

**A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS VIZSGÁLATA A SOMOGYI ERDÉSZETI ÉS FAIPARI
RÉSZVÉNYTÁRSASÁG ERDŐÁLLOMÁNYAIBAN**

Biró Boglárka

Nyugat-Magyarországi Egyetem

Erdőmérnöki Kar

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola

Erdészeti műszaki ismeretek (E4) program

Témavezető:

Prof. dr. Rumpf János

2004

**A bükk álgesztesedés vizsgálata a Somogyi Erdészeti és Faipari Részvénytársaság
erdőállományaiban**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:
Biró Boglárka

Készült a Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási
Tudományok Doktori Iskola Erdészeti műszaki ismeretek (E4) programja keretében

Témavezető: Prof. dr. Rumpf János

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

TARTALOMJEGYZÉK:

1	BEVEZETÉS	1
2	IRODALOMFELDOLGOZÁS	2
2.1	AZ ÁLGESZTESEDÉS BIOKÉMIAJA	2
2.2	A BÜKK GESZTJÉNEK OSZTÁLYOZÁSA.....	4
2.2.1	<i>Vörös geszt (egészséges álgeszt)</i>	7
2.2.2	<i>Csillagos álgeszt</i>	7
2.2.3	<i>Abnormális geszt (patológikus nedves geszt)</i>	8
2.2.4	<i>Sebgeszt</i>	8
2.3	A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS KELETKEZÉSE, FORMÁI, IDŐBELI ÉS TÉRBELI TERJEDÉSE	9
2.3.1	<i>A bükk álgesztesedés kialakulásának kettős folyamata</i>	9
2.3.2	<i>A bükk álgesztesedést befolyásoló tényezők</i>	12
2.3.3	<i>Az álgesztesedést kiváltó tényezők</i>	17
2.3.4	<i>Az álgesztesedés megjelenési formái</i>	19
2.3.5	<i>Az álgesztesedés fejlődése az élő fában</i>	20
2.4	A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS KÜLÖNBÖZŐ ASPEKTUSAI AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSBAN ÉS A FAIPARBAN.....	21
2.4.1	<i>Az álgesztesedés kimutatása és vizsgálata az élő fában</i>	21
2.4.2	<i>A közelmúlt kísérletei</i>	22
2.4.3	<i>Az álgesztes bükk faanyagának tulajdonságai</i>	24
2.4.4	<i>Az álgesztes bükk faanyagának ipari felhasználhatósága</i>	30
2.4.5	<i>A bükk álgesztesedés és az erdőművelés kapcsolata</i>	30
2.5	A BÜKK ÁLGESZTESEDÉSÉVEL KAPCSOLATOS LEGFONTOSABB HAZAI KUTATÁSOK.....	32
2.5.1	<i>Tuzson János vizsgálati eredményei</i>	32
2.5.2	<i>Az álgesztesesség aránya Sopp László felvételi adataiból</i>	32
2.5.3	<i>Újabb hazai kutatások</i>	32
2.6	A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS IRODALMÁNAK ÖSSZEGZÉSE	34
3	A BÜKK SZEREPE A SOMOGYI ERDÉSZETI ÉS FAIPARI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG GAZDÁLKODÁSÁBAN	36
3.1	AZ ERDŐTERÜLET ÉS A GAZDÁLKODÁS ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI.....	36
3.2	A SEFAG RT. FAHASZNÁLATI TEVÉKENYSÉGE	39
3.3	A SEFAG RT. ERDŐMŰVELÉSÉNEK SAJÁTOS SÁGAI	41
3.4	A BÜKK JELENTŐSÉGE A SEFAG RT. GAZDÁLKODÁSÁBAN	42
4	A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS VIZSGÁLATA A SOMOGYI ERDÉSZETI ÉS FAIPARI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG ERDŐÁLLOMÁNYAIBAN	46
4.1	A TÖRZSENKÉNTI FELVÉTELEZÉS CÉLJAINAK MEGHATÁROZÁSA	46
4.2	A TEREPI MÉRÉSEK VÉGREHAJTÁSA	46
4.2.1	<i>A vizsgálatok megtervezésének szempontjai</i>	46
4.2.2	<i>A felvett paraméterek és mintavételi helyek a törzsen</i>	47
4.3	A VIZSGÁLT ERDŐRÉSZLETEK TERMŐHELYI JELLEMZŐI	50
4.4	A MÉRT ADATOK KIÉRTÉKELÉSE	52
4.5	A VIZSGÁLATI MINTA ÁLTALÁNOS LEÍRÓ STATISZTIKÁJA	53
4.5.1	<i>A próbatörzsek kor és átmérőeloszlása</i>	53
4.5.2	<i>A felvett választékszerkezet átlagos jellemzői</i>	55
4.6	AZ ÁLGESZTES TÖRZSEK RÉSZARÁNYÁNAK VÁLTOZÁSA	56
4.7	AZ ÁLGESZTESEDÉS MORFOLÓGIÁJÁNAK LEÍRÁSA.....	58
4.7.1	<i>Az álgeszttípusok megjelenése</i>	58
4.7.2	<i>Az álgesztesedés színének jellemzői</i>	58
4.7.3	<i>Az álgesztesedés hosszirányú kiterjedése</i>	60
4.7.4	<i>Az álgesztesedés átlagos kiterjedésének változása</i>	64
4.8	A BÜKK ÁLGESZTESEDÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA.....	64
4.8.1	<i>A faegyedre jellemző tulajdonságok hatása az álgesztesedésre</i>	65
4.8.2	<i>A termőhelyi tényezők hatása az álgesztesedésre</i>	67
4.9	A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS ÖKONÓMIAI HATÁSAINAK VIZSGÁLATA	69
4.9.1	<i>A számításoknál felhasznált alapadatok</i>	69
4.9.2	<i>A számítások menete</i>	72
4.9.3	<i>A kapott eredmények</i>	74

