, amit rá egy évtizeddel egy még nagyobb intenzitású követett. A párhuzam a 8-6. ábra és a 10-5. ábra között egyértelmű. Ez bizonyítja azt is, hogy nem valami elszigetelt jelenség, nem helytelen erdészeti bolygatások következménye, hanem a csapadékhiány miatt legyengült lucosok kárfolyamatának eredménye a kialakult helyzet. Mind Ausztriában, mind a Társaságnál fellépet szűkárósisítás, beillik az angol nyelvű szakirodalomban „új típusú erdőkárok” néven emlegetett jelenségek sorába.



10-5. ábra: Az összes fakitermelés és az egészségügyi termelés változása az elmúlt másfél évtizedben a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén
(zöld: normál termelés, kék: lomb egészségügyi, piros: fenyő egészségügyi termelés)

A károsítás mértékének csökkentésére jelentős erőfeszítések történtek. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. nagy számban helyezett ki, táplálkozási feromonnal működő, összetett csillagcsapdákat, amivel a környezet terhelése nélkül rendszeresen gyéríthető a rajzó bogarak száma. Ezzel kapcsolatosan őszintén el kell mondani, hogy ez a módszer a szűgyérítésre és a szűrajzás intenzitásának előrejelzésére igen, de a szűkárósisítás megfékezésére nem alkalmas. Az egyetlen hatásos védekezés a szűrajzás megindulása előtti gyors kitermelés. Ennek akadálya, hogy legtöbbször a tervezett téli erdőgazdálkodási munkákkal együtt kellene végrehajtani, ami a kapacitások szűkössége miatt jelent nehézséget.

A gyors felszámolás kényszere miatt a Szombathelyi Erdészeti Zrt. még Ausztriából is bérelt fakitermelő gépet (harvestert), amivel a fenyő állományokban hatékonyan és gyorsan végezhető a fakitermelés.

A kármegelőzésre tett leghatásosabb intézkedés a károsodott lucfenyő kitermelése és elszállítása. A folyamat elhúzódott, újabb és újabb szűkárosodott területek jelentkeznek, nem lehetett azt mondani, hogy a munkát elvégezve, elhárítottuk a problémát. Többször is vissza kell térni ugyanahhoz a területhez. A probléma nem ismeri az országhatárokat. A burgenlandi tartományi hivatal levélben fordult az akkori Szombathelyi Államerdészeti Szolgálathoz a határ közeli fertőzések mielőbbi felszámolása érdekében. Leírták, hogy Burgenlandban szintén többszázezer m³ körüli anyagot kell kitermelni a szűkár miatt, és a probléma csak közös fellépéssel kezelhető.

10.3.2. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. gazdasági teljesítménye a 19 állami Erdészeti Zrt. adatai alapján a klímakáros években

Kijelenthető, hogy a Társaságnál megtörtént káresemény mértéke – az utóbbi évtizedek folyamatait figyelembe véve –, egyedülálló Magyarországon. Első gondolat, hogy ennek a jelenségnek a Társaság vagyoni, pénzügyi, jövedelmezőségi, hatékonysági, illetve cégérték adataiban meg kellene jelennie. Az MNV Zrt. erdészeti portfóliójához tartozó cégek többsége egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben volt érintett a kárral. Első felületes megközelítésben nekik jobb teljesítményt kellett volna nyújtaniuk, mint Társaságunknak. Erre vonatkozóan elemzést végeztem a Szombathelyi Erdészeti Zrt. és a Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. (korábban ÁPV Rt.) Erdészeti Portfólió 2001 – 2008 évi gazdasági mutatószámait alapján (10-1; 10-2; 10-3; 10-4; 10-5. mellékletek).

10.3.2.1. Dinamikus összehasonlítás

A dinamikus összehasonlítás mutatói a saját tőke, a jegyzett tőkenövekedés és az árbevétel változás.

A Szombathelyi Erdészeti Zrt-nél a saját tőke összege folyamatosan emelkedett az előző évhez képest. A legmagasabb emelkedés az előző évhez képest 117,7%-os volt (a 2005.évben), a legkisebb növekedés 104,9% (2008.év). A vizsgált időszakban az évi átlagos emelkedési értéke 113,2%. A cégnél jegyzett tőkeemelés az előző évekhez képest a 2004-2007. években volt. A legmagasabb növekedés 135,1% (2004.év), a legkisebb emelkedés 113,2% (2007. év) volt, 2008-ban a jegyzett tőke nem változott. A jegyzett tőke átlagos emelkedése 111,8%-os volt.

A társaságnál a vizsgált időszakban az árbevétel folyamatosan emelkedett az előző évhez képest. Az növekedés legnagyobb mértéke 111,8% (2007. év), a legkisebb növekedési mérték 101,3% (2004. év) volt. Az árbevétel 2008. évi változása 2007. évhez képest 103,8%. Az árbevétel átlagos emelkedési üteme 2001 – 2008 évek között 106,1% volt.

A cégcsoport hasonló mutatói: a saját tőke folyamatosan nőtt, a legnagyobb növekedési érték 113,2% (2005. év), a legkisebb növekedési érték a 2008. évi 103,3 %. Az emelkedés átlagos értéke 107,7%.

A cégcsoport jegyzett tőkéje is folyamatosan emelkedett, a legnagyobb növekedési érték 127,6% (2005. év), a legkisebb növekedési érték 100,7%. (2008. év). Az emelkedés átlagos

értéke 107,9%. A cégcsoport árbevétele is folyamatosan nőtt, a legnagyobb növekedési érték 111,5% (2006), a legkisebb növekedési érték a 2002. évi 100,4%. Az emelkedés átlagos értéke 105,7%.

A fenti adatok jól mutatják, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt. átlagos mutatói kedvezőbbek a cégcsoport értékeinél.

10.3.2.2. A vagyoni helyzet mutatói

A vagyoni helyzet vizsgálatához a befektetett eszközök sajáttőke-fedezettségét és az idegen tőke arányát használtam fel. A Szombathelyi Erdészeti Zrt-nél a sajáttőke-fedezettsége a 2008. évben 78,5% volt, az idegen tőke aránya pedig 13,1%-ot képviselt. A cégcsoportnál ezen értékek 2008-ban: 83,9%, illetve 15,8%; tehát a sajáttőke-fedezettség a cégcsoportnál kedvezőbb volt, viszont az idegen tőke aránya a Szombathelyi Erdőgazdaságnál mutatott jobb értéket.

10.3.2.3. A pénzügyi helyzet mutatói

A pénzügyi helyzetet a likviditás, a likviditási gyorsráta, a forgótőke és a forgótőke szint alakulása alapján elemeztem. Megállapítottam, hogy 2008-ban a Szombathelyi Erdészeti Zrt. likviditási mutatója 259,3%, a likviditási gyorsráta mutatója 204,2%, és a forgótőke szint 61,4% volt. Ezen mutatók értéke a 2008. évben a MNV Zrt-nél 257,3%, 126,7%, illetve 61,1%. Az adatok mutatják, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt. likviditási mutatói kedvezőbbek a cégcsoport összevont adatainál.

10.3.2.4. Jövedelmezőségi mutatók vizsgálata

A Társaság árbevétel arányos üzemi eredménye a 2001. évben 5,3% volt, mely – egy visszaesést követően (2004. évben 2,5%) –, a 2008. évre 3,3%-ra változott. Eközben a társaságcsoport árbevétel arányos üzemi eredménye 2001 – 2008. években 3,8%-ról 3,6%-ra csökkent; (a 2005. évben 1,5% volt). Az árbevétel arányos üzemi eredmény 2001-2008. évi adatai alapján számított átlagérték a Szombathelyi Erdészeti Zrt-nél 3,6%. A társaságcsoport árbevételének 87,3%-át adó gazdaságok átlagos árbevétel arányos üzemi eredménye „-10,7%” volt. A negatív üzemi eredményre vezethető vissza a társaságcsoport árbevétel-arányos eredményének csökkenése.

A bevételarányos-üzemi eredmény 2001-ben 4,9% volt, és a 2004. évi 2,2% visszaesést követően 3,2%-ra emelkedett. A társaságcsoport bevétel-arányos üzemi eredménye 2001-ben és 2008-ban is 3,4% volt, annak ellenére, hogy 2002-2007. években ez az érték 1,7-2,0% között mozgott, az egyéb bevételek és egyéb ráfordítások kedvezőtlen alakulása miatt (10-6 melléklet).

A Társaság árbevétel arányos adózás előtti eredménye 4,6%-ról 5,1%-ra emelkedett. A bevételarányos adózás előtti eredménye 4,3%-ról 4,7%-ra nőtt. Ezek az értékek meghaladják a társaságcsoport értékeit. A társaságcsoport árbevétel arányos adózás előtti eredménye 3,7%-ról 4,2%-ra nőtt.

A mérlegfőösszeghez viszonyított adózás előtti eredmény 6,8%-ról – a 2004 évi (3,1%) visszaesést követően –5,7%-ra változott. A társaságcsoport azonos mutatója 3,4%-ról kismértékben, 3,5%-ra javult (10-7. melléklet).

Az összítőke megtérülési mutató a 2001. évi 6,8%-ról (a 2004. évi visszaesést is figyelembe véve) 5,7%-ra változott. A társaságcsoport azonos mutatója alacsonyabb, a 2001. évi érték 3,4% volt, míg a 2008. évi érték 3,5%.

A jövedelmezőségi mutatók alapján megállapítható, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt. mutatói kedvezőbbek a társaság összevont jövedelmezőségi mutatóinál, és így a társaságcsoport – rangsorban – a kedvező 3. helyet foglalja el (10-5. melléklet).

10.3.2.5. Hatékonyság, forgási sebesség

A hatékonyság magába foglalja az anyaghányad, a bérhányad alakulását, valamint a készletek és az összes eszköz forgási sebességének alakulását.

A Szombathelyi Erdészeti Zrt-nél az anyaghányad a 2001. évi 51,7%-ról 44,7%-ra csökkent, bár 2003. illetve 2005 években a mutató értéke 54,0% illetve 54,4% volt. A bérhányad változás a 2001 évi 39,6 %-ról a bér- és a bérjárulék változás következtében 45,3%-ra változott.

A cégcsoport azonos mutatói: anyaghányad 2001-ben év 65,2%, 2008. évben 65,7%, bérhányad 2001. évben 32,8%, 2008. évben 30,4%. Az adatok alapján megállapítható, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt. anyaghányad mutatói kedvezőbbek a társaságcsoport anyaghányad mutatóinál.

A készletek forgási sebessége a Szombathelyi Erdészeti Zrt-nél a 2001. évi 9,5 értékről 2008-ban 15,4 értékre javult. Az eszközök forgási sebessége kismértékben romlott (1,5-ről 1,1 értékre változott). A MNV Zrt-nél ezek a mutatók alacsonyabbak. A készletek forgási sebessége 2001.évben 6,6 értékű volt, 2008. évben 7,5; az eszközök forgási sebessége 2001. évben 0,9 volt, 2008. évben pedig 0,8.

10.3.2.6. Cégértékelés

A cégértékelésnél a diszkontlábát 10,0%-nak tételeztük fel. Figyelembe vettük a nettó eszközérték, az üzleti érték alakulását, majd a fentiek alapján a számított üzleti érték árfolyamot. A nettó eszközérték a társaságnál a 2001. évi 1.328,9 millió Ft-ról – évenként folyamatosan emelkedve – a 2008. évre 3.058,0 millió Ft-ra, 230,1%-ra emelkedett. Az üzleti érték a 2001. évi 2.326,4 millió Ft-ról – a 2004. évi átmenti csökkenés kivételével – folyamatosan emelkedett, és 2008. évre 4 321,9 millió Ft-ra, vagyis 185,8%-ra nőtt. Az üzleti érték „árfolyama” 2008-ban 513,9% volt. A társaságcsoportban a nettó eszközérték 2001. évi 40.944,9 millió Ft-ról 2008. évre 74.518,5 millió Ft-ra, 182,0%-ra, az üzleti érték 40.998,4 millió Ft-ról 66.480,8 millió Ft-ra, 162,2 %-ra emelkedett. Az üzleti érték „árfolyama” 246,2% volt 2008-ban. Az előbbi adatok mutatják, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt. cégértéke magasabb a cégcsoport átlagos cégértékénél. Az üzleti érték átlag árfolyama alapján a Szombathelyi Erdészeti Zrt. a MNV Zrt. gazdaságainak rangsorában az előkelő 2. helyen áll (10-5; 10-8. mellékletek).

Összefoglalva: a vagyoni helyzet és az eredménykategóriák elemzése (10-9. melléklet) jól mutatja, hogy 2008. évben a társaságcsoport 72.686 millió Ft árbevételének 5,4%-át adó Szombathelyi Erdészeti Zrt. (árbevétel 3.912 millió Ft), előkelő helyet foglal el a társasági rangsorban - az alábbiak szerint:

- a 3,6%-os árbevételarányos üzleti eredménye alapján a cégcsoport rangsorában a 3. helyen,
- az 5%-os az adózott eredmény/mérleg főösszeg mutató alapján a cégcsoport rangsorában szintén a 3. helyen,
- és az üzleti érték mutató alapján a cégcsoport rangsorában a 2. helyen áll.

A vizsgált időszakban a Szombathelyi Erdészeti Zrt. az erdészeti társaság-csoport egyik meghatározó tagja volt. A mutatókból egyáltalán nem tűnik ki, hogy valami probléma adódott volna a gazdálkodással. Sőt, ellenkezőleg, a cégcsoporton belül kiugró eredményeket produkált, és egyáltalán nem jelentek meg a károsítás negatív gazdasági következményei.

10.3.3. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. pénzügyi-üzemági és naturális teljesítménye a 19 állami erdészeti Zrt. adatainak tükrében

A károsítás tetőpontját jelentő 2005., 2006. és 2007. évekből a 2006-os évet emelem ki. Nem csak azért, mert a jelentős kárfelszámolás középső éve, hanem ekkorra már minden gazdasági szereplő jobban felmérte a helyzetet. A 2003-as rendkívül aszályos évet követően a kárfelszámolás során már megszülettek azok a döntések, intézkedések (pl. az éven belüli vágástervi, illetve erdőtervi megtakarítások) –, amelyek segítettek a probléma rendezését. A Lajta túloldalán is hasonló problémával álltak szemben, mind az erdőgazdálkodók, mind a fafelhasználók. A fenyőt érintő kereskedelmi szerződések túlnyomó része éves időtartamú és a tárgyévvel megelőző év végén kötjük meg őket. A 2005. év végén született megállapodásokat már a károsítás felszámolásának ismeretében kötötték a partnerek. A kereslet, kínálat már ismert összefüggése alapján kialakulhatott az előző fejezetekben említett egyensúlyi ár. A 2004. év végén megkötött szerződések még nem tartalmazták, információ hiányában még nem tartalmazhatták a szűkár miatt megjelenő többletfaanyag-kínálat hatását. A 2005. év végén – a tényadatok birtokában – ezek az információk minden gazdasági szereplő számára világossá váltak. A kárfelszámolás pénzügyi hatása az árrendszeren keresztül ebben az évben már direkt módon jelentkezett.

A 2006-os évről a Szombathelyi Erdészeti Zrt. belső üzemelszámolása mellett, egy részletes, az ERTI által készített külső, objektív elemzés (Marosi et al. 2008) is rendelkezésre állt. Az elemzés a menedzsment számára készült, célja nem a szűkár összefüggéseinek feltárása volt, hanem magának a Társaságnak a szakmai, pénzügyi, közgazdasági adatok alapján történő pozicionálása a többi erdészeti részvénytársasággal szemben, illetve elsősorban azért készült, hogy a Társaságon belül az egyes termelőegységek, erdészeti igazgatóságok teljesítményét összevesse, ezáltal az elvégzett munka objektívebb értékelhetővé váljon. Véletlen egybeesés, hogy ez a munka épp a legintenzívebb szűkárosítás közepidején készült. A nagy körülményekkel elkészített anyag egyes részletszámításai, kiegészítve az üzemági kalkulációkkal és saját számításaim adataival, alkalmasak arra, hogy a szűkárosítás gazdasági hatásait bemutassam.

Az ERTI munkatársai (Marosi et al. 2008) a 2006. évi ágazati lapok adata alapján rangsorolták a Szombathelyi Erdészeti Zrt. fontosabb tevékenységeit és mutatóit a 19 MNV Zrt.-hez tartozó

erdőgazdasági zrt. viszonylatában (10-2. táblázat). A „Rangsor” oszlop kisebb értékeihez mindig jobb minősítés tartozik. Árbevétel vagy eredmény esetében a kisebb rangsor-értékhez nagyobb adat; költség és ráfordítás esetében pedig alacsonyabb érték tartozik.

2006.év	19 Zrt. Összesen	Országos átlag	SZHELVI E. Zrt. értéke	Rangsor
Fakitermelés I. Közvetlen bevételek összesen (eFt)	36 521 862	1 922 203	2 914 247	5
Kitermelt fátérfogat (nm ³)	3 519 275	185 225	298 396	3
Kitermelt nm ³ -re jutó árbevétel (Ft)		10 378	9 766	12
1 ha kezelt erdő területre jutó árbevétel (Ft)		39 288	62 003	2
Fakitermelés I. Közvetlen költségek összesen (eFt)	15 205 714	800 301	1 309 592	4
Kitermelt nm ³ -re jutó fakitermelési költség (Ft)		4 321	4 389	12
1 ha kezelt erdő területre jutó fakitermelési költség (Ft)		16 385	27 862	19
Erdőfelújítás Közvetlen költségek összesen (eFt)	7 365 804	387 674	349 356	11
Kitermelt nm ³ -re jutó Erdőfelújítási költség (Ft)		2 093	1 171	2
1 ha kezelt erdő területre jutó Erdőfelújítási költség (Ft)		7 924	7 433	10
1 ha kezelt erdő területre jutó jövedelem (Ft)		15 006	26 708	2
Kitermelt nm ³ -re jutó jövedelem (Ft)		3 964	4 206	6
Természeti járadék (eFt)	10 298 159	542 008	963 874	4
1 ha kezelt erdő területre jutó természeti járadék (Ft)		11 078	20 507	3
Kitermelt nm ³ -re jutó természeti járadék (Ft)		2 926	3 230	5

10-2. táblázat: Rangsoranalízis a fajlagos mutatók alapján⁵³

Az egyes erdészeti részvénytársaságok belső elszámolási rendszere különböző, ezért a fakitermelési és erdőfelújítási közvetlen költségekben, nem szerepelnek sem az alkalmazotti bérek, sem a fel nem osztott költségek üzemágra terhelhető részei. Azért jó ez a megoldás, mert a közvetlen költség szintjéig még nincs lényeges eltérés, így összehasonlíthatóak az egyes társaságok adatai; míg a közvetett költségek felosztása nagyon különböző lehetne.

A Társaságunk kitermelt nettó m³-re jutó fajlagos árbevétele 93%-a az országos átlagnak. Ez egyértelműen a szűkárósítás miatt kitermelt 115 844 brm³ fenyő faanyag hatásának tudható be. A fenyőből termelt erdei választékok átlagárai a lombos termékek értékénél rendre alacsonyabbak; ez a magas fenyő-kitermeléssel rendelkező erdőgazdaságok hátránya. A szűkáróval csak annyiban függ össze, hogy megemeli a fenyő-kitermelés volumenét, s az alacsonyabb átlagár csak a gyengébb minőség okán csökken tovább.

Az 1 ha kezelt erdőterületre vetített fakitermelési árbevétel alapján a Szombathelyi Erdészeti Zrt. az igen előkelő 2. helyen áll a társaságok között; amely elsősorban a többi társasághoz viszonyítottan nagymértékű fakitermelés hatása miatt volt elérhető. A kivágott, 30 éven belül vágásérett erdőkkel szembeni megtakarítások ellenére, a szűkárósítás a 2005, 2006, 2007 és 2008-as években az üzemtervi lehetőség fölé emelte a kitermeléseket. Az 1 ha kezelt

⁵³ Forrás: Marosi et al. (2008)

erdőterületre jutó kitermelt fatérfogat a 19 Zrt. átlagában 3,8 nm³, ugyanez az adat a Társaságnál 7,0 nm³(!) volt. Elmondható, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt. erdei ezekben az években „csúcsra lettek járátva”. Az erdőhasználat kitermelt m³-re vonatkozó költsége is magas, de a fajlagos erdőterületre vetített közvetlen költsége a legmagasabb, ami egyértelműen a nagymértékű fakitermelésre vezethető vissza.

Az erdőterületre vetített fajlagos erdőfelújítási közvetlen költségek magasabbak az országos átlagnál, aminek oka az erdőfelújításokon belül a tölgynek az átlagnál mindenképp magasabb aránya (60%). A szűkár után egy jelentős szerkezetátalakítás folyik, a levágott lucfenyvesek helyét elsősorban tölgygel, gyengébb termőhelyeken tölgyes-erdeifenyves állománytípussal cseréljük le. A védett terület miatt mindenképpen elegendő állomány kialakítása az előírás, nehezítve azzal, hogy a gépi munkák és a vegyszeres gyomkordálózás lehetőségei szűkösek, vagy egyszerűen nem is engedélyezettek.

A jövedelmezőségi kategóriákban (jövedelem, természeti járadék) kedvező helyzetet eredményezett a lucfenyő szűkárosítás felszámolása miatti többlet fakitermelés. Az átlagosnál kedvezőtlenebb költségviszonyok sem tudják közömbösíteni a magas fakitermelés, és ezen keresztül magas árbevétel hatását. Az erdőterülethez viszonyított jövedelmezőség kiugróan magas. A pénzügyi számok mellé erdőgazdálkodásra jellemző természetes adatok bevonásával elvégzett elemzés is egyértelműen mutatja, hogy kiugróan magas szűkáros évek középidején, 2006-ban az erdőgazdálkodó kiugró teljesítményre volt képes. A szokatlanul magas jövedelmezőséget egyértelműen a magas fakitermelési volumen okozta.

Az erdőgazdálkodási üzemágak (erdőfelújítás, fenntartás és fakitermelés) tényleges vállalati szintű jövedelmezőségét 2003-2007 átlagadataira építve szintén készült egy vállalati rangsor. A fahasználat árbevételét a kutatók (Marosi et al. 2009) korrigálták a fafeldolgozással rendelkező társaságok esetében, a saját feldolgozásra kerülő primer faválasztékok átadási és piaci értékesítési ára közötti különbözettel. Így minden társaság erdőgazdálkodási tevékenysége egységes módon értékelhető, mintha teljes egészében a piacon értékesítette volna a kitermelt faanyagot. Az erdőfelújítás és a fakitermelés vállalati szintű költségeinek meghatározásához a közvetett költségeket egységes módon extrapolálták.

A módosított bevételi adat és a vállalati szintű költségek különbözeteként állt elő a „Jövedelem” ötéves átlagértéke 3.724.061 ezer forint (10-3. táblázat).

Társaság	Árbevétel+ saját feldolgozású faanyag (EFt)	Vállalati szintű költ. össz. (EFt)		Jövedelem (EFt)	Fajlagos jövedelem (Ft/ha)	Jövedelmi rangsor helyezés Ft/ha alapján
		Erdőfelújítás (1.53)	Fakitermelés I. (1.48)			
Szombathely	2 724 676	539 929	1 861 702	323 045	7 106	3
19 átlaga	1 824 827	516 804	1 112 019	196 003	4 003	
19. Összesen	34 671 706	9 819 284	21 128 362	3 724 061	4 003	

10-3. táblázat: A jövedelem 5 éves átlagértéke⁵⁴

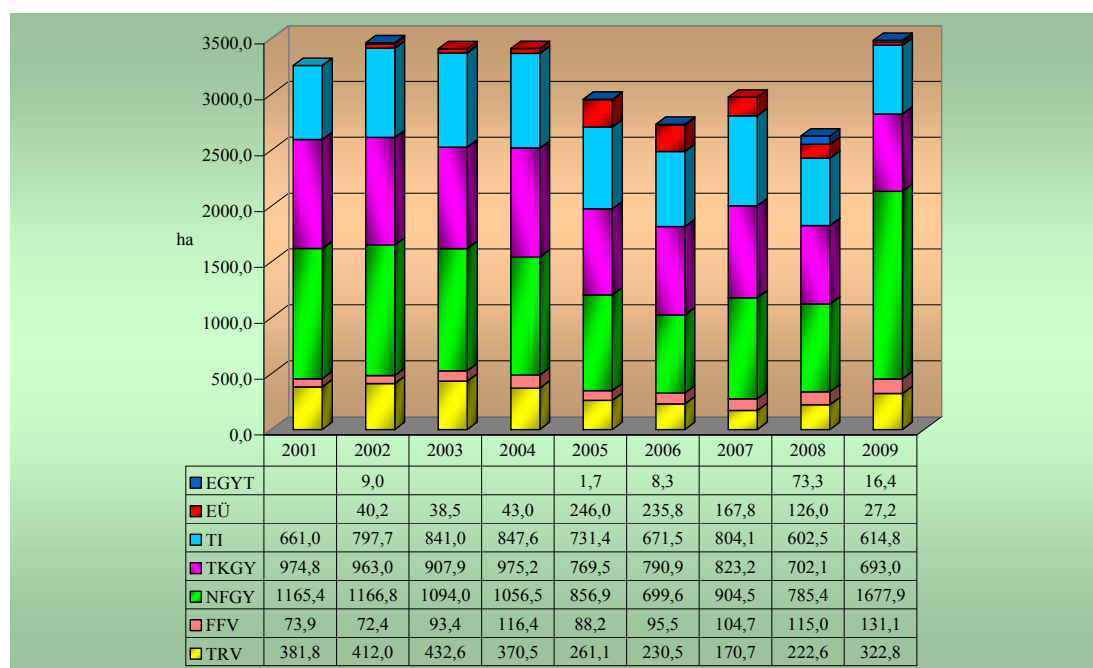
⁵⁴ Forrás: Marosi et al. (2008)

A Szombathelyi Erdészeti Zrt. árbevétele majdnem felével, 49%-kal magasabb a 19 társaság átlagánál. A jövedelem abszolút értéke 65%-kal haladja meg az átlagot, ami annak köszönhető, hogy a vállalati szintű költségek mindössze 19%-kal magasabbak az átlagnál. A megemelkedett fakitermelés miatt a fix költségek aránya az összköltségen belül lecsökkent, ami önmagában növeli az eredményességet. A sors fintora, hogy mindez akkor történt, amikor a nyugat-magyarországi régió lucfenyvesei helyrehozhatatlan károkat szenvedtek.

Még kedvezőbb a helyzet akkor, amikor a kezelt erdőterületre vetítjük a jövedelmet. Ebben a viszonyításban már a 19 Zrt. átlagának 178%-át éri el a Társaság. Ez – a kedvező jövedelmezőség mellett – a magas fakitermelési szintnek (7,0 m³/ha) köszönhető. Összességében tehát elmondható, hogy a lucfenyő katasztrofálisan magas károsodása az erdőgazdálkodó számára rövidtávon növelte az eredményességet, mivel a szokásosnál magasabb fakitermelést tett lehetővé. A későbbi időszakra ennek lehetnek negatív következményei, amit igazán akkor lehet felmérni, ha az érintett területekre vonatkozóan (Őrség, Kőszegi-hegység) elkészül egy új körzeti erdőterv, amiben a pontos fatermesztési és állományadatok felmérése megtörténik.

10.3.4. A Társaság erdőhasználatának teljesítménye a szűkárók tükrében

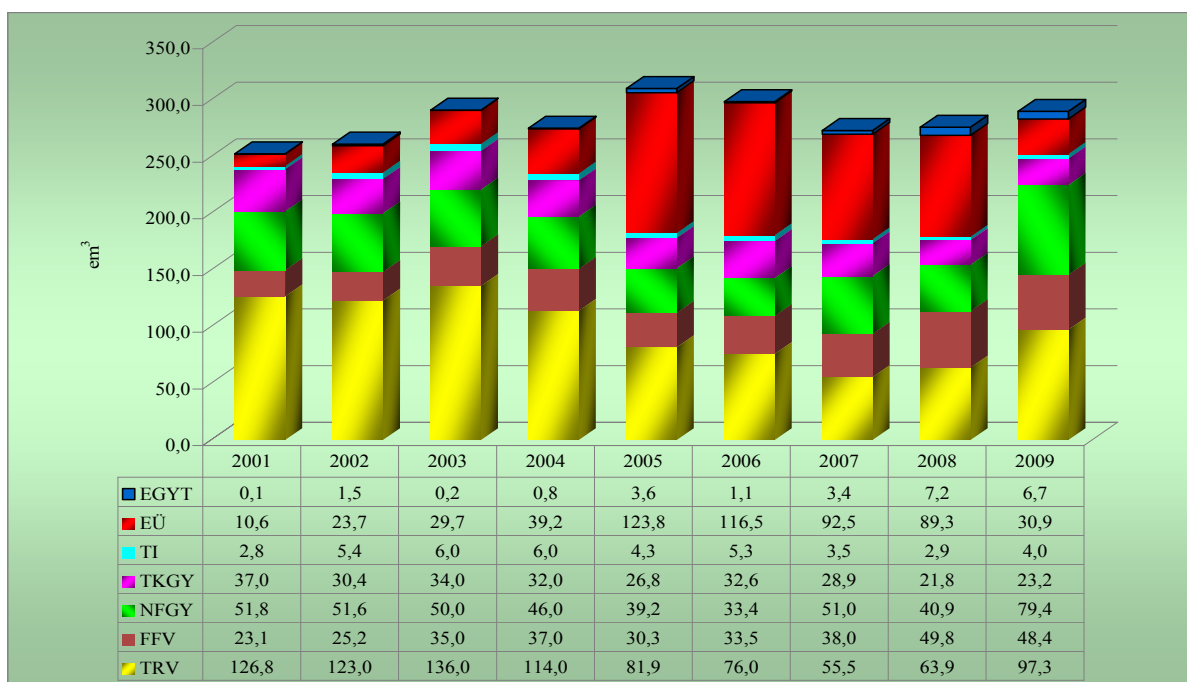
Az elmúlt években a lucfenyő szűkárósodása volt az a legfontosabb tényező, ami eltérítette a Zrt. gazdálkodását a normál folyamatoktól. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. gazdálkodását tekintve a fahasználattal érintett terület az utóbbi években átlagosan, évente 3 420 ha volt, ami magasabb az erdőtervek 10 évre meghatározott előírásának egy évre eső részénél. A területváltozás oka a fent említett nagymérvű szűkárósítás. Az aszályos időjárás miatt az egészségügyi termelések más területtel szerepeltek, az erdő nem csak szálanként, hanem nagyobb foltokban száradt. A10-6. ábra adatait elemezve a sárgával kiemelt tarvágás és a piros színű egészségügyi termelések területét érdemes összevetni, a 2006-os évben a területtel megjelenő egészségügyi kitermelések nagysága meghaladta a tarvágás nagyságát.



10-6. ábra: Fahasználattal érintett terület megoszlása használati módok szerint

A véghasználatok az elmúlt öt évben a lehetőséghez képest 82%-os szinten valósultak meg (TRV 81%, FFV 86%). Az utóbbi 5 évet megvizsgálva, a normál tarvágás területe 2007-ben volt a legalacsonyabb (170,7 ha), 2008-ban már emelkedést mutatott. A törzskiválasztó gyéritések 102%-át, a növedékfokozók 90%-át végezte el a Társaság az időarányos üzemtervi lehetőséghez képest. A gyéritéseket a szűkár miatt – főleg lucfenyő állományokban – hagyta el a Zrt. A tisztítások 97%-ban valósultak meg. A felújítási kötelezettséget maga után vonó egészségügyi termelések mennyisége magas. 2005-ben 246, 2006-ban 238, 2007-ben 168, 2008-ban 126 hektáron kellett száradás miatt tarvágást végeznie a társaságnak (10-6. ábra). A Zrt., egyrészt, hogy elkerülje az erdőfelújítási kötelezettség alá vont terület olyan mértékű felhalmozódását, amely már nem végezhető el megfelelő időben és minőségben; másrészt az ésszerű hozamszabályozás okán, kénytelen volt véghasználatokat elhagyni. A fenti és az ezt követő grafikonokon lévő „egyéb termelés”, évi átlagban 98% egészségügyi használatot takar.

Az elmúlt hat évben a kitermelés volumene mindig elérte az erdőtervi lehetőség fatérfogatát. A 2005-ös és 2006-os években, a szűkatasztrófa felszámolásának legerősebb éveiben, a normál erdőtervi lehetőségnél többet termelt a Zrt. (10-7. ábra). Az erdőhasználat 2007-től kis mértékben visszarendeződött, újra közel az erdőtervi lehetőség szintjén folyik a termelés. Katasztrofális mértékben emelkedett a 2005-2007. években az egészségügyi termelések volumene. Az aszályos időjárás, a csapadékhiányos tél és tavasz miatt felerősödő aszályal összefüggő egészségügyi termelés megugrott, és nettó fatérfogatát tekintve az elmúlt öt évben lucfenyőből megközelítette az 285, erdeifenyőből a 66 ezer m³-t. De tölgyből is 55, bükkből 7 és egyéb lombos fafajokból is közel 31 ezer m³ kitermelését kellett végrehajtani. Az elmúlt fél évtizedben mindösszesen 453 ezer nettó m³ károsodott faanyagot termelt ki a Zrt.

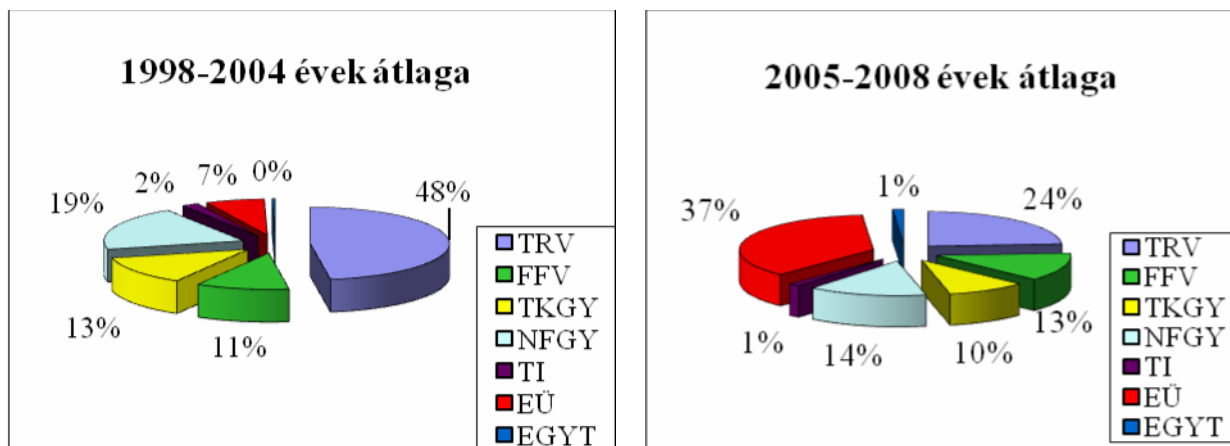


10-7. ábra: Fakitermelés megoszlása használati módonként az elmúlt években, nettó m³-ben

Az erdőtervi lehetőségnél magasabb túlteljesítés a tovább folytatódó szűkárítások felszámolásának, és az aszály miatt károsodott egyéb állományok egészségügyi termelésének a következménye. Az évek óta tartó aszály hatása minden állománytípusban és korosztályban jelentkezett, de leginkább a felújításokat (2002. és 2003. évek), valamint lomb esetében a legidősebb erdőket és a gyertyán alsószintet károsította. A fenyő fafajnál nem kímélt egyetlen

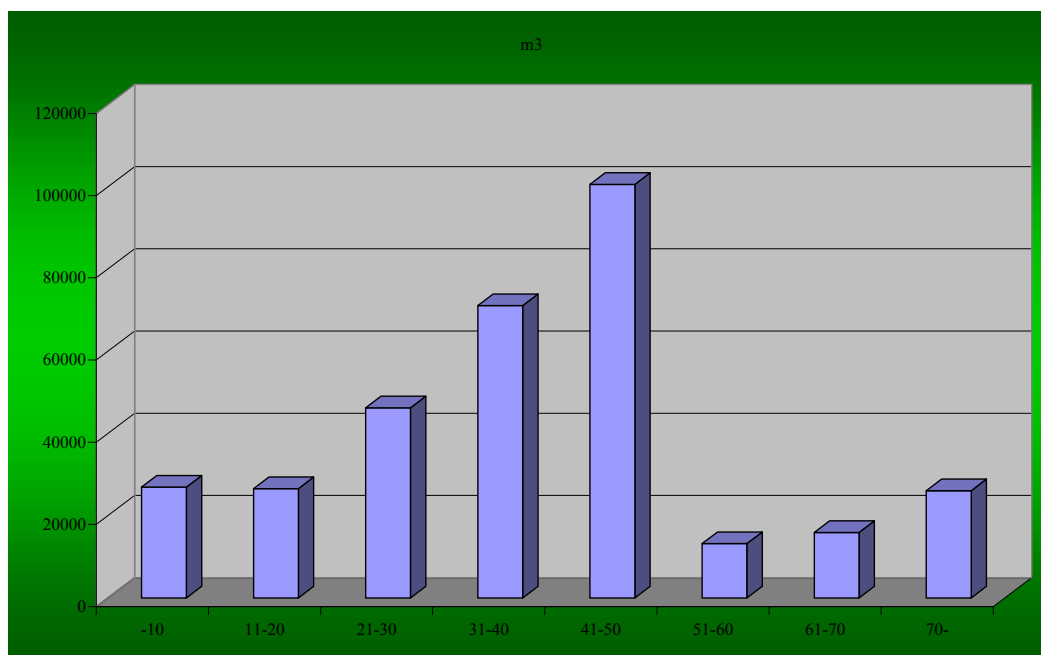
korosztályt sem. Az egészségügyi használatokból származó faanyag zöme a lombnál sarangolt választékot adott, a lucfenyő esetében rönkanyag is megfelelő mértékben keletkezett.