4.10	A BÜKKGAZDÁLKODÁS JÖVEDELMEZŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA.....	78
4.11	A TÖRZSENKÉNTI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÁSA	81
4.11.1	<i>Az álgesztesedés jellemzői a SEFAG Rt. bükk állományaiban.....</i>	81
4.11.2	<i>A bükk álgesztesedést befolyásoló termőhelyi és faegyed-szintű paraméterek</i>	81
4.11.3	<i>A bükk álgesztesedés gazdasági vonatkozásai</i>	82
5	A BÜKK ÁLGESZTESÉDÉS OKOZTA ÁRBEVÉTELKIESÉS VIZSGÁLATA AZ ELSŐDLEGES FELDOLGOZÁS SORÁN.....	83
5.1	A VIZSGÁLATOK CÉLJA	83
5.2	A CSURGÓI FAIPARI KFT-NÉL ALKALMAZOTT FŰRÉSZŰZEMI GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA JELLEMZŐI.....	83
5.2.1	<i>A röntktéri technológia.....</i>	83
5.2.2	<i>A lombos-fűrészcsarnoki technológia.....</i>	84
5.3	A BÜKKBŐL KÉSZÜLT TERMÉKEK PIACÁNAK JELLEMZŐI, VÁLTOZÁSÁNAK OKAI	84
5.4	A VIZSGÁLATOK ANYAGA ÉS MÓDSZERE	85
5.5	A KAPOTT EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	90
5.6	KÖVETKEZTETÉSEK	94
6	AZ ÁLGESZTES BÜKK FAANYAG PIACI AKCEPTÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA.....	95
6.1	A FELMÉRÉS CÉLJA	95
6.2	A KÉRDŐÍVEK KIALAKÍTÁSÁNAK SZEMPONTJAI	95
6.3	EREDMÉNYEK.....	96
6.3.1	<i>A kereskedők részére készített kérdőívek kiértékelése.....</i>	96
6.3.2	<i>A termelők részére készített kérdőívek kiértékelése.....</i>	97
6.4	A NÉMET ÉS A HAZAI EREDMÉNYEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	98
6.5	AZ ÁLGESZT JELLEMZŐINEK HATÁSA AZ ÁLGESZTES FAANYAG ÉRTÉKESÍTHETŐSÉGÉRE	99
6.6	AZ ÁLGESZTES FAANYAG NÉPSZERŰSÍTÉSÉRE TETT KÍSÉRLETEK	99
6.7	ÖSSZEFOGLALÁS: A KAPOTT TRENDALAKULÁSOK.....	100
7	RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATI MÓDSZEREK TESZTELÉSE A BÜKK ÁLGESZTESÉDÉS KIMUTATÁSÁBAN	101
7.1	A RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATI MÓDSZEREK JELENTŐSÉGE AZ ÁLGESZTKUTATÁSBAN.....	101
7.2	COMPUTER-TOMOGRÁF ALKALMAZÁSA A BÜKK ÁLGESZT MEGHATÁROZÁSÁBAN	101
7.2.1	<i>A computer-tomográf működési elve.....</i>	103
7.2.2	<i>Vizsgált minta, vizsgálati protokoll.....</i>	103
7.2.3	<i>A kapott eredmények</i>	105
7.3	BÜKK ÁLGESZTESÉDÉS VIZSGÁLATA MRI TECHNOLÓGIÁVAL	105
7.3.1	<i>A magmágneses rezonanciás képalkotás (MRI) működési elve.....</i>	106
7.3.2	<i>Vizsgált minta, vizsgálati protokoll.....</i>	107
7.3.3	<i>Kapott eredmények.....</i>	107
7.4	KÖVETKEZTETÉSEK, JÖVŐKÉP	108
8	ÖSSZEFOGLALÁS.....	109
8.1	A VIZSGÁLAT SORÁN ELÉRT ÚJ EREDMÉNYEK.....	109
8.2	A KAPOTT EREDMÉNYEK A SZAKIRODALOM TÜKRÉBEN	110
8.3	TÉZISEK	111
8.4	A DOKTORI KUTATÁS EREDMÉNYEINEK GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁGA.....	112
8.5	JAVASLATOK, JÖVŐBENI KUTATÁSI FELADATOK	112
9	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	113
10	IRODALOMJEGYZÉK.....	114
10.1	NYOMTATOTT IRODALOM.....	114
10.2	ÉLEKTRONIKUS IRODALOM	120
10.3	KUTATÁSSAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓK, ELŐADÁSOK	121

MELLÉKLETEK

ÁBRAJEGYZÉK:

2-1. ábra: A MAHLER-HÖWECKE-féle álgeszttypológia.....	5
2-2. ábra: Geszttypusok osztályozási rendszere SACHSSE nyomán (1991).....	6
2-3. ábra: Az álgesztképződés folyamata. A fiziológiai változások és a geszt jellemzőinek összefoglaló ábrázolása.	11
2-4. ábra: Az álgeszt hosszirányú megjelenési formái RACZ ET AL. nyomán (1961).....	19
2-5. ábra: A VITAMAT működési elve és szerkezete.	24
2-6. ábra, 2-7. ábra: Mérési eredmények (elektromos vezetőképesség) a VITAMAT-tal.	24
3-1. ábra: A SEFAG Rt. erdőállományának elsődleges rendeltetés szerinti megoszlása.....	36
3-2. ábra: A SEFAG Rt. élőfakészletének megoszlása fafajcsoportok szerint	37
3-3. ábra: A kezelt erdőállomány megoszlása a vágáskor szerint	38
3-4. ábra: A fafajok terület-megoszlása az egyes korosztályokban	38
3-5. ábra: Erdőművelési költségfelhasználás 1987-2003 között.....	41
3-6. ábra, 3-7. ábra: Az export és belföldi választékok egységárának változása	45
4-1. ábra: A kor-mellmagassági átmérő kapcsolat meghatározása. Eltérések az üzemterv adatai és a mért értékek között.....	53
4-2. ábra: A mintatörzsek kor szerinti megoszlása.	53
4-3. ábra: A mintatörzsek mellmagassági átmérő szerinti megoszlása.....	53
4-4. ábra: A mintatörzsek minőségének eloszlása.	54
4-5. ábra: Álgesztes törzsek részaránya a mellmagassági átmérő függvényében.	56
4-6. ábra: Álgesztes törzsek aránya a kor függvényében.	57
4-7. ábra, 4-8. ábra: Növekvő álgesztesedési részarányok az átmérő- és korcsoportokban.....	57
4-9. ábra: A különböző színek előfordulása az álgesztes vágásfelületeken.	59
4-10. ábra: Az álgeszttypusok színek szerinti megoszlása.	59
4-11. ábra: A vizsgált törzsek átlagos álgesztlefutása.....	60
4-12. ábra: Az álgesztesedés keresztmetszetre viszonyított arányának változása a magasság növekedésével.	60
4-13. ábra: Csillagos álgeszt lefutás.	61
4-14. ábra: Pillangós álgeszt lefutás.	61
4-15. ábra: Aszimmetrikus álgeszt lefutás.	62
4-16. ábra: Szabályos, körös álgeszt lefutás.	62
4-17. ábra: Felhős álgeszt lefutás.....	62
4-18. ábra: Felhős-körös álgeszt lefutás.	63
4-19. ábra: Az álgeszttypusok változása a famagasság növekedésével.	63
4-20. ábra: A vizsgált törzsek átlagos álgeszt-kiterjedése az egyes átmérő kategóriákban.	64
4-21. ábra: A klíma hatásvizsgálata.	67
4-22. ábra: A fajlagos veszteség alakulása a törzs különböző magasságaiban.	74
4-23. ábra: Az álgesztesedés okozta árbevétel-kiesés változása a mellmagassági átmérő függvényében.	75
4-24. ábra: Az álgesztmentes és az álgesztes faanyag fajlagos árbevétele az átmérő függvényében.	77
4-25. ábra: A hektáronkénti árbevétel-kiesés nagyságának változása a kor függvényében.....	77
4-26. ábra: A „fehér” és az álgesztes bükkös hektáronkénti árbevételének változása a kor függvényében.....	78
4-27. ábra: A bükk átlagos korszaki jövedelmének változása a kor függvényében.....	80
4-28. ábra: A belső kamatláb változása a kor függvényében.....	80
5-1. ábra: A késztermékek mennyiségének változása 2000-től 2003-ig.....	84
5-2. ábra: A késztermékek árának változása 2000-től 2003-ig.....	85
5-3. ábra: A feldolgozott rönkök megoszlása az álgeszthányad alapján.....	86
5-4. ábra: Termék kihozatal változása az alapanyag minősége függvényében.....	90
5-5. ábra: A próbatermelés során elért eredmény az egyes minőségi csoportokban.....	91
7-1. ábra: A kanadai Forintek Corporation által használt CT berendezés és működési elve.	102

TÁBLÁZATJEGYZÉK:

2-1. Táblázat: A vörös gesztű bükk (<i>Fagus sylvatica L.</i>) faanyagának makro- és mikroelem tartalma.	3
2-2. Táblázat: A vörös gesztű bükk (<i>Fagus sylvatica L.</i>) faanyagának kémiai paraméterei.	4
2-3. Táblázat: Az álgesztes és fehér bükk faanyagának szilárdtsági tulajdonságai.	27
3-1. Táblázat: A SEFAG Rt. erdőállományainak rendeltetés szerinti megoszlása.	36
3-2. Táblázat: Somogy megye és a SEFAG Rt. fafajösszetételének változása.	37
3-3. Táblázat: Az élőfakészlet megoszlása az egyes korosztályokban.	38
3-4. Táblázat: A SEFAG Rt. 2003. évi árbevételének megoszlása (a számviteli törvény szerint) az ágazatok között.	39
3-5. Táblázat: Az üzemtervi lehetőség kihasználtsága 1994-2003-ig.	39
3-6. Táblázat: A SEFAG Rt. összesített fakitermelése az elmúlt öt évben használati módonként.	40
3-7. Táblázat: A bükk állományok élőfakészlete és területe korosztályonként Somogy megyében és a Sefag Rt. kezelésében.	42
3-8. Táblázat: Bükk aránya az első kivitelekben és a befejezőkor.	43
3-9. Táblázat: A SEFAG Rt. bükk fakitermelése az elmúlt öt évben használati módonként.	43
3-10. táblázat: A bükk fakitermelés választékszerkezete, valamint az értékesítés megoszlása az elmúlt öt évben.	44
4-1. Táblázat: A törzsfelvételi jegyzőkönyv.	49
4-2. Táblázat: A vizsgált erdőrészek termőhelyi jellemzői.	51
4-3. Táblázat: A vizsgált erdőrészekben felvett mintaszám és a véghasználati paraméterek.	55
4-4. Táblázat: A felvett választékok átlagos hossza, térfogata és eloszlása a mintában.	56
4-5. Táblázat: Az álgeszt típusok megoszlása a mintában.	58
4-6. Táblázat: A választékok átlagos hossza.	63
4-7. Táblázat: Az álgesztesedést befolyásoló faegyedszintű hatótényezők és korrelációs együtthatók (r).	66
4-8. Táblázat: Az álgesztesedést befolyásoló termőhelyi hatótényezők és korrelációs együtthatók (r).	68
4-9. Táblázat: Az árbevétel-kiesés számításánál alkalmazott egységárak.	69
4-10. Táblázat: Fahasználati költségek az egyes átmérőosztályokban.	70
4-11. Táblázat: A választékok részaránya az egyes átmérőcsoportokban.	71
4-12. Táblázat: Az árbevétel számításánál alkalmazott egységárak.	71
4-13. Táblázat: A hektáronkénti veszteség számítása.	72
4-14. Táblázat: A választékszerkezet alakulása az egyes átmérőcsoportokban.	73
4-15. Táblázat: Éves fahasználati árbevétel számítása az egyes átmérőcsoportokban.	73
4-16. Táblázat: Fahasználati árbevételek az egyes átmérőosztályokban.	73
4-17. Táblázat: A választékok hosszának változása.	74
4-18. Táblázat: Álgesztesedés okozta árbevétel-kiesés az egyes átmérőosztályokban.	75
4-19. Táblázat: A fajlagos veszteséget szignifikánsan befolyásoló tényezők és korrelációs együtthatók (r).	76
4-20. Táblázat: Az álgesztmentes árbevétel nagysága az egyes átmérőosztályokban.	76
4-21. Táblázat: A bükk korszaki jövedelmezősége.	79
5-1. Táblázat: A feldolgozott rönkök mennyisége és költsége az egyes minőségi csoportokban.	86
5-2. Táblázat: A próbatermelés során feldolgozott rönkök adatai (I. csoport).	87
5-3. Táblázat: Költségek és árbevételek alakulása az I. minőségű rönkcsoport feldolgozásánál.	92
5-4. Táblázat: Költségek és árbevételek alakulása a II. minőségű rönkcsoport feldolgozásánál.	92
5-5. Táblázat: Költségek és árbevételek alakulása a III. minőségű rönkcsoport feldolgozásánál.	93

KÉPJEGYZÉK:

2-1. Kép: Gesztesítő anyagok lerakódása a sejtekben.	3
2-2. kép: RESISTOGRAPH 2-3. kép: A kapott mérési eredmény.....	23
2-4. kép: Álgesztes bükk faanyagának kémiai fehéritése az alkalmazott fehéritő anyagok és a hatásidők függvényében.....	26
5-1. kép: Álgesztmentes alapanyag felfűrészelése.....	89
5-2. kép: Felhős álgeszt rajzolata a felfűrészelt faanyagon.....	89
7-1. kép: A kanadai Forintek Corporation által használt CT berendezés és működési elve.	102
7-2. kép: Mintakorongok.	104
7-3. kép: Siemens Somatom Plus 40 típusú computer-tomográf.....	104
7-4. kép: Álgesztes bükk korong keresztmetszeti CT felvétele.	105
7-5. kép: Siemens Magnetom Vision Plus (1,5T) típusú MR berendezés.	107
7-6. kép: Álgesztes bükk korong keresztmetszeti MRI felvétele.	108

1 BEVEZETÉS

A témaválasztás indoklása, a vizsgálatok célja

A bükk Magyarország erdeinek őshonos, egyik legértékesebb kemény lombos fafaja. Ugyan az ország erdőterületéből csak 6,1 %-kal részesedik, de élőfakészlete a hazai erdők összes készletének közel 11,8 %-át teszi ki¹. Nagy hozama miatt a minőségi faanyag megtermesztésében is az első helyek egyikén áll. Az összes hazai erdő értékének 20 %-át a bükkösök adják (MÁRKUS 1976 IN BONDOR, 1986).

Hangsúlyoznunk kell, hogy a bükköt nemcsak a fatermesztésben betöltött gazdasági szerepe miatt soroljuk állományalkotó fafajaink között az élmezőnybe. Olyan sokoldalú és értékes tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek lehetővé teszik, hogy az erdők hármaskörének maradéktalanul megfeleljen.

Hazai természeti viszonyaink között a legfejlettebb ökoszisztémákban tenyészik, amelyek a termőhely potenciális lehetőségeit a lehető legjobban hasznosítják. A jelenlétével kialakult erdei társulások szilárdak, ellenállóak, mert állat- és növényfajokban gazdagok. Kiegyensúlyozott, atlantikus, humid klímájú termőhelyeken található (MENDLIK IN BONDOR, 1986).

A bükk fájának sok jó tulajdonsága van, ezért a belőle termelt erdei választékok a fapiacra a nemes tölgyek és a fenyők választékaihoz hasonló árbevételt biztosítanak. A bükk (*Fagus sylvatica* L.) a fakultatív gesztképzők közé tartozik, és gyakran idősebb korban vörös gesztet képez. Az álgesztés az élő bükk legfontosabb szerkezeti és szín anomáliája. Az álgeszt a faállomány értékét jelentősen (fatermési osztályonként 23-27%-kal) csökkenti, ezzel nagymértékben befolyásolja a bükktermesztés gazdaságosságát (KOLOSZÁR ET AL, 2000).

Dolgozatomban a bükk álgesztésének alábbi vonatkozásait vizsgálom:

I. Célként jelöltem meg az álgesztés mint kutatási terület ismeretanyagának feldolgozását. Mivel a kutatás és a gyakorlat szakemberei évtizedek óta kiemelt helyen kezelik az álgesztés problémáit, így célom - a teljességre törekvő bemutatása mellett - a bükk álgesztés hozzájáruló irodalmának különböző aspektusok szerinti rendszerezése is volt.

II. A doktori kutatás időben leghosszabb lefutású és egyben legnagyobb területet érintő vizsgálatosorozata a *Somogyi Erdészeti és Faipari Részvénytársaság* bükkös termőhelyein folytatott, nagy vizsgálati mintaszámot eredményező törzsenkénti felvételezés. A közel 80.000 ha állami erdőterületen gazdálkodó részvénytársaságnál folytatott felmérés lehetőséget biztosít arra, hogy különböző statisztikai vizsgálatokkal válaszokat kapjunk az álgesztés mértékét befolyásoló ökológiai tényezőkre. A törzsek részletes vizsgálatával lehetőség nyílik az álgesztés választékszerkezetre kifejtett ökonómiai hatásainak megismerésére is. Célom annak – a bükkkel gazdálkodók számára legfontosabb kérdésnek – az eldöntése is, miszerint létezik-e optimális vágásérettségi kor és ehhez kapcsolódó véghasználati célátmérő.

III. A vizsgálatok fontos fejezetének tartom a *Csurgói Fűrészüzemnél* szerzett tapasztalatokat, az itt kialakult megoldások, veszteségsökkentő tényezők vázolását. A cél elsősorban a lehetséges kihozatali értékek megismerése volt az álgesztés függvényében, az elsődleges feldolgozóiparban realizálódó veszteségek számszerűsítésével.

¹ÁESz Adattár, 2003. január 1.-i adatok

IV. A bükk álgesztesedés problémaköre nem állandó súllyal érvényesül sem térben, sem időben. Nagymértékben befolyásolja az anomália által okozott negatív hatások mértékét a mindenkori kialakult piaci helyzet, a fogyasztók/felhasználók érdeklődése a bükk faanyaga iránt. Kérdőíves felméréssel az *álgesztes bükk faanyag akceptáltságának* s a problémával kapcsolatos véleményeknek a megismerése volt az elsődleges cél. A vizsgálat célja volt még a szakemberek ötleteinek összegyűjtése is az álgesztes alapanyag piaci forgalmának növelhetőségével kapcsolatban.

V. A bükk álgesztesedés jelenségével kapcsolatosan leghangsúlyosabb kérdés: milyen távlati ökológiai és ökonómiai döntéseket hozhatunk meg a jelenben. A jövőre vonatkozó erdőművelési és állománygazdálkodási irányelvek megalkotásához nagy jelentőségűek lehetnek a *roncsolásmentes faanyagvizsgálati* módszerek, s azok mind tökéletesebbre törekvő fejlesztése. Az álgesztesedés megjelenésének és terjedésének lábon álló, élő faegyedben történő vizsgálata új távlatokat nyithat meg a komoly gazdasági jelentőségű anomália kezelhetőségében.

A *Kaposvári Egyetem Diagnosztikai Központja* jóvoltából 2003 telén lehetőségem nyílt a *computer-tomográfiának*, mint lehetséges roncsolásmentes faanyagvizsgálati módszernek az álgesztes kutatásban történő tesztelésére. Emellett Magyarországon elsőként próbaméréseket folytattunk *magmágneses rezonancia* segítségével is.