A használati módok szerkezete eltolódott. Míg normál időjárású éveken az egészségügyi termelések mértéke nem haladta meg a 6-8%-ot, addig a 2005-ben és 2006-ban ez a szám felugrott 40% feletti értékre, de a 2005-2008 évek átlagában is elérte a 37%-ot, ami szokatlanul magas arány (10-8. ábra).



10-8. ábra: Használati módok részesedése a bruttó fakitermelésből

A legjobban károsodott lucfenyő korosztályviszonyai mind a termelés mind az értékesítés szempontjából kedvezőtlenül alakultak, magas a fiatal korosztályok károsodottsága (10-9. ábra).



10-9. ábra: LF EÜ termelések korosztályviszonyai 2004-2009

A mostani és a tíz éve történt szűdülés különbségeként megfigyelhető, hogy míg korábban zömmel véghasználatához közeli méretes állományok pusztultak, addig napjainkban a fiatal törzskiválasztó korú fákat is tömegesen érte el a károsítás, nehezítve a probléma kezelésének mind az ökológiai, mind az ökonómiai oldalát. Ebben az esetben is elmondható, hogy sajnos

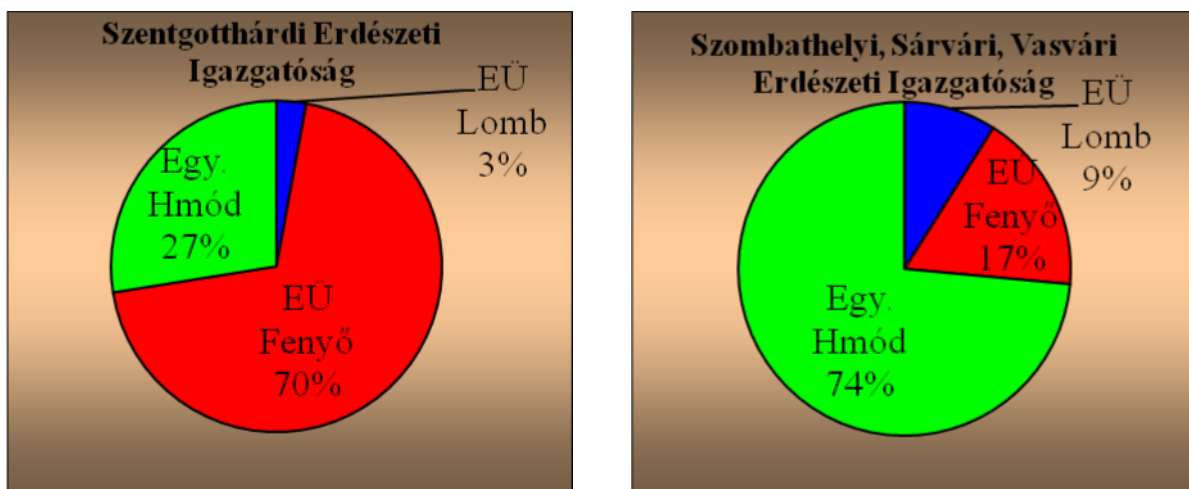
az az analógia, ami már a globális erdőirtásoknál szóba került, hogy a károsítás csúcspontját jelentő években (2005, 2006, 2007) több esetben azért állt meg a károsítás, mert egyes térségekben elfogytak a szű számára megfelelő lucfenyő-állományok.

10.3.5. A szűkár hatása az erdőhasználat eredményességére

A jelentős erdőkárok ellenére a Szombathelyi Erdészeti Zrt. teljesítette az alapvető elvárást, eredményesen gazdálkodott, de az említett okok miatt a fajlagos mutatókban (eladott-termelt vastagfára jutó eredmény és árbevétel stb.) értelemszerűen elmaradt a megszokottól. A kitermelt vagy értékesített fatömegre vonatkozó fajlagos mutatókat összevetve – a zömmel egészséges lombos-állományt kitermelő erdőgazdálkodókkal – a különbség szembetűnő. A 2005. és 2008. között, a termelési szerkezeten belül jelentkező 1 156 982 m³ összes nettó termelésnek 38%-a nem egészséges, száradék faanyag, aminek 80% fenyőfa volt. A fahasználat ugyanazt az eredményt az átlagnál vékonyabb, kiszáradt faegyedeknek – az előhasználathoz, vagy elaprózott területű véghasználatokhoz hasonló körülmények között történő – kitermelésével érte el. Az erdőkárok okán megemelkedett fakitermelési volumen miatt azonban az egységnyi fatérfogatra eső fix költség csökkent, ami rövidtávon növelte az eredményességet.

Ahogy a pénzügyi mutatók elemzésénél említettem, a károsítás tetőpontját jelentő 2005, 2006, 2007. évekből itt is a 2006-os évet emelem ki. A szűkárósi felfutása 2004-ben kezdődött, ezért az év végén, a következő év végére megkötött megállapodások még nem tartalmazták, a szűkár miatt megjelenő többlet faanyagkínálat hatását. 2005 év végén – a tényadatok birtokában - ezek az információk minden gazdasági szereplő számára már egyértelműek. Mind a vevők, mind a fakitermelő vállalkozók esetében ugyanaz a helyzet, ekkor már ők is érzékelték a kitermelhető faanyag nagyságrendjét, ami javította a kitermelési-, illetve szállítási szerződések megkötésekor az alkupozíciójukat.

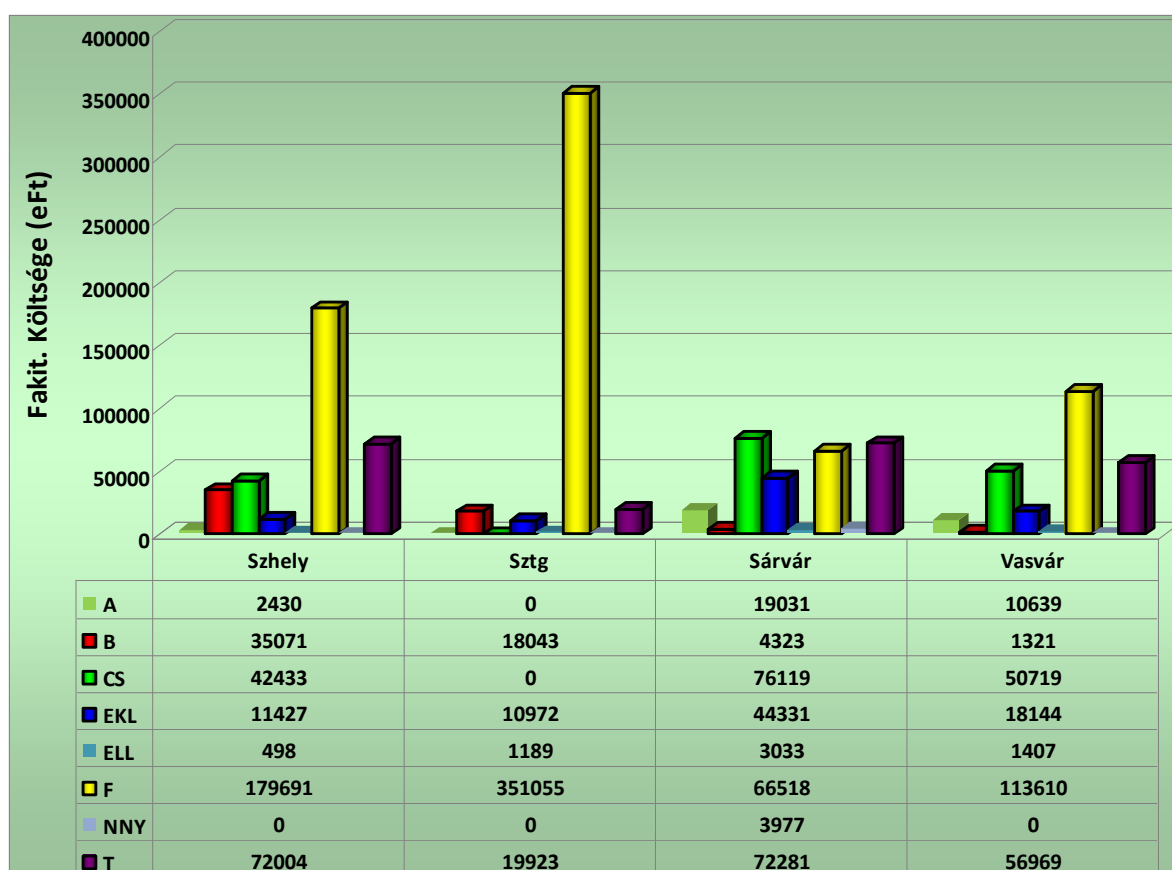
Amennyiben megvizsgáljuk a legszélsőségesebb 2005-2006-os években az egyes egységek szűkárrel való érintettségét, szembetűnő a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság fahasználati feladatán belüli magas kárfelszámolási arány (10-10. ábra). Ezért, ha a többi egység adatait a fenyőre fókuszálva összevetjük a kiemelt igazgatóság hasonló számaival, következtetéseket vonhatunk le arra nézve, hogy mennyire tér el ökonómiájában a kárfelszámoló tevékenység a normál folyamatoktól.



10-10. ábra: Az egészségügyi termelések aránya 2005 és 2007 között

10.3.5.1. A fahasználat ráfordításai

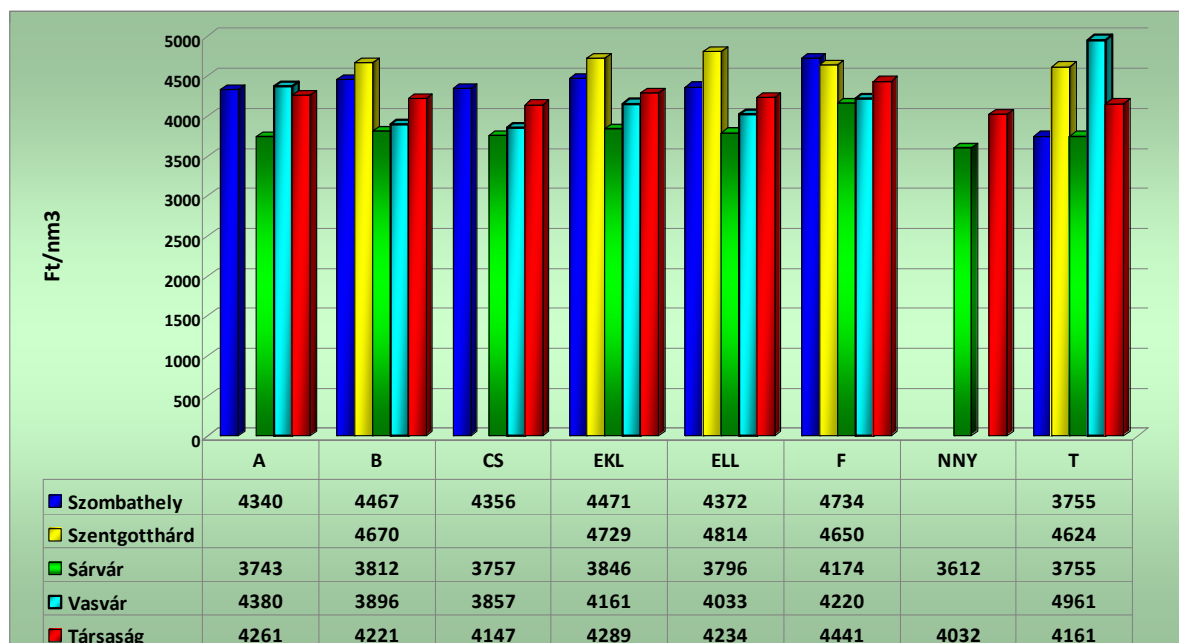
A kitermelési adatok – az előző alfejezet alapján – használati módonként, fafaj csoportonként a ténylegesen kitermelt fatérfogat mennyiségek (nm³) szerint adottak. A számítások itt is a 2006-os évre vonatkoznak. Az ERTI kalkulációban (Marosi et al. 2008) a Szombathelyi Erdészeti Zrt. fafaj csoportonként és beavatkozási módonként kalkulált 2006. évi fakitermelési vállalkozói díjai voltak a számítás kiindulópontjai. A megadott paraméterek alapján fafajcsoportonként és beavatkozási módonként becsült vállalkozói díjakat, az eredeti arányok megtartásával számították a fakitermelési üzemág közvetlen költség szintjére. Ennek eredményeként a tényleges költség szinten is rendelkezésemre álltak az egységenkénti fafajcsoport bontású adatok (10-11. ábra). Megvizsgálva az önköltségeket egységenként és fafaj-csoportonként, látható, hogy a vizsgált évben a fenyő kitermelési költsége mindenütt jelentős, de a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság esetében szinte az egyedüli olyan költségelem, ami meghatározó.



10-11. ábra: A fakitermelési költségek aránya fafajonként az egyes erdészeti igazgatóságoknál a 2006-os évben

Elsősorban a Sárvári és Vasvári, de a Szombathelyi Igazgatóság éves fakitermelési költségei között is a kemény lombos fafajok (B, CS, EKL, T) dominálnak. A fenyőfa kitermelési költségei mind a négy igazgatóság esetében jelentős szerepet játszanak, ezért a fajlagos költségek elemzésénél lehetőség van arra, hogy az eltéréseket megvizsgáljuk, és következtetéseket vonjunk le a lucfenyő kárfelszámolás adatait illetően. A Szombathelyi Erdészeti Igazgatóság esetében is jelentős a fenyő aránya, de itt, a Kőszegi-hegységben idős állományok (Kőszeg 42, Velem 1-es tagok) pusztultak, amelyek letermelése nem különbözik a normál véghasználati feladatoktól. Az eltérést elsősorban a hegyvidéki körülmények okozzák.

A fajaj-csoportonkénti költségek és a fajaj-csoportonkénti volumen-adatok alapján számítható a fajlagos egységköltség (10-12. ábra).



10-12. ábra: A kitermelt fatérfogat fajlagos fakitermelés költsége a 2006-os évben

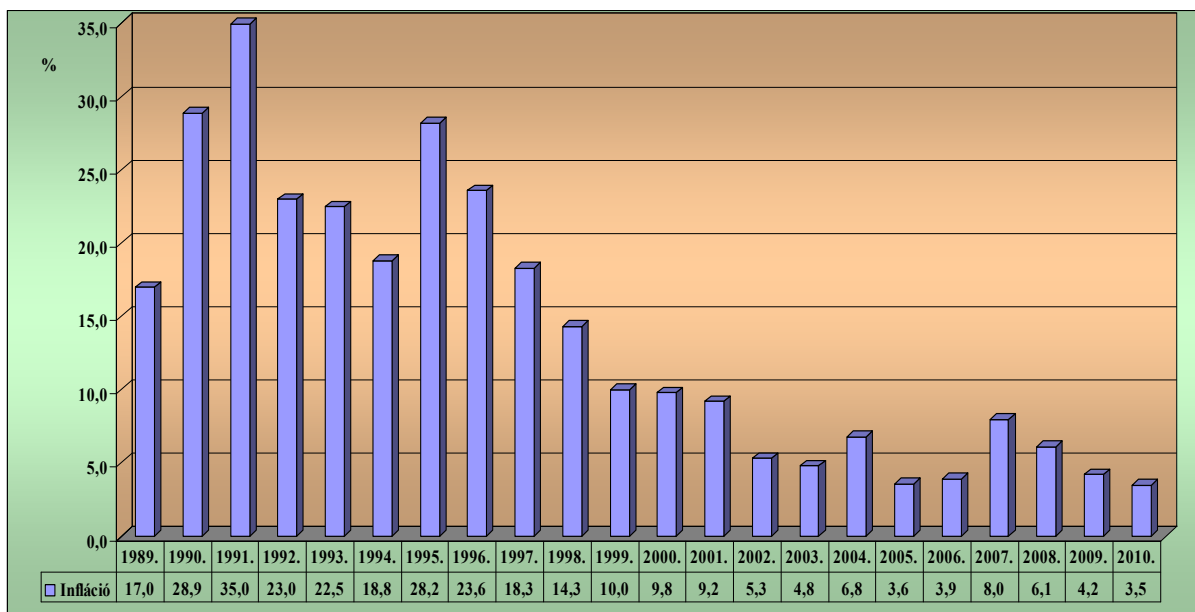
A Szombathelyi és Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság fajlagos értékei annak ellenére magasabbak, hogy az egy ha-ra jutó átlagos fatérfogat ($177 \text{ nm}^3/\text{ha}$ és $134 \text{ nm}^3/\text{ha}$) magasabb az átlagnál, ami ellentétes a „volumen-hozadáka” törvénnyel. A Szombathelyi Erdészeti Igazgatóság esetében növeli a költségeket, hogy a termelés harmada hegyvidéki körülmények között zajlik, és a rendelkezésre álló munkaerő szempontjából a földrajzi elhelyezkedés is hátrányos (a város közelsége és a nyugati határszél miatt). A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság esetében a magasabb fajlagos költséget részben a fenyőpusztulás többletmunkaigénye okozza.

A sárvári és vasvári egységek fajlagos fakitermelési adatai szinte minden egyes fajaj esetében következetesen alacsonyabbak, mind a társasági átlagnál, mind a másik két igazgatóság értékeinél. Ez a helyzet jól nyomon követhető az 1997 óta rendelkezésre álló adatokon. A fakitermelések feltételei, a közelítés szempontjából jobb talajok, a határtól való nagyobb távolság a megye keleti felén elhelyezkedő igazgatóságok esetében kedvezőbbek. Ezen adatok és tapasztalati ismeretek alapján kalkulálható, hogy a Szentgotthárdi Igazgatóság esetében nem a két igazgatósághoz viszonyított teljes $450 \text{ Ft}/\text{nm}^3$ költségkülönbség a lucfenyő szűkár felszámolásának fajlagos többletköltsége, hanem ebből csak mintegy $250 \text{ Ft}/\text{nm}^3$. Ez fajlagosan mindenképpen költségnövekedést eredményez, de az eredményesség szempontjából a választékonkénti fedezet, a volumen és ezeknek a fixköltségekhez való viszonya a döntő.

10.3.5.2. A fahasználati üzemág bevételei és fedezete

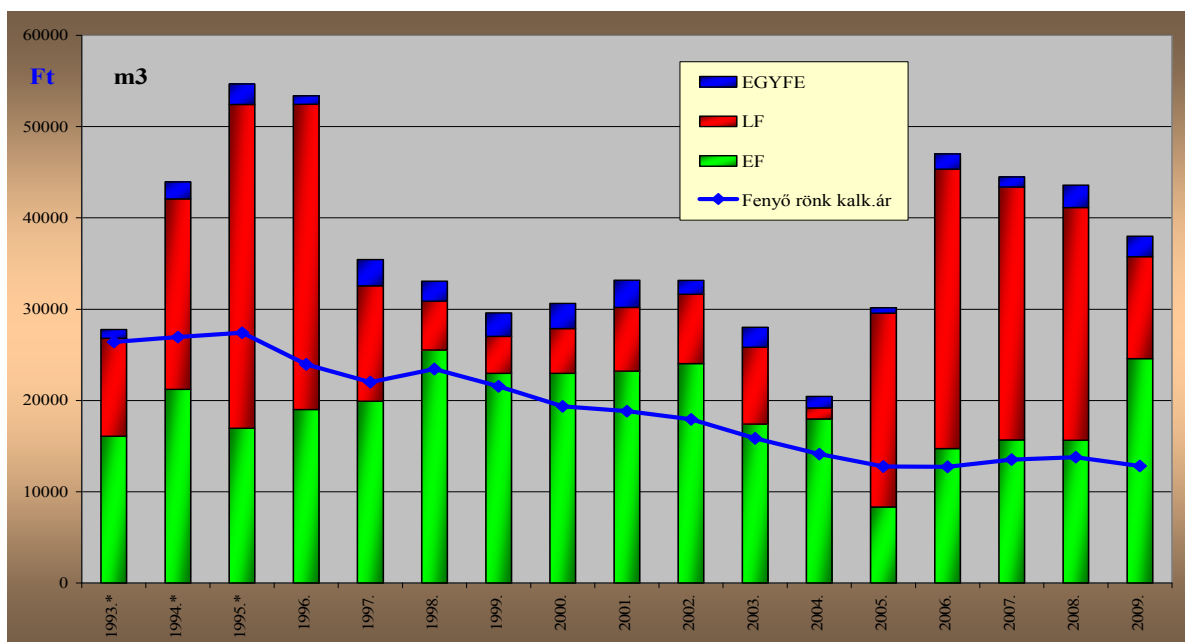
Ahhoz, hogy a fedezet meghatározható legyen, a fakitermelés hozamának (bevételének) vizsgálata is elengedhetetlen. Az árváltozások elemzéséhez mindenképpen egy idősor adatai szükségesek. A lucfenyő esetében a fenyő-rönk és a fenyő papírfa teszi ki a fafajból termelhető választékok közel 90%-át. Ezért a következőkben azt vizsgálom, hogy mi történt az

elmúlt több mint másfél évtizedben e termékek piacán. A kilencvenes évek elején elszabadult az infláció, ami egy 1995-ös újabb meglódulást követően kisebb nagyobb kilengésekkel, napjainkig csökkenő trendet mutat (10-13. ábra).



10-13. ábra: Az infláció alakulása Magyarországon 1989-től⁵⁵

Kigyűjtöttem a Szombathelyi Erdészeti Zrt. fenyő rönk átlagárait 1993-tól kezdődően. Mivel nagyon magas volt az infláció, ezért az adatokat a pénzromlás mértékével korrigáltam, hogy összehasonlítható, „változatlan” árakhoz jussak. Az inflációval korrigált átlagárakhoz hozzárendeltem az adott évek fenyőrönk-termelési mennyiségeit, amit közös diagramon ábrázoltam (10-14. ábra).



10-14. ábra: A fenyőrönk-termelés és az inflációval korrigált átlagár változása 1993-tól

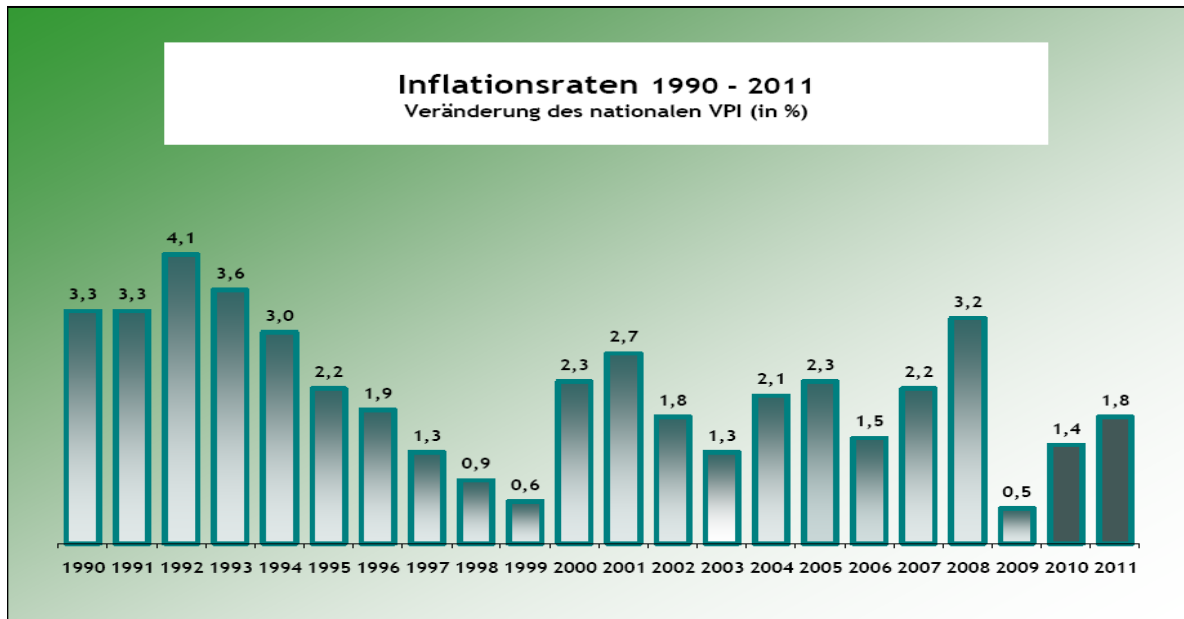
⁵⁵ Forrás: Magyar Statisztikai Hivatal

Megvizsgálva az átlagárak változását, az látszik, amit az Ausztriában végzett vizsgálatok már igazoltak (8.3.1 alfejezet). Nincs összefüggés a szűkár miatt megemelkedett rönktermelés és az árak változása között. A 90-es évek közepének magas szűkáros termelése mellett az árak magas szinten alakultak, és a szűkármentes 1998 és 2003 között következett be a legnagyobb árcsökkenés. A szűkár miatti fakitermelés felfutásával együtt járó rönktermelés-növekedés nem okozta az árak csökkenését; sőt, 2005-től kezdődően az árak stabilizálódtak. Ami egyértelműen kiderül az ábráról, hogy a fenyőrönk értéke az elmúlt évtizedben jelentősen devalválódott.

Az értékcsökkenés több okra vezethető vissza. Összefügg a globális folyamatokkal (Brazília és Dél-Afrika ültetvényeinek kínálata); az európai erdők fenyő túlsúlyával; a helyettesítő termékek megjelenésével, de még a 90-es évek közepi magyar kárpótlás eseményeivel is. Az árváltozás nem követi a termék mennyiségéből és árából levezethető megszokott kereslet-kínálati összefüggést, vagyis ha több van a piacon, csökken az ára; illetve éppen ellenkező változást tapasztalunk. A károsodott fenyőállományok többlettermelésének piaci hatása – az előzőekben már bemutatott módon – Ausztriában is hasonlóan alakult, mint hazánkban. A többlettermelés nem csak a Szombathelyi Erdészeti Zrt.-nél jelentkezett, hanem az egész régióban, ennek ellenére nem érvényesült a termelési mennyiség és az ár közötti fordított irányú összefüggés. A fenyőrönk-árak kisebb megtorpanásokkal, a szűkárral alig érintett 1997-2003 közötti időszakban is folyamatosan csökkentek. Az ok, a fenyőrönk korábban már levezetett származékos keresletében keresendő. A késztermék-piacok alakulása határozza meg a tényezőpiacok keresletét.

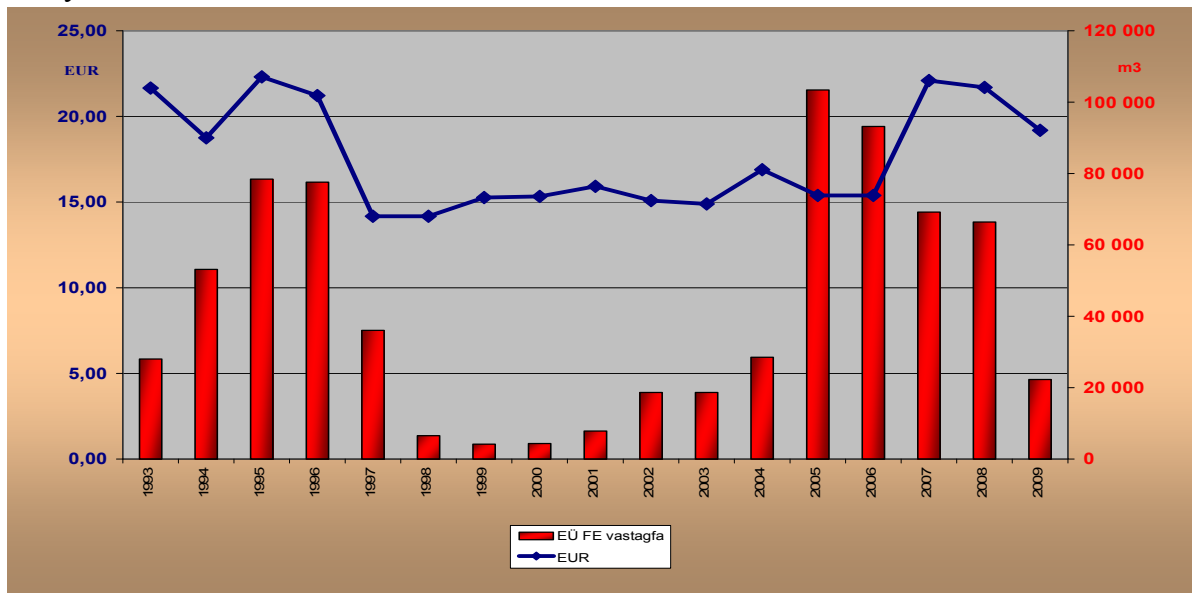
A fenyőrönk átlagárát a Szombathelyi Erdészeti Zrt. belső árképzéséből kiinduló piaci értékesítés eredményeként számítottam. Ez tulajdonképpen egy kisebb területű régiónak az ára, mert a fenyőrönk-értékesítésünk – fenyőben szegény ország lévén – egyértelműen a belső piac felé irányul. A következő elemzésben egy olyan termék szerepel, amelynek az ára – a közép-európai régióban – a legjelentősebb fafeldolgozó ország, Ausztria áraihoz igazodik. Az 1962 évi nagy őrsegi hótörés óta folyamatosan szállít fenyő papírfát a magyar erdőgazdálkodás Ausztriának. Magyarországon nincs faalapú cellulózyártás, így a termék külföldön értékesül. A magyar szállítók a választék több mint háromnegyedét a Papierholz Ausztriának értékesítik, és volumene az utóbbi években 4-500 ezer úrméter között mozgott. Tradicionálisan a magyar szállítók együttesen állapodnak meg a konzern képviselőivel, ezért erről az árról mindenképpen elmondható, hogy Közép-Európára vonatkozó piaci ár.

Az árak gépkocsira rakott paritáson a Szombathelyi Erdészeti Zrt. feljegyzéseiben megtalálhatóak. A megállapodások kezdetben, schillingben, majd 2000-től euróban kötöttek. Az egységes számítások miatt a korábbi pénznemben kifejezett árakat 13,7603 schilling/euró árfolyamon, egységes módon számítottam át, majd az osztrák éves inflációk értékével (10-15. ábra) korrigáltam, hogy egy folyamatos, az értékváltozást jól követő adatsor legyen.



10-15. ábra: Infláció Ausztriában 1990-től⁵⁶

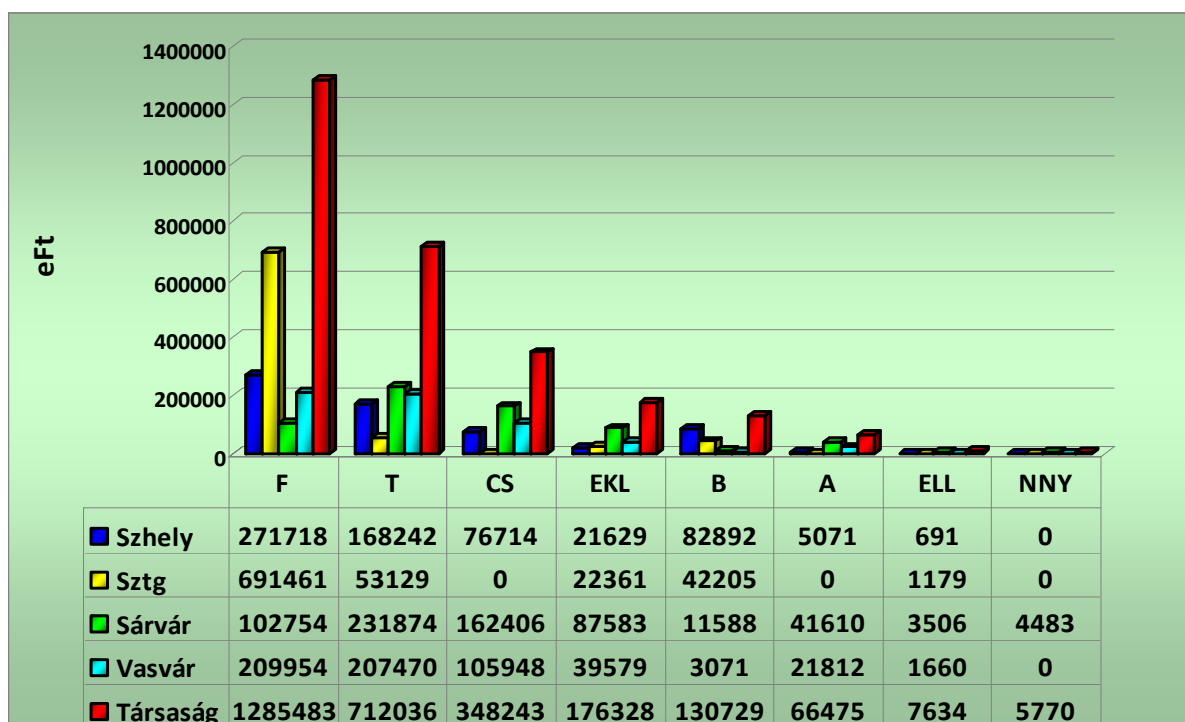
A fentebb leírt módon előkészített adatokat grafikonon ábrázoltam és elemezem. A 10-16. ábrán jól látszik, hogy a papírfa árának a növekedése egybeesik a károsodott faanyag volumenének emelkedésével. Ha regressziót számítanánk, lehet, hogy találnánk is összefüggést, ami nyilvánvalóan képtelenség. A volumen növekedésével együtt az áraknak csökkenni kellene, és nem az ábrán is látható trendet követni. A tiszta verseny elméletével kapcsolatos Adam Smith féle „láthatatlan kéz” látszólag nem működik. Ebben az esetben árrugalmasság-számítás nélkül is látszik, hogy a károsodott faanyag volumenváltozása és az árváltozás között nincs ok okozati összefüggés. A korábban már bizonyított származékos kereslet itt is jelen van, de a magasabb helyettesíthetőség okán a hatás összetettebb módon érvényesül.



10-16. ábra: A fenyő egészségügyi termelés és az inflációval korrigált fenyő papírfa átlagár változása 1993-tól

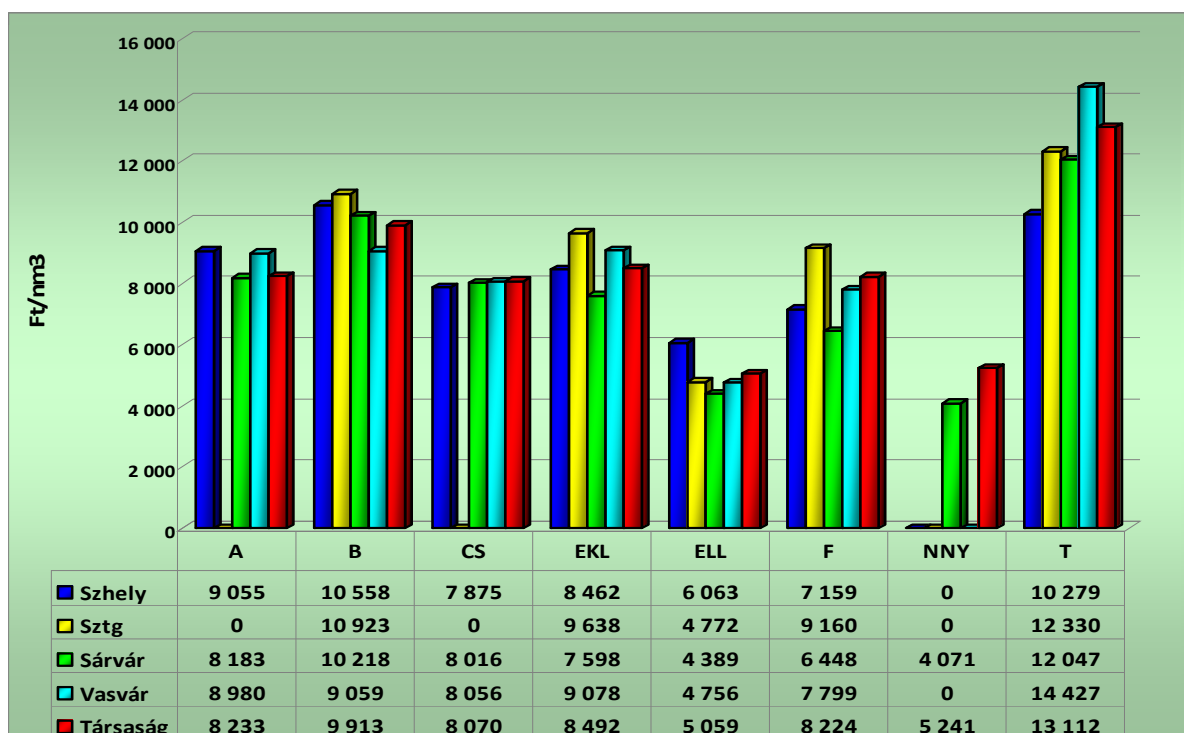
⁵⁶ Forrás: STATISTIK AUSTRIA, WIFO (2010)

A fentiekből következik, hogy a választék árakra a megjelenő néhány százezer m³ károsodott faanyagmennyiség nincs hatással, pedig Ausztria területén ugyanebben az időszakban több mint 2 millió m³ lucfenyő károsodott évente. A károsodott faanyag többlet-termelése nem ennyivel nagyobb volument jelent az összes fakitermelésben. Az osztrák adatok és a Szombathelyi Erdészeti Zrt. eddigi tapasztalatai alapján, az egészségügyi termelés mértékének 30-40%-ával emelkedik az összes fakitermelés, ami kiugró években elérheti az 50%-ot is. A rendszer a hozamszabályozáson keresztül tompítja a direkt hatásokat. Elmondható tehát, hogy önmagában az árrendszeren keresztül nem romlik a klímakáros anyagok kitermelésének eredményessége. Az egységár csökkenését az input oldal, a faanyag minőségének romlása okozhatja, amit egy határig a volumen növekedése – az eddigi tapasztalatok alapján – ellensúlyoz.



10-17. ábra: Árbevétel egységenként és fafajonként a 2006-os évben

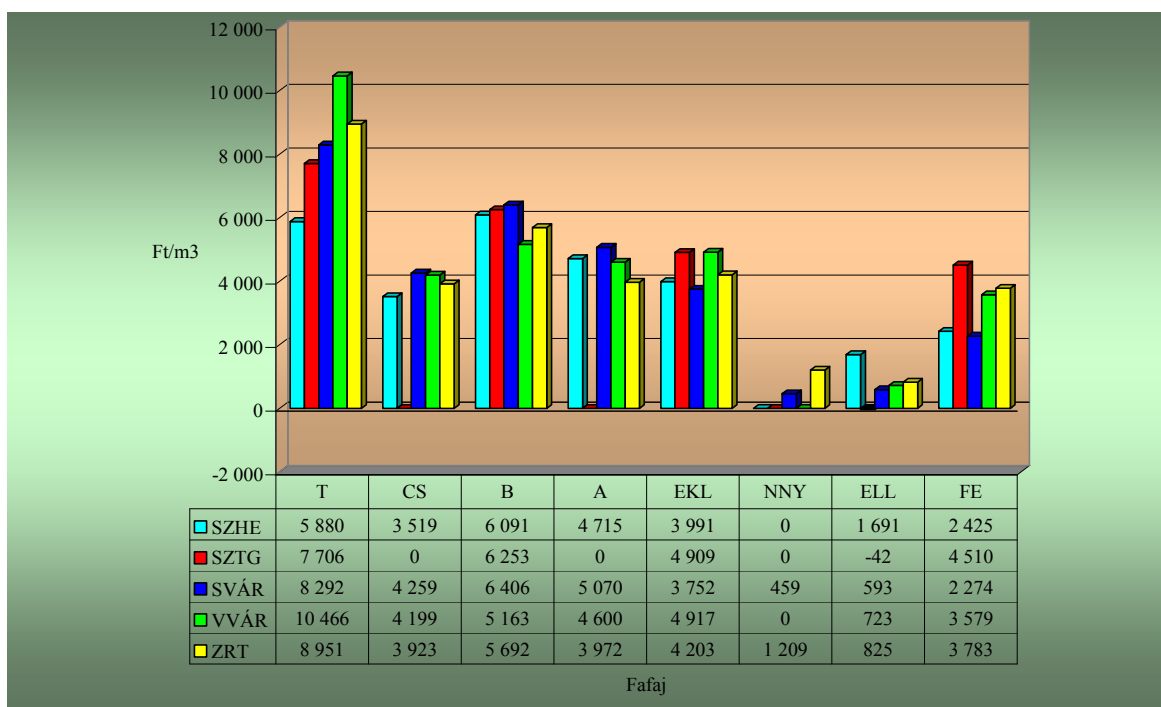
Az árbevétel egységekre lebontott adataiból is látható, hogy a szűkárval legérzékenyebben érintett Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság árbevételén belül a fenyő, ezen belül a lucfenyő domináns (10-17. ábra). A fenyő árbevétele a Zrt. szintjén megközelíti az 1,3 milliárd Ft-ot. Ekkora volumenű és értékű választék elemzése a vállalat szintjén, már mikroökonómiai szempontból megalapozott következtetések levonását teszi lehetővé.



10-18. ábra: A fajlagos árbevétel alakulás az egyes egységeknél a 2006-os évben

A Szentgotthárdi Igazgatóság esetében a fenyő átlagára a véghasználati jellegű egészségügyi termelések rendkívül magas részaránya (az árbevétel 80%-a) miatt haladja meg az átlagot (10-18. ábra). A szúkáros lucfenyő a károsítás jellege miatt jól értékesíthető. A lucfenyőt károsító szűbogarak csak a kéreg alatt rágnak, nem hatolnak be a fatestbe, és az erdeifenyővel ellentétben a kiszáradt lucfenyő nehezebben kékül. A szűfoltok szélén, a megelőzés miatt kitermelt egy-két fahossznyi védősávból kikerülő faanyag – a faipari felhasználhatósága tekintetében – az egészséges faanyag minőségével esik egybe. Amennyiben ezek után összevetjük a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság fajlagos hozam-költség különbözetét, látható, hogy adott éven belül nincs jelentős különbség a többi termelőegységhez viszonyítva.

A fahasználati üzemág éven belüli fedezete, a fentebb tárgyalt hozamok és ráfordítások különbözeteként adódik. Látható, hogy a károsítás ellenére a fenyőre vonatkozó fedezet a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság esetében jó 40-50%-kal magasabb (10-19. ábra) a Szombathelyi és Sárvári Igazgatóságok hasonló adatánál, de a vasvári értéknél is közel 1000 Ft/m³-rel meghaladja. A fafaj fedezeti átlagok közül csak a tölgy és a bükk előzi meg. Ez is mutatja, hogy a megemelkedett termelési volumen mellett a lucfenyő rövidtávon mekkora többlet fedezet elérésére képes.



10-19. ábra: A fajok fedezete az erdőhasználati üzemágban igazgatóságoként, a 2006-os évben

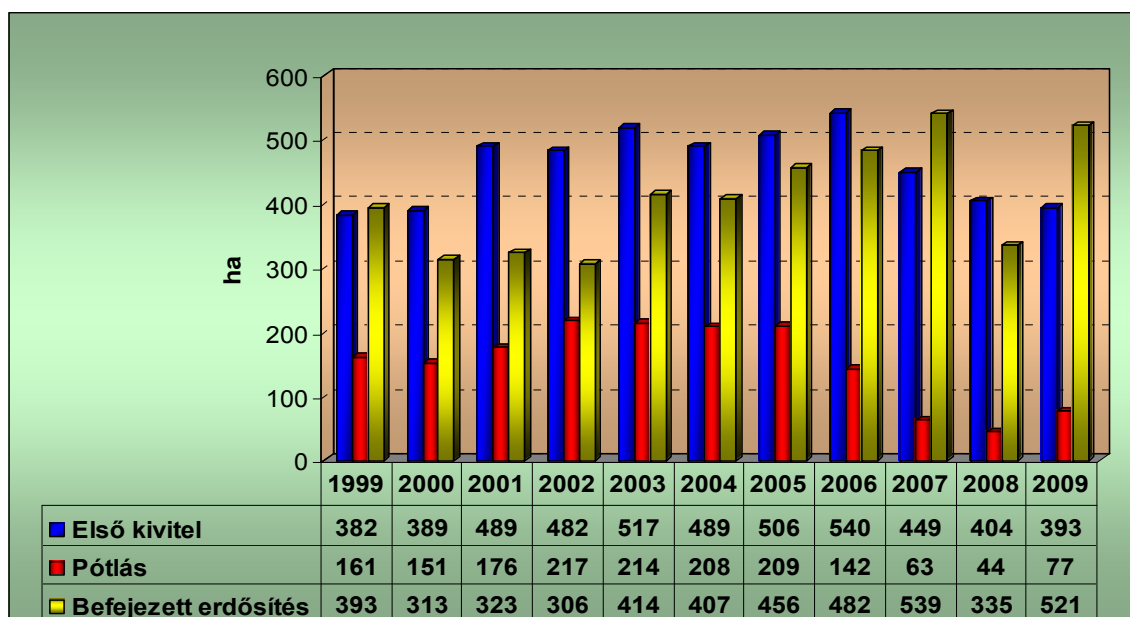
10.3.6. A fellépő erdőkárok hatása az erdőművelésre

Az erdőművelés a maggazdálkodást, a csemetermelést, az erdőnevelést valamint az erdők megújítására szolgáló tevékenységeket foglalja magába. Ahol a termőhely, a klíma, illetve a faj megengedi, a Társaság a természetes és természet közeli erdőgazdálkodási tevékenységeket részesíti előnyben. Ennek ellenére – elsősorban a magas fenyő arány és az erdőkárok miatt – meghatározó a mesterséges felújítás.

Mind a szokásos üzemszerű használatok, mind a klímakárok utáni termelések következtében létrejövő üres vágásterületek újraerdősítésénél – a fenyő állományokat sem feledve – az őshonos fajokkal végzett, nagyarányú erdőszerkezet átalakítások a jellemzőek, hogy az erdők jobban megfeleljenek a változó klimatikus környezetnek. Az országban másodikként kerültek üzemi méretben alkalmazásra a folyamatos erdőborítást lehetővé tevő üzemmódok. Ezek lényege, hogy az erdőhasználatok kevésbé koncentráltan, mozaikszerűen (0,1 ha alatt) valósulnak meg, így többkorú változatos szerkezetű erdő jön létre.

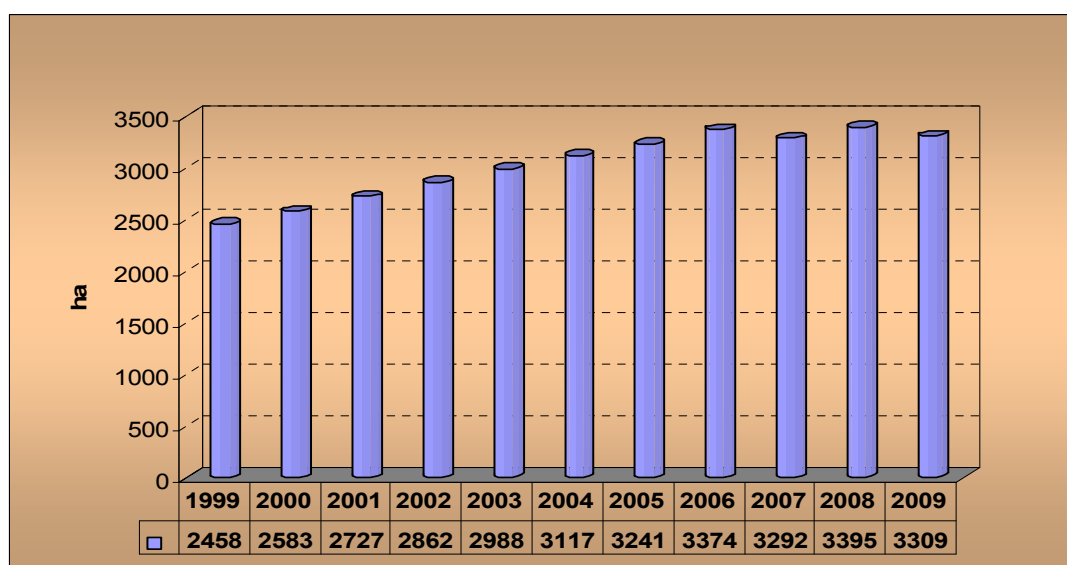
10.3.6.1. A klímakár az erdőművelés természetes adatainak tükrében

Egy-egy erdőterület felújítása több éven át tartó tevékenység, ezért teljesebb képet kapunk, ha az ott végzett munkát a Zrt. teljes területén, egy időszakra visszatekintve, folyamatában vizsgáljuk, párhuzamba állítva a szűkösítés felfutásával és összeomlásával.



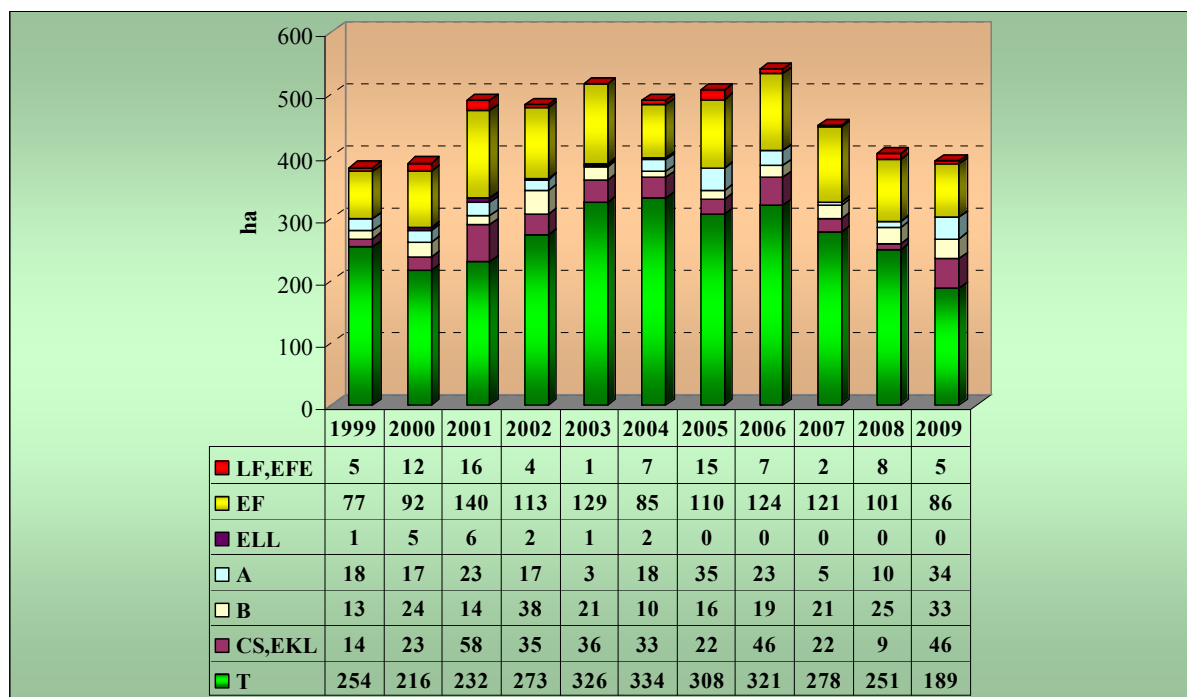
10-20. ábra: Területadatok alakulása az erdőművelésben

10-20. ábra azt mutatja, hogy az első kivitelek mennyisége az új üzemtervek fokozatos bevezetésével - a fakitermelés lehetőségének növekedése miatt -, majd 2005-től az erdőpusztulás felerősödésével a korábbi 380 hektárról 400-500 hektárra, illetve a fölé emelkedett. 2002-2005 években az aszálykár felszámolása miatt 200 ha fölé nőtt a pótlási igény és 2006-ban volt a legmagasabb az első kivitel mennyisége. 2007-től mérséklődött az első kivitelek területe, és kezdett beállni az érvényes erdőtervek által előírt szintre. Öröndetes, hogy – a megfelelő időjárás miatti jó megeredésnek köszönhetően – a pótlások területe továbbra is látványos csökkenést mutat (a 2008. évben csupán 44 ha volt). 2005-2007 között – a támogatások megszűnésének veszélye, majd eltörlése miatt – a befejezett erdősítéseket nagyobb ütemben adtuk át, megközelítve – sőt, 2007-ben meghaladva – az 500 hektárt. A 2008-as évben ennek hatására látványosan csökkent, a befejezett terület nagysága (335 ha-ra), majd a 2009-es évben ismét 500 ha fölé emelkedett.



10-21. ábra: A kötelezettség alá vont területek alakulása

Az egészségügyi termelések során keletkező felújítási kötelezettséget az erdősítések befejezése csak 7-8 éves késéssel – ennyi az átlagos átfutási idő – tudja követni. A növekvő véghasználatok, valamint az egészségügyi termelések miatt a vizsgált időszak első felében a belépő kötelezettség folyamatosan emelkedett. Így a kötelezettség alá vont terület 1999 óta nőtt, mennyisége 2008-ban – enyhe visszaesés után is – megközelítette a 3.400 ha-t. A növekedés tendenciája az évtized közepén erősödött (10-21. ábra), főként a lucfenyőpusztulás kárfelszámolásának a hatására, másrészt a befejezett erdőállomány csökkenése következtében. A szakmai munka színvonalát mutatja, hogy a kötelezettség alá vont terület magas volumene ellenére, 2005 óta nincs hátralékos (szankciós) területünk.

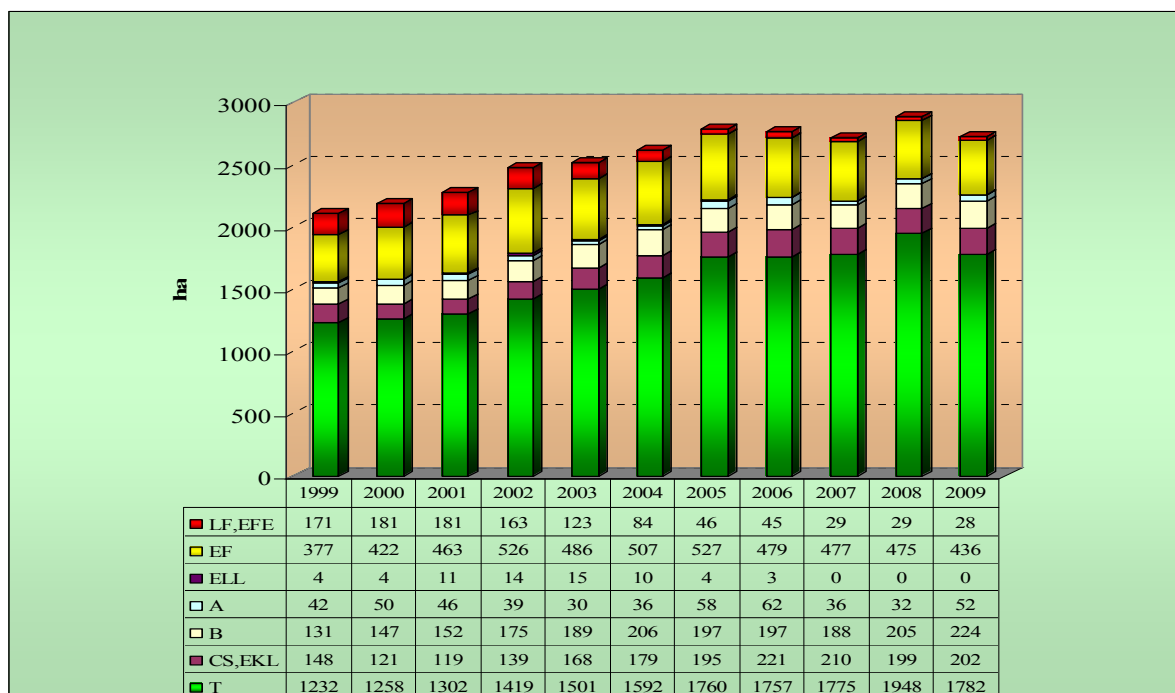


10-22. ábra: Az első kivétel megoszlása célállomány típusonként

Az első kivételek fajaj-összetételének fő jellemzője a vizsgált időtartamban a tölgy (KST, KTT) mennyiségének jelentős növekedése, mely az őshonos, lombos fafajok előtérbe kerülésének a következménye (10-22. ábra). Ez az esetenként túlzott természetvédelmi elvárás az új üzemtervi előírásokban is érvényesül.

A tölgy arányának további növelése a termőhelyi korlátok miatt nem valószínű, de szakmai szempontból is helytelen lenne. Hosszabb távon – figyelembe véve a kedvezőtlen irányú klímaváltozást is –, az erdeifenyő (és feketefenyő), a lombos fafajok közül pedig a cser területének növekedésével lehet számolni a tölgy rovására. A tölgyek és az erdeifenyő célállomány csökkenése 2007-2009-ban az első kivételek visszaesésével magyarázható.

A nemes tölgyek területének változása még jobban nyomon követhető, ha a sikeresen erdősült felújítások fajaj megoszlását vizsgáljuk:



10-23. ábra: A sikeresen erdősült felújítások fajaj megoszlása

A letermelt lucfenyvesek helyén korábban bükkösök és gyertyános-tölgyesek állhattak. A szűkárók felszámolása következtében keletkezett üres vágásterületek részben erdeifenyővel történő beerdősítése mellett jól látható, főleg a tölgyek és kis mértékben a bükk területének növekedése. Ez egyben költségnövelési tényező is, hiszen közismert, hogy a nemes tölgyek lényegesen nehezebben, hosszabb átfutási idővel és nagyobb költséggel újíthatók fel, mint az egyéb fafajok, főként a fenyők. Ellenben, ez a változás a jövőben reményeink szerint növeli a kezelésünkben lévő erdők stabilitását.

A klímakárok az idősebb állományok mellett a felújításokban is veszteséget okoztak. Az erdőfelújításokban előfordult károsítások közül (az "E" lapok alapján) kiemelkedik a 2003-as év aszálykára, amikor a forróság és a vész vízhiány miatt 207 ha erdőfelújítás ment tönkre.

	ha							
Kár megnevezése	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aszálykár	108	207	8	0	9	7	4	0
Vadkár	17	1	3	3	0	1	1	0
Rágcsáló	0	0	0	0	0	0	9	0
Egyéb kár	0	6	19	24	17	13	1	17
Összes mennyiségi kár	125	214	30	27	26	21	15	17

10-4. táblázat: A mennyiségi károsítások 2002 évtől az erdősítésekben

Pozitívan értékelhető, hogy az erdőfelújításokban keletkezett mennyiségi károk 2004 óta folyamatosan csökkenő tendenciát mutatnak (10-4. táblázat). Ez a folyamat az évtized második felében, nagyban segítette az erdősítések költségtakarékos végrehajtását.

A szűkáros területeken a károsodott faanyag kitermelése és gyors elszállítása átgondolt és összehangolt szervezéssel jól végrehajtható, de ezzel a munka még nem ér véget. Éveken keresztül eltart, a tarra vágott területek fajaj cserével, lombos fafajok alkalmazásával történő

felújítása. Növeli a gondokat, hogy – a szűfoltok kialakulásának természetéből adódóan – a felújítandó területek nagysága többnyire kezdetben egy ha-nál kisebb volt, de a károsítás előre haladtával kiszámíthatatlanul változik (10-1. kép). A lombos – elsősorban a tölgyes felújítások – esetében az elaprózottság, a fellépő szegélyhatás, az őrségi területeken a csonka erdőtalajok miatt; valamint a természetvédelmi területeken a kémiai gyomkorlátozás lehetőségének a hiánya következtében, de a vadkár fellépése miatt is tovább fokozódik a probléma.



10-1. kép: Halmazódó szűkárosítás az Őrségben 2005-ben

10.3.6.2. A károsítások szerepe az erdőművelés ráfordításainak változásában

A ráfordításokat a szűkárral legjelentősebben érintett három évből (2005, 2006, 2007), a tényadatokat pedig – ahogy az erdőhasználat esetében is – a 2006-évből emeltem ki az elemzéshez. Túl az első sokkon, a kárfelmérések, a megfelelő intézkedések megtörténtek, illetve folyamatban voltak. Az erdőfelújítások költségének jelentős hányadát kitevő első kivitelek ebben az évben már – az érintett erdészeti igazgatóságok esetében –, szinte csak a szűkárosított felszámolása miatt keletkezett területekre koncentráálódtak. A 2006-os évben az egészségügyi termelések területe meghaladta a tarvágását és ekkor volt a legtöbb, a legnagyobb ráfordítást igénylő első kiviteleknek a mennyisége (10-22. ábra), és a legmagasabb felújítás alá vont terület (3 374 ha). Az egyes erdészeti igazgatóságokat a szűkár eltérő mértékben érintette, egyedül a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság területén volt rendkívüli mértékű a kárfelszámolás. Ebből következően, ha a termelőegység tényadatait összehasonlítjuk az azonos régióban lévő többi erdőszet azonos bázisú adatával, következtetéseket vonhatunk le a klímakárok ökonómiai hatásait illetően.

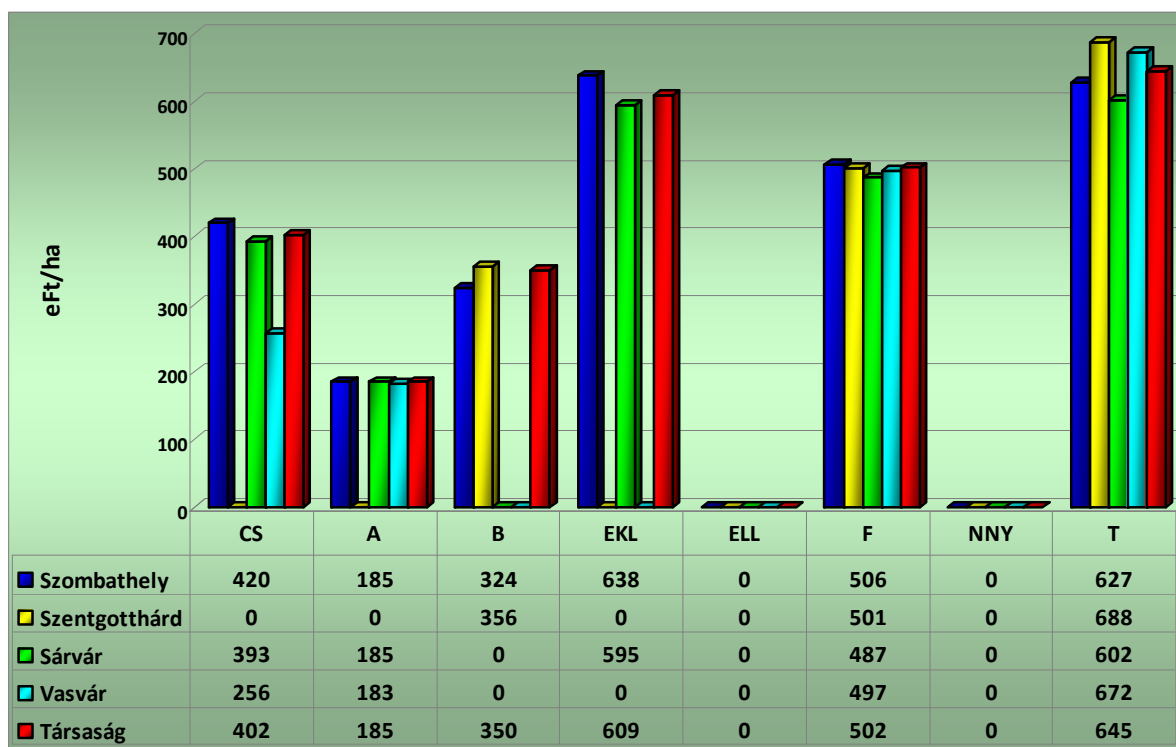
A 2006-os évben, az elmúlt 15 év legmagasabb erdőfelújítási feladatát, 540 ha első kivittelt kellett megvalósítani. Az erdőfelújítás 2006-ra számított természetes teljesítménye (első kivitel + befejezett erdőfelújítás számtani átlaga) ehhez nagyon hasonló értéket ad, éves szinten 542 hektár (10-5. táblázat).

Tölgy	Fenyő	Cser	Bükk	Egyéb	Összesen
309 ha	137 ha	36 ha	27 ha	33 ha	542ha

10-5. táblázat: A Társaság erdőművelési felújításra vonatkozó naturális adatai 2006. évre

A 2006 évre vonatkozó adatokon is szembeűnő a tölgyesek felűjításának dominanciája. A közel 60%-ot kitevő tölgy erdőfelűjítás alapvetően meghatározta az erdőművelési tevékenység szakmai-pénzügyi eredményességét. Ez érvényes megállapítás a társaság minden egységére vonatkozóan. A fenyő 95%-a erdefenyő, az egyéb fenyő szerepe alárendelt. A lucfenyő visszaerdősítését csak a Kőszegi-hegység magasabb térszintjeiben szorgalmaztuk. A lucfenyő levágása utáni felűjításokat elsősorban a tölgy, másodsorban a fenyő uralta. A bükk területét a klímaproblémák miatt sem szándékoltuk növelni. A cser és akác ezekben a térségekben szóba sem jöhetett.

A tényköltségekből kiindulva az ERTI (Marosi et al. 2008), az erdészeti igazgatóságok által összeállított munkarendszerek alapján, a 2006 évre vonatkoztatva számította az erdőfelűjítás költségigényét. Ezt követően az erdőfelűjítás teljesítményéből számított átlagos erdőfelűjítási költségeket összehasonlította az egyes erdészeti igazgatóságok vonatkozásában. A kalkulációk a 2006. évi árszinten készültek, és az 1 ha-ra jutó közvetlen költségeket (anyag, energetikai, élmunka) tartalmazzák (10-24. ábra).



10-24. ábra: 1 ha-ra jutó átlagos erdő felűjítási költség

A termelési egységek, nevezetesen az erdészeti igazgatóságok összehasonlítása azért érdekes a tárgykör szempontjából, mert a Szentgotthárdi Igazgatóság ezekben az években szinte kizárólag a szűkár miatt tarra vágott és az aszálykár miatt kipusztult erdősítések területének felűjítására koncentrált a kapacitásait; a többi egység esetében ez a probléma alig, vagy egyáltalán nem jelentkezett. Az Őrségben első kivitelek csak a szűkáros területeken folytak.

Az elvégzett kalkulációk alapján látható (10-24. ábra), hogy a nagy károk ellenére az átlagos erdő felújítási fajlagos költségben nincs számottevő eltérés az egységek között. Tehát elmondható, hogy még ekkora volumenű kárfellépés esetén sincs jelentős különbség a fajlagos felújítási ráfordításban a károsodott és a normál módon véghasznált területek felújítása között. A fenyő felújítások a Társaság átlagköltségének szintjén alakultak. A tölgy felújítások valamivel magasabb költsége főként a természetvédelmi előírások következménye volt (a vegyszeres gyomkorrólatozás lehetőségének kötöttségei, elegyítési előírások).

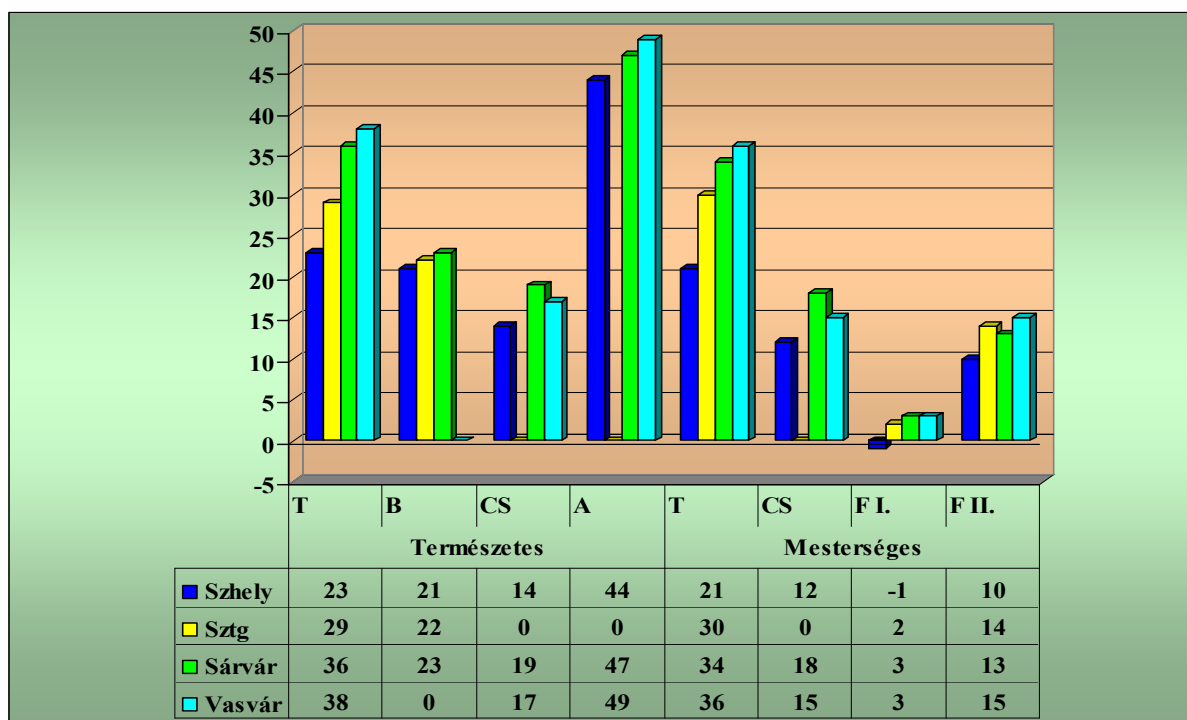
	1999-2002 év átlaga ha	2003-2006 év átlaga ha	Növekedés ha
első kivitel	436	516	80
pótlás	176	193	17
befejezett erdősítés	334	439	105

10-6. táblázat: Az erdő felújítás átlagadatainak változása a károsítás éveiben és az azt megelőző négy évben

Ez azt igazolja, hogy a károsítás felszámolásának többletköltsége a belépő területek nagyobb volumenéből adódik. A felújítás alá vont terület 2003-tól 2006-ig 376 ha-ral, a sikeresen erdősült területe 256 ha-ral nőtt. Az erdőfelújítás átlagadataiban, a káréveket megelőző négy évhez képest, az első kivitel 80 ha-al, a pótlás 17 ha-ral, a befejezett erdősítés 105 hektárral emelkedett (10-6. táblázat). Ez a növekmény a megtakarítások miatt elmarad a szűkár miatt belépő üres területek nagyságától. A 2003-tól 2006-ig terjedő időszakra esnek az erdőművelés legnagyobb első kivittel kapcsolatos erdősítési feladatai (10-22. ábra). Ennek megfelelően az erdőfelújítás természetes teljesítménye (első kivitel + befejezett erdősítés átlaga) az előzőleg említett időszakok átlagában 92,5 ha-ral nőtt. Az erdőfelújítás első kivitele és pótlása 2006-ig nőtt, majd ezt követően csökkent. A tényyszerűséghez hozzátartozik, hogy az időjárási viszonyok a 2006-os évre már normalizálódtak, és az aszály miatt az erdőfelújításban jelentkezett károk csak a 2002. és 2003. éveket érintették. Ennek felszámolása azonban ugyanúgy az aszályos éveket követő időszak feladata volt, mint a tarra-vágott lucosok felújítása, ezért pénzügyi szempontból a későbbi időszak erdőművelési ráfordításaiban szerepel.

10.3.7. A korszaki jövedelmezőség és a belső kamatláb értéke egy szűkáros évben

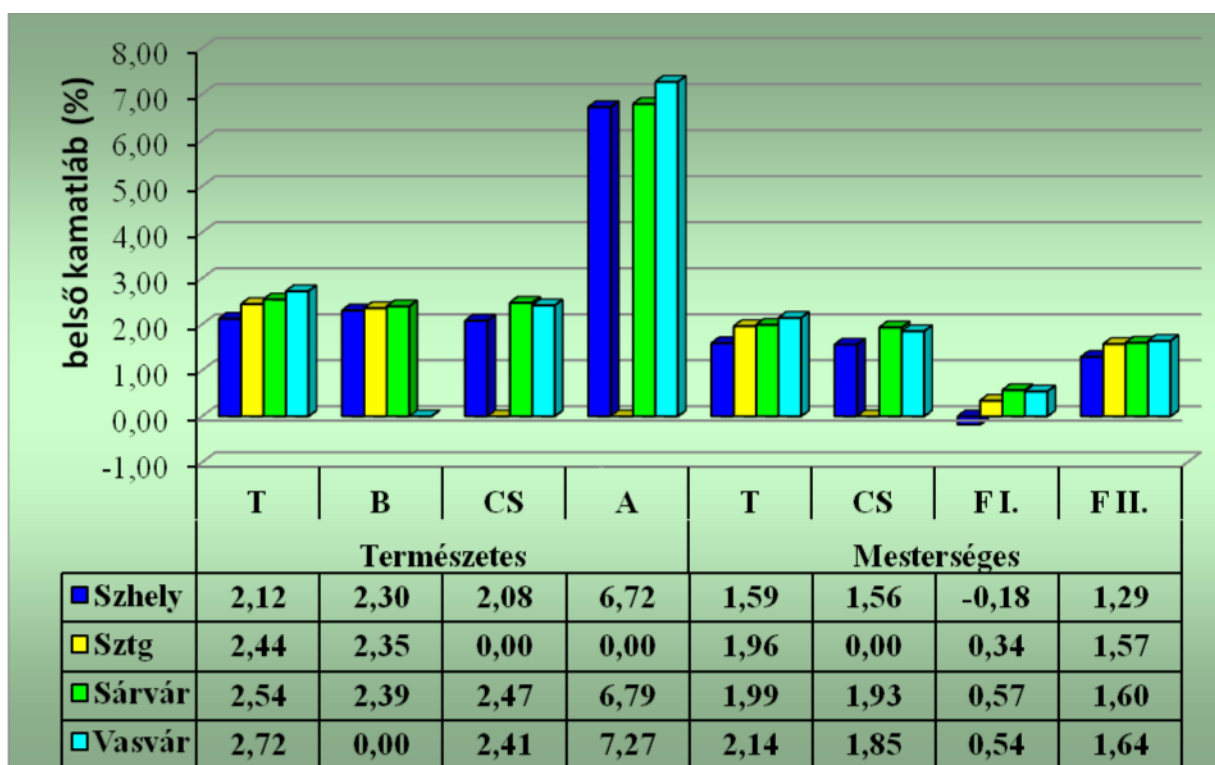
Eddig rövidtávon és a két üzemágot egymástól elválasztva (erdőművelés, erdőhasználat) vizsgáltuk egymástól, de meg kell néznünk, hogy a 2006. év – nem a szokásos üzemmenetet jelentő adatokból kiindulva –, milyen az egyes fafajok várható hosszú távú jövedelmezősége szempontjából. Az ERTI kutatók (Marosi 2008) által összeállított „normatív” erdő felújítási értékekre és a Társaság igazgatóságai által adott fakitermelési adatokra építve meghatározták az egyes fafajok korszaki jövedelmezőségét és belső kamatlábát. Az előbbi adat egy évre (vágáskor) vetített értéke az átlagos jövedelmezőséget mutatja. Nagy erdőterület és egyenletes-korosztály eloszlás esetén ez egyúttal a reálisan elvárható jövedelmet is jól jelzi.