2 IRODALOMFELDOLGOZÁS

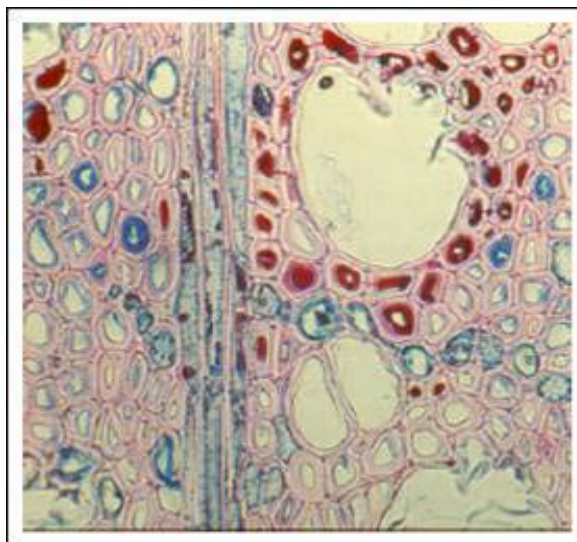
A szakirodalom feldolgozását jelentős mértékben alapoztam SEELING ET AL. (1999) kutatási jelentésére, valamint nagy segítséget jelentettek UTE SEELING szóbeli tanácsai. A hazai kutatási eredmények közül TUZSON (1904) vizsgálatainak részletes bemutatását RUMPF ET AL. (1994) zirci kutatási jelentése és diplomadolgozatom is feldolgozta, így annak részletes elemzésétől e munkában eltekintek.

2.1 Az álgesztesedés biokémiája

Az álgesztesedés során lejátszódó biokémiai folyamatok csak részben ismertek, ezekhez pontosan leírt szerkezetű molekuláris hordozókat és kémiai egyenletekkel szimbolizált vegyi folyamatokat csak ritkán sikerül társítani (ALBERT ET AL., 1998b).

Az álgesztesedés a korrallal összefüggő, fiziológiailag normális folyamat, amelynek során a következő folyamatok zajlanak le: az edényrendszer tillisztesedése, a faanyag nedvességének csökkenése, a sejtmagok és mitokondriumok degenerálódása a parenchimasejtekénél, a keményítő hidrolízise és gesztesítő anyagok képződése. A gesztesítő anyagok berakódása miatt a faanyag sötétre színeződik (2-1. kép).

A *Soproni Egyetem Erdőművelési Tanszékén* és *Kémiai Intézetében* végzett kutatásokban összehasonlításra kerültek a szíjács és a vörös geszt kémiai paraméterei. Kísérleti eredményeik igazolják, hogy a bükk gesztesedése a faanyag kémiai összetételének változásán keresztül nyomon követhető. A kémiai paraméterek egy része közvetlenül tükrözi a változásokat, egy másik része közvetve hozható összefüggésbe az elszíneződéssel. KOLOSZÁR ET AL. (2000) különös jelentőségűnek értékeli azokat a kémiai paramétereket, amelyek a vörös/világos faanyag határon nagymértékű változást szenvednek. Így a pH emelkedése, a kb. 6-os pH érték mint a színesedési folyamat egyik feltétele, jelzés értékű. Az általuk vizsgált kémiai paraméterek egy részének egymással összhangban álló mennyiségi változásai alátámasztják a feltételezést, hogy a színes gesztesedés folyamatában aromás jellegű, hidroxil- és karboxil-csoportokat tartalmazó vegyületek (fenolkarbonsavak) oxidálódnak és polimerizálódnak, illetve kondenzálódnak.



2-1. Kép: Gesztesítő anyagok lerakódása a sejtekben.²

Az erdei fák szöveteinek ásványi-tartalmát elsősorban a fiziológiai sajátosságok határozzák meg, bár a termőhelyi paraméterek is befolyásolják. ALBERT ET AL. (1998a) vizsgálataiban statisztikailag elemezte az álgesztes farész makro- és mikroelem tartalmát. A Ca és a P esetében szignifikáns eltéréseket tapasztaltak: a vörös gesztben a Ca esetében 99%-os szignifikancia szint mellett is magasabb értékeket, a P esetében 95%-os szignifikancia szinten alacsonyabb értékeket mértek. A többi elem átlagmennyisége nem mutatott szignifikáns különbséget (2-1. táblázat).

<i>Faanyag</i>	<i>Ca</i> <i>mg/g</i>	<i>K</i> <i>mg/g</i>	<i>Mg</i> <i>mg/g</i>	<i>Al</i> <i>ppm</i>	<i>Fe</i> <i>ppm</i>	<i>Mn</i> <i>ppm</i>	<i>Mo</i> <i>ppm</i>	<i>Zn</i> <i>ppm</i>	<i>Cu</i> <i>ppm</i>	<i>P</i> <i>mg/g</i>	<i>S</i> <i>mg/g</i>	<i>N</i> <i>mg/g</i>
<i>Vörös geszt</i>	1,69	0,66	0,58	27,56	35,63	56,5	4,68	4,94	1,27	0,05	0,63	0,86
<i>Szijács</i>	1,38	0,57	0,55	26,23	26,05	62,47	5,05	4,62	1,22	0,08	0,6	0,96

2-1. Táblázat: A vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica L.*) faanyagának makro- és mikroelem tartalma. (ALBERT ET AL., 1998a.)

95%-os szignifikancia szint mellett ALBERT ET AL. (1998a) azonos lignintartalmat mértek az álgesztes farészben és a szijácsban, a cellulóz mennyisége viszont szignifikánsan eltérőnek bizonyult: a vörös gesztű faanyag cellulóztartalma kisebb. A lombos fák faanyagában - az irodalmi adatokhoz hasonlóan - az álgesztes bükk szijácsának hamutartalma - méréseik szerint - magasabb, extraktanyag tartalma pedig alacsonyabb, mint az álgeszté. Az álgesztben 1,5 - 3,2-szer kevesebb fenolos anyagot tartalmaz, mint a szijácsban. A mért pH-értékek alapján megállapítható, hogy az álgesztesedés a pH növekedésével jár. Ez a megállapítás összhangban van a szabad savak mennyiségére vonatkozó mérési eredményekkel és a szakirodalmi adatokkal (2-2. táblázat).