10-25. ábra: A fajok átlagos éves jövedelmének összehasonlítása

Fenyő esetében külön szerepelnek az egészségügyi termelések (F I.), és az egészséges állományok (F II.) adatai. Szabályos korosztály-eloszlás és átlagos termőhely esetén a grafikonon ábrázolt jövedelmek várhatók el minden évben. A korosztály-szerkezet eltolódása rövidebb távon mindkét irányba (alacsonyabb, magasabb) elmozdítja a jövedelmet (jó példák erre az őrségi lucfenyvesek). A korosztályok szerkezeti aránytalansága hosszú távon szisztematikusan hullámzó jövedelem elérését eredményezi. Az egy évre vonatkozó (2006) tényleges adatokból levont korszaki jövedelmezőségi adatokat és következtetéseket fenntartással kell kezelni, mert csak hosszabb idősor elemzése adhat megfelelő eredményt. Mindenesetre felhívja a figyelmet arra, hogy a fenyő esetében valami rendkívüli jelenség tapasztalható (10-25. ábra).

A tényleges adatokból számítható hosszú távú – az egyes fajok összehasonlíthatóságát is lehetővé tevő – jövedelmezőséget a belső kamatláb kalkulációja adja meg (10-26. ábra). Ez a mutató a különböző vágáskorral kezelt fajok jövedelmezőségi sorrendjét is megmutatja. Az akác kiugróan magas belső kamatlába arra mutat rá, hogy az időtényező (vágáskor) nagyobb szerepet játszik a jövedelmezőségben, mint az abszolút jövedelem, mivel a befektetés megtérülése jóval gyorsabb (Marosi et al. 2008). Az eltérő vágáskorok kiegyenlítő hatása miatt a többi faj egy viszonylag szűk (0,43% szélességű) sávban jelenik meg. A fenyő korszaki jövedelme – a pusztulás miatt megnövekedett kitermelésből adódóan – torz adatot eredményez (Fenyő I.), ami nem azt jelenti, hogy nem lehet e fajjal eredményesen gazdálkodni. A mutatószám arra hívja fel a figyelmet, hogy a károsított évek kitermelései a hosszabbtávú jövedelmezőséget csökkentik. Az adott év gazdálkodása ettől még rövidtávon eredményes lehet.



10-26. ábra: Fafajok jövedelmezőségének összehasonlítása (belső kamatláb)⁵⁷

A belső kamatláb alapján jól összehasonlítható az egyes fajok jövedelmezősége. Az utóbbi két ábra adatait érdemes összevetni egy az 1999-ben elvégzett hasonló elemzéssel (Marosi et al. 1999). Az utóbbi kalkuláció a 1994-1998-as évek adatait dolgozta fel. Az idősor eleje a Szombathelyi Erdészeti Zrt. esetében éppen egy jelentős lucfenyő kárhullám közepére esik, a végén már az erdőgazdálkodás a normál, megszokott módon működött. A hosszabb adatsorral elvégzett számítások alapján, messze a legmagasabb belső kamatlába – 1,69%-kal – a lucfenyőnek volt (nem véletlen, hogy az erdész elődök annakidején ezt a fajtát felkarolták). Ezt követte a tölgy 1,42%-os értékkel, majd tőlük lemaradva az összes többi faj (10-7. táblázat). A korszaki jövedelmezőség esetén, már akkor is – a maga 21.100 Ft/ha/év adatával a tölgy volt az élen, de nem sokkal lemaradva, 20.900 Ft/ha/év értékkel következett a lucfenyő, majd a bükk és az erdeifenyő jött a sorban. Ez az adatsor és a 2006-os év számaival készült hosszabb távra szóló jövedelemértékelés is jelzi, hogy az elmúlt évek során – a bioenergetikai hasznosítás miatt – a lombos termékek felértékelődtek, a fenyő értéke pedig érzékelhető módon csökkent, ami a piaci szempontok mellett a fenyőfélék méretcsökkenése és minőségromlása miatt is alacsonyabb lett.

⁵⁷Forrás: Marosi et al. (2008)

Fafaj	Belső kamatláb %	Az 1 ha-ra jutó korszaki jövedelem (EFt/ha/év)
Bükk	1,24	+18,0
Cser (a)	-1,17	-4,3
Cser (b)	0,34	+0,5
E. kemény lomb	1,28	+13,8
Erdeifenyő	1,05	+10,2
Gyertyán (a)	nincs értelme	-7,1
Gyertyán (b)	nincs értelme	-3,5
Tölgy	1,42	+21,1
E. lágylomb	nincs értelme	-12,6
Lucfenyő	1,69	+20,9

10-7. táblázat: A főfafajok belső kamatlába és korszaki jövedelmezősége a Szombathelyi Erdészeti Rt. 1994-98 évekre vonatkozó gazdasági teljesítménye alapján ⁵⁸

A 2006-os évről készült elemzésben szereplő, a fenyőre vonatkozó korszaki jövedelmezőség és belső kamatláb értékek jelzik, hogy a fenyőkön belül a lucfenyő korosztályszerkezete felborult. A hosszabb távú jövedelmezőség a fenyő esetében jelentősen csökkent, ami a későbbiekben rontani fogja a Szombathelyi Erdészeti Zrt. lehetőségeit és ezen keresztül a következő időszak eredményességét. A jellemzők levezetése ebben a megközelítésben nem adhat megbízható értékeket, mert – ahogy már említettem – az egy év adataiból kiinduló, hosszútávra szóló elemzés értékelésénél óvatosnak kell lenni. Pontos következtetések levonásához hosszabb adatsor kell, ezért ennek a kérdésnek a további vizsgálata szükséges.

⁵⁸ Forrás: Marosi et al.(1999)

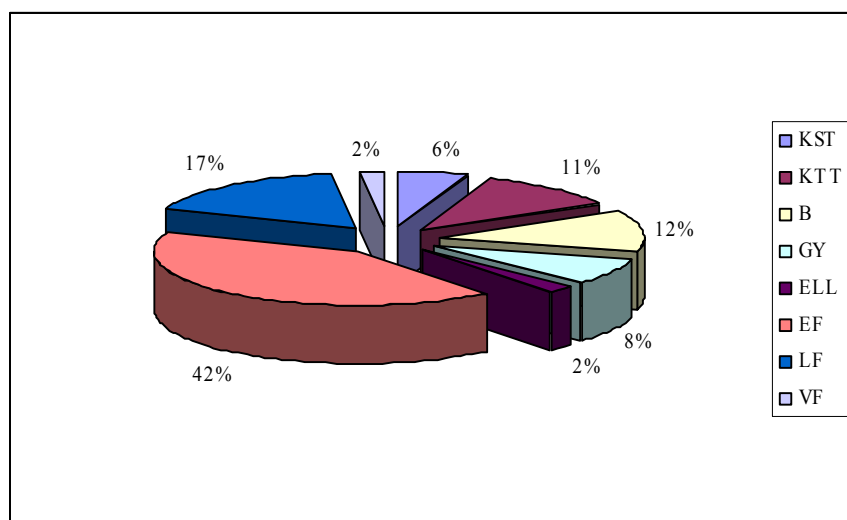
11. A klímakár hatása az ökonómiai mutatókra és a kezelt erdővagyonra a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság modellezésén keresztül

A Szentgotthárdi Igazgatóságnak a Szombathelyi Erdészeti Zrt. erdészetei között a szúkár felszámolásában oroslánrész jutott. Nincs még egy ilyen erdészeti egysége az országnak, ahol ekkora koncentrációban és tömegben több éven keresztül folyt volna kárfelszámolás. A károsított időszak elmúlt 5 éve alatt a fenyőkitermelés meghaladta a 82%-ot, ami elsősorban a károsodott állományok felszámolásából keletkezett. Ezért a Szentgotthárdi Igazgatóság adatait elemezve jól láthatóvá válnak azok a problémák, amit egy ilyen káresemény bekövetkezése eredményez. Ezért is érdemes megvizsgálnunk a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság gazdasági folyamatain keresztül az összefüggéseket.

11.1. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság adottságai

A Szentgotthárdi Igazgatóság Vas megye délnyugati részén található. Vas megye földrajzi értelemben heterogén arculatú kis tájak felszíne. Ez a földrajzi változatosság a Kárpát-medence és a Keleti-Alpok találkozásának köszönhető. Éghajlatát tekintve az alpi-atlanti és a szubmediterrán hatások találkozásánál található. Az erdőgazdasági tájakon belül a terület a Nyugat-Dunántúl erdőgazdasági tájcsoporthoz, ezen belül a 39. Őrség erdőgazdasági tájba, és a 39.a Alsó-Őrség valamint a 39.b Felső-Őrség tájrészletbe tartozik. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság 12 412,6 ha területen gazdálkodik, amiből az erdőterület 11 522,3 ha. E területen található az Őrségi Nemzeti Park, ezért nagyon magas a védett erdők aránya, 8 721,2 ha nagyságban.

Az Őrség nyugatról kelet felé elnyúló csökkenő magasságú domborzatokból áll, melyek tengerszint feletti magassága 150-350 méter között változik. A térség klímája az erdő számára kedvező szubalpin klíma, aminek a hatása kelet felé haladva fokozatosan csökken. Az erdőterület mintegy 88%-ban a gyertyános-tölgyes, a maradék területen pedig bükkös klímaövedék tartoznak, de a gyertyános-tölgyesben lévő erdőterületekben is gyakori a bükk megjelenése. A terület évi átlaghőmérséklete 10,4°C, az évi csapadék 800 mm körül alakul, ami az ezredforduló első éveiben alig haladta meg a 600 mm-t. A területen legnagyobb arányban található talajtípus a pszeudoglejes barna erdőtalaj, de az agyagbemosódásos barna erdőtalaj is kialakul, ahol a talajképző kőzet nem vízduzzasztó hatású, vagy a domborzat miatt a többletvíz elfolyik. Uralkodó fafaja a fenyőfélék, de magas területfoglalással bükk és a tölgy is megtalálható (11-1. ábra).



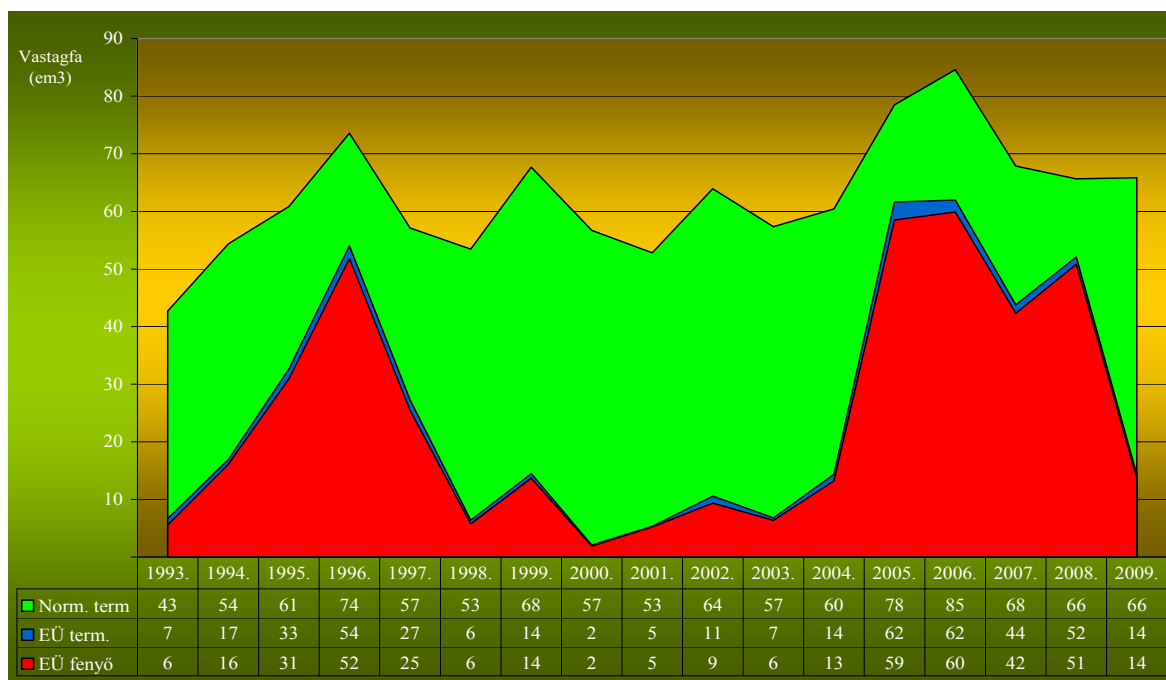
11-1. ábra: A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság fafajainak területaránya 2001-ben

Az Őrségben a következő erdőállomány-típusok fordulnak elő:

- bükkösök 16,0%
- gyertyános tölgyesek 5,0%
- kocsánytalan tölgyesek 8,0%
- kocsányos tölgyesek 3,0%
- egyéb keménylombosok 1,0%
- erdeifenyvesek 50,0%
- lucfenyvesek 11,0%
- egyéb fenyvesek 2,0%

11.2. A szúkár lefolyása a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság területén

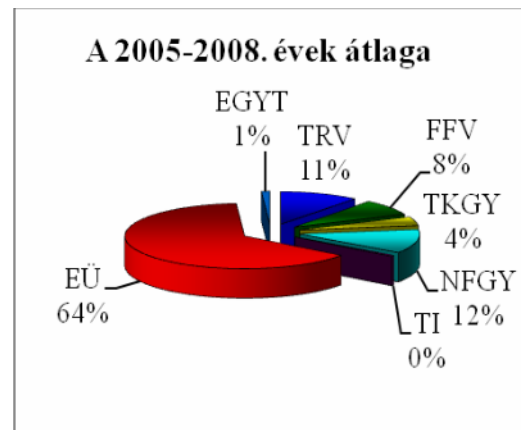
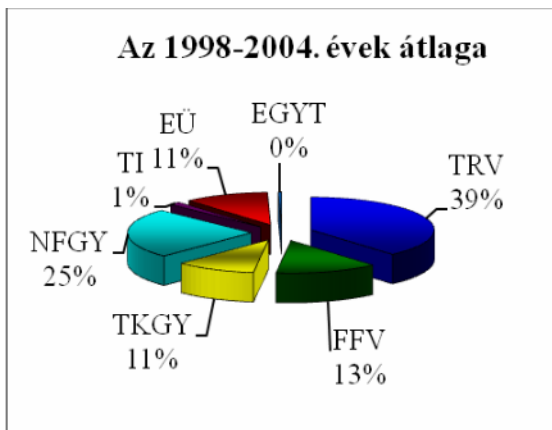
Az Őrségben az ember, ugyanúgy, mint Európában, már évszázadok óta jelen van, tájalakító tevékenységének nyoma az egész tájat végigkíséri; jelentős részben az ember alakította ki a rétek, lápok, kaszálók és erdők mai képét. Országos viszonylatban is az említett erdőtípusok közül kiemelkedő a mesterségesen telepített, a 2001. évi üzemtervezés induló évében még 17%-os elegyarányal büszkélkedő lucosok állománya, és a legtöbbször természetesen visszatelepült erdeifenyvesek területe. A lucfenyves állományokat az utóbbi időszakban – az előző fejezetekben kifejtett éghajlat változási okok miatt – erős károsodás érte. A káresemény befejeződésének napjainkban lehetünk szemtanúi. Ezért is érdekes, hogy milyen folyamatok zajlottak, mi történt a 2003 óta eltelt években.



11-2. ábra: A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság fakitermelésének szerkezeti változása

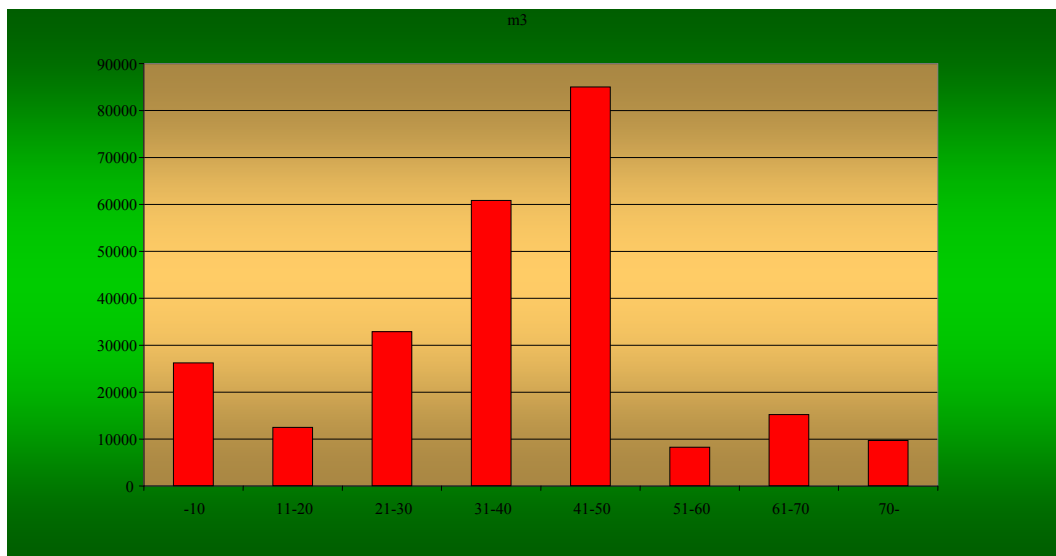
Az erdészet területén hasonló folyamatok zajlottak, mint ahogy azt a Társaság egészének bemutatásakor leírtam (11-2. ábra). A kilengések azonban még szélsőségesebbek. A kiemelkedően magas szűkárós években, 1996-, 2005-, 2006-ban egyedül a szűkár-felszámolás volumene meghaladta az összes vastagfa-kitermelés 70%-át, ami ekkora területtel és erdőállománnyal rendelkező egységnél meglehetősen ritka jelenség. A szűkár folyamatában jelentős különbség volt, hogy amíg a 90-es évek közepén egy viszonylag gyorsan felfutó rovar-gradáció rövid időn belül összeomlott; addig az ezredforduló első évtizedében ez több éven keresztül elhúzódott. Az érintett erdők szempontjából a fő különbség a mostani és a 10 éve történt káresemény között, hogy korábban az értékes, méretes állományok pusztultak, addig napjainkra a fiatal korosztályokat érte el ez a károsítás, ami a fentebb említett korosztály-eloszlással van összefüggésben.

A használati módok elemzésénél is egyértelműen látszik, hogy a szűkárt megelőző években az egészségügyi termelés mértéke alig haladta meg a 10%-ot, és a faanyag döntő többsége a véghasználatokból (53%-ban) és a növedékfokozó gyérítésekből (25%-ban) származott. Ezzel szemben a szűkárós évek átlagában a véghasználatok esetében 19%-ot, a növedékfokozó gyérítések pedig alig 12%-ot tettek ki, míg az egészségügyi termelések volumene magas szinten, 64%-on jelentkezett (11-3. ábra).



11-3. ábra: A használati módok részesedése a nettó fakitermelésből a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság területén

A korábbi fejezetben már említettük, hogy a 90-es évek közepén a méretes állományok kitermelése zömmel megtörtént. A piaci hatások mellett ez is közrejátszik abban, hogy az inflációval korrigált fenyőronk átlagárak a 90-es évek óta csökkennek. A fenyő szúkárok kitermelésének zöme, a 31-50 éves korosztályokban jelentkezett.



11-4. ábra: A lucfenyő kitermelések korosztályviszonyai 2003-2009 között a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság területén.

Ennél a fafajnál is egyértelműen megfigyelhető, hogy a meglévő korosztályok közül az „idősebbek” károsodtak. Ahogy a büknél is tapasztalatuk, hogy az idősebb korosztályokat a fenyőnél is jobban érintette a betegség. Amennyiben a 11-4. ábraával összevetjük a 11-7. ábra adatsorát, - láthatjuk, hogy a 90-es évek szúkárosításából megmaradt idősebb állományok a legérintettebbek.

A kitermelt lucfenyő helyén elsősorban lombos állományokat ültettünk, melyek közül a meghatározó az erdeifenyő-elegyes tölgy, és a tölgy-elegyes erdeifenyő. A korábbiakban levezetett számítások alapján a művelés költségeinek növekedését főleg a beerdősítendő területek volumennövekedése okozta. Bár egyrészt a 2003 évi felújításokban történt károsítás, és ez megnövelte a pótlási költségeket, de volumenében nagyobb hatású a szúkár miatti kitermelés után keletkezett, üres területek magas beerdősítési költsége.

11.3. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság modellezett eredménykülönbsége, a károsított és a károsítással nem érintett időszakra

Az erdő tartamos használatát az erdőterv előírásainak betartása biztosítja. Ebben erdőrészesként, használati módonként megtalálható a kitermelhető fatérfogat nagysága fafajok szerint, bruttó mennyiségben. Erre az adatállományra építve határozható meg a középtávú időszak adatai alapján az éves fakitermelési lehetőség. Az új erdőtörvény alapján a hozamszabályozás nem egységekre, hanem úgynevezett erdőtervezési körzetekre valósul meg, ezért ennek figyelemmel követése, ellenőrzése nem lesz egyértelmű. Szélsőséges esetben a gazdálkodó akár egy év alatt elvégezheti a tíz évre szóló előírásokat, tulajdonképpen ebben semmi nem akadályozhatja meg. Hasonló eltérés lehetséges a kalamitások fellépésekor, egy év alatt a kármentés kényszere több év fakitermelését teheti szükségessé. Mint ahogy a Zalaerdő Zrt. Csácsi erdőtömbjének példáján láttuk, a természetes és az értékbeni adatok mozgásiránya nem feltétlenül esik egybe.

Ahhoz, hogy gazdasági szempontból reálisabban megítélhessük az erdőpusztulás hatását, egy normál erdőgazdálkodási időszakkal kell, hogy összevessük a kárfolyamat ökonómiáját. A kalkulációhoz a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóságra vonatkoztatva, az üzemtervi lehetőségekből kiinduló károsítással alig érintett 2001-2002-2003 évek tényleges erdőgazdálkodási természetes teljesítményét átlagoltam, és ezt vettem össze a legkárosítottabb évek (2005-2006-2007) alap üzemágakra, a művelésre és a fahasználatra jellemző adataival. Az árbevétel alapját képező természetes fakitermelési mennyiségeket a 3 év ténylegesen megtermelt választékaiból egy évre, átlagolással számítottam (11-1. melléklet). Az időtényező hatását kiküszöbölendő, mindkét esetben a számításokat a 2009. év fajlagos árbevételi adataival és fajlagos költségeivel végeztem el. Az árbevétel számításánál figyelembe vettem, hogy a megtermelt károsodott faanyag minősége nem éri el az egészséges állományokban elérhető átlagot (11-2. melléklet). A normál évek árbevételét a tényleges 2009-es bázishoz képest megemeltem, így a lucfenyőönk átlagárát 1.000 Ft/m³-rel (a Szombathelyi Erdészeti Zrt. árjegyzékében átlagban ennyi a különbség a száradék rönkhöz képest), a sarangolt papírfa árát pedig 300 Ft/m³-el magasabb értéken állapítottam meg (a magasabb értékű „csiszolófa” (Schleifholz) arány, a tapasztalat szerint ennyivel emelheti az árat). A költségkalkulációknál figyelembe vettem, az előzőekben már levezetett (10.3.6. alfejezet), a károsított évekre vonatkozó 250 Ft/m³-es erdőhasználati ráfordítás többletet.

A két időszakot két külön modellként kezeltem, és a Szombathelyi Erdészeti Zrt-nél kialakult tervezési rendszere alapján állítottam össze az üzemelszámolást. Elsősorban az erdőművelés és a fahasználat, mint meghatározó üzemágak adatainak változását vezettem bele a modellbe. A vadászati tevékenységet mindkét esetben a 2009-es tény hozamok és költségek alapján vettem figyelembe, hogy a közvetett fix költségekre való hatása azonos módon szerepeljen mindkét számításnál (11-3. melléklet). A gépüzem költségeit annyiban módosítottam, amennyit a saját szolgáltatás felhasználás üzemelszámolásban lévő sora megkövetelte (értelemszerűen alacsonyabb fakitermeléshez, alacsonyabb gépüzemi teljesítmény tartozik). A fahasználat költségeinél a fajlagos költségekre számoltam vissza az egyes költségtételeket, hogy a megállapított 250 Ft/m³ különbséget biztosítsam. A két modellben tehát valóságos hozamokat hasonlítok össze valóságos költségekkel. Az első esetben egy normál környezeti állapot melletti erdőgazdálkodási tevékenységet (11-3/b. melléklet), egy megváltozott környezeti feltételek miatt károsodott erdőállományt kihasználó esettel (11-3/c. melléklet).

A naturális adatok tehát tényadatok, a fajlagos árbevétel és költségszámok részben számítottak, de mindenképpen a 2009-es év bázisán lettek kialakítva, ami nagyfokú megbízhatóságot jelent a kalkulációk során. Az időtényező zavaró hatását ezzel kiejtettem. Az erdőművelés költségadatait a két időszak átlag adatainak inflációval korrigált értékeként állapítottam meg. Ezzel feltételeztem azt, hogy a szűkárósítás előtti, és a szűkárós időszak erdőművelési költségei - amennyiben az időtényezőt figyelembe veszem és az inflációt, mint korrekciós tényezőt beépítem-, teljes körűen tartalmazzák az adott időszakokra eső erdőművelési költségeket.

2009. tény					
	Erdőfelújítás	Fakitermelés	Egyéb ágazat	Közvetett ktg	Összesen
Értékesítés bef.	0	319746	60324	0	380070
Külf	0	395159	60141	0	455300
Összesen	0	714905	120465	0	835370
Termelés, készletáll. változás	0	12070	285629	0	297699
Bevétel összes	0	726975	406094	0	1133069
Anyagjellegű ktg.	51328	283223	183836	32327	550714
Bér jellegű ktg.	81354	55015	87079	243281	466729
Értécsökkenés	7116	10187	37188	5683	60174
Ráfordítások	0	0	20094	0	20094
Költségek, ráfordítások összes:	139798	348425	328197	281291	1097711
Üzemi tev. eredménye:	-139798	378550	77897	-281291	35358
Károsításmentes időszak 2001-2003.					
	Erdőfelújítás	Fakitermelés	Egyéb ágazat	Közvetett ktg	Összesen
Értékesítés bef.	0	392147	60324	0	452471
Külf	0	318029	60141	0	378170
Összesen	0	710176	120465	0	830641
Termelés, készletáll. változás	0	470	275822	0	276292
Bevétel összes	0	710646	396287	0	1106933
Anyagjellegű ktg.	53447	226350	174029	32327	486153
Bér jellegű ktg.	81354	55015	89132	243281	466729
Értécsökkenés	7116	10187	37188	5683	60174
Ráfordítások	0	0	20094	0	20094
Költségek, ráfordítások összes:	141917	291552	318390	281291	1033150
Üzemi tev. eredménye:	-141917	419094	77897	-281291	73783
Szűkárós időszak 2005-2007.					
	Erdőfelújítás	Fakitermelés	Egyéb ágazat	Közvetett ktg	Összesen
Értékesítés bef.	0	406615	60324	0	466939
Külf	0	464479	60141	0	524620
Összesen	0	871094	120465	0	991559
Termelés, készletáll. változás	0	470	284566	0	285036
Bevétel összes	0	871564	405031	0	1276595
Anyagjellegű ktg.	53084	340462	182773	32327	608646
Bér jellegű ktg.	81354	55015	87079	243281	466729
Értécsökkenés	7116	10187	37188	5683	60174
Ráfordítások	0	0	20094	0	20094
Költségek, ráfordítások összes:	141554	405664	327134	281291	1155643
Üzemi tev. eredménye:	-141554	465900	77897	-281291	120952

11-1. táblázat: A károsítással terhelt, a kárral nem érintett és a 2009 év tény összevont üzemszámolója

A számítások után, a kétfajta üzemszámolást összehasonlítva az előző fejezetek alapján talán nem meglepő, hogy a nagy mennyiségű szűkár belépése rövidtávon jelentősen növelte a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság eredményességét. A fajlagos mutatókban mutatkozik ugyan romlás, de a volumen emelkedése okán az egységköltségre jutó fix költségek

alacsonyabbak, ami nagyban növeli a jövedelmezőséget. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság az üzemtervezési időszak első éveire 2009. év bázisán, a normál megszokott üzemmenetre kiszámított eredménye 73.783 ezer Ft. Ezzel szemben a klímakárokkal terhelt években ugyanez az adat 120.952 ezer Ft, jelentősen 64 %-kal magasabb, mint a normál években (11-1. táblázat). Elmondható tehát ezek alapján, hogy a szúkár a Szombathelyi Erdészeti Zrt. és ezen belül a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság eredményességét növelte, mert ezen keresztül nagyobb volumenű faanyag letermelése vált lehetővé. A letermelt lucfenyő választékok minősége a károsítás következtében mintegy 5-8 %-kal romlott, de ezt bőven kompenzálta az 4.510 Ft/m³ erdőhasználati fedezet volumennövekedése.

Az adatok alapján egyértelműen megállapítható, hogy a közvélekedéssel ellentétben a klímakárok amennyiben a megtermelt faanyagoknak nincs érdemleges hatása a fapiacra (a társaságra vonatkozó eddigi tapasztalatok alapján a régióban nem több mint néhány százezer m³, ausztriai adatok szerint, az országra vetítve nem haladja meg 3-4 millió m³-t) rövidtávon a volumennövekedés miatt növelik az eredményességet. Az eredménynövekedés feltétele azonban, hogy az érintett fafaj a káresemény bekövetkezése után még használható minőségű legyen. Ez a lucfenyő, a tölgyek, és egyéb gyűrűs likacsú lombos fafajok esetében egyértelműen fennáll. A szórt likacsú fafajok (pl. bükk, gyertyán) esetében ez a hatás már nem ilyen egyértelmű. A bükknél a kárfelszámolás elhúzódásakor jelentős értékvesztéssel kell számolni, hisz, a tapasztalatok alapján a rönköket már a legtöbb esetben egyáltalán nem lehet hasznosítani, de tűzifaként is csak a bioerőműveknek történő szállítás jöhet szóba (Héjj 2007). A jelenlegi ár és költségszintnél – időben elvégzett kármentés esetében – még a bükknél is feltételezhető a rövidtávú eredménynövekedés, de ennek az összefüggésnek a feltárása további kutatást igényel.

A károsításokkal szembeni megtakarításoknál probléma az is, hogy a megkezdett bontások után megjelenő újulat érdekében a fennmaradó területeken a végvágásokat el kellene végezni, és hasonló a helyzet a nagyobb száradék mennyiséget mutató egyéb használatok esetében is. A kis elegyarányban lévő károsodott faegyedek termelésekor pedig nem keletkezik üres vágásterület, csak az erdő záródása csökken, ami felújítási kötelezettséget sem von maga után. Az új típusú erdőkárok felszámolásakor nem arról van szó, hogy a kitermelt faállomány értéke ne lenne alacsonyabb, hanem egy jövőbeni termelési lehetőséget hozunk előre, ami megemeli a jelenben kitermelhető faanyag volument, hisz a megtakarításoknak csak a szakmailag indokolt mértékben lehet és kell érvényt szerezni. Az erdei választékok értékvesztése azonban jelentős. Az elmaradt haszon (opportunity profit) nehezen megfogható kategória, de ebben az esetben mindenképpen említést érdemel. A szórtlikacsú, gyorsan romló fáknál ez az adat jóval magasabb, mint a gyűrűs likacsú lombos fafajok, vagy a lucfenyő esetében. Az elmaradt haszonnal szemben áll a realizálható eredmény, ami a nagyobb volumen miatt az utóbbi fafajok esetében magas nyereségességet biztosíthat. Amíg a lucfenyőnél a fentiek alapján az árvesztesség 4-8% (a termelődő választékok hasonló mérete esetén), a Zalaerdő Csácsi erdőtömbjének példáján láttuk, hogy a bükk esetében a kárvesztesség több mint a fele, a faanyag minőségromlásának következménye.

11.4. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdőterületek vagyonértékének változása

Az előző alfejezetben láthattuk, hogy a szúkár rövidtávon tulajdonképpen növelte a termelő egység, az erdészet, a Társaság jövedelmét. Az erdőgazdálkodó jövedelmi helyzetével, a jövedelmezőség megváltozásával foglalkoztunk, de a gondolatmenetből nem szabad kihagyni a gazdálkodás tárgyát, az erdőt. A régióban lévő erdőket jelentős kár érte. Az erdőállományok

vagyoneértéke a kialakult gyakorlat szerint Magyarországon nincs nyilvántartva, nem jelenik meg külön vagyonelemként, nem szerepel a könyvekben. Az erdő vagyoneértéke többféle módon meghatározható. Az erdővagyoneértékelés szerves fejlődése a II. világháborút követően megakadt. A rendszerváltás után kiváló szakemberek kezdtek el foglalkozni és foglalkoznak ma is az újraélesztésével, de hiányzik az egységes, elfogadott gyakorlat, ami még nem teljesen kristályosodott ki. Különböző módszerek léteznek, a jelen kutatásban az Erdővagyonegazdálkodási Intézetnél nagyobb területek vagyoneértékelésére kidolgozott rendszerét használtam.

11.4.1. Erdőterületek értékeinek megállapításához követett elvek

Az erdőértékelés során az erdőre tekinthetünk, mint ingatlanra, és ekkor az ingatlan nyilvántartás alapegységére, a földrésztletre határozunk meg értéket. Ennek az értéknek részét képezi a faállomány értéke, az erdő talajának értéke és az ingatlan fekvéséből, hasznosítási lehetőségeiből és a hozzá kapcsolódó jogokból levezethető, illetve egyéb értékek.

Jelen vizsgálat tárgya a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság erdőterületének két időpont közötti vagyoneváltozása. Ebben az esetben e vagyoneváltozásnak kizárólag azon összetevői bírnak jelentőséggel, amelyek a faállomány változásaival – főként károsodásával – kapcsolatban jöttek létre. Emiatt az erdőérték számítása kizárólag a faállomány értékére korlátozódik, és eltekintünk mind az erdőtalaj értékétől, mind pedig az erdő ingatlan jellegéből származó értékösszetevőktől. Ezt az egyszerűsítést az teszi lehetővé, hogy a vizsgálat tárgyát képező káresemény a vizsgálatból kihagyott értékelemeket nem befolyásolhatta. Az egyszerűsítés elfogadhatóságát tovább erősíti, hogy a vizsgálat jelentőségét nem a számított értékek abszolút nagysága adja meg, hanem az összehasonlításul szolgáló időpontokban azonos módszerekkel számított értékek különbsége. Ez esetben tehát a módszer precizitásánál fontosabb az összehasonlítás, illetve az összehasonlíthatóság megteremtése.

A faállomány értékelésének alapegysége az erdészeti nyilvántartáshoz igazodva az erdőrésztlet, illetve azon belül a fafaj-sor, amelyen a faállományt leíró természetes adatok ismertek.

A faállomány értékét a faállomány kora alapján háromféle módszerrel vezetjük le. Amennyiben a faállomány befejezetlen erdősítés korban van, a faállomány értékét annak költségértékével azonosítjuk. Véghasználati korú, vagy annál idősebb állományok esetén a kitermelési értéket számítjuk, a 10-nél kisebb vágásmutatójú állományok esetén pedig ennek a (várható) kitermelési értéknek a diszkontált értékét számítjuk. Egyéb esetekben a korérték faktoros eljárást alkalmazzuk.