² Keresztmetszet elektromikroszkópos felvétele, 220x-os nagyításban. Forrás: KOCH ET AL., (1999). Biologische und chemische Untersuchungen über Holzverfärbungen der Rotbuche (*Fagus sylvatica L.*) und Möglichkeiten vorbeugender Massnahmen. www.bfafh.de/bfafh

<i>Faanyag</i>	<i>Cellulóz</i> %	<i>Lignin</i> %	<i>Extraktanyag</i> %	<i>Hamutartalom</i> %	<i>Totálfenol</i> mmol/100g	<i>pH</i>
<i>Vörös geszt</i>	47,54±0,92	23,06±0,45	0,95±0,28	0,09±0,04	2,1±0,15	5,86±0,18
<i>Szijács</i>	49,32±1,09	21,9±0,61	1,27±0,29	0,15±0,11	4,84±0,50	5,48±0,16

2-2. Táblázat: A vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica L.*) faanyagának kémiai paraméterei. (ALBERT ET AL., 1998a.)

SEELING ET SACHSSE (1992) eredményei ezzel szemben ellentmondónak bizonyulnak: megnövekedett pH értékeket csak az abnormális gesztésedés esetében találtak, egészséges álgesztnél nem.

2.2 A bükk gesztjének osztályozása

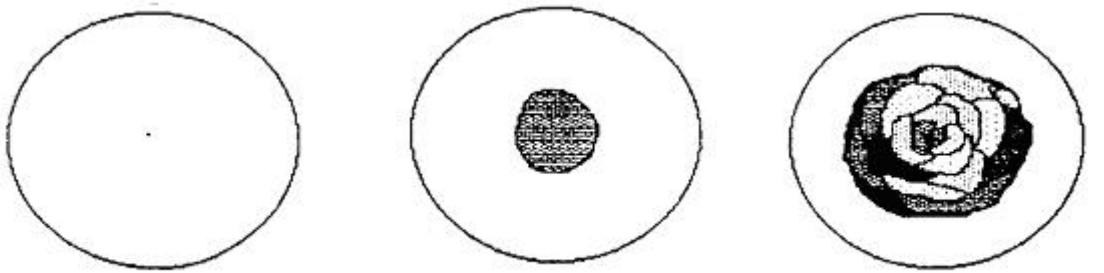
A bükk színes gesztésedése közel másfél évszázada az erdészeti és fatudomány egyik jelentős kutatási területe. Megjelenésének sokfélesége, az ismeretanyagunkból számtalan hiányzó láncszem vezetett egy terminológia szükségszerű kialakításához. A geszt sokszínű megjelenését igen fantáziadús nevekkel illették az egyes szerzők, kutatók az ezzel kapcsolatos irodalmi forrásokban. Mindehhez hozzájárult az a tény is, hogy a bükk esetében nemcsak a fakultatív gesztésedésre találunk példát, hanem – sajnos - a patológikus, újabban megjelenő abnormális gesztésedésre is akad példa.

1991-ben több szerző is kísérletet tett a bükk gesztésedés rendszerezésére. Ennek eredménye két, egymáshoz vonalvezetésében hasonló tipológiai besorolás.

WALTER ET KUCERA (1991) szisztematikájához hasonlóan MAHLER ET HÖWECKE (1991) is megjelenési formájuk szerint osztályozza az álgeszt típusokat (2-1. ábra):

1. nincs színes geszt, (fehér bükk);
2. szabályos álgeszt (vörös geszt),
3. felhő alakú álgeszt,
4. csillagos álgeszt,
5. szabálytalan álgeszt,
 - 5/a. pillangó alakú álgeszt,
 - 5/b. aszimmetrikus álgeszt.

A törzsenkénti vizsgálat során (4. fejezet) ezt az osztályozási rendszert alkalmaztam az egyes törzsek típusonkénti elkülönítésében.



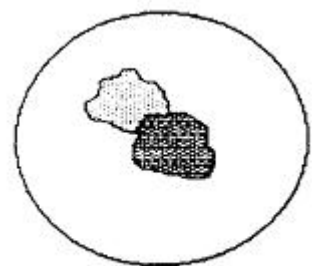
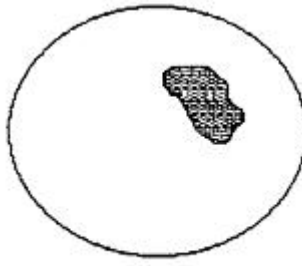
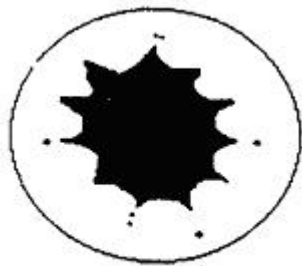
1. Álgesztmentes



2. Szabályos, kör alakú álgeszt



3. Felhős álgeszt



4. Csillagos álgeszt



5/b. Aszimmetrikus álgeszt



5/a. Pillangós álgeszt

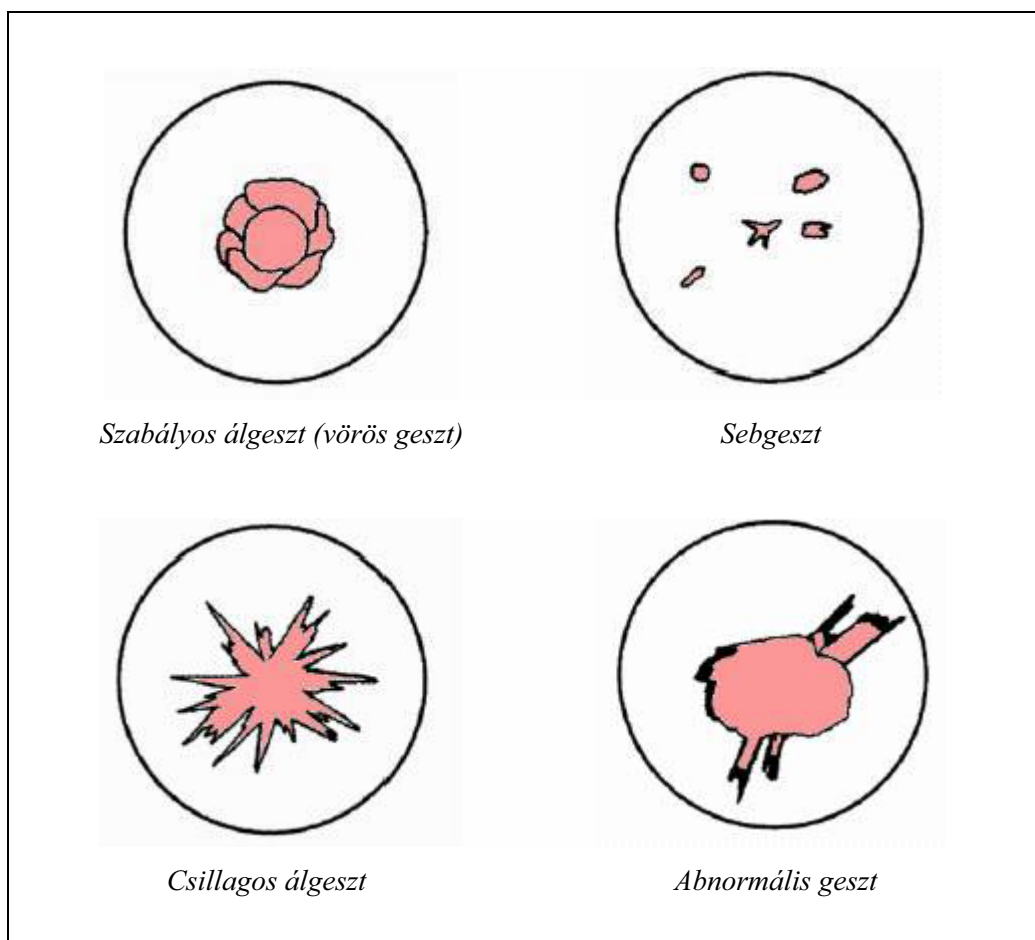
2-1. ábra: A MAHLER-HÖWECKE-féle álgeszttypológia.³

SACHSSE (1991) ezzel szemben a gesztosedést kiváltó okok szerint differenciál. Ebből alakítja ki 4 osztályos rendszerét: „vörös geszt” (egészséges álgeszt, a német „Rotkern” kifejezés erre utal), „csillagos álgeszt” (a német „Spritzkern”), „abnormális geszt” és a „sebgeszt” a kialakított kategóriák. Ezen típusokhoz minden fellelhető gesztféleség hozzárendelhető.

KLEMMT (1996) SACHSSE terminológiáját kiegészítette a „védőgeszt” kategóriával.

³ Képek: RUMPF J., BIRÓ B., ábrák: MAHLER ET HÖWECKE (1991)

Elmondható, hogy a nemzetközi szakirodalomban használt számtalan szinonimát SACHSSE tipológiája jól rendszerbe tudja illeszteni, valamint hogy a későbbiekben világos nomenklatúrát használjunk, előzetesen el kell határolni az abnormális gesztesedés jelenségét a bükk egyéb gesztjeitől. Az alábbiakban e szerint az osztályozás szerint ismertetem az egyes geszt típusokat (2-2. ábra).



2-2. ábra: Geszt típusok osztályozási rendszere SACHSSE nyomán (1991)⁴.

Az "International Association of Wood Anatomists" nevű szervezet tagjai a következő nomenklatúrát javasolták a szíjács és a geszt elhatárolására:

Szíjács: "A faanyagban a folyékony tápanyagok vezetésében részt vevő külső része az álló fán; ami élő sejteket és tartaléktápanyagokat (pl. keményítő) tartalmaz."

Geszt: "A faanyag belső zónái, amelyek az álló törzsön már nem tartalmaznak élő sejteket, és amelyekben a tartalék tápanyagok (pl. a keményítő) rendszerint lebomlottak vagy gesztesítő anyaggá alakultak át. Színében sokszor sötétebbnek hat, mint a szíjács (színes geszt), jöllehet a színkülönbség nem minden esetben jelenik meg (intermedier fa).

⁴Forrás: SEELING, U. (2001). Kerntypen im Holz. Konsequenzen für die Verwertung am Beispiel der Buche. www.forst.uni-freiburg.de/fobawi/fob/fob_lehre/211b/material_2002/01_3_Kernholzbildung.pdf

2.2.1 Vörös geszt (egészséges álgeszt)

A vörös geszt vöröses barna színű és a keresztmetszeten legtöbbször megközelítőleg kör alakú anélkül, hogy követné az évgyűrűket. A „vörös”-ként jelölt elszíneződés számos színárnyalatot magában foglal az egészen rozsdabarnától az élénkvrösön át a ritkább szürkés-feketés tónusokig. A törzs középső részén jelenik meg és hosszirányban gyakran orsóalakot mutat. A vörös gesztet gyakorta sötét színű határoló sávok tagolják felhőszerűen, amelyek KREMPL ET MARK (1962) szerint különböző időpontokban keletkezett gesztfelületeket jeleznek, és a gesztet és a szíjácst választják el egymástól. A vörös geszt képződése hosszú ideig tartó folyamat, ami körülbelül 90 - 140 éves korban indul meg. Itt a korrall összefüggő, fiziológiailag normális folyamatról van szó, amelynek során a ZIEGLER által 1968-ban leírt következő események zajlanak le: az edényrendszer tilliszesedése, a faanyag nedvességének csökkenése, a sejtmagok és mitokondriumok degenerálódása a parenchimasejteknél, a keményítő hidrolízise és gesztesítő anyagok képződése. A gesztesítő anyagok berakódása miatt a faanyag sötétre színeződik.

Ezekről a gesztképződést kiváltó tényezőkről azonban már a múlt század végén egészen eltérő, részben ellentmondó teóriák alakultak ki, amelyek emellett a vörös gesztet gyakran patológiai jelenségnek tekintik. ZYCHA (1948) patogenikus kiváltó okokat vélt az álgesztesedés mögött meghúzódni, innen erednek a német nyelvterületekről származó irodalmi források esetében a „*pathogener Kern*”, a „*Pilzkern*”, a „*Schutzkern*”, a „*Falschkern*” vagy az „*unechter Kern*” szinonimák.

Más szinonimák ezzel szemben a számos megjelenési forma eredményeként alakultak ki. Példaként említhető a „*felhős álgeszt*”, a „*pillangós álgeszt*”, a „*márványos geszt*”, „*gyűrűs geszt*” vagy akár a „*szabálytalan álgeszt*” kifejezések használata. Ugyanez érvényes a különböző színárnyalatokkal összekapcsolt megjelölésekre is.

Az angolszász nyelvterületeken az alábbi kifejezések használata terjedt el: „*false heartwood*”, „*discolored wood*”, „*wound initiated discolored wood*” vagy a „*red heart*”.