11.4.2. Erdőérték számítás során alkalmazott algoritmusok

A fatermesztés hozamai a kitermelt termékek (választékok) eladásából keletkeznek, míg a költségek az erdőlétesítés, a nevelés és a fakitermelés költségeinek összegeként jelentkeznek. Ezeket a munkához kötött költségeket növeli még az erdőfenntartás folyamatosan jelentkező költségei. Az erdőgazdálkodó számára a fatermesztés nyereségét befolyásolja még a termeléshez kötött adó és a támogatások, ezek a tényezők azonban a jelen számítás során nem kaptak jelentőséget.

A fatermesztés árbevételének kalkulációja

A fatermesztés árbevétele az eladott fatermékekből származik. Ehhez a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság tényadatait 2009. évi bázison vettem figyelembe. A kalkuláció szempontjából meghatározó jelentőségű a fafaj, a termőhely minősége, melyet az adott fafaj növekedési erélye jellemez, a fafaj által elfoglalt terület, a faállomány kora, átlagos mellmagassági átmérője, törzsminősége és hektáronkénti fakészlete. Az aktuális adatokon kívül a kalkulációhoz szükséges még véghasználati korban lévő faállomány mennyiségi és minőségi jegyeinek az ismerete is, amihez szintén a szóban forgó egység adatait használtam.

Az árbevételt a fafajon, a fatermékek volumenén kívül a szerkezeti összetétel befolyásolja alapvetően. A várható szerkezeti összetételt fafaj csoportonként, fatermési osztály csoportonként és vágáskor csoportonként statisztikai adatok alapján becsültem. A fentiek szerint számított mennyiségi adatokat a 2009. évi értékesítési statisztika kalkulált fajlagos árbevételi értékekkel szoroztam. Az eredményként megkaptam a területegységre jutó fajlagos árbevételt. Az erdőfelújítás költségeit a jellemző faállománytípusokra statisztikai adatok alapján becsültük.

Az erdőfelújítási költségek az összeg közvetlen költségen felül 20% általános költséget tartalmaznak. A fakitermelés költségeit a 2009. évi statisztika alapján becsültük. A kalkuláció alapja a fafajonkénti vállalkozói díj, plusz átlagosan 20% irányítási költség.

Kitermelési érték

Értelmezési tartomány: vágáskor-kor ≤ 0

1. Véghasználati kitermelési érték számítása választékbecslésen alapuló módszerrel

$$VHE_2 = \sum_{i=1}^n (V_i * a_i) - W$$

V_i : faválasztékok térfogata: alapértéke

a_i : választékárak: alapértéke

W : fahasználati, anyagmozgatási, szállítási és a nyereség együttes fajlagos összege: alapértéke

Várható kitermelési érték

Értelmezési tartomány: $0 < \text{vágáskor-kor} \leq 10$

$$AHE = \frac{VHE_1}{1,0 p^{f-kor}} * sur * \prod_{i=1}^n korr_i$$

VHE_1 : véghasználati kitermelési érték a tényleges vágáskorhoz tartozó szabályos fejlődésmenet szerinti fatermési tábla adatokkal

sur : sűrűség

$$sur = \frac{\text{tényleges fakészlet}}{\text{fatermési tábla fakészlet}} ; sur \leq 1$$

p : diszkont kamatláb: alapértéke

f : vágáskor

kor : tényleges kor

$korr_i$: faállomány forgalmi értékének korrekciós értékei 14. sz. melléklet szerint

Állományérték a Blume-féle korérték-faktoros eljárással

Korértékfaktoros eljárás

$$xx = \left(\frac{\frac{vhe}{1000} - ft}{\frac{1}{u} + b_0 * b_1^{kor}} + ft \right) * sur$$

vhe: véghasználati kitermelési érték a termőhelyi érték meghatározásnál azonos módon számolva, de nem a potenciális, hanem az aktuális állományra

ft: erdőfelújítási költség

u, b₀, b₁: a korérték függvény paraméterei:

fafaj	u	b ₀	b ₁
t	1,5	63,318	0,948
cs	1,6	11,755	0,957
b	1,5	95,586	0,944
gy	1,2	13,296	0,956
ekl	1,3	90,719	0,942
e	1,5	60,284	0,936
f	1,1	85,804	0,916
nny	1,1	25,168	0,757
hny	1,3	35,122	0,884
a	1,7	24,958	0,874
ell	1,7	70,799	0,898

kor: az értékelendő erdő tényleges kora

sur: sűrűség

$$sur = \frac{\text{tényleges fakészlet}}{\text{fatermési tábla fakészlet}}; sur \leq 1$$

Állomány költségérték

Értelmezési tartomány: erdősítés befejezésének éve +1 év

Alkalmazott képlet:

$$ÁKÉ = z * \sum_{n=0}^{kor-1} C_n * 1,0p^{kor-n} * \frac{S_{\%}}{100} * ter$$

z: Márkus-féle üzemköltség szorzó, értéke 1,2

C_n: erdősítés diszkontált költsége

p: diszkontálási kamatláb, értéke 4%

kor: az erdősítés kora

n: az erdősítésre fordított költség felmerülésének éve

S_%: az erdősítési siker értéke

ter: erdősítés alá vont terület (ha)

11.4.3. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság erdővagyonának értékváltozása

Az értékelés alapját képező, fafajokra jellemző naturális állományszerkezeti jellemzőket az eredeti erdőterv 2001. évi és ennek 2009. évre aktualizált változatából inputként vettem figyelembe, a két időpontra vonatkozó számítás során. Az erdőtervek leíró lapján fafajsoros bontásban megtalálhatóak a szükséges alapadatok, amelyek a kiinduló pontját jelentik a kalkulációknak. Az erdővagyon értékének meghatározása az erdőérték számítás elfogadott módszereivel történt. A folyamatos erdőfelújításokat költségérték, a véghasználati korú állományokat kitermelési érték, a 10 vagy magasabb vágásérettségi mutatójú állományokat várható hozami érték alapján értékeltem, a többi állomány értékét pedig korérték függvények felhasználásával becsültem meg.

A szükséges modellekhez, mind a fahasználatnál, mind az erdőművelődésnél fafaj csoportokat alakítottam ki. A fafaj csoportok a két üzemágban nem egyeznek meg. A művelés esetében az erdőfelújítások jellegéből adódóan kevesebbre volt szükség. A fafaj csoportok kialakításánál nem mindig a megszokott erdőgazdálkodási szakmai szempontokat követtem, hanem az erdő értéke szempontjából történő csoportosítást helyeztem előtérbe (11-5. melléklet). Minden az erdőszetnél megtalálható fafajt besoroltam egy fafaj csoportba, először az erdőhasználat, majd az erdőművelés szempontjai szerint. Emellett kialakítottam egy modellt, ahol fafajonként, fatermési osztályonként meghatároztam a belenyúlások, a fahasználatok idejét és számát, ami alapján a kor függvényében számítható az értékváltozás (11-4. melléklet). Véghasználati korként az üzemtervben szereplő vágásérettségi kort alkalmaztam. Az így meghatározott adatok segítségével az egyetem által kifejlesztett számítógépes programmal végeztem el a számításokat. Input adatok az üzemterv és az egyes belenyúlások, - kiemelten a véghasználat - fedezeti értékei. A használt függvény a kezdeti erdő értéket az erdőfelújítás ráfordítási értékében határozza meg. A véghasználati érték, az ekkor elérhető pénzügyi fedezettel egyezik. A két végpont közötti időszak erdővagyonértéke – a köztes belenyúlások fedezetváltozásával korrigáltan – függvényértékként számítható.

Az erdőhasználat esetében erdei rakodó paritáson, a fafaj csoportokra fatermési osztályonként és korosztályonként meghatároztam az egyes bolygatások során elérhető fedezetet. Az értékelés során a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság tényadataiból indultam ki. Az erdőszet valamennyi fakitermelési adatát, 1998-2009 között használati módonként, fatermési osztályonként, fafajonként és korosztályonként a Szombathelyi Erdészeti Zrt. digitális adatbázisából gyűjtöttem össze. Az említett bontásban meghatároztam a kitermelt fafajok összes fatérfogatát, egy hektárra vonatkozó mennyiségét és az ebből nyert választékszerkezetet (11-7; 11-8; 11-9. mellékletek) Mivel az értékelést az erdőterv kiinduló 2001-es, és az aktualizált 2009-es adatbázisán végeztem, a fatermési osztályt az üzemtervi adattal szerepeltettem, hogy az adatok egymással kompatibilisek legyenek. Amennyiben az üzemterv a fafajt – a tény fakitermelésekhez képest – nem tartalmazta, a magasság és a kor alapján rendeltem a modelltablák alapján hozzá értéket. Az egyes fahasználatok során a hektáronként megállapított választék mennyiségekkel párhuzamosan, a 2009. évi árakból kiindulva használati módonként, fafajonként, fatermési osztály csoportokként és korosztályonként meghatároztam a választékok árát, amiből megkaptam a hozamokat termőhelyi osztálytól és fafajtól függően.

A költségeket nem választékonként, hanem fafajonként, korosztályonként és fatermési osztály csoportonként számítottam, a választékonkénti ráfordítás számítását a gyakorlatban nem használjuk. A lucfenyő esetében nem rendelkezünk elegendő adattal az idősebb véghasználatokat illetően (az Őrségben már kiszáradtak), ezért a vizsgálatba bevontam az

1988-1995 közötti időszakban hasonló termőhelyi osztályra vonatkoztatott lucfenyő erdőrészek és a Kőszegi-hegység közelmúltban kitermelt állományait. Erdőhasználati szempontból ez az adathalmaz jelentette a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság által kezelt erdők vagyoneértékelésének ökonómiai hátterét.

A lucfenyő esetében az elmúlt évtizedek választékolási gyakorlatában nem történt akkora változás, mint ez a lombos fafajok esetében megfigyelhető. A lombhullató fafajoknál a vékony rönk, a fűrészipari hasznosítás szempontjából gyakorlatilag eltűnt, és tűzifa vagy bioenergetikai anyagba konvertálódott. A lucfenyőnél a 12-20 cm közötti csúcsátmérővel rendelkező vékony rönk (Blochholz) is könnyedén piacra helyezhető, a szomszédos Ausztriában mind technikai, mind piaci oldalról megoldott a hasznosítása. Ezért a rönkarány a lombnál napjainkban valamivel alacsonyabb lehet, de a napi piaci hatásokat ennyire nem szándékoztam bevinni a modellbe.

A véghasználatok esetében látszólagos ellentmondásnak tűnik, hogy néhány fafaj a szokásosnál korábban került letermelésre (11-9. melléklet), de ez abból adódik, hogy sokszor kis elegyarányban, esetleg alsó szintben fordul elő az erdőállományokon belül és a vágáskor a főfafajhoz igazodik. Amennyiben a záródás nagyon lecsökken, szükséges a véghasználat és ezzel együtt a felújítás, ami a károsodott elegyes állományok letermelésekor elég gyakori. A klímaváltozás hatásaira az egyes fafajok ugyanazon termőhelyi viszonyok mellett eltérően reagálnak.

Az erdőművelésben, a gyakorlatnak megfelelően öt állománytípust alakítottam ki (bükk, tölgy tölgyes-erdeifenyves, erdeifenyves-tölgyes és lucfenyves). Minden típusnál meghatároztam az első kivitelek, a pótlások és az ápolások költségét és gyakoriságát, valamint az erdősítések átlagos befejezési idejét (11-6. melléklet). A felújítások és a véghasználat időszaka között az egyes erdőrészek vagyoneértéke az ismertetett függvény segítségével számítható.

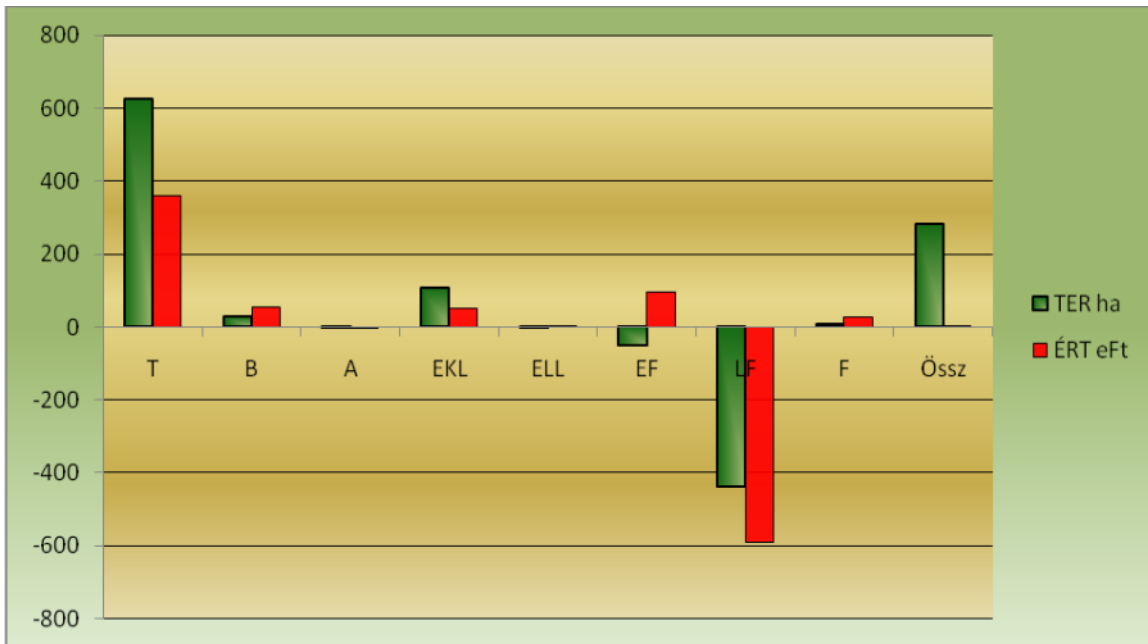
Az értékelés során csak a faállomány értékváltozásával foglalkoztam. Az erdőföld értéke a termőhely potenciális fatermőképességéből adódik. Feltételeztem, hogy 9 év alatt a befolyásoló környezeti változások mértéke elhanyagolható. A számítások mindkét időpontra vonatkozóan azonos módon és módszerrel, a 2009-re vonatkozó fajlagos értékekkel történtek. Kizárólag a bemenő erdőtervi input adatok változtak, emiatt az Erdővagyon-gazdálkodási Intézet által kidolgozott programban foglalt erdőérték számítási módszerek alkalmazhatóságával kapcsolatban esetlegesen felmerülő vitatás kérdések az értékelést nem befolyásolják, mivel nem az erdővagyon abszolút nagyságát, hanem a két vagyoneérték különbségét vizsgáltam. A két időpontra a 2009. évi bázison számított vagyoneértéket a 7-1. táblázat részletesen tartalmazza. A két időpont között a faállománnyal borított terület 286 ha-ral nőtt, ami a záródások növekedéséből adódik, de ez nem a mért, hanem átlagosan, függvényen az ESZIR (Erdészeti Szakigazgatási Információs Rendszer) rendszer alapján számított érték.

Az erdővagyon változás - a várakozásokkal ellentétben - közelít a 0 értékhez, mindössze 4 millió forint a növekmény, ami összevetve a 10 milliárd forint körüli erdővagyon értékkel, nem jelent számottevő különbséget. Mutatja azt is, hogy miközben a lucosok jelentős értékvesztést szenvedtek, az erdőtervi megtakarítások és a károsodott erdővagyon helyreállításaként felfogható erdőfelújítások növelték az erdők értékét. A lucosok értékvesztése jelentős, közelíti a 600 millió forintot, de elmarad a várakozásoktól (11-2. táblázat). Ennek oka elsősorban abban keresendő, hogy nem az értékes véghasználati korú (ilyenek már csak elvétve fordultak elő a területen) fenyvesek károsodtak, hanem a fiatalabb korosztályok.

Az időszak változásának összefoglalása fafajonként, területben és értékben markánsan mutatja a lucfenyő állományok csökkenését. A magas faállomány összeg miatt értékben erősebben, mint. Megfigyelhetjük a tölgy gyarodást, területben jelentősebben, mint értékben az alacsonyabb egységérték okán (11-5. ábra). A „területmérleg” pozitív, a számított záródások növekedése miatt. Az egyéb keménylombon belül – a tölgygel párhuzamosan – nőtt a gyertyán területe és értéke is. Érdekes, hogy az erdeifenyő területben csökkent ugyan, de az értéke nőtt, ami jelzi, hogy a megtakarítások a korosabb állományait kímélték. Az összes többi fafaj, sem területben sem értékben nem változott jelentősen.

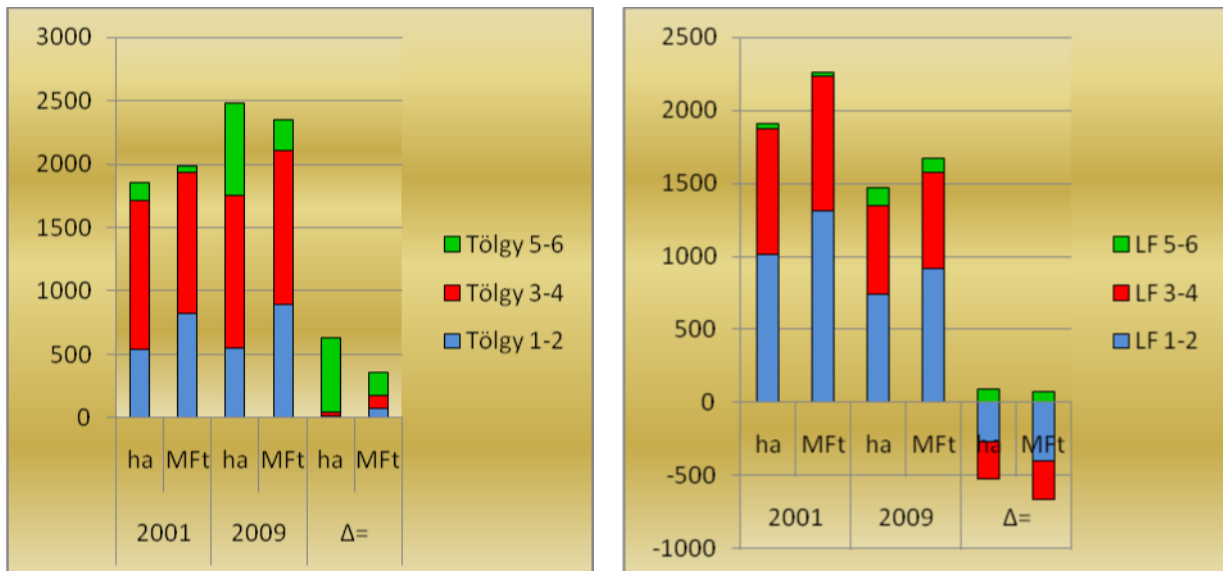
Fafaj/nev	FTO	2001			2009			2009-2001		
		ter	Faállomány érték		ter	Faállomány érték		ter	Faállomány érték különb.	
		ha	MFt	Eft/ha	ha	MFt	Eft/ha	ha	MFt	Eft/ha
Tölgyek	1-2	533	820	1540	547	893	1634	14	73	94
Tölgyek	3-4	1178	1115	947	1208	1212	1004	30	97	57
Tölgyek	5-6	148	55	374	729	244	334	581	189	-39
Bükk	1-2	776	871	1121	685	878	1281	-91	8	160
Bükk	2-4	541	595	1099	562	610	1086	20	15	-12
Bükk	5-6	38	8	215	139	41	292	101	32	77
Gyertyán	1-3	605	468	773	614	464	756	9	-4	-18
Gyertyán	4-6	289	122	422	379	161	425	90	39	3
Akác	1-6	20	12	631	17	13	800	-3	1	169
Egyéb kem.	1-6	97	71	732	106	86	815	9	15	83
Rövid vf. ELL	1-6	8	1	187	8	2	199	0	0	13
Hosszú vf. ELL	1-6	210	54	258	212	58	275	2	4	17
Erdei fenyő	1-2	365	338	927	408	398	975	44	60	48
Erdei fenyő	3-4	3715	2918	785	3359	2833	843	-356	-84	58
Erdei fenyő	5-6	514	292	569	775	411	530	261	119	-38
Lucfenyő	1-2	1011	1316	1303	744	914	1229	-267	-402	-74
Lucfenyő	3-4	864	921	1066	603	659	1092	-261	-263	26
Lucfenyő	5-6	35	27	774	127	101	797	92	74	23
Egyéb fenyő	1-3	184	184	1000	169	189	1124	-16	5	124
Egyéb fenyő	4-6	47	28	600	72	53	731	25	24	130
Összes/átlag		11176	10217	914	11463	10221	892	286	4	-23

11-2. táblázat: A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdők vagyonsvltözása 2001 és 2009 között



11-5. ábra: Az egyes fafajok területének és értékének változása 2001. és 2009. között

A faj átrendeződés jelentős, mind állomány szerkezet, mind érték vonatkozásban. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság erdőállomány értékváltozását alapvetően két faj befolyásolta. E fajokat vizsgálva, látható, hogy a tölgyesek értékének növekedésében az erdőszerkezet átalakításoknak döntő szerepe volt, a lucfenyőt a felújítások során lecseréltük tölgyre. A lucfenyőnél a gyengébb 5. és 6. fatermési osztályok alig voltak jelen, az értékvesztés az 1-4. osztályokon belül következett be (11-6. ábra). A lucfenyőt meghatározóan váltó tölgy esetében a növekedés jelentős, területben több mint egyharmad, értékben közel egyötöd, az új belépő állományok lényegesen alacsonyabb faállomány értéke miatt.



11-6. ábra: A tölgy és a lucfenyő állományok területe, értéke fatermési osztályonként, és ezen adatok változása a 2001-től 2009-ig terjedő időszakban

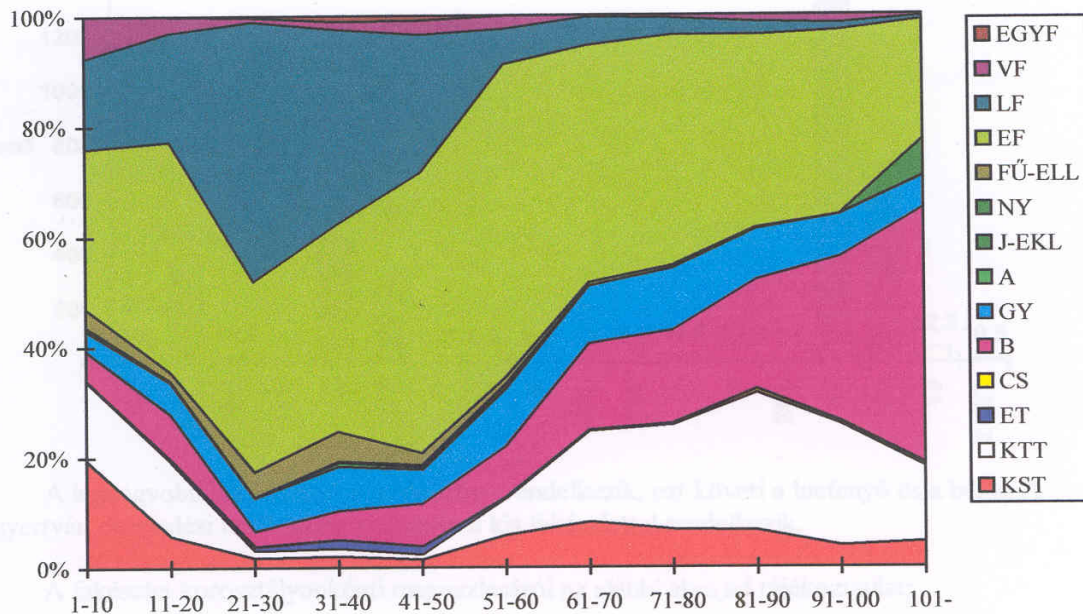
A terület és a faállomány érték mellett fontos az élőfakészlet szerepe is az erdőállomány értékelésében, a vagyonsértés elemzésében. Az összesített adatok alapján látható (11-3. táblázat), hogy a lucfenyő kivételével a legtöbb faj élőfakészlete növekedett. A tölgy

és az erdeifenyő fatérfogat növekedése önmagában kompenzálta a lucfenyő csökkenését, amit a meglévő folyónövedék miatt, főként az erdőtervi megtakarítások eredményeztek. Az értékbeni kompenzációról csak a teljes fafaj sorra vonatkoztatva beszélhetünk, az erdeifenyő viszonylagosan alacsony fatérfogatra vetített értéke miatt. A fafajok fatérfogat növekedéséből még a bükk emelhető ki, ami szintén ellensúlyozta a lucfenyvesek vagyoneérték vesztesét. A 2001-től 2008-ig terjedő időszakban kitermelt mintegy 240 em³ bruttó fatérfogatú lucfenyővel szemben a csökkenés mindössze 117 em³. A kisebb különbség oka, a még mindig nagy területen lévő fiatal lucfenyvesek viszonylag nagy, ez – esetben az ESZIR rendszer alapján – függvényértékként számított folyónövedéke. A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdők fatérfogata, összességében bruttó 53 em³- el emelkedett, a 2001-től 2009-ig eltelt 9 év során, amiből 4 évet érintett az intenzív szűkösítés. Az élőfakészlet kismértékű növekedése, az erdővagyon-érték hasonló mértékű növekedésére utal.

Fafaj	2001		2009		2009-2001	
	Fatérfogat	Érték	Fatérfogat	Érték	Fatérfogat	Érték
	em3	Mft	em3	Mft	em3	Mft
Tölgy	519	1990	580	2349	61	359
Bükk	465	1474	495	1529	30	55
Akác	3	12	3	13	0	1
Egy. kem.	32	71	37	86	5	15
Egyéb lágý	33	55	39	60	6	4
Erdei feny.	1413	3548	1467	3642	55	95
Luc feny.	609	2264	492	1674	-117	-591
Egyéb feny.	64	212	77	242	12	29
Össz	3300	10217	3353	10221	53	4

11-3. táblázat: A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdők élőfakészletének és erdővagyonának változása 2001 és 2009 között

A 11-7. ábrán látható, hogy a lucfenyvesek az erdőtervezés kezdő évében, 2001-ben a 21-50 éves korosztályokban meghatározó térfoglalással rendelkeztek. A területarányuk a 21-30 korosztályban meghaladta a 40%-ot. Az idősebb korosztályok hiánya a 90-es évek közepén történt szűdülés és az a 1950-től a 70-es évekig tartó jelentős fenyő felújítások következménye. A 90-es években történt károsítás az 50 év feletti lucosok túlnyomó többségét kivitte, ami egyébként is a fiatalabb korosztályokhoz képest alacsonyabb térfoglalással volt jelen. A 30 év ill. magasabb vágásérettségi mutatójú állományokat ért károsítások esetében véghasználati megtakarítások előírására nem került sor (nem estek a hozamszabályozásba bevont állományok körébe), ezért ezen esetekben többlet famennyiség kitermelése vált lehetővé.



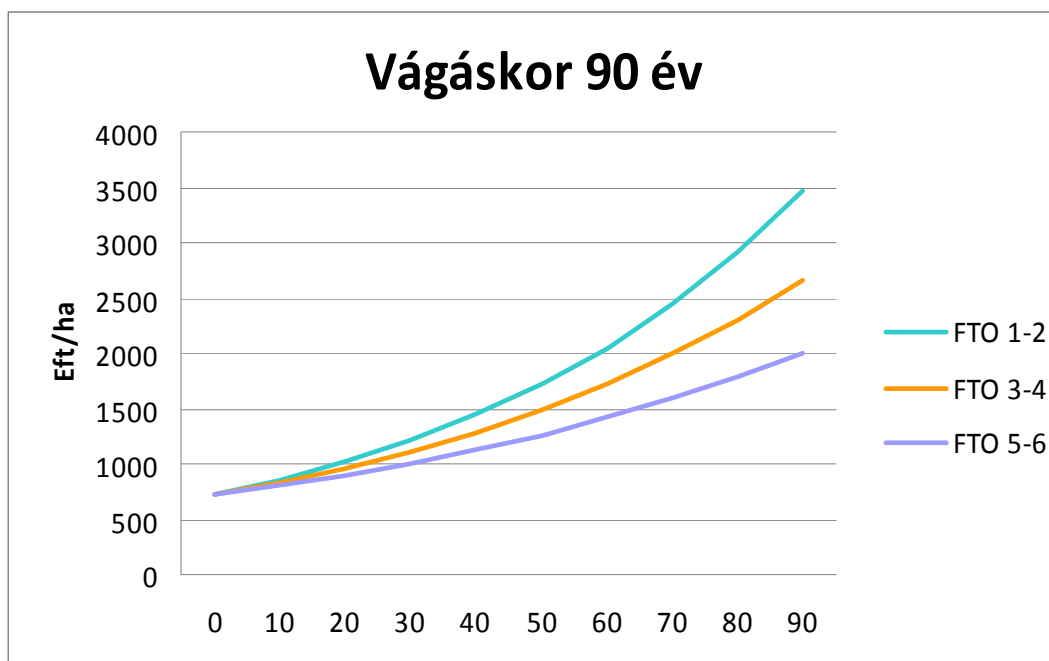
11-7. ábra: A fajok területmegoszlása a korosztályok között a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdőkben⁵⁹

A korosztályok faj összetétele mellett nagyon fontos az egyes korcsoportok erdőállományának tényleges nagysága, annak változása. A fiatalabb korosztályok távolabb állnak a véghasználati kor magas értékétől, ezért az erdővagyon nagyságának meghatározásában lényegesen kisebb a szerepük, mint az idős, érett állományoknak (11-8. ábra). Ez az erdővagyon értékváltozása szempontjából kedvező, fiatalabb állományok területének apadása nem okozott akkora csökkenést, mert velük szemben idős állományok nem kerültek kitermelésre. Ez alátámasztja azt a gyakorlatban is elfogadott elvet, hogy véghasználati megtakarításokra csak az első 3 vágásérettségi csoportba tartozó állományokat érintő károsítások esetében, felújítási területet létrehozó beavatkozásoknál van szükség.

Az érték változatlansága azonban mégsem megnyugtató. Könnyen belátható, hogy amennyiben nem a 31-50 éves korosztály, hanem az első három vágásérettségi csoportba tartozó állomány károsodik, a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság lucfenyveseire jellemző 1 - 4-es termőhelyi osztályokban az értékvesztés mértéke közel kétszerese (11-8. ábra) a kiszámítottaknak. A megtakarításokkal korosítottuk az egyébként már esetenként gazdasági szempontból túlkoros tölgyeket és bükköket, ami ezen állományok esetében már minőségromlással jár. Másrészt a terület elveszítette a 12 m³/ ha növedékre képes lucosok jelentős részét. A rövidebb vágásfordulójú lucot hosszabb tölgyes erdőkre cseréltük, ennek az lesz az eredménye, hogy csökkenés várható a későbbi időszakok erdőhasználati kitermeléseiben, nehezebb lesz az egyenletes hozam biztosítása.

Az állományok fiatal kora ellenére a lucosok vagyonértékéből közel 600 millió Ft megsemmisült (11-2. táblázat). Ehhez képest a teljes területre vonatkozó 4 millió Ft állományérték növekedés elhanyagolható. A számítások szerint az értékvesztés jelentős része a tölgy, valamint az erdeifenyő 5. és 6. termőhelyi osztályába ellentételeződött, ami a fajok magas erdőfelújításban betöltött szerepével indokolható. Minden állománytípus átlagkora nőtt az induló adathoz képest, ami szintén csökkentette a veszteséget.

⁵⁹ Forrás: Erdőterv Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság (2001)



11-8. ábra: A 90 éves vágáskorú lucfenyvesek értékváltozása, a faállomány értékét meghatározó függvény alapján, a kortól függően

Mivel a 2009-es erdőállomány adatok a 2001-es állapotból kiinduló aktualizálásokkal álltak elő, a fakészlet adatok szisztematikus hibákat tartalmazhatnak. Az üzemtervben számított növedék elérése például az aszályos időszakok miatt kétséges lehet. A 286 ha faállománnyal borított területnövekedés is számított adat, főként a záródások növekedéséből adódik, ami az elegyben lévő lucosok kikerülésével együtt kissé bizonytalan változás az adatokban. Igazán pontos összevetést a terület új felmérésével lehetne megtenni. Az új erdőtörvény (2009. évi XXXVII. tv. – Evt.) megszüntette az állami területeken gazdálkodó erdészeti részvénytársaságok erdészeteinek külön kiemelt körzetbe tartozó státuszát, az új erdőtervezési körzeteket táj alapon, szektorsemlegesen jelölte ki (11/2010. II.4. FVM rendelet 1. melléklet). A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság három erdőtervezési körzetbe fog tartozni (Alsó-Őrségi, Felső-Őrségi és Vendvidéki), melyek ütemterv szerinti felvételi éve 2012 ill. 2018 lesz. Ugyanakkor 2010-ben lejár az erdészet üzemtervének érvényessége, ezért a hátralévő 2 ill. 8 évre az Evt. 113. § (17) bek. alapján az erdőgazdálkodó jogait és kötelezettségeit az erdészeti hatóság erdőtervben állapítja majd meg. Ennek ellenére ez a jelentős mennyiségű tapasztalati adatbázisra támaszkodó erdővagyon értékülönözöt számítás alkalmas arra, hogy a problémára felhívja a figyelmet.

Elmondható, hogy csak a szerencsén múlt, hogy nem idős állományok mentek nagy volumenben tönkre (mint arról volt szó, ez a bükknél megtörténhet). Ezért jelentős problémának ítélem meg a gazdálkodás értékelésében a vagyonváltozás figyelembevételének elmaradását, a továbbra is naturáliákra irányuló tervezést, ellenőrzést és elemzést. Ez különösen fontos lenne Magyarországon, mert élesen elkülönül az erdőtulajdonos és az erdővagyon kezelő (erdőgazdálkodó).

A kilencvenes évek közepén a számviteli törvény értelmezése körül kialakult polémia, az erdőfelújítási ráfordítások elszámolásával kapcsolatban, jelezte, hogy az erdészeti rendszerek nehezen illeszthetők be, az alapvetően rövidtávú megközelítéseket alkalmazó, megszokott könyvviteli elszámolásokba. A 90-es évek közepén el kellett dönteni, hogy az erdőfelújítás

számviteli értelemben vett „aktiválandó felújítás” vagy éves eredményt terhelő költség. Az akkor még regnáló erdőfelújítás normatív támogatása, fejlesztésként számba véve tőketartalékként jelent meg. 1992 és 1994 között a felmerülő költségeket a saját előállítású eszközök aktivált értékeként kellett nyilvántartani. Az átalakuló részvénytársaságok számára az erdőfelújítás számviteli megítélése a jövedelmet alapvetően befolyásoló tényezővé vált. Az erdőfelújítás aktiválása a kritikus években az eredményt javította (de nehezítette a működés finanszírozását), a befektetett eszközállományt a felújítási költség szintjén az erdőgazdálkodónál növelte. Több évig tartó szakmai vita után a piacgazdaságokban általános eljárás került a számviteli törvényben is alkalmazandóvá, az erdőfelújítás költségként került elszámolásra a továbbiakban. Az aktivált állomány kivezetése az eredményes 1995. évben a befektetett eszközértéket, a saját tőkét lecsökkentette (Lett 2007b).

A vagyon és a jövedelem megítélésében a számvitel szerepe tehát nem elhanyagolható. Az erdőgazdálkodó az erdőt egy olyan természeti erőforrásként kezeli, amibe egyrészt befektet, az erdőfelújításaival és az erdőneveléssel, másrészt az erdőhasználatokkal pedig pénzt vesz ki belőle. A tulajdonos ezt az erőforrást oda adja egy kezelőnek, aki gazdálkodik ezzel a vagyonnal. A történetben az a furcsa, hogy a tulajdonos nem tudja, mennyi az értéke adott pillanatban a vagyonnak, igaz azt sem tudja mennyi volt, amikor odaadta. A naturáliákat megfelelően ellenőrzi. Tízévente felméri az állományszerkezeti jellemzőket, (valamint az erdőrészlet-lapon szereplő terület, védettségre vonatkozó, termőhelyi, domborzati adatokat stb.) de tovább nem megy a kontrollban. Pedig nem mindegy, hogy ugyanabból a fatömegből, jó minőségű méretes tölgyek, vagy bükkök állnak a területen, vagy fiatal vékony, esetleg értéküket veszített túltartott, de még megfelelő dimenziókkal rendelkező állományok. Nincs arra kidolgozott adat, hogy ezeknek milyen az egymáshoz viszonyított értékaránya. Mindezek a jelenlegi rendszerben a legnagyobb jó szándék ellenére is elsikkadhatnak.

A magyar erdőgazdálkodás szervezeti viszonyai, a tulajdonos, a vagyonkezelő elkülönülése további problémákat vet fel. Az ágazatban kimutatott jövedelmet az erdővagyon változása nem ellenőrzi, így a vagyon csökkenésének vagy gyarapodásának a számviteli megjelenítése elmarad. A klímaváltozás miatt, vagy az - egyébként csak helyesíthető - újfajta erdőkezelési módszerek (a normál természetes kontroll ebben az esetben nehéz, napjainkban is szakmai viták tárgya) kapcsán az erdő vagyonértéke úgy lecsökkenhet, hogy a tulajdonos fel sem figyel rá.

A fentiek alapján vizsgáljuk meg ezt a problémát egy egyszerűsített példán keresztül. Tegyük fel, hogy egy kisebb erdészetnek csak lucfenyvese van, ami épp akkora, mint a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság lucfenyveseinek teljes területe, a károsítás előtt, mintegy 2 000 ha. Az erdőállomány károsodása, pusztulása miatt 2005-2007 között az Őrségben a fahasználat 70%-a lucfenyő egészségügyi termelés volt, ennek arányában számoljunk a hozamokkal és ráfordításokkal. A 2005-2007-ben elért kalkulált, eredmény a modellként választott erdészeti esetben a 3 év teljesítménye alapján 250 millió Ft. Közben az állományok vagyonérték vesztese közelíti a 600 millió Ft-ot, amiből a szóban forgó évekre vetítve 500 millió Ft jut (ez leegyszerűsítve megtörtént Szentgotthárdon). Az erdővagyonban kétszer akkora veszteség (!) lett, mint amekkora eredményt a kiserdészetünk a kitermelések révén elért. Mindenképpen kiemelő, hogy az elért eredményt a vagyonvesztés kétszeresen felülmúlja.

Ezzel a történet azonban nem ér véget. A modellezett 2 000 ha-os erdészeti a szokásos évi 20 ha helyett (az egyszerűség kedvéért számoljunk 100 éves vágásfordulóval) három év alatt 400 ha területet tarra vágott, a különbség, a megnövekedett erdősítési feladat 340 ha. Az első probléma, hogy lesz-e a következő években elegendő eredménye, ami a működést biztosítja. A terület egyötödéről eltűnt a faállomány. A károsítást követő években a kitermelhető hozam csökken, ezzel szemben az erdőfelújítási ráfordítás nő, látható, hogy a magasabb bevétel és a

megnövekedett felújítandó területek költsége egymástól elválik, amit a későbbiekben finanszírozni kell. Az eredményt a pénzügyileg jó (ökológiailag és az erdővagyon szempontjából rossz) évben leadózza és nem vagy csak nehezen tartalékolhatja a későbbi felújításokra. A későbbiekben jelentős belépő felújítási kötelezettsége van, ami csökkenti az eredményt. Az erdőfelújításba befektet, ami a tulajdonos erdővagyonát növeli, viszont a kezelőnek nem lesz eredménye. Ez a probléma azonban nem csak a modellezett erdészetre igaz, a kilencvenes évek második felében egy kisebb szomszédos erdőgazdasággal a valóságban is megtörtént. Előny a nagyobb méret.

A kalamitások, a tulajdonos erdővagyonát a fenti időszakban egyértelműen csökkentették, de ez kimutatás hiányában értékelésre nem került. A vagyonmentés során kitermelt faanyag értékesítése többlet árbevételt, többlet eredményt hozott, amelyet az általános adózási szabályok terheltek. Az erdőfelújítás során, különösen fafajcsere esetében a növekvő területi feladat jelentős többlet költségekkel jár a következő években, nő az erdőkezelő ráfordítása. Ez az erdőművelési teljesítmény ugyanakkor egyértelműen a tulajdonos erdővagyonának visszaállítását szolgálja. Természetesen enyhébb lenne a fenti káresemény számviteli, adózási problémája, ebben az esetben is, ha a valós vagyoni, pénzügyi és jövedelmezőségi helyzethez a vagyonváltozás, mint információ megjelenne.

Ennek a problémának a feloldására Európában vannak működő megoldások, melyek közül a gyakorlatias megközelítésmód miatt az osztrák példát emelem ki. Normál körülmények között Magyarországhoz hasonlóan Ausztriában is hiányzik a számviteli mérlegből az erdőállomány (erdőföld és faállomány) értéke. Az erdészeti üzemek befektetett vagyonának jelentős része az erdő, így mindkét országban „csendes tartalék” jellegű. Az állomány-összehasonlítás (az állományváltozás meghatározás) – a gazdasági év eleji és végi vagyon összehasonlítása – a lábön álló fa vonatkozásában nem kötelező, és nem is feltétele a szabályszerű könyvvizetésnek. Az erdőállományok periodikus vagyoni értékének változása – (növekedés, ill. csökkenés) nincs kimutatva – az természetes jellemzők változását pénzügyileg nem értékeli.

Ausztriában a magánszemélyek részére azonban lehetővé teszik – amennyiben valamilyen természeti kár éri az erdőtulajdonukat –, hogy az adóelszámolás során, kedvezményes adókulcsot használjanak. Ez azt a célt szolgálja, hogy az erdővagyonban keletkezett veszteséget valamiképp kompenzálják és a későbbi erdővagyon helyreállítás (erdőfelújítás) fedezete lehessen. Kalamitás miatti fakitermelésre a kedvezmény csak akkor áll fenn, ha a teljes használat, beleértve a kalamitási használatot is nem haladja meg az erdőterv szerint kitermelhető mennyiséget. Az osztrák SZJA törvény (37.§) az egyébként adómentes tőkeátcsoportosítás problémáját oly módon is figyelembe veszi, hogy egy meghatározott kitermelt mennyiséget növedék arányosnak, ekvivalensnek vesz, és az ezt meghaladó éves használatot (túlhasználat, rendkívüli erdőhasználat) bizonyos feltételekkel („gazdaságilag indokoltnak” kell lennie) mérsékelt kulccsal adóztatja (Jöbstl 2002).

A jövőben a klímaváltozás miatt, a magyar erdővagyonra is gyakrabban érhet negatív hatások, ezért, legalább a magán-erdőgazdálkodók esetében, egy ehhez hasonló rendszer kialakítását javaslom. A részleteket pontosítani kell, hogy a visszaélések elkerülhetők legyenek, de mindenképpen szükséges az erdőtulajdonos segítése az erdővagyonának károsodása esetén. A magyarországi jogalkotás során ennek szükségessége még nem merült fel, viszont a váratlan események „vis major” helyzetek várhatóak, amire fel kell készülni. Ez a szabályozás azonban Ausztriában sem érvényes a tőketársaságokra, ezeknél a társaságoknál az állomány-összehasonlítás kiterjed a lábön álló fára is. A társasági nyereségadó fizetésére kötelezettek vonatkozásában, az SZJA törvény különleges rendelkezései ezért nem alkalmazhatók. Ebben az esetben a számvitelből ismert kötelező

céltartalék képzés (a jövőbeni költségekre), esetleg az aktív és passzív időbeni elhatárolások kerülnek alkalmazásra, hogy a probléma – pénzügyi szempontból – áthúzódó hatása kezelhető legyen.

Az erdővagyon-mérlegkészítés témaköre évszázadok óta folyamatosan az erdészettudomány problémája. Az erdővagyon periodikus ellenőrzésének szükségessége nem kérdőjelezhető meg. Állandó viták tárgya, hogy az erdészeti eredmény kimutatáshoz elegendő-e az erdővagyon alakulásának tisztán naturális ellenőrzése, vagy ezt ki kell-e egészíteni monetáris értékeléssel. Az erdővagyon-értékelés ellen elsősorban azt az érvet szokták felhozni, hogy nincs olyan eljárás, amely segítségével elfogadható ráfordítás mellett megfelelően pontos vagyonértékelés végezhető. Egyébként ismétlődően találkozhatunk olyan utalásokkal, amelyek szerint az erdőrendezés keretében végzett periodikus üzemi leltárok biztosítják minden tartamossági cél (az értéktartamosság is) megfelelően biztos ellenőrzését. Véleményem szerint ennek eldöntéséhez mindenképpen további kutatások szükségesek. Mindenesetre a magyarországi – még nem teljesen kiforrott – vagyonértékelés, egyelőre nem alkalmas a különböző időpontokban meglévő erdőleltárakból kiinduló erdővagyon-érték olyan összehasonlítására, hogy ebből az adóelszámolást és a számvitelt is érintő hatás figyelembe vehető legyen. Ki kell alakítani egy egységes, erre a célra megfelelően használható erdővagyon-értékelési rendszert, ami első lépésben, csak egy ellenőrző szerepre használható. Jelzi, hogy az erdővagyon milyen irányba változott és elemezhető, hogy ebben az emberi tényezőnek mekkora szerep jutott, és mi írható az egyéb környezeti hatások számlájára.

A fentebb említett példákban láthattuk, hogy az éves eredmények és a vagyonváltozások nincsenek kapcsolatban. Az erdővagyon értékét tehát más módszerrel (is) meg kell határozni, de ez esetben csak hosszabb időszakot, célszerű kontrollálni. A vagyonváltozást vissza kellene vezetni az érintett időszakra, és az erdőkezelők tevékenységének megítélésénél korrigálni szükséges az éves átlagos jövedelmet. Adott esetben nem mindegy, hogy az eredményes gazdálkodás erdővagyon növekedéssel, vagy csökkenéssel valósult meg. A rendszer kidolgozása bonyolult, már a naturáliák becslése sem egyértelmű, de ebbe az irányba el kell indulni, hogy egy gyakorlat számára használható rendszer kialakuljon. El kell kezdeni ezt azért is, mert az új típusú erdőkezelések bevezetésekor hasonló problémával állunk szemben, ott még a naturáliákban történő kontroll is nehézkes, amennyiben ezt elmulasztjuk és az erdővagyon értékét az induláskor nem rögzítjük, bármilyen negatív, (lehet pozitív is) irányú változás kontroll nélkül előfordulhat. A túltartás, a klímaváltozás, szándékos vagy nem szándékolt rossz erdőkezelés miatt, az erdővagyon egy részét úgy elveszíthetjük, hogy észre sem vehető. A klímaváltozással együtt felerősödő negatív irányú folyamatok gazdasági értelemben észrevétlenül zajlanak, mert a nemzetgazdaságnak egy fontos eleméről azt sem tudjuk mennyit ér és milyen irányba változik az értéke.

12. Összefoglalás

A klímaváltozással majdnem minden kormány, számtalan kutatóintézet és szervezet foglalkozik. Mindezek közül kiemelkedik az ENSZ Kormányközi Klímaszakértő Testülete, az Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), amelynek a jelentéseit a világon a leginkább mértékadónak tekintik. A testület nyomatékosan megerősíti azt a már korábban is hangoztatott tudományos ténytet, hogy a Föld átlaghőmérséklete nő, és ennek fő okozója az ipari forradalom – de leginkább az elmúlt fél évszázad – óta zajló emberi tevékenység.

A klímaváltozás eddigi történései elég egyértelműek, de azon már vita van, hogy mi várható a jövőben. A klímakutató szakemberek állításával nem mindenki ért egyet, vannak, akik vitatják magát a ténytet is, vagy ha el is ismerik, megpróbálják elbagatellizálni a változások hatásait. Az úgynevezett „klímaszkeptikusok” közül többen állítják, hogy a Föld környezeti állapota valójában sokkal jobb, mint azt a természettudósok állítják. Ennek ellenére kutatók túlnyomó része elismeri a változások ténytet, és azon a nézeten van, hogy a klímaváltozás szörnyű globális probléma, amihez nem csak alkalmazkodni kell, hanem a kiváltó okokkal is foglalkozni szükséges.

Globális léptékben a légkör felmelegedési folyamatainak környezeti problémái elsőként a sivatagi (<200 mm éves csapadék) és félsivatagi (200-400 mm) területeken jelentkeznek. A szárazodás a világ több pontján tapasztalható, a mediterrán térségben, Ausztráliában, Kaliforniában, de a Kárpát-medencében is megfigyelhető. Föld egészén a tomboló erdőtüzek nagysága és súlyossága, valamint a hurrikánok, tornádók, az erős szélviharok gyakorisága növekszik. A melegebb éghajlat lehetővé teszi, hogy a vadlétszám és az egyéb erdei kártevők száma és fajai megszorodjanak, ezért nő az általuk okozott kár. A passzív, statikus védelem a klímaváltozás ellen nem megoldás. A nagyjából állandó határokkal rendelkező védett területek nem védik meg a célzott fajokat, folyamatokat, különlegességeket vagy tulajdonságokat. Amerikai kutatók állítása szerint (Halpin 1997, Burns et al. 2003) néhány egyesült államokbeli védett terület, a jelenleg honos fafajtaínak akár egyötödét is elvesztheti.

A globális melegedés hatása Európát fokozottabban érinti, mint a világ többi részét. A hőmérséklet-növekedés elsősorban az északi félgömbön figyelhető meg, de a hatásokat rendkívül nagy területi variabilitás jellemzi. A klímaváltozás miatt a legnagyobb az érzékenység a közép-európai lombos erdőkben. A levélvesztés alapján a kocsányos és kocsánytalan tölgyek évek óta a legkárosodottabb fafajai Európának, a bükkök reagáltak a 2003-as év extrém száraz időjárására a legérzékenyebben (European Commission 2009).

Magyarország eddigi éghajlati változásairól elmondható, hogy a nyári és a téli félév hőmérséklete, 1,0-1,6 meghatározott együtthatóval követte a félgömbi átlaghőmérséklet alakulását. A félgömbi hőmérséklet emelkedésével párhuzamosan a hazai csapadék a nyári félévben csökkent. A téli félévi csapadék összeg kapcsolata a félgömbi emelkedéssel nem egyértelmű. A jövőben a nyári félévi csapadék csökkenése, a napfénytartam és a hőmérséklet emelkedése valószínűsítik a talajnedvesség csökkenését, ami a vegetáció szempontjából a termőhely, a klíma szárazodását vetíti előre.

Magyarország két erdőzóna találkozásánál található, az alföldek erdőssztyepp, Dunántúl és Északi-középhegység a mérsékelt övhöz tartoznak. Az övhatárok elhelyezkedéséből is érzékelhető, hogy hazánkban nem a mediterrán klíma felé tolódhat el a változás – mint ahogy ezt sokan gondolják – hanem várhatóan az Anatóliai-síkság jellemzői jelennek meg a Kárpát-medencében.

Magyarország speciális környezeti adottságai mellett számolni lehet azzal, hogy döntően degradáló hatások érvényesülnek, amit az életközösségek természetes önszabályozó mechanizmusai nem képesek kiegyenlíteni. Levonható az a következtetés, hogy hazánk területén a faállománytípusok területi eloszlását a nedvesség-ellátottság sokkal erőteljesebben határozza meg, mint a hőmérséklet.

A kutatók (Berki et al. 2007) által levezetett bükk toleranciaindex számításokat felhasználtam az egyes állományok veszélyeztetettségének a megállapításához. Országosan minden egyes erdőrészlethez rendeltem egy tolerancia értéket, majd vizsgáltam ezek eloszlását. Ez az eloszlás is igazolja azoknak a kutatási megállapításoknak a helyességét, miszerint a bükk jelenlegi tényleges elterjedési határa Magyarországon, a klimatikusan lehetséges elterjedési határnál beljebb található, mert e fafajt az erdőgazdálkodás az 1800-as évek végétől kisebb-nagyobb mértékben az optimum-területei felé szorította (Járó – Tátraaljai 1984). Ennek azonban súlyos ökológiai és ökonómiai következményei lehetnek. Ugyanis egy kismértékű változás, már nem a szórvány előfordulásokat, hanem a nagytömegű populáció egyedeit érintheti.

A tolerancia sávok alapján kiszámítottam az egyes magyarországi régiók veszélyeztetettségét. Az eredményeket elemezve a legszembetűnőbb, hogy az Északi-középhegységben jelenleg alig található veszélyeztetett erdőállomány. (Amennyiben a vízhiány eloszlása (aszályosság) továbbra is a 2000 és 2003 közötti évekhez lesz hasonló.) A kimondottan veszélyeztetett kategóriában országos szinten az erdők mindössze 4%- a szerepel, de a Bakonyban és a Vértes-középhegységben már ez is magas értéket (10%) jelez. Az első kettő veszélyeztetettség kategóriában a bükk erdők negyede, mintegy 24 ezer ha erdő szerepel, az itt lévő 9 millió m³ faanyag 81%- a 60 évnél, ami tovább fokozza a veszélyt. A jövőre nézve ez figyelmeztető, amennyiben a szélsőségesen száraz évek gyakorisága és a hossza nő, mind ökonómiai, mind ökológiai szempontból hirtelen fellépő károokra kell készülni.

A „PRUDENCE” regionális klímamodell 2065-re vonatkozó prognózisa alapján kiszámítottam, hogy a jövőben az egyes bükk régiók milyen tolerancia indexeknek megfelelően helyezkednek el. Ennek alapján elmondható – amennyiben az előrejelzések igaznak bizonyulnak –, a magyarországi bükkös előfordulások negyede kifejezetten veszélyeztetett, a fele pedig veszélyeztetett helyzetbe kerülhet. Az állományok negyedére mondható el, hogy nem kell tartanunk egy klímaszélsőség esetén a nagyobb károsodástól.

A bükk toleranciaindex mellett más állományadatok (kor, elegyarány, záródás) hatását is vizsgáltam. Ezek közül az egészségi problémák megjelenése és a kor között fedezhető fel összefüggés, igazolva a korábbi feltételezést, miszerint a károsításokra az idősebb állományok fogékonyabbak. A bükkösökben a káresemények 60 éves kor körül jelennek meg, az alatta lévő korosztályokban meglehetősen ritkák. Szakirodalmi adatok alapján az álgesztésedés is ebben a korban kezdődik (Rumpf – Biró 2003; 2004). A bükk száradása során a gyakorlati szakemberek is azt jelezték vissza, hogy elsősorban a nagy koronájú, nagy párologtató felülettel rendelkező faegyedek pusztultak (Góber 2005), a fiatalabb korú állományok alig károsodtak. Nem megoldás a vágásos üzemmódban kezelt erdők vágáskorának további emelése. Egy váratlan esemény, egy kalamitás tönkretelheti az idős főállományt (a benne lévő genetikai értékkel együtt) úgy, hogy az újulat még meg sem jelent, a káresemény után pedig lehetőség sincs rá. A rendszeres erdőhasználat, a generációváltás gyorsítása (még az ültetvényeszerű erdőkben is), az erdő biológiai és gazdasági értékmegőrzését is segíti.

Amennyiben egy erdőrészlet kora magas és a tolerancia index alacsony, a zárt erdőkben éppúgy felléphet a kár, mint az alacsonyabb záródású (megbontott) társaikban. A szélsőséges vízhiányt a mikroklíma önmagában nem tudja pótolni. A kár okát a 2000-2003 évek bükk pusztulása

esetében, a vészes vízhiányában kell keresni. A vágásos üzemmódú erdőkben is javasolható az idejében (akár növedékfokozó gyérítési korban) megkezdett, elnyújtott fokozatos felújítógátás. Ahol ennek feltételei adóttak, jó megoldás a „Pro Silva” módszer, a klasszikus szálalás, a szálalógátás, illetve a vágásos üzemmodot a szálalásba átvezető átalakító rendszer, melyek jobb lehetőséget teremtenek a bükkösök számára a hektikusan jelentkező, változó intenzitású száraz időszakok túlélésére.

Az eddigi klímakárok piaci összefüggéseit elemezve érdekes megállapítás, hogy a károsodott faanyag megjelenése rövidtávon alig befolyásolja a faárakat. A nagymértékű kárfellépés, így a „Vivian” vihar ráirányította a figyelmet, hogy a kiugróan magas sokszerűen megjelenő károsodott faanyag volumen egy-egy alkalommal lefelé mozdítja az árakat.

A Kárpát-medencében a károsításokkal legérzékenyebben érintett fafaj a lucfenyő. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. lucfenyő egészségügyi termelésének adatai, mint jelzőszámok mutatják a szűkár folyamatát, a gradáció felfutását és visszaesését. Az első nagyobb szűkárítás és ennek felszámolása 1993-tól 1997-ig tartott. Az ekkor lezajlott károsítás miatt 274 ezer m³ vastagfát kellett kitermelni, csúcspontja 1995-ben volt. A legutolsó reményeink szerint, 2009-ben véget ért és 453 m³ faanyag kényszerű kitermelésével járt együtt.

Kijelenthető, hogy a Szombathelyi Erdészeti Zrt.-nél megtörtént káresemény mértéke az utóbbi évtizedek folyamatait figyelembe véve egyedülálló Magyarországon. Az MNV Zrt. erdészeti portfóliójának többi cégével összehasonlítva, a vizsgált (2001-2008) időszakban a Szombathelyi Erdészeti Zrt. pénzügyi szempontból az erdészeti cégcsoport egyik stabil, meghatározó társasága volt. A pénzügyi mutatókból egyáltalán nem tűnik ki, hogy valami probléma adódott volna a kárfelszámolás miatt a gazdálkodással. Ez a kedvező jövedelmezőség alapvetően a magas fakitermelési szintnek (7,0 m³/ha) köszönhető (MNV Zrt. átlag 3,8 m³/ha). Összességében tehát elmondható, hogy a lucfenyő katasztrofálisan magas károsodása az erdőgazdálkodó számára rövidtávon növelte az eredményességet, mivel a szokásosnál magasabb fakitermelést tett lehetővé.

Ahhoz, hogy gazdasági szempontból reálisabban megítélhessük az erdőpusztulás hatását, egy normál erdőgazdálkodási időszakot, egy kárral terhelttel vettem össze, leszűkítve a legérzékenyebb Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóságra. A kalkulációhoz az üzemtervi lehetőségekből kiinduló károsítással alig érintett 2001-2002-2003 évek tényleges erdőgazdálkodási természetes teljesítményét átlagoltam, és ezt vettem össze a legkárosítottabb évek (2005-2006-2007) alap üzemágakra, a művelésre és a fahasználatra jellemző adataival. Megállapítottam, hogy a nagy mennyiségű szűkár belépése rövidtávon jelentősen növelte a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság eredményességét.

Az adatok alapján egyértelműen megállapítható, hogy a közvélekedéssel ellentétben a klímakárok – amennyiben a megtermelt faanyagának nincs érdemleges hatása a fapiacra – rövidtávon a volumennövekedés miatt növelik az eredményességet. Az eredménynövekedés feltétele azonban, hogy az érintett fafaj a káresemény bekövetkezése után még használható minőségű legyen. Ez a lucfenyő, a tölgyek, és egyéb gyűrűs likacsú lombos fafajok esetében egyértelműen fennáll. A szórt likacsú fafajok (pl. bükk, gyertyán) esetében ez a hatás már nem ilyen egyértelmű.

A jelenlegi magyarországi gyakorlat esetében az erdőgazdálkodó szempontjából elsősorban az erdő pillanatnyi jövedelmezőségének változása számít. Ez közvetlenül kihat az erdőgazdálkodás éves eredményére, de gyakran nincs közvetlen kapcsolatban az erdő vagyonának változásával. Ellenőrzésképpen kiszámítottam, hogy a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság által kezelt

erdőterületek erdővagyon értéke a szűkárósítással összefüggésben hogyan változott. Az erdővagyon változás – a nagymértékű kár ellenére – a kalkuláció szerint összességében nem jelentős. Ennek oka elsősorban abban keresendő, hogy nem az értékes véghasználati korú fenyvesek (ilyenek már csak elvétve fordultak elő a területen), hanem a fiatalabb korosztályok károsodtak, amelyeknek eleve kisebb az értéke. A lucosok értékvesztése jelentős, közelíti a 600 millió forintot, de ezzel szemben az erdőtervi megtakarítások és a károsodott erdővagyon helyreállításaként felfogható erdőfelújítások növelték az erdők értékét, a két hatás kiegyenlítődött.

Jelentős problémának ítélem meg a gazdálkodás értékelésében a vagyonváltozás figyelembevételének elmaradását, a továbbra is naturáliákra irányuló tervezést, ellenőrzést és elemzést. A vagyonmentés során kitermelt faanyag értékesítése többlet árbevételt, többlet eredményt hoz, amelyet az általános adózási szabályok terhelnek. Az erdőfelújítás – különösen a fafaj csere – jelentős többlet költséggel jár a következő években, nő az erdőkezelő ráfordítása. Ez az erdőművelési teljesítmény ugyanakkor egyértelműen a tulajdonos erdővagyonának visszaállítását szolgálja. A vagyonváltozást vissza kellene vezetni az érintett időszakra, és az erdőkezelők tevékenységének megítélésénél, ellenőrzésénél korrigálni szükséges az éves átlagos jövedelmet. A klímaváltozással együtt felerősödő negatív irányú folyamatok gazdasági értelemben észrevétlenül zajlanak, mert a nemzetgazdaságnak egy fontos eleméről azt sem tudjuk mennyit ér és milyen irányba változik az értéke.

A teendőket tekintve, az erdőkezelési döntésekben nem a jelenlegi állapotból kell kiindulni, hanem – tartózkodva a szélsőségektől – egy dinamikusan változó jövőképhez kell alkalmazkodni. Mindenekelőtt előtérbe kell, hogy kerüljön a klímabarát erdőgazdálkodás, ami mindenekelőtt víztakarékos, szénforgalom optimalizáló és (bio-) diverz (Mátyás 2008). Az erdőben lehulló és meglévő vizeket megfelelő vízkormányzással vissza kell tartani, az erdőkezeléssel kapcsolatos belenyúlásokat pedig ennek megfelelően kell tervezni és végrehajtani.

13. Következtetések és javaslatok

A szakirodalmi áttekintés és a kutatások alapján azt a következtetést vontam le, hogy hazánk területén a faállománytípusok területi eloszlását a nedvesség-ellátottság sokkal erőteljesebben határozza meg, mint a hőmérséklet. Ez utóbbi szerepe az olyan tájakon jelentős, ahol a csapadékmennyiség viszonylag kevés. Előtérbe kell, hogy kerüljön a klímabarát erdőgazdálkodás, ami mindenekelőtt víztakarékos, szénforgalom optimalizáló és (bio-) diverz. Az erdőben lehulló és meglévő vizeket megfelelő vízkormányzással vissza kell tartani, az erdőkezeléssel kapcsolatos belenyúlásokat pedig ennek megfelelően kell tervezni és végrehajtani, hogy az erdei ökoszisztémákat a változó környezeti feltételek mellett is fenntarthatassuk.

Vizsgálataim szerint az egészségi problémák megjelenése és a kor között összefüggés fedezhető fel, igazolva a korábbi feltételezést, miszerint a károsításokra az idősebb állományok fogékonyabbak. A bükkösökben a káresemények 60 éves kor körül jelennek meg, az alatta lévő korosztályokban meglehetősen ritkák. Szakirodalmi adatok alapján az álgesztesedés is ebben a korban kezdődik. A bükk száradása során a gyakorlati szakemberek is azt jelezték vissza, hogy elsősorban a nagy koronájú, nagy párologtató felülettel rendelkező faegyedek pusztultak, a fiatalabb korú állományok alig károsodtak. A magyarországi bükkös állományok egyértelműen túlkorosak, ami fokozza a veszélyeztetettséget. Ezt a helyzetet egy gondos tulajdonosnak nem szabadna fenntartania. Tudomásul kell venni, nem megoldás a vágásos üzemmódban kezelt erdők vágáskorának további emelése. Ez csak az erdő további létét, az erdők genetikai állományának fennmaradását veszélyezteti, nem válasz a felmerült probléma kezelésére. Egy váratlan esemény, egy kalamitás tönkretelheti az idős főállományt a benne lévő genetikai értékkel együtt úgy, hogy az újulat még meg sem jelent, a káresemény után pedig lehetőség sincs rá. A rendszeres erdőhasználat, a generációváltás gyorsítása (még az ültetvényeszerű erdőkben is), az erdő biológiai és gazdasági értékmegőrzését is segíti. Ezért az üzemmódtól és az elsődleges rendeltetéstől függetlenül, a magas élőfakészletű állományokban szükséges a fatérfoogat-redukció, hogy a felújulás feltételei mind térben, mind időben megfelelő módon kialakuljanak.

A teendőket tekintve, az erdőkezelési döntésekben nem a jelenlegi állapotból kell kiindulni, hanem – tartózkodva a szélsőségektől – egy dinamikusan változó jövőképhez kell alkalmazkodni. A melegedést feltételező klímaszcenáriók esetében nem szabad az egyes fafajokra teljesen egységes reakciót feltételezni. A fafajokon belül egy populáció válaszreakciója függ egyrészt az areaban elfoglalt helyétől, másrészt a genetikai adottságoktól és az evolúciós előzményektől. További kutatások szükségesek, különösen a genetikai hátteret illetően, hogy az egyes régiók populációi e tekintetben milyen adottságokkal rendelkeznek. Vizsgálandó kérdés, hogy a vas-zalai bükk populációk miért reagáltak érzékenyebben, mint a többi régió. De talán még érdekesebb faj a tölgy, ahol a szaporítóanyag származás az utóbbi 200 év erdőgazdálkodása következtében meglehetősen heterogén képet mutat. Ez a faj a magyar erdők egyik meghatározó állományalkotója. Nagyon keveset tudunk a tűrőképességéről. Mennyire van meg a genetikai háttere az alkalmazkodásnak? Szóba jöhetnek-e új fafajták, esetleg az Eurázsiai száraz régióból? Az itt leírtak korántsem tartalmazzák teljes körűen a felvetődött problémákat, de az biztosan kijelenthető, hogy mindezekre csak megfelelő kutatások után adható válasz.

Az empirikus megfigyelések és statisztikai módszerekkel végzett számításokkal alátámasztható, ha egy erdőrészlet kora magas és a tolerancia index alacsony, a zárt bükk

erdőkben éppúgy felléphet a kár, mint az alacsonyabb záródású társaikban. A megfigyelés mindenesetre az, ha egy erdőrézlet foltokban elkezd száradni, az első káresemény után éppoly ligetes képet mutat (vágásos üzemmódú erdőkben), mint a megbontott erdőrézletek. Hosszabb aszályos időszak után, a mikroklíma ugyanúgy változik, mint a megbontáskor, az elhalt faegyedek nem biztosítják az árnyalást. A szélsőséges vízhiányt a mikroklíma önmagában nem tudja pótolni. Ettől függetlenül a károsítás intenzitása az alacsonyabb záródású erdőkben magasabb lehet. Meg kell vizsgálni, hogy a vágásos üzemmódtól eltérő kezeléssel ezek az értékek mennyiben javíthatók. Ennek a kérdésnek az eldöntésére mindenképpen további kutatások szükségesek. Lehetnek olyan területei az országnak, ahol a bükk csak az eddigiektől teljesen eltérő módszerrel kezelhető.

A gyakorlat által is szorgalmazott, állandó erdőborítottságú erdőkezelés bevezetésének az egyik jelentősége abban van, hogy amennyiben a vertikálisan és horizontálisan tagolt erdőben az idős, nagy koronájú egyedek elpusztulnak, van elegendő utánpótlás, ami a genetikai értékeket tovább viszi. A fiatalabb korú fák ellenállóbbak, kevesebb vizet igényelnek, jobb a tűrőképességük, jobban bírják a szélsőséget, mint az idősebb korú társaik. Ezért a vágásos üzemmódú erdőkben is javasolható az idejében (akár növedékfokozó gyérítési korban) megkezdett, elnyújtott fokozatos felújítógátás. Jó megoldás a „Pro Silva” módszer, klasszikus szálalás, a szálalógátás. Ezek mindegyike a bükkösökben jól működik, de ne hallgassuk el, hogy a tölgy ilyenén való kezelése esetén számos nehézség adódik. Sem hazai, sem nemzetközi léptékben nem rendelkezünk megfelelő ismeretanyaggal, hiányoznak a megfelelő időtávval bíró kutatási és kezelési tapasztalatok. Kiváló magyar szakemberek ígéretes munkáiról tud a hazai szakmai közvélemény, de ezek mindössze egy-két évtizedes múltra tekintenek, tekinthetnek vissza. Ennek a területnek, mind a kutatás, mind az oktatás nagy adósa, ezeket a kérdéseket szükséges a jövőben elemezni. Azért is meg kell vizsgálni ezt a területet, mert az új erdőtörvény előírásai alapján a gazdálkodóknak az állományok természetességétől függően – bizonyos arányban – kötelező a vágásos üzemmódot a szálalás felé átvezető átalakító üzemmód alkalmazása, ezért várhatóan a közeljövőben ez a változás nagy területeket érint.

Az eddigi tapasztalatok szerint az erdőpusztulás nem egy elhúzódó folyamatként várható, hanem az extrém években hirtelen lép fel. Az elsődleges piaci hatáson túl, mind a kitermelt fa minőségében, mind az erdő vagyoneértékében rövid időn belül jelentős csökkenés következhet be. A gyorsan romló fafajok esetében, a kárfelszámolást rövid időn belül el kell végezni, egyébként óriási érték megy veszendőbe, ami kárfelszámolás gazdaságosságát nehezíti. A gyors értékmentő felszámolásnak technikai, logisztikai problémái is lehetnek, mire az anyag kitermelésre kerül a faanyag nagy része minőségileg károsodott, az apadék megtöbbszöröződik, a faanyag részben használhatatlanná válhat. A hirtelen változás lehetősége a bükk állományok gazdálkodásában a jövőben is várhatóan problémát okoz. A bükk esetében az eredményesség már a kárfelszámolás éveiben is csökkenhet, nem beszélve az ezeket az éveket követő erdőfelújításban jelentkező gondokról. Erre mind a közigazgatási oldalról (engedélyeztetés), mind szakmai, technikai oldalról is fel kell készülni. Ennek a kutatás mellett érintenie kell az oktatást, a közigazgatásban az erdészettel és természetvédelemmel foglalkozó, illetve közvetlenül az erdőgazdálkodásban dolgozó erdész szakemberek továbbképzését. Mindez a probléma gyors felismerését és megoldását segíti elő. Megfelelő társadalmi összefogás nélkül a klímaváltozás indukálta helyzet nem lesz kezelhető, a probléma lényegének megismertetése, az erdész szakmán kívüliekkel is alapvető fontosságú.

A kilencvenes évek közepén a számviteli törvény értelmezése körül kialakult polémia, az erdőfelújítási ráfordítások elszámolásával kapcsolatban, jelezte, hogy az erdészeti rendszerek nehezen illeszthetők be, az alapvetően rövidtávú megközelítéseket alkalmazó, megszokott könyvviteli elszámolásokba. A kutatásaim alapján megállapítható, hogy a közvélekedéssel

ellentétben a klímakárok amennyiben a megtermelt faanyagnak nincs érdemleges hatása a fapiacra (a társaságra vonatkozó eddigi tapasztalatok alapján a régióban nem több mint néhány százezer m³, Ausztriai adatok szerint, az országra vetítve nem haladja meg 3-4 millió m³-t) rövidtávon a volumennövekedés miatt növelik az eredményességet. A károsítást követő években azonban a kitermelhető hozam csökkenhet, ezzel szemben az erdőfelújítási ráfordítás nő, a magasabb bevétel és a megnövekedett felújítandó területek költsége egymástól elválik, amit a későbbiekben finanszírozni kell. Az eredményt a pénzügyileg jó (ökológiailag és az erdővagyon szempontjából rossz) évben leadózza és nem vagy csak nehezen tartalékolhatja a későbbi felújításokra. Az erdőfelújításba befektet, ami az erdővagyonat növeli, viszont az erdőgazdálkodónak kisebb lesz az eredménye. Az erdészeti üzemek befektetett vagyonának jelentős része az erdő, nem jelenik meg a könyvvezetés során, így „csendes tartalék” jellegű. E miatt javaslom, hogy a magánszemélyek részére lehetővé kellene tenni – amennyiben valamilyen természeti kár éri az erdőtulajdonukat –, hogy az adóelszámolás során a károsodott faanyagból származó jövedelem esetén, adókedvezményben részesüljenek. Ez azt a célt szolgálná, hogy az erdővagyonban keletkezett veszteséget valamiképp kompenzálja, és a későbbi erdővagyon helyreállítás (erdőfelújítás) fedezete lehessen. Egy meghatározott famennyiség erdőterv szerinti kitermelése (még abban az esetben is, ha károsodott), ekvivalensnek vehető, és csak az ezt meghaladó éves használat esetében lenne engedélyezhető, hogy bizonyos feltételekkel (természeti kár miatt indokoltnak kell lennie) mérsékelt kulccsal adózzon az erdőgazdálkodó. Ez a szabályozás azonban nem szükséges a tőketársaságokra, mert esetükben a számvitelből ismert kötelező céltartalék képzés (a jövőbeni költségekre), esetleg az aktív és passzív időbeni elhatárolások kerülhetnek alkalmazásra, hogy a probléma – pénzügyi szempontból – áthúzódó hatása kezelhető legyen. Ezt egyébként – bizonyos kötöttségekkel – a jelenlegi szabályozás is lehetővé teszi, de az erdővagyon változás nem számszerűsített, ezért mértéke minden esetben vitatható. Ehhez a naturális tervezés, ellenőrzés mellett, az erdővagyon értékét is meg kell határozni.

Az erdővagyon-mérlegkészítés témaköre évszázadok óta az erdészettudomány visszatérő problémája. Állandó viták tárgya, hogy az erdészeti eredmény kimutatáshoz elegendő-e az erdővagyon alakulásának tisztán naturális ellenőrzése, vagy ezt ki kell-e egészíteni monetáris értékeléssel. Az erdővagyon-értékelés ellen elsősorban azt az érvet szokták felhozni, hogy nincs olyan eljárás, amely segítségével elfogadható ráfordítás mellett megfelelően pontos vagyonértékelés végezhető. Ismétlődően találkozhatunk olyan utalásokkal, amelyek szerint az erdőrendezés keretében végzett periodikus üzemi leltárok biztosítják minden tartamossági cél (az értéktartamosság is) megfelelően biztos ellenőrzését. Véleményem szerint ennek eldöntéséhez mindenképpen további kutatások szükségesek. Mindenesetre a magyarországi – még nem teljesen kiforrott – vagyonértékelés, egyelőre nem alkalmas a különböző időpontokban meglévő erdőleltárakból kiinduló erdővagyonérték olyan összehasonlítására, hogy ebből az adóelszámolást és a számvitelt is érintő hatás figyelembe vehető legyen. Ki kell alakítani egy egységes, erre a célra megfelelően használható erdővagyon-értékelési rendszert, ami első lépésben, csak egy ellenőrző szerepre használható, de továbbfejlesztve alkalmas lehet a kitűzött cél elérésére.

Az értekezésben szereplő példákon láthattuk, hogy az éves eredmények és a vagyonváltozások nincsenek kapcsolatban. Az erdővagyon értékét tehát más módszerrel (is) meg kell határozni, de ez esetben csak hosszabb időszakot célszerű kontrollálni. Adott esetben nem mindegy, hogy az eredményes gazdálkodás erdővagyon növekedéssel, vagy csökkenéssel valósult meg. A rendszer kidolgozása bonyolult, már a naturáliák becslése sem egyértelmű, de ebbe az irányba el kell indulni, hogy egy gyakorlat számára használható rendszer kialakuljon. El kell kezdeni ezt azért is, mert az új típusú erdőkezelések bevezetésekor hasonló problémával állunk szemben, ott még a naturáliákban történő kontroll is nehézkes, amennyiben ezt elmulasztjuk és

az erdővagyon értékét az induláskor nem rögzítjük, bármilyen negatív, (lehet pozitív is) irányú változás kontroll nélkül előfordulhat. A túltartás, a klímaváltozás, szándékos vagy nem szándékolt rossz erdőkezelés miatt, az erdővagyon egy részét úgy elveszíthetjük, hogy észre sem vehető. A klímaváltozással együtt felerősödő negatív irányú folyamatok gazdasági értelemben észrevétlenül zajlanak, mert a nemzetgazdaságnak egy fontos eleméről azt sem tudjuk mennyit ér és milyen irányba változik az értéke.

14. Tézisek

1. Az értekezésben rendszereztem a klímaváltozásnak a magyarországi erdők szempontjából fontos elemeit. Bemutattam az obszervált folyamatokat, melyek az eddigi történések alapján a környezet melegedését támasztják alá. Az eddigi megfigyelt folyamatok mellett a prognózisok már egy bizonytalan jövőképet vetítenek előre, amiről már markánsan eltérő vélemények halmazát is összegyűjtöttem. A vélemények a „Mi a teendő ebben a helyzetben?” kérdés körül, az emberi cselekvés hatásának és szükségességének korlátai megítélésében ütköznek. Rámutattam, hogy a magyarországi erdők szempontjából közömbös, hogy a jelenben egy természetes „klíma hullámvasúton” ülünk, vagy egy az emberiség által gerjesztett folyamatról van szó, csak a folyamat iránya számít.

2. Megállapítottam, hogy hazánk területén a faállománytípusok területi eloszlását a nedvesség-ellátottság sokkal erőteljesebben határozza meg, mint a hőmérséklet. A Kárpát-medencében a csapadék lesz az a tényező, ami meghatározza az erdők sorsát. Bizonyítottam, hogy e miatt Magyarországon az erdei ökoszisztémákban döntően degradáló hatások érvényesülnek, amit az életközösségek természetes önszabályozó mechanizmusai nem képesek kiegyenlíteni. A klímaváltozás eddigi hatásai a viharok erősödésében, az aszályos időszakok hosszának és gyakoriságának emelkedésében, az ismétlődő erdőtüzekben, illetve az ezek következtében közvetlenül jelentkező erdőpusztulásokban, vagy közvetetten az erdő vitalitás-gyengülése miatti egészségügyi problémákban nyilvánulnak meg.

3. Az erdőgazdálkodás hosszú termelési ciklusából következően minden hatás összetett módon jelentkezik, ezért az időjárási körülményekben bekövetkező változások alapvetően érintik a gazdálkodás alapjait, a fatermesztési tényezőket és ezen keresztül a jövedelmezőségét. Bizonyítottam, hogy a klímaváltozás eredményeként megjelenő új típusú erdőkárok nemcsak ökológia problémát, hanem jelentős gazdasági-társadalmi terheket is jelentenek.

4. Megállapítottam, hogy a klímaváltozás negatív hatásaival minden állományalkotó fafajunk érintett, és bizonyítottam, hogy a fafajok sorából kiemelkedik a lucfenyő. A jelenlegi kedvezőtlen irányú változások hatására lucfenyeveseink legyengültek, ezért könnyen áldozatául válnak a gradációra képes szübogarak támadásának. Ezen okok miatt az – őshonosságában vitatott – lucfenyő lehet az első fafaj, ami a klímaváltozás miatt eltűnhet Magyarországról, legalábbis állományalkotó főfafajként nem lesz képes fennmaradni.

5. Bizonyítottam, hogy a kutatók által kidolgozott bükk tolerancia index alkalmas a gyakorlatban a bükk állományok klíma okra visszavezethető veszélyeztetettségének jelzésére. Bemutattam, hogy a magyarországi bükk állományokban a bükk tolerancia index eloszlása nem követi a biológiából megszokott „normál haranggörbe” alakját, hanem aszimmetrikus (Poisson eloszlás), súlypontja eltolódott az alsó értékek irányába. Ennek súlyos ökológiai és ökonómiai következményei lehetnek a jövőben, mert egy kismértékű változás már a súlypontban elhelyezkedő, így nagytömegű populáció egyedeit érinti.

6. Regresszió analízis segítségével meghatároztam a bükk tolerancia index azon határékeit, ahol a Szombathelyi Erdészeti Zrt. és a Zalaerdő Zrt. egészségügyi termelése alapján a bükk állományok veszélyeztetettek, az állományokat öt kategóriába soroltam.

7. Megállapítottam, hogy a bolygatások és a bükkösök 2003. év utáni száradása között nincs közvetlen ok okozati összefüggés. A záródás mértéke és a károsítottsággal való érintettség

között nincs korreláció, a bolygatások nem tehetősek felelőssé a megindult száradásokért. A kár oka egyértelműen a 2000-2003 évek vészes vízhiánya. Az erdőrézlet foltokban elkezdődő száradásakor, az első káresemény után éppoly ligetes képet mutat, mint a megbontott, alacsonyabb záródású erdőrézletek. A szélsőséges vízhiányt a mikroklíma önmagában nem képes pótolni.

8. A „PRUDENCE” regionális klímamodell 2065-re vonatkozó prognózisa alapján kiszámítottam, hogy az egyes bükk régiók milyen tolerancia indexeknek megfelelően helyezkednek el. Ennek alapján elmondható – amennyiben az előrejelzések igaznak bizonyulnak –, a magyarországi bükkös előfordulások negyede kifejezetten veszélyeztetett, a fele pedig veszélyeztetett helyzetbe kerülhet. Az állományok negyedére mondható el, hogy nem kell tartanunk egy klímaszélsőség esetén a nagyobb károsodástól. A bükkösök 70%-a 60 év feletti. Az első kifejezetten veszélyeztetett kategórián belül átlagban 6 millió m³ faanyag károsodhat, de a második veszélyeztetettségi kategória 14 millió m³ körüli értékével együtt ez elérheti a jelenlegi országos bükk élőfakészlet felét. Még a klímafeltételek azonos változása esetén sem tételezhetünk fel, egységes reakciót az egyes bükkös állományok vonatkozásában (függ kortól, fenotípusos tűrőképességtől, genetikai adottságtól stb.), de az értékek nagysága jelzi, hogy hatalmas problémával kerülhetünk szembe.

9. Az új típusú erdőkárok miatt az eddigi volumenben megjelent többlet fakitermelésekkel kapcsolatosan bizonyítottam, hogy a jövedelmezőséget döntően befolyásoló fa nyersanyag árát elsősorban nem a kínálatként megjelenő károsított faanyag mennyisége befolyásolja, hanem a faanyagból készített kész-és félkész termékek származékos kereslete. Megállapítottam, hogy Magyarországon 2004. évben az eddigi legmagasabb 530 ezer m³ károsított famennyiségnek nem volt érdemleges hatása az árakra, ahogy a szomszédos Ausztriában a tapasztalatok szerint néhány millió m³-nek sem. A károsított faanyag megjelenése és a fenyő rönk, valamint a fenyő sarangolt választék árának változása között nincs korreláció. Az árak a Szombathelyi Erdészeti Zrt. esetében is elsősorban a kész fatermékek keresletéből levezethető tényező kereslettől és kínálattól függték.

10. Az erdőkároknak az erdőgazdálkodás jövedelmezőségére való hatását modelleztem, a modellek segítségével bizonyítottam, hogy a károsítás után még jól használható fafajok (mint a lucfenyő és a tölgy) a károsítás éveiben a megnövekvő faanyagvolumenen keresztül növelik a jövedelmezőséget. A rövid távú jövedelmezőséget a káresemények megjelenése a Szombathelyi Erdészeti Zrt. esetében is előnyösen befolyásolta. A nagy volumenű kitermelt lucfenyő még megfelelő áron értékesíthető volt, és a volumennövekedés miatt a termékegységre eső fix költség csökkent. A Szentgotthárdi Igazgatóság modellezett gazdasági adataival igazoltam, hogy a kárfelszámolás magasabb eredmény elérését tette lehetővé, mint a normál üzemterv szerinti gazdálkodás.

11. Bizonyítottam, hogy a klímaváltozás megváltoztatja magát a termelési tényezőt, az erdőt, mint ökológiai és ökonómiai rendszert. A degradáló hatások – az erdő termelési potenciáljának csökkenésén keresztül – hosszútávon csökkentik az erdőgazdálkodás eredményességét. Az erdőszeti üzemek befektetett vagyonának jelentős része az erdő, nem jelenik meg a könyvvizetés során, így „csendes tartalék” jellegű. E miatt javasoltam, hogy a magánszemélyek részére lehetővé kellene tenni – amennyiben valamilyen természeti kár éri az erdőtulajdonukat –, hogy az adóelszámolás során a károsított faanyagból származó jövedelem esetén, adókedvezményben részesüljenek. Ez azt a célt szolgálná, hogy az erdővagyonban keletkezett veszteséget valamiképp kompenzálja, és a későbbi erdővagyon helyreállítás (erdőfelújítás) fedezete lehessen. Egy meghatározott famennyiség erdőterv szerinti kitermelése (még abban az esetben is, ha károsított), ekvivalensnek vehető, és csak az ezt meghaladó éves használat

esetében lenne engedélyezhető, hogy bizonyos feltételekkel (természeti kár miatt indokoltnak kell lennie) mérsékelt kulccsal adózzon az erdőgazdálkodó.

12. Az Országos Erdészeti Adattár adatai alapján megállapítottam, hogy a magyarországi bükkös állományok, a vágáskorok utóbbi évtizedekben történt megemelése, és az egyes területekre előírt teljes véghasználati tilalom miatt túlkorosak, ami veszélyezteti ezt a fokozottan klímaérzékeny fafajt. A magyarországi bükkös állományok egyértelműen előregedtek, egy ilyen állapotot a jelenlegi klíma környezetben, egy gondos tulajdonosnak nem szabadna fenntartania. A gyors változások közepette a természetes önszabályozó mechanizmusok túl lassúak a klíma folyamatok lekövetéséhez, ezért a bükk állományok megőrzéséhez nem a passzív védelem (ez a legtöbb védett területen a mai gyakorlat), hanem aktív emberi beavatkozás szükséges.

13. Megállapítottam, hogy az erdő vagyoneértéke Magyarországon sem a könyvelésben, sem egyéb nyilvántartásban nem szerepel, ezért az ott bekövetkezett változások sem ismertek. Az erdőgazdálkodás gyakorlata a rövid távú eredményelvárára, jövedelmezőségre koncentrált, de az erdővagyone értékben történő változást nem követi nyomon. A felállított ökonómiai modell alapján, a rendelkezésre álló empirikus adatokon végzett számítások eredményeként megállapítottam, hogy miközben a klímakárok miatt az erdő vagyoneértéke csökken, az erdőgazdálkodás kimutatott pillanatnyi jövedelmezősége, ettől teljesen függetlenül változhat.

14. Levezettem, hogy az egyes fafajok kárfelszámolásának rövidtávú gazdasági eredményessége eltérő. Az elmaradt haszon (opportunity profit), a szórtlikacsú, gyorsan romló fáknál jóval magasabb, mint a gyűrűs likacsú lombos fafajok, vagy a lucfenyő esetében. Az elmaradt haszonnal szemben áll a realizálható eredmény, ami a nagyobb volumen miatt az utóbbi fafajok esetében magas nyereségességet biztosíthat. A lucfenyőnél a árveszteség mindössze 4-8% (a termelői választékok hasonló mérete esetén), ezzel szemben, a bükk esetében a kárveszteség több mint a fele -a Zalaerdő Zrt. Csácsi erdőtömbjének példája alapján - a faanyag minőségromlása miatt következett be.

Kivonat

A klímaváltozás irányának, mértékének és tendenciájának megítélésével foglalkozó, nemzetközi szinten folytatott kutatások alapján sem lehet egyértelmű előrejelzést adni a változások nagyságára és irányára vonatkozóan. A kutatás célja, hogy feltárja a klímaváltozás okán a hazai erdőállományban bekövetkezett és várható változásokat, ezek hatását a gazdálkodók piaci helyzetére, jövedelmezőségére és az erdővagyon értékére.

A magyarországi erdőtakaró szerkezete, összetétele a klíma megváltozásával együtt átalakul. A szakirodalmi elemzésekre építve levonható az a következtetés, hogy Magyarország területén a faállománytípusok területi eloszlását a nedvesség-ellátottság sokkal erősebben határozza meg, mint a hőmérséklet, illetve a hosszabb időszakok átlagos klímája helyett a rövid időszakok szélsőséges időjárási körülményei (elsősorban szárazsága) bírnak nagyobb jelentőséggel.

A kutatás kiemelten foglalkozik a lucfenyő és a bükk fafajok, valamint e fafajok által alkotott állományokban bekövetkezett károkkal. A magyarországi bükkös állományok egyértelműen elöregedtek. A gyors változások közepette a természetes önszabályozó mechanizmusok túl lassúak a klíma folyamatok lekövetéséhez, ezért a bükk állományok megőrzéséhez nem a passzív védelem (ez a legtöbb védett területen a mai gyakorlat), hanem aktív emberi beavatkozás szükséges.

A fajaj szintű részletes vizsgálatok során a bükk fafajra Berki és Rasztovics (2004) által kidolgozott tolerancia indexet alkalmazza a szerző. Az elemzések bizonyítják, hogy a kutatók által kidolgozott bükk tolerancia index alkalmas a gyakorlatban a bükk állományok klíma okra visszavezethető veszélyeztetettségének jelzésére.

Szerző az erdőkároknak az erdőgazdálkodás jövedelmezőségére való hatását modellezi, a modellek segítségével bizonyítja, hogy a károsítás után még jól használható fafajok (mint a lucfenyő és a tölgy) a károsítás éveiben a megnövekvő faanyagvolumenen keresztül növelik a jövedelmezőséget. Az összehasonlíthatóságot lehetővé tevő korrekciókkal módosított adatsorok összevetéséből szerző egy gazdálkodási egység szűkárósítás hatására bekövetkezett jövedelemtermelés-változását állapítja meg. A lucfenyő katasztrofálisan magas károsodása az erdőgazdálkodó számára rövidtávon növelte az eredményességet, mivel a szokásosnál magasabb fakitermelést tett lehetővé.

A klímakárok jövedelemtermelésre gyakorolt hatása mellett az erdővagyon értékében bekövetkező változásokat is értékeli a kutatás. A felállított ökonómiai modell alapján, a rendelkezésre álló empirikus adatokon végzett számítások eredményeként megállapítható, hogy miközben a klímakárok miatt az erdő vagyonértéke csökken, az erdőgazdálkodás kimutatott pillanatnyi jövedelmezősége, ettől teljesen függetlenül változhat. Az erdőgazdálkodás gyakorlata a rövidtávú eredményelvásra, jövedelmezőségre koncentrál, de az erdővagyon értékben történő változást nem követi nyomon.

Az erdőgazdálkodók befektetett vagyonának jelentős része az erdő, nem jelenik meg a könyvvizetés során, így „csendes tartalék” jellegű. Ezért, a szerző javaslatot tesz arra, hogy a magánszemélyek részére lehetővé kellene tenni – amennyiben valamilyen természeti kár éri az erdőtulajdonukat –, hogy az adóelszámolás során a károsodott faanyagból származó jövedelem esetén, adókedvezményben részesüljenek, hogy a károsodott erdővagyon helyreállítását elősegítse.

Abstract

Forestry Related Economic Aspects of Climate Change

On the basis of research activities conducted at an international level on the direction, extent and trends of climate change it is not possible to give a clear forecast about the extent and direction of such changes. The objective of the research is to explore the changes which have already taken place and those expected in Hungary's forest stands due to climate change, as well as their impact on the market position of forest managers and on the profitability and value of forest stands.

The structure and composition of Hungary's forests have been changing in parallel with climate change. Analyses published in the reference literature lead to the conclusion that the regional distribution of forest stands in Hungary is much more strongly determined by the distribution of precipitation than by temperature, and that the extreme weather conditions (aridity) of shorter periods have greater significance than the average climate of longer periods.

The research focuses on spruce and beech, as well as the damage in the stands composed by these two species. Hungary's beech stands have clearly become old. During the rapid changes, the natural self-controlling mechanisms are far too slow to keep pace with climatic processes. Thus today's practice of passive protection in most of the conservation areas will not be enough. Instead active protective measures are required to conserve Hungary's beech stands.

The author applies the tolerance index developed by Berki and Rasztovcics (2004) for the beech species during the detailed studies at tree species level. Analyses prove that the tolerance index for beech developed by the researchers is practically suitable to indicate the danger to beech stands from climate change.

The author models the impacts of forest damage on the profitability of forest management, with the help of the models. He proves that the tree species such as spruce and oak are still quite usable after being damaged, and profits increase in the year of the damage due to the increased volume of timber. From the comparison of data lines modified by corrections to enable comparability, the author derives the change in the profitability of a forest management unit due to beetle damage. The tragically high rate of damage in the spruce stands has increased profitability of forest management in the short term since it enabled a higher rate of wood utilization than usual.

Besides the impacts of climatic damage on profitability, the study also evaluates the changes in the value of forest stands. On the basis of the economic model, and as a result of calculations based on the empiric data available, it can be stated that, while the value of forest stands is decreasing owing to climatic change, the current profitability of forest management may change, completely independently thereof. The current practice of forest management is focusing on short-term profitability without monitoring the changes in the value of forest stands.

A significant part of the forest managers' assets, the forest itself, does not appear in the account books; thus the forest is treated as "concealed reserve". For this reason, the author proposes that when natural damage occurs in a private individual's forest stands, owners should be granted a tax discount on incomes from the sale of damaged timber in order to facilitate the restoration of damaged forest stands.

Felhasznált irodalom

- ALLINGER-CSOLLICH, W., HACKL, J., HECKL F., HOCHBICHLER, E., SCHWARZBAUER, P. UND SCHWARZL, B. (2000): Papierrecycling – Wald. Paperrecycling – Forstwirtschaft – Wald: Darstellung möglicher Zusammenhänge. Umweltbundesamt, Monographien Band 131, Wien
- ANTAL E. (1997): Az erdő és klíma kölcsönhatásának vizsgálata az ezredforduló táján. In: Tar K. - Szilágyi K. (szerk.): Erdő és klíma II., Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 1-3
- AYERS, M.P.- LOMBARDERO, M.J. (2000): Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *The Science of the Total Environment* 262: 263–286.
- BARTHOLY J. (2007): A globális éghajlatváltozás valószínűsíthető klimatikus következményei Magyarországon. In: Csete L. (szerk.): „Agro-21” Füzetek Klímaváltozás-hatások-válaszok 48. sz., „Agro-21” Kutatási Programiroda, Budapest, 12-18
- BARTHOLY J. - PONGRÁCZ R. - MATYASOVSKY I. - SCHLANGER V. (2004): A globális klímaváltozás várható tendenciái a Kárpád-medence területére. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma IV., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 57-68
- BARTON ZS. (1997): A Börzsöny bükkösein volt az évszázad legsúlyosabb erdőkárosodása. *Erdészeti Lapok* 132 (10): 303-304.
- BERKI I. (1995): Éghajlatunk változása és a hazai tölgypusztulás. Erdő és Klíma Konferencia Noszvaj, 1994. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen
- BERGEN, V., LÖWENSTEIN, W. UND OLSCHESKI, R. (2002): Forstökonomie. *Voltswirtschaftliche Grundlagen*. Verlag Franz Vahlen, München
- BERKI I. - CZIMBER K. - KOPÁNYI I. (2000): A hazai erdőtípusok aktuális elterjedése és éghajlati viszonyai. In: Kircsi A. (szerk.): Erdő és klíma III., Debreceni Egyetem TTK Meteorológiai Tanszék, Debrecen, 116-121
- BERKI I. - MÓRICZ N. - RASZTOVITS E. - VIG P. (2007): A bükk szárazság tolerancia határának meghatározása. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 213-227
- BERKI I. - RASZTOVITS E. (2004): Zonális fafajaink, különösen a kocsánytalan tölgy szárazságtolerancia határérték sávjának kutatása – módszer, előzetes eredmények. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma IV., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 209-219
- BIHARI Z. (2004): Magyarország éghajlati atlasza. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma IV., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 23-34.
- BIDLÓ A. - KOVÁCS G. (1997): Határtermőhelyeken található faállományok száradása a Kemenesháton. In: Dr. Tar K. - Szilágyi K. (szerk.): Erdő és klíma II., Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 201-205

- BLACK, R. (2010): UN climate body admits 'mistake' on Himalayan glaciers, BBC News <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8468358.stm>
- BURNS, C.E. - JOHNSTON, K.M. – SCHMITZ O.J.S. (2003): Global climate change and mammalian species diversity in U.S. National Parks. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 100(20):11474 –11477.
- BÜRGI, A., BRANG, P. (2001): Das Klima ändert sich – wie kann sich der Waldbau anpassen? Wald und Holz 3/01. 43–46.
- CZELNAI RUDOLF (2007) A legnagyobb játszma Időszerű gondolatok a klímaváltozásról. Természet Világa, 138. évfolyam, 4. szám, 2007. április <http://www.termeszetvilaga.hu/>
- CSÉPÁNYI P. (1997): Milliós károkat okozó ónos eső a Pilisi Parkerdőben. In: Tar K. - Szilágyi K. (szerk.): Erdő és klíma II., Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 119-123
- CSÓKA GY. (1992): A hazai kocsánytalantölgy-pusztulás menete 1983-tól napjainkig. Erdészeti Lapok 127: 313-314.
- CSÓKA GY.-TÓTH J.-KOLTAY A. (1999): Trends of the sessile oak decline in North-Eastern Hungary In: Forster, G.-Knizek, M.-Grodzki, W. (szerk.): Methodology of Forest Insects Disease Survey in Central Europe. Proceedings of the Second Workshop of the IUFRO WP. 7.03.10. Sion
- CSÓKA GY.- LESKÓ K. (1994): Klimatikus anomáliákat indukáló erdei rovarok. In: Erdő és Klíma konferencia kötet, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 163-170
- CSÓKA GY. - KOLTAY A. - HIRKA A. - JANIK G. (2007): Az aszályosság hatása kocsánytalan tölgyeseink és bükköseink egészségi állapotára. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 229-238
- CSÓKA P. (2000): Viharkárok Nyugat-Európában. Erdészeti Lapok CXXXV. Évf. 2. szám 45.
- EDER, A. (2000): Holzströme in der österreichischen Volkswirtschaft. Untersuchung der Verflechtung der österreichischen Forst- und Holzwirtschaft an hand von Input-Output-Tabellen. Schriftenreihe des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage. Ulmer, Stuttgart. 1096 S.
- EU FAP (2006): COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT on an EU Forest Action Plan, Brussels, 15.6.2006. http://ec.europa.eu/agriculture/fore/action_plan/com_en.pdf
- EU FS (1999): COUNCIL RESOLUTION of 15. 12. 1998 on a forestry strategy for the European Union (1999/C 56/01) Brussels, http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/1999/c_056/c_05619990226en00010004.pdf
- EUROPEAN COMMISSION (2009): The Conditions of Forest in Europe. Executive Report. EC, Brussels

- EYERER P.- REINHARDT H.W. (2000): Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden. Bau-Praxis Birhäuser, Basel. 233
- FAOSTAT: Forestry Data. Roundwood, Sawnwood, Wood-Badsed-Panels. Internet.
- FARAGÓ S. (2005): A klímaváltozás valószínűsíthető hatásai a hazai vadgazdálkodásra. In: Csete L. (szerk.): „Agro-21” Füzetek Klímaváltozás-hatások-válaszok 43. sz., „Agro-21” Kutatási Programiroda, Budapest, 87-103
- FREY , R. L.: Staehlin-witt, E.: Blöchinger, H. (1993): Mit Ökonomie zur Ökologie. Analyse und Lösungen des Umweltproblems aus ökonomischer Sticht. 2.; überarb. u. erw. Auflage. Helbling und Lichtenhahn, Schäffer-Poeschel, Basel, Frankfurt, Stuttgart. 308 S.
- FÜHRER E. (1989): Kocsánytalan tölgyes állományok megbetegedése és az időjárás közötti összefüggés elemzése. Az Erdő 38 (7): 296.
- FÜHRER E.–JÁRÓ Z. (2000): Aszály és a belvíz érvényesülése a Nagyalföld erdőművelésében I. Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai 12.
- FÜHRER E. - JAGODICS A. (2007): A klímátényezők és a klímajelző fafajok szervesanyagképzése közötti ökológiai összefüggés. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 269-280
- FÜHRER E. - MÁTYÁS CS. (2007): A klímaváltozás hatása a hazai erdőtakaróra. In: Csete L. (szerk.): „Agro-21” Füzetek Klímaváltozás-hatások-válaszok 48. sz., „Agro-21” Kutatási Programiroda, Budapest, 35-38
- GÓBER Z. (2005): A Zalaerdő Rt. kezelésében lévő területeken 2004-ben végbement erdőpusztulás értékelése. Erdészeti Lapok CXL. Évf. 5. szám 156-159.
- GYÖRFI JÁNOS (1957): Erdészeti rovartan. Akadémiai Kiadó, Budapest, 670 p.
- HALPIN, P.N. (1997): Global climate change and natural-area protection: Management responses and research directions. In: Ecological Applications 7(3):828–843.
- HÉJJ B. (2007): A bükkpusztulás gazdasági hatásainak elemzése a Zalaerdő Zrt Csácsi erdőtömbjében. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Matematikai és Ökonómiai Intézet. Sopron 11p.
- HÉJJ B. - ILLYÉS B. - MAROSI GY. (1988-89): A tölgypusztulás ökonómiai értékelése és finanszírozása. Erdészeti Kutatások, Vol. 80-81., 205-207.
- HÉJJ – ILLYÉS – MAROSI (1989): Erfahrungen bei der ökonomischen Bewertung und der Finanzierung des Eichenstrebens in Ungarn, in Bewertung von Waldschäden, Schriften aus dem Institut für Forstliche Betriebswirtschaft und Forstpolitik, Heft 8., Wien, 92-96.
- HÉJJ B.-ILLYÉS B. (1993): A többcélú erdőgazdálkodás újabb eredményei Magyarországon. Erdészeti Kutatások, 82-83. évf. II. kötet, 113-132

- IPCC, 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change (Houghton J.T., et al., eds.), Cambridge Univ.. Press, Cambridge, UK. & New York, N.Y. USA, 881 p. [http://:www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. [http://:www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- IGMÁNDY Z.-PAGONY H.-SZONTAGH P.- VARGA F. (1984): Beszámoló a kocsánytalan tölgyeseinkben fellépett pusztulásról 1978-1983. *Az Erdő* 33 (8): 334-341.
- IGMÁNDY Z. (1985): A kocsánytalan tölgypusztulás Magyarországon. *Magyar Tudomány* 30. sz. 456-459
- ISTVÁNFFY L. (2006): A szén-dioxid tündöklése és hanyatlása. *Erdészeti Lapok CXLI. Évf. 7-8. szám* 236-237.
- IVERSON, L.R.- PRASAD, A.M. (2002): Potential redistribution of tree species habitat under five climate change scenarios in the eastern U.S. *Forest Ecology and Management* 155:205–222.
- JÁRÓ Z.-TÁTRAALJAI E.-NÉ (1984): A fák éves növekedése. *Erdészeti Kutatások* 76-77. 221-246.
- JÖBSTL, HANS A. (2002): „Bevezetés az erdészeti és faipari számvitelbe” *Kommissionssverlag, Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, Wien* in Lett B. (2007) szerk: *Erdészeti számvitel és pénzgazdálkodás. kézirat, Sopron*, 322-336.
- JUMP A.S.-HUNT, J.M.-PENUELAS J. (2006): Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus Sylvatica*. *Global Change Biology* 12 (11), 2163-2174
- KAINZ, D. (2004): *Creating Value. Globale Schnittholzmärkte. Unveröffentlichter Vortrag (Powerpoint Präsentation) vor dem Verband der Holzwirte Österreichs am 24.11., Wien*,
- KARJALAINEN, T.-ZIMMER, B. –BERG,ST.-WELLING,J.-SCHWAIGER, H.-CORTIJO,F.-CORTIJO, P. (2001): Energy, Carbon and Other Material Flows in the Life Cycle Assessment of Forestry and Forest Products. Discussion Paper 10, 2001, European Forest Institut (EFI), Joensuu, 68.
- KERÉKGYÁRTÓ GY. (2008) *Mikroökonómia mérnököknek és műszaki menedzsereknek Műegyetemi kiadó, Budapest*
- KERESZTESI B. (1971): *Magyar erdők: Jóléti erdőgazdálkodás. Második, bővített kiadás Budapest, Akadémiai, 1971, 431 p.*
- KIRÁLY L.-MÉSZÁROS K. (1991): Die Sozialfunktion des Waldes in der forstlichen Planung und ihr wirtschaftliche Folgen in Ungarn. IUFRO Symposium, Göttingen.
- KOPÁNYI M. (1990): A vállalat kínálata kompetitív piacon. In: Kopányi M. (szerk.): *Mikroökonómia, Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 182-199.*

- KOPÁNYI, M. (Szerk.) (1990): Mikroökonómia. Aula Kiadó,
- KUUSELA, K. (1994): Forest resources in Europe 1950-1990. In: European Forest Institute Research Report No. 1. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- LÁNG I. (2005): Éghajlat és időjárás: változás – hatás – válaszadás. In: Csete L. (szerk.): „Agro-21” Füzetek Klímaváltozás-hatások-válaszok 43. sz., „Agro-21” Kutatási Programiroda, Budapest, 3-10
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Fischer, Jena. 462 S
- LASCH P. (2008): Europäische und regionale Projektionen der künftigen Klimaentwicklung – Bedeutung der Vegetation als Senke und Quelle von Kohlenstoff
- POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG e.V., Pro Silva Konferenz 2008. 06.19. Potsdam, Germany. <http://www.pik-potsdam.de/members/lasch/webseite-p-lasch/presentation/ps>
- LESKÓ K. (1993): A mecseki és zselici bükkösök egészségi állapota. In: WoodTech Erdészeti Szakmai Konferencia. Sopron. 1993.05.06-1993.05.07. EFE 59-63.
- LETT B. (2007a): Az erdőgazdálkodás hozamai és ráfordításai. In: Lett B.: Erdészeti számvitel és pénzgazdálkodás. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 194-238.
- LETT B. (2007b): Javított eredményszámítás az erdővagyon-változások és az erdészeti üzemek környezeti szolgáltatásainak figyelembevételével. In: Lett B.: Erdészeti számvitel és pénzgazdálkodás. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 322-335.
- LOGAN, J.A. - POWELL J.A. (2001): Ghost forests, global warming, and the mountain pinebeetle. In: American Entomologist 47(3):160 –173.
- LOGAN, J.A., -GNIE, J. – POWELL, J.A. (2003): Assessing the impacts of global warming on forest pest dynamics. In: Frontiers in Ecology and Environment 1(3):130 –137.
- LOMBORG, B. (2001): The sceptical environmentalist, Measuring the Real State of the World Cambridge University Press, Cambridge, UK
- LOMBORG, B. (2007): Cool It, The Skeptical Environmentalist's Guide To Global Warming Kindle Edition, New York
- MAIER, G. (1995): Analyse der Beschaffung von Rundholz in der Sägeindustrie Österreichs. Boku Wien Dissertationen 42, Österreichischer Kunst- und Kulturverlag, Wien
- MALMSHEIMER, R.- HEFFERNAN, P.- BRINK, S.- CRANDALL, D.-DENEKE, F. - GALIK, C. – GEE, E. -HELMES, A. J. -MCCLURE, R.W. - MORTIMER, N. - RUDDLELL, M. - SMITH, S. - STEWART, M. (2008): Forest Management Solutions for Mitigating Climate Change in the United States. In: Journal of Forestry. April/May 2008. 115-173
- MANTEL, K. (1990): Wald und Forst in der Geschichte: Ein Lehr- und Handbuch. Mit einem Vorwort von Helmut Brandl. nach dem Tode des Verfassers für den Druck bearbeitet von Dorothea Hauff. Alfrid-hannover, Schaper, 518 S.

- MÁRKUS L. - MÉSZÁROS K. (1997a): Az erdőérték-számítás elmélete. In: Márkus L. - Mészáros K.: Erdőérték-számítás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 67-143.
- MÁRKUS L. - MÉSZÁROS K. (1997b): Az erdőértékelés új feladatai és eljárásai. In: Márkus L. - Mészáros K.: Erdőérték-számítás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 143-199.
- MAROSI GY. (1986): Az erdőgazdálkodás eredményességét befolyásoló adottságok. Erdészeti Kutatások. Vol. 78., 411-414.
- MAROSI GY. (1994): A környezeti hatásvizsgálatok jelentősége az erdőgazdálkodásban. Erdészeti szakmai konferencia kiadványa. (WoodTech keretében), 84-87.
- MAROSI GY. (1995): A környezeti hatásvizsgálatok jelentősége az erdőgazdálkodásban. Országos Agrár Ph.D. Konferencia kiadványa
- MAROSI GY. (1998): Az ökonómiai osztály kutatásai. In: Führer E. (szerk.): Erdészeti Kutatások, Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest, 131-142.
- MAROSI GY. - GÓLYA J. – RUMPF J.- SZÁNTÓ P. – SZIGETHI M. (1999): A Szombathelyi Erdészeti Rt. erdőgazdálkodásának jövedelmezősége. ERTI munkaanyag, Sopron
- MAROSI GY (2008): A Szombathelyi Erdészeti Zrt. Erdőgazdálkodási Jövedelmezőségének értékelése. ERTI kutatásfejlesztési projekt, kézirat, Budapest
- MÁTYÁS CS. (1996): Erdészeti Ökológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- MÁTYÁS CS. (1997): A feltételezett klímaváltozáshoz adaptálódás genetikai és migrációs feltételei és korlátai In: Tar K. - Szilágyi K. (szerk.): Erdő és klíma II., Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 18-24
- MÁTYÁS CS. (2004a) Erdészet és klimatológia: két tudományterület évszázados kapcsolata. In: Mátyás Cs.-Vig P. (szerk.): Erdő és klíma IV., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 7-12
- MÁTYÁS CS. (2004b): A természetes növénytakaró, az erdő klímaérzékenysége, A Természet Világa 2004/II. különszáma, 70-73
- MÁTYÁS CS. (2005): Klímaváltozás, szénmegkötés és az erdőtakaró labilitása In: Csete L. (szerk.): „Agro-21” Füzetek Klímaváltozás-hatások-válaszok 43. sz., „Agro-21” Kutatási Programiroda, Budapest, 80-85
- MÁTYÁS CS. (2006a): A szén-dioxid koncentráció emelkedése nem tréfadolog. Erdészeti Lapok CXLI. Évf. 9. szám 261.
- MÁTYÁS CS. (2006b): Gének, Ökoszisztémák, Gazdálkodás: Erdészet, paradigmaváltás után. Acta Silvatica & Lignaria Hungarica Különszám. MTA Erdészeti Bizottsága, Sopron
- MÁTYÁS CS. (2006c): Helyzetjelentés a világ erdeinek állapotáról. Erdészeti Lapok CXLI. Évf. 9. szám 254-256.

- MÁTYÁS CS. (2006d): Migratory, Genetic and Phenetic Response Potential of Forest Tree Populations Facing Climate Change, Mátyás Cs. (szerk.): Acta Silvatica & Lignaria Hungarica Vol 2., MTA Erdészeti Bizottsága, Sopron, 33-46
- MÁTYÁS CS. (2008): Valóban vándorolni fognak-e erdeink a klímaváltozás következtében? Erdészeti Lapok CXLIII. Évf. 1. szám 18-20.
- MÁTYÁS CS. - CZIMBER K. (2000): Zonális erdőtakaró mezoklíma szintű modellezése: lehetőségek a klímaváltozás hatásainak előrejelzésére. In: Kircsi A. (szerk.): Erdő és klíma III., Debreceni Egyetem TTK Meteorológiai Tanszék, Debrecen, 83-97
- MÁTYÁS CS. - CZIMBER K. (2004): A zonális alsó erdőhatár klímaérzékenysége Magyarországon – előzetes eredmények. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma IV., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 35-44
- MÁTYÁS CS. - NAGY L. - UJVÁRINÉ JÁRMAY É. (2007): Klimatikus stressz és a fafajok: genetikai válaszreakciója az elterjedés szárazsági határán: elemzés és előrejelzés. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 241-254
- MIKA J. (2007a): Új eredmények és összevetések a klímaváltozás hazai sajátosságairól. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 13-27
- MEYER D. (Szerk.) (1989): Bevezetés a makroökonómiába. Aula Kiadó
- MÉSZÁROS I.-KANALAS P.- KONCZ P. - VERES SZ. - SÁRVÁRI É. - OLÁH V. - SZÓLLÓSI E. (2007): A kocsánytalan tölgy és csertölgy ökofiziológiai sajátosságai kontrasztos időjárású években. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 183-196
- MOLNÁR M.-LAKATOS F.. (2006): A bükk tömeges pusztulása Zala megyében. Erdészeti Lapok CXLI. Évf. 2. szám 48-51.
- NAGY D. (2004): Erdőtüzek a világban. Erdészeti Lapok, CXXXIX. 4. szám, 122-124.
- OeSTAT/Statistik Austria (1966-2005): Agrarpreisstatistik. Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugerpreise (1956-2004). Schnellberichte, Wien
- PÁLINKÁS K. (2006): National Geographic Magyarország Budapest, Magyarország. <http://www.geographic.hu/index.php/fotopalyazat/fotopalyazat/nyomtathato.php?act=napi&id=7772>
- PERSSON, B. (1998): Will climate change affect the optimal choice of Pinus sylvestris provenances? In: Silva Fennica 32(2), 121-128
- RUMPF J. (2003): Erdőhasználatlan - Oktatási segédlet; Erdészeti szakértői, szaktanácsadói továbbképző tanfolyam jegyzete, NYME Erdőmérnöki Kar, Sopron, 91 p.
- RUMPF J. – BIRÓ B. (2003): Examination of false heartwood forming in beech tree in the woods of SEFAG Rt., Hungarian Agricultural Engineering. Gödöllő, 52 – 53. p.

- RUMPF J. – BIRÓ B. (2004): Examination of false heartwood forming in beech tree by means of computer-tomograph. Hungarian Agricultural Engineering. Gödöllő, 63 – 64. p.
- RUMPF J. – GÓLYA J. (2005): Főbb fafajok választék összetétele a mellmagassági átmérő függvényében, Kutatási jelentés. Sopron
- RUFF J.–KENDERES K. (2005): Széldöntések tanulságai. Erdészeti Lapok CXL. évf. 3. szám 94-96
- RAKONCZAI J. (2003): Globális környezeti problémák; Lazin Könyvkiadó, Szeged, 192+16 p.
- SAMUELSON A. P., NORDHAUS D. W. (1990): Közgazdaságtan I. II. III. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
- SCHMITHÜSEN, F. - KAISER, B. - SCHMIDHAUSER, A. - MELLINGHOFF, S. - KAMMERHOFER, A.W.: (2007a): Erdőgazdálkodás és fafeldolgozás. In: Schmithüsen, F. - Kaiser, B. - Schmidhauser, A. - Mellinghoff, S. - Kammerhofer, A.W.: Vállalkozói magatartás az erdőgazdálkodásban és a fafeldolgozásban. NYME Erdő és Fahasznosítási Regionális Egyetemi Tudásközpont, Sopron, 29-73.
- SCHMITHÜSEN, F. - KAISER, B. - SCHMIDHAUSER, A. - MELLINGHOFF, S. - KAMMERHOFER, A.W.: (2007b): Stratégiatervezés és controlling. In: Schmithüsen, F. - Kaiser, B. - Schmidhauser, A. - Mellinghoff, S. - Kammerhofer, A.W.: Vállalkozói magatartás az erdőgazdálkodásban és a fafeldolgozásban. NYME Erdő és Fahasznosítási Regionális Egyetemi Tudásközpont, Sopron, 383-425.
- SCHMITHÜSEN, F., KAISER B., SCHMIDHAUSER A., MELLINGHOFF S., KAMMERHOFFER W. A. (2007): Vállalkozói magatartás az erdőgazdálkodásban és a fafeldolgozásban, NYME-ERFARET, Sopron,
- SCHWARZBAUER, P. (2002): Die Ressource Holz in Europa - Verfügbarkeit - Handelsströme - Wertschöpfung Lignovisionen, 2, 11-18,
- SCHWARZBAUER, P. (2007): Einflüsse von Schadholzmengen auf Rohholzpreise. Eine quantitativ-statistische Analyse am Beispiel Österreichs. Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung, 178.évf. 1-7
- SCHWARZBAUER, P.(2009): Einflüsse von Schadholzmengen auf Rohholzpreise. Eine quantitativ-statistische Analyse am Beispiel Österreichs. Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Institut für Marketing & Innovation
- SCHWARZBAUER, P. (2005): Der Holzmarkt in Österreich und Europa. Holzbau – Kooperation im ländlichen Raum. Präsentation, Linz
- SOLYMOS R. (2005): A Föld erdei, az erdők fenntartásának és fejlesztésének tudományos alapjai. Erdészeti Lapok CXL. Évf. 5. szám 145-148.
- SOMOGYI Z. (2007a): A klíma, a klímaváltozás és a fanövekedés néhány összefüggéséről. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 281-293

- SOMOGYI Z. (2007b): A Kyotoi Jegyzőkönyv és az erdők. Erdészeti Lapok CXLII. Évf. 5. szám 152-154.
- SOMOGYI Z. (2007-2008): A hazai erdők üvegház hatású gáz leltára az IPCC módszertana szerint. In: Führer E. (szerk.): Erdészeti Kutatások, Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest, 145-162.
- SPIECKER, H.-MIELIKÄINEN, K.-KÖHL, M-SKOVSGAARD, J.P. (1996): Growth trend sin European foress. European Forest Institute Research Report No. 5. Springer
- STANDOVÁR T. –SOMOGYI Z. (1998): Corresponding patterns of site quality, decline and tree growth in a sessile oak stand. European Journal of Forest Pathology 28: 133-144.
- STERN, N. (2006): STERN REVIEW: The Economics of Climate Change Cambridge, U.K. <http://62.64.176.164/6520.htm>
- SZABADOS I. (2007): Időjárási fluktuáció hatása a produkcióra dendrokronológiai kutatások alapján. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 295-305
- SZABADOS I. (2008): Változó klíma – mit mondanak a fák? <http://www.erti.hu/vandor.php?id=1#eload>
- SZALAI S.-KONKOLYNÉ B.Z.-LAKATOS M.-SZENTIMREY T.(2005): Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig. OMSZ, 12.
- SZENTKIRÁLYI F.-LESKÓ K.-KÁDÁR F. (1994): Jeleznek-e a klímaváltozást a fénycsapdás rovargyűjtések? Erdő és Klíma konferencia kötete 171-179.
- SZEPESI A.-SOLTI GY.(2001): A légszennyezés erdőkre gyakorolt hatásának megfigyelésére alakult európai program és a nagyterületű felmérés hazai eredményei. Gondolatok az erdővédelemről az ezredfordulón. Az MTA Erdészeti Bizottsága és az Erdészeti Tudományos Intézet jubileumi ülése. ERTI Kiadványai 15. 59-80.
- SZÉP T. (1987): A szúkárosítás vizsgálata a Kőszeg-hegységi lucosokban. Diplomaterv, kézirat. 42 p.
- SZÉP T. (2008): Vas megye lucfenyő nélkül? Erdészeti Lapok CXLIII. Évf. 4. szám 120-121
- SZÉP T. (2009): A klímaváltozás hatása a Nyugat-Dunántúli régió erdőgazdálkodására. In Lett B. et al. (szerk): Múlt és Jövő, Kisparaszti szálalás a Vendvidéken. Soproni Felsőoktatási Alapítvány, Sopron 187-207
- SZÉP T.- BORBÉLY L. (1995): A fatermesztés gazdaságosságának vizsgálata a Kemeneshát tájrészletben. Erdészeti Lapok CXXX. Évf. 1. szám 6.
- SZONTAGH P. (1987): Bükköseink rovarügyi problémái. In: Seprős I. (szerk.): 33. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest, MAE Növényvédelmi Társaság 42.

- SZONTAGH P. (1988): Késői fagyok szerepe a bükk korai pusztulásának kárláncolatában. In: Bartha S. (szerk.): I. Magyar Ökológus Kongresszus. Budapest. 1988.04.27-1988.04.29. MTA 192
- SZONTAGH P. (1989): Rovarak okozta károk bükköseinkben. Állattani Közlemények 75 (1-4): 107-112
- TASNÁDY P. (2005): Klímaváltozás és erdőgazdálkodás In: Csete L. (szerk.): „Agro-21” Füzetek Klímaváltozás-hatások-válaszok 46. sz., „Agro-21” Kutatási Programiroda, Budapest, 57-65
- TASNÁDY P. (2006a): Klímaváltozás és erdőgazdálkodás. Erdészeti Lapok CXLI. Évf. 1. szám 5-6.
- TASNÁDY P. (2006b): Klímaváltozás és erdőgazdálkodás II. Erdészeti Lapok CXLI. Évf. 2. szám 38-40.
- TASNÁDY P. (2006c): Klímaváltozás és erdőgazdálkodás III. Erdészeti Lapok CXLI. Évf. 3. szám 78-79.
- TÓTH J. (2000) A vihar, Erdészeti lapok CXXXV. Évf. 2. szám 45.
- TÓTH J.-PAGONY H.-SZONTAGH P. (1995): A magyarországi bükkösök egészségi állapota. In: Az erdők egészségi állapotának változása. Budapest, 1995. 03.02. MTA Erdészeti Bizottság 77-81.
- VAJNA L. (1995): A hazai erdők állapotromlásának patológiai értelmezése: a „leromlás” jelenség. In: Az erdők egészségi állapotának változása. Budapest, 1995.03.02. MTA Erdészeti Bizottság 55-60
- VIG P. (2007): Az inszoláció változásainak hatása erdeink vízháztartására. In: Mátyás Cs. - Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 351-360
- WILLIAMS, D.W.- LIEBHOLD, A.M. (2002) Climate change and the outbreak ranges of two North American bark beetles. Agricultural and Forest Entomology 4:87-99.
- WWF (2006) Climate change: faster, stronger, sooner. Brussels, Belgium. http://assets.panda.org/downloads/wwf_science_paper_october_2008.pdf
- ZSENI A. (2008) Az antropogén légkörszennyezés globális folyamatai. Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék, prezentáció <http://www.sze.hu/~horvbal/Kv4.pdf>

Ábrák jegyzéke:

2-1. ábra: A globális hőmérséklet változása az 1800-as évek közepétől	11
2-2. ábra: CO ₂ változása metán változása nitrogénoxid változása	12
2-3. ábra: Az A1B scenárió szerint a szeptemberi jégtakaró kiterjedésének múltbeli és jövőben várható változása.	12
2-4. ábra: A várható globális melegedés mértéke az egyes scenáriók szerint a következő.....	13
2-5. ábra: A tengerszint változás a különböző időpontokban készített IPCC jelentések alapján, összevetve a tényleges változással	13
2-6. ábra: A fizikai és biológiai rendszerekben, valamint a felszínhőmérsékletben bekövetkezett változások 1970-2004.	14
3-1. ábra: A természetes és az emberi közreműködéssel keletkezett anyagok hatása a klímaváltozásban 2000. év az 1750-es évek bázisán	17
3-2. ábra: A kínálat és a kereslet külső gazdasági hatások mellett	18
3-3. ábra: Az új technológiák tömeges megjelenésének hatása a határkölségre.....	21
4-1. ábra: Az erdőirtás fő gócpontjai (bordó szín) és az erdőterület növekmény fő területei (sötétzöld szín)	23
4-2. ábra: A világ széndioxid kibocsátása régiók szerint.....	23
4-3. ábra: A tüzesetek száma (oszlopdigram) és a leégett területek (kék vonal) nagyságának változása 1969-2007-ig az USA-ban.....	25
4-4. ábra: A fellépő hurrikánok, illetve tornádók gyakorisága és intenzitása az Amerikai Egyesült Államokban	25
5-1. ábra: Az egyes földrészek átlaghőmérsékleti változása az elmúlt 100 évben.	27
5-2. ábra: Az éves középhőmérséklet változása a 20. században.....	28
5-3. ábra: Az éves csapadékmennyiség változása a 20. században.....	28
5-4. ábra: Koronaállapot változás az európai állományalkotó fafajok esetében	30
5-5. ábra: Boreális erdők károsodottsága	30
5-6. ábra: Közép-európai elegyes lombdők károsodottsága	30
5-7. ábra: A Dél-európai örökzöld lombdők károsodottsága	30
5-8. ábra: A szárazsági erdőhatár előretörése.....	32
6-1. ábra: Havi középhőmérsékletben és havi csapadékösszegben várható változások évszakos összehasonlítása a Kárpát-medencére, 4 scenárió, 16 modell felhasználásával.....	34
6-2. ábra: A csapadékos napok számának (üres kör) és a napi átlagos csapadékmennyiségnek a változása	35
6-3. ábra: Az átlaghőmérséklet változása Magyarországon 1975-2004 között.	37
6-4. ábra: Az erdőssztyepp előfordulási valószínűsége:	39
6-5. ábra: Az egészségügyi termelések fafajonkénti változása az elmúlt tíz évben a Zalaerdő Zrt. területén.....	42
6-6. ábra: Egészségügyi termelések országosan 2004-től.....	43
6-7. ábra: A lucfenyő telepítések időszaka az Alpoknál korosztályok szerinti megbontásban, a XX. században készült üzemtervek alapján	45
7-1. ábra: A bükk toleranciaindex-értékeinek területi alakulása a 2000-2003-as	50
7-2. ábra: A bükk tolerancia indexek előfordulási gyakorisága a magyarországi (zöld) és Vas-Zala megyei (sárga) bükkös állományokban.....	52
7-3. ábra: A bükk tolerancia határértékek eloszlása a Zalaerdő Zrt. és a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén.....	54
7-4. ábra: A károsítással érintett területnek a teljes területhez viszonyított aránya a bükk tolerancia index egyes sávjaiban	54

7-5. ábra: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok területi eloszlásának grafikus ábrázolása, a 2003 évre vonatkozó klimatolerancia értékeknek megfelelően	56
7-6. ábra: A bükk előfordulása Magyarországon a veszélyeztetettségi kategóriák szerint piros (1.): kifejezetten veszélyeztetett; világoszöld (2.) veszélyeztetett; sötétzöld (3-4.) megfelelő - kiváló	57
7-7. ábra: Az egészségügyi termeléssel érintett erdőrészek kor szerinti gyakorisága.....	58
7-8. ábra: Az egészségügyi termeléssel érintett állományok záródásának eloszlása és a kitermelés erélye	59
7-9. ábra: A bükk toleranciaindex-értékeinek területi alakulása a 2065 körül várható száraz periódusok hatására (a barna szín jelöli a bükk jelenlegi előfordulását.).....	62
7-10. ábra: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok eloszlásának grafikus megjelenítése, a 2065- re várható „átlag klímától” a 2003-as évhez hasonló extrémítás alapján kiszámított klimatolerancia értékeknek megfelelően.	64
8-1. ábra: A tiszta verseny körülményei között létrejövő egyensúly	68
8-2. ábra: A kereslet és kínálat összefüggése egy erdőkár fellépése esetén.....	70
8-3. ábra: A normál- és az egészségügyi fakitermelések változása 1970-től napjainkig Ausztriában.....	71
8-4. ábra: A normál és egészségügyi termelések (brm ³) aránya Magyarországon 1991-től.....	72
8-5. ábra: Általános egyensúlyi ármeghatározás modellje.....	73
8-6. ábra: A szúkárók (kék vonal) és a szél-, illetve hőtörések (zöld oszlop) mennyisége Ausztriában 1944-től	74
8-7. ábra: A Stora Enso fenyő fűrészüzemeinek költség struktúrája Ausztriában	75
8-8. ábra: Fenyő fűrészrönk árak az egyes országokban.....	76
8-9. ábra: A papírgyártás alapanyagainak változása	77
8-10. ábra: A fenyő fűrészrönk árak és a fenyő fűrészáru árindexének változása	79
9-1. ábra: A tölgy (T) és a cser (CS) faállományok élőfakészlet értékének változása a fatermési osztály függvényében.....	87
9-2. ábra: Az erdő jövedelmezőségének változása erdőkárok fellépése esetén (vonalazott terület jelzi a jövedelem-kiesést).....	88
9-3. ábra: Az erdő társadalmi hasznosságának a vágáskortól függő változása	90
10-1. ábra: Erdőgazdasági tájegységek Vas megyében	92
10-2. ábra: Fontosabb fafajok területaránya.....	93
10-3. ábra: A fafajcsoportok részesedése a fakitermelés volumenéből és árbevételeiből az elmúlt 5 évben	94
10-4. ábra: Átlagárak alakulása választékonként 2000-től napjainkig.....	95
10-5. ábra: Az összes fakitermelés és az egészségügyi termelés változása az elmúlt másfél évtizedben a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén	97
10-6. ábra: Fahasználattal érintett terület megoszlása használati módok szerint.....	104
10-7. ábra: Fakitermelés megoszlása használati módonként az elmúlt években, nettó m ³ -ben	105
10-8. ábra: Használati módok részesedése a bruttó fakitermelésből.....	106
10-9. ábra: LF EÜ termelések korosztályviszonyai 2004-2009.....	106
10-10. ábra: Az egészségügyi termelések aránya 2005 és 2007 között	107
10-11. ábra: A fakitermelési költségek aránya fafajonként az egyes erdészeti igazgatóságoknál a 2006-os évben.....	108
10-12. ábra: A kitermelt fatérfogat fajlagos fakitermelés költsége a 2006-os évben.....	109
10-13. ábra: Az infláció alakulása Magyarországon 1989-től	110
10-14. ábra: A fenyőrönk-termelés és az inflációval korrigált átlagár változása 1993-tól	110
10-15. ábra: Infláció Ausztriában 1990-től	112

10-16. ábra: A fenyő egészségügyi termelés és az inflációval korrigált fenyő papírfá átlagár változása 1993-tól	112
10-17. ábra: Árbevétel egységenként és fafajonként a 2006-os évben	113
10-18. ábra: A fajlagos árbevétel alakulás az egyes egységeknél a 2006-os évben.....	114
10-19. ábra: A fafajok fedezete az erdőhasználati üzemágban igazgatóságoként, a 2006-os évben	115
10-20. ábra: Területadatok alakulása az erdőművelésben.....	116
10-21. ábra: A kötelezettség alá vont területek alakulása	116
10-22. ábra: Az első kivitel megoszlása célállomány típusonként.....	117
10-23. ábra: A sikeresen erdősült felújítások fafaj megoszlása	118
10-24. ábra: 1 ha-ra jutó átlagos erdő felújítási költség	120
10-25. ábra: A fafajok átlagos éves jövedelmének összehasonlítása	122
10-26. ábra: Fafajok jövedelmezőségének összehasonlítása (belső kamatláb).....	123
11-1. ábra: A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság fafajainak területaránya 2001-ben	126
11-2. ábra: A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság fakitermelésének szerkezeti változása ..	127
11-3. ábra: A használati módok részesedése a nettó fakitermelésből a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság területén.....	128
11-4. ábra: A lucfenyő kitermelések korosztályviszonyai 2003-2009 között a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság területén.....	128
11-5. ábra: Az egyes fafajok területének és értékének változása 2001. és 2009. között.....	138
11-6. ábra: A tölgy és a lucfenyő állományok területe, értéke fatermési osztályonként, és ezen adatok változása a 2001-től 2009-ig terjedő időszakban	138
11-7. ábra: A fafajok területmegoszlása a korosztályok között a Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdőkben.....	140
11-8. ábra: A 90 éves vágáskorú lucfenyvesek értékváltozása, a faállomány értékét meghatározó függvény alapján, a kortól függően	141

Képek jegyzéke:

6-1. kép: Pusztuló tölgyek Sárvár közelében	41
6-2. kép: Elpusztult erdeifenyők a Kemenesháton	44
6-3. kép: A háttérben még élő, de károsodott, az előtérben már elpusztult lucfenyők	45
6-4. kép: Betűzőszú (<i>Ips typographus</i> L)	46
6-5. kép: Rézmetsző szú (<i>Pityogenes chalcographus</i> L.)	46
6-6. kép: Betűzőszú (<i>Ips typographus</i> L) rágásképe	47
6-7. kép: Rézmetsző szú (<i>Pityogenes chalcographus</i> L.) rágásképe	47
7-1. kép: Felső szintben lévő zárt, idős erdőben lévő bükk pusztulása Zala-megyében	60
9-1. kép: A klímakár miatt károsodott bükk rönk	82
9-2. kép: A szúkár miatt kitermelt lucfenyő rönk máglya	86
10-1. kép: Halmozódó szúkárosítás az Őrségben 2005-ben	119

Táblázatok jegyzéke:

7-1. táblázat: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok eloszlása a 2003 évre vonatkozó klímaterolerancia értékeknek megfelelően	56
7-2. táblázat: Átlagos csapadék és hőmérsékletváltozás a Kárpát-medencében az	61
7-3. táblázat: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok eloszlása, a 2065- re várható „átlag klíma” alapján kiszámított klímaterolerancia értékeknek megfelelően.	63
7-4. táblázat: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő bükk állományok eloszlása, a 2065- re várható „átlag klímától” a 2003-as évhez hasonló extrémítás alapján kiszámított klímaterolerancia értékeknek megfelelően	63
7-5. táblázat: Az egyes magyarországi régiókban elhelyezkedő a 2060- ra modellezett bükk állományok eloszlása, a várható „átlag klímától” a 2003-as évhez hasonló (átlagtól szárazabb) eltérés alapján kiszámított klímaterolerancia értékeknek megfelelően	66
8-1. táblázat: A fenyő fűrészrönk árak becsült árrugalmassága a fenyő fűrészáru viszonylatában	77
8-2. táblázat: A fenyő-iparifa árának becsült árrugalmassága a cellulóz, a vékony fűrészrönk, a faimport és a károsodott faanyag ára függvényében	78
10-1. táblázat: A Szombathelyi Erdészeti Zrt. kezelésében lévő lucfenyő állományok erdőterületére vonatkozó adatok	96
10-2. táblázat: Rangsoranalízis a fajlagos mutatók alapján	102
10-3. táblázat: A jövedelem 5 éves átlagértéke	103
10-4. táblázat: A mennyiségi károsítások 2002 évtől az erdősítésekben	118
10-5. táblázat: A Társaság erdőművelési felújításra vonatkozó naturális adatai 2006. évre ..	120
10-6. táblázat: Az erdő felújítás átlagadatainak változása a károsítás éveiben és az azt megelőző négy évben	121
10-7. táblázat: A főfafajok belső kamatlába és korszaki jövedelmezősége a Szombathelyi Erdészeti Rt. 1994-98 évekre vonatkozó gazdasági teljesítménye alapján	124
11-1. táblázat: A károsítással terhelt, a kárral nem érintett és a 2009 év tény összevont üzemelszámolása	130
11-2. táblázat: A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdők vagyonváltozása 2001 és 2009 között	137
11-3. táblázat: A Szentgotthárdi Erdészeti Igazgatóság kezelésében lévő erdők élőfakészletének és erdővagyonának változása 2001 és 2009 között	139

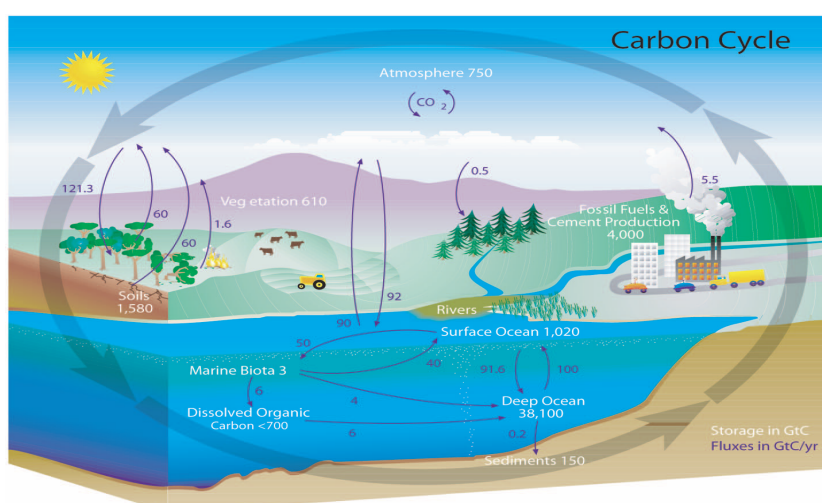
Mellékletek

4-1. melléklet

A szén emisszió kereskedelem hatása a jövedelmezőségre

Napjainkban az erdőkkel kapcsolatosan a társadalomkülönböző szintjein eltérő érdekek jelennek meg. Vannak olyan érdekek, amelyek az erdőhöz, mint gazdasági erőforráshoz, mind a fa és egyéb erdei termékek termelésének megújuló lehetőségéhez kapcsolódnak, mások, mint környezeti, természeti, táji erőforráshoz, továbbá, mint kulturális erőforráshoz kötődnek. Az Európai Unió belül a tartamosság a mai dinamikus fejlődés szerint egy multifunkcionális, nemcsak fatermelésre vonatkozó, hanem minden olyan használatra, amely az erdei ökoszisztémákra hatást gyakorol. Idetartozik az erdővédelmi funkciói, a rekreáció, a turizmus, a talajvédelem, a talajvíz és vízgyűjtő területek védelme. A legtöbb esetben egy és ugyanazon területen több fontos használati igény halmozódik egymásra. Ennek értelmében a multifunkcionális, azaz több célkitűzésnek megfelelő erdőgazdálkodás a jellemző Európában (Schmitthüsen et al. 2007b).

A multifunkcionális erdőgazdálkodás egy jó példája az erdő szénlekötési képessége. A légköri szénmegkötés jelentőségének felismerése kedvező helyzetbe hozta az erdőgazdálkodást. Egyrészt a szén-dioxid kvóták adásvétele kapcsán, az erdő, mint elnyelő további finanszírozást kaphat, másrészt azok számára is elfogadhatóvá teheti az erdőgazdálkodást, akik eddig kritikusán szemlélték. Ezen túl olyan pozitív változásokat is hozott, ami az erdő fatermékeinek jobb piacra helyezését teszi lehetővé. A faanyagok bútorba, építőanyagba való beépítésével évtizedekre kivonható ez az elem a légkörből. A szénszemleges bioenergetikai faanyag hasznosítás pedig új lehetőségeket teremthet a gyengébb minőségű választékok számára. Az erdőgazdálkodás az egyetlen olyan gazdasági tevékenység, amely azon túl, hogy szénszemleges, jelentős mennyiségű atmoszférikus szén, tartós kivonását teszi lehetővé (1. ábra). Mindez az erdőgazdálkodás ökológiai, társadalmi, gazdasági megítélését meg kell, hogy változtassa, és önbizalmat kell, hogy adjon a jövőre (Mátyás 2006a).



1. ábra: A szénkörforgás a NASA adatai alapján⁶⁰

⁶⁰Forrás: http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle/carbon_cycle4.html

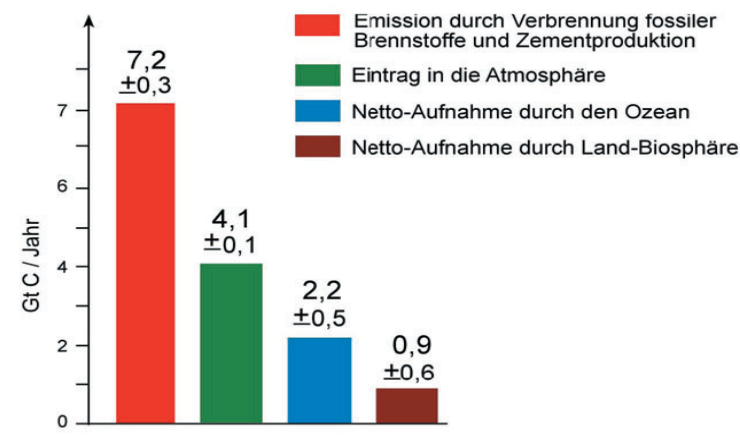
Összehasonlítva a magyar átlagos erdei ökoszisztémákban a föld feletti biomasszában, és a föld alatt tárolt szénmennyiségeket, akkor elég meglepő módon, a föld alatt a szénmegkötés magasabb, mint a föld fölött. Az erdőgazdálkodás során kivonjuk a szenet az erdőből a fakitermelés révén. Mintegy 2,6 millió tonna szén lehet évente tartósan lekötni. Amennyiben nem gazdálkodunk, magára hagyjuk az erdőállományokat, akkor a tartós szénmegkötés a talajra korlátozódik, ez a mennyiségi növekmény mindössze kb. 0,9 millió tonnát tesz ki évente. Ugyanakkor stratégiai szempontból a szénlekötés növelésében az új erdők telepítése a meghatározó. Ennek ellenére fontos a gazdasági erdők fatermésének ipari hasznosítása is. Bármennyire is elítélendőnek tűnik, hogy deszkát készítünk az élő fából, az ipari felhasználás, bútorgyártás, az építőipar tartós faszervezeti beépítése a szénmegkötés szempontjából előnyös (Mátyás 2005).

A klímaváltozást a Föld országai és az ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye, 1992 óta próbálják nemzetközi szinten kezelni. A keretegyezmény meglehetősen általánosan fogalmaz, általánosságban ugyan, de utal az erdőkre is. A fejlettebb országok ehhez kapcsolódva 1997-ben konkrét számokban kifejezett számon kérhető vállalásokat is tettek. E vállalásokat az ún. Kyotoi Jegyzőkönyvben rögzítették. A Kyotoi Jegyzőkönyv legfontosabb célja a klímaváltozás előidézéséért felelőssé tehető hat üvegházhatású gáz (ÜHG) kibocsátásának a mérséklése. Ebben vállalták, hogy 1990-hez képest összességén 5,2%-kal csökkentik e gázok emisszióját. A rendszer kidolgozása rögtön a Kyotoi Jegyzőkönyv megszületését követően elindult, és napjainkban is tart. Azok az országok, akik ratifikálták a jegyzőkönyvet ún. „üvegházhatású gázleltár”-ban kell elszámolniuk. A Kyotoi Jegyzőkönyv ugyanakkor az egyes országok döntésére bízta, hogy az erdőgazdálkodást bevonják-e ebbe a folyamatba. Mivel hazánkban az erdők jelenleg nettó szénelnyelők – és remélhetőleg a jövőben is azok maradnak –, ezért Magyarország, több ország (Csehország, Dánia, Egyesült Királyság, Finnország, Franciaország, Litvánia, Lengyelország, Németország, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Svédország, Szlovénia) mellett úgy döntött, hogy az erdőgazdálkodást bevonja az elszámolásba (Somogyi 2007-2008).

Az Európai Unió országaitól a Riói Klímaváltozási Keretegyezmény sok bírálatot kapott a túl általános megfogalmazások, a kötelezettségek pontos megjelölésének hiánya okán. Kyotóban – elsősorban Európai nyomásra – már 1997-ben kompromisszumos megállapodás történt. Az iparilag fejlett országok vállalták, hogy az 1990-es szinthez képest 5,2%-kal csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását 2012-ig. A fejlődő országok – attól tartva, hogy visszafogja gazdasági fejlődésüket – ezt a kötelezettséget már nem vállalták. Köztudott az Egyesült Államok törvényhozása nem ratifikálta a megállapodást. Oroszország pedig hét évig lebegtette szándékát, és csak 2004 őszen csatlakozott a megállapodáshoz. Ily módon csak 2005. február 16-án lépett jogilag életbe a Kyotói Jegyzőkönyv. Az Európai Unió országai átlagosan 8%-os csökkentést vállaltak, Magyarország pedig 6%-ot azzal a könnyítéssel, hogy a bázisév 1987/1988 lett (Láng 2005).

Az erdők most már nemzetközileg is elismert funkciója közé tartozik szénmegkötő képességük, a bioszféra többi elemével együtt (2. ábra). Ez hatással lehet az erdők kezelésének társadalmi megítélésére. A szénlekötési funkció ugyanakkor kivételes az erdő pozitív externáliái között abban a tekintetben, hogy értékét várhatóan pénzben is ki lehet fejezni. Ennek egyik oka, hogy megoldják a szén-dioxid kibocsátások egységeivel való nemzetközi kereskedést. Az emissziós piac a kereslet és kínálat hatása alatt áll, vagyis az emissziós egységár függ attól, hogy az egyes országok milyen mértékben tudják vállalásaikat teljesíteni. Egy tonna szén-dioxid kibocsátás értékét a Világbank 2012-re 20 Euro körülire becsülte. Amennyiben az erdőtelepítések a normál ütemben folytatódnak az évi szén-dioxid lekötés elérheti az 1 millió tonnát. Az erdőgazdálkodási ággal hasznosított többi területen feltehetően további 1 millió tonna szénelnyelés számolható el. A kettőből összesen magyar erdőkre elszámolható szénelnyelés elérheti a 2 millió tonnát. Amennyiben ez értékesíthető lenne,

akár 10 milliárd Ft-nál is nagyobb összeggel nőhetne a magyar erdőgazdálkodás jövedelme. A hazai erdők nettó fakitermeléseket is figyelembevevő becsült szénelnyelése jelenleg mintegy 4-5 millió tonna. A kyotói szabályok szerint azonban ennek csak egy kis része érvényesíthető, ennek alapvető oka, hogy a klímátárgyalásokon abban állapodtak meg, hogy csak olyan kibocsátás csökkenést, illetve elnyelést vesznek számításba, amelyek tényleges emberi behatások eredményei. Az erdő esetében az emberi behatással történő szénelnyelés nehezen bizonyítható „a fák maguktól is nőnek”. Ezért a meglévő erdők nettó szénelnyelésének csak 10-15%-a számítható bele az ország szén-dioxid gázegyenlegébe (Somogyi 2007b).



2. ábra: A széndioxid emisszió és az „szénelnyelés” egyenlege ⁶¹

A továbbiakban még ki kell dolgozni annak módszerét, hogy az erdőknek a jövőben várható emisszió kereskedelemben, a közgazdasági értelemben, pénz nyelvére lefordított szénlekötési értéknek hogyan lehet érvényt szerezni az erdőgazdálkodási gyakorlatban. Erre még nem született egységes Európai Unió ajánlás. Az, hogy az országon belül hogy használjuk fel a nemzetközi szabályozás alapján pénzzé tehető szénmegkötést, az ország belső szabályozásának a függvénye. A jövőben az erdőgazdálkodásnak várhatóan egy új szempontra is kell figyelnie, az erdők szénegyenlegére. Ebben az erdőgazdálkodókat akár közvetve, akár közvetlenül érdekeltté kell tenni, hogy egy kyotói szempontokra figyelmet fordító erdőhasználat valósuljon meg. Ez elsősorban szakmapolitikai kérdés, és az érdekképviseleti szervezeteknek e tekintetben, a jövőben felelős szerep jut, hogy ne az erdőgazdálkodók feje fölött szülessenek meg a döntések. Ezzel kapcsolatosan már felvetődött, az a probléma, hogy a klímakereskedelmi törvényben (Magyarországon ez a 2005. évi XV. Törvény) az elosztási elv szerint üvegházhatású gáz kibocsátási vagyoneértékű jogot a legnagyobb ipari kibocsátók kapnak. Az erdők tulajdonosai, kezelői egyelőre nem kapják meg e jogukat az évente elnyelt bruttó szén-dioxid mennyisége után (Tasnády 2006a,b,c).

A szabályozás kialakításának lehetősége a KVVM kezében van, akinek egyelőre nem ismeretesek az ez irányú szándékai. Nem lenne helyénvaló, ha megvárnánk, amíg külső kényszerítő körülmények (különböző ENG-ok) hatására, erdészek részvétele nélkül erdőgazdálkodást közvetlenül érintő lépésekre kerülne sor. Nem egyszerűen résztvevői, hanem kezdeményezői, irányítói szerepet kell vállalnunk, a szükséges szakemberek (közgazdászok, talajtanosok, vegyészek) bevonásával. Nem feledkezhetünk meg arról, hogy nekünk, erdészeknek több a veszítenivalónk, mint a bennünket jogosan vagy ok nélkül bírálóknak. Hiszen egy rossz, káros beavatkozás bennünket nemcsak, mint a társadalom tagjait érinthet hátrányosan, hanem egzisztenciánkat is veszélyeztetheti (Marosi 1994).

⁶¹Forrás: IPCC (2007)