Az egyes szerzők összefüggést mutattak ki a kor és a vörös geszt gyakorisága között: HERMANN (1902), MAYER-WEGELIN (1944), FRÖCHLICH (1951), ZYCHA (1948), MOLL (1949). Még szorosabb korrelációt találtak RACZ ET AL. (1961), BECKER ET AL. (1989) az átmérő és a vörös geszt gyakorisága között, és kimutatták, hogy az átmérő gyakorolja a döntő hatást. A legfeltűnőbb fiziológiai különbség a szíjácst és a geszt között a nedvességkülönbség; ahogy azonban SACHSSE (1967) megállapította, a vízháztartás ebben az összefüggésben csak csekély jelentőséget kap.

Az 1928-29-es, majd az 1940-42-es rendkívül hideg telekkel érkező erős fagyok után különböző szerzők a vörös gesztet fagykárokkal is összefüggésbe hozták (ILLE, 1930; ROHDE, 1933), majd ez a nézet meg is erősödött (BITTMANN, 1930; MÖRATH, 1931). Az évek előrehaladásával a fagygeszt színe és formája egyre jobban hasonlít az álgesztre, LARSEN (1943), MAYER-WEGELIN (1944) és ZYCHA (1948) ezért a vörös geszt csoportjába sorolják azt. A fagygeszt színe a behatoló farontó gombák miatt piszkos-, fehéres- vagy vörösseszürke - részben pigmentált. A fagygeszt gyakran a normál vörös gesztre rakódik rá, és színre és alakra igen változékony (BOSSHARD 1974).

Többnyire elfogadott, hogy a fagygeszt nem egy elkülönülő új típusú geszt, de valószínűleg az álgesztesedést kiváltó okok között szerepeltetnünk kell az extrém hideg időjárást is.

2.2.2 Csillagos álgeszt

Ahogy a fagygeszt példája is mutatja, különböző tényezők hatására a klasszikus álgeszt különböző módosulatai alakulhatnak ki. A csillagos álgeszt megjelenése is több tényező egymásra hatására vezethető vissza, melyek összessége extrém helyzetet jelent a fa számára, azonban ezek az okok még nem tisztáztak teljes egészében.

A bükk csillagos álgesztje barna-barnásszürke színű farész, szabálytalan, cikcakkos kiszögellésekkel. MAHLER ET HÖWECKE (1991) a csillagos álgeszt gyakori megjelenését tapasztalták idős bükkállományokban. Összehasonlítva más álgeszt típusokkal elmondható, hogy a csillagos álgeszt átlagos kiterjedése nagyobb, mint más álgeszt típusoké. A csillagos álgeszt magassági kiterjedése inkább kúpalakú, és a döntőfűrészvágás lapján szinte a teljes törzskeretszmetet elfoglalja (WALTER ET KUCERA, 1991). MEHRINGER ET AL. (1988) és WALTER ET AL. (1991) ezért azt a véleményt vallják, hogy a csillagos álgeszt a gyökérszónában jelenik meg, és innen terjed a törzsben felfelé.

A csillagos álgesztre jellemző a fokozott tilliszesedés és gesztesítő anyagok berakódása a gesztszéli zónába. Összehasonlítva a vörös geszttel, a csillagos álgeszt meglete nagyobb mértékben torzítja a fa felhasználhatóságát befolyásoló fizikai tulajdonságait, ezen keresztül az értékkihozatalt.

A csillagos álgesztet is fantáziadús nevekkel illették az álgesztesedés szakirodalmában. E geszt típusról van szó, ha „*nedves gesztről*”, „*lánggesztről*”, „*szürkegesztről*”, „*fogasgesztről*” vagy ha „*csillag alakú gesztről*” beszélünk.

2.2.3 Abnormális geszt (patológikus nedves geszt)

A hosszú évtizedek óta már ismert vörös geszt és a csillagos álgeszt mellett a közelmúltban egy új megjelenési formájú geszt típust kellett megismernie az erdész szakembereknek.

Az abnormális geszt alakja és színe hasonlít a gyakran előforduló csillagos álgeszthez, jellemző különbség mindenesetre a kellemetlen szag és a határoló zóna fekete elszíneződése, ami az abnormális gesztnél röviddel a döntés után fellép.

Ezen abnormálisnak nevezett geszt gyakran (de nem minden esetben) vörös gesztre rakódik (SACHSSE ET FERCHLAND, 1988). Az abnormális geszt képződése az érintett törzsen belül igen gyorsan látszik előrehaladni. A geszt sötét szélső zónájában igen fokozott nedvességtartalom (SACHSSE és FERCHLAND, 1988; MEHRINGER, 1989; WALTER ET AL., 1991), valamint a szövetek szélsőségesen nagymértékű tilliszesedése figyelhető meg (SACHSSE 1991). A fanyar vajsavas szag ugyancsak a sötét szélső zónából származik és baktériumokra vezethető vissza, amelyek ebben a sávban igen gyakran jelennek meg (MEHRINGER, 1989; SCHMIDT ET MEHRINGER, 1989). A csillagos álgeszthez hasonlóan drasztikus értékvesztés következik be az abnormális geszt megjelenésekor.

Az abnormális geszt képződésének egyetlen kiváltó tényezője sem ismert. Az eddigi legátfogóbb vizsgálatokat a témában FERCHLAND (1987) és SEELING (1991) végezték. Eddig nem sikerült közvetlen összefüggést kimutatni az imissziós hatások és a geszt gyakorisága között (FRÜHWALD ET AL., 1988; MEHRINGER, 1989; MEHRINGER ET AL., 1988; SEELING, 1991). MAHLER ET HÖWECKE (1991) feltételezik, hogy a szárazság elősegíti az abnormális geszt képződését, és többször felsorolják okként a termőhelyi hatást is a bükk számára nem megfelelő termőhelyeken (GADOW, 1989). MEHRINGER ET AL. (1988) szerint az abnormális gesztképződés fő oka a bükk általános fiziológiai legyengülése.

2.2.4 Sebgeszt

A sebgeszt fakó vörösseszürke színezetű farész, amit a bükk a kambium ill. a külső farész sebzésére reakcióként képez (MÜNCH, 1910). Ennek során hasonló folyamatok játszódnak le, mint a normál gesztképződéskor a szíjács és a geszt határán. A sebgesztnek szabálytalan alakja van, és a vörös- illetve csillagos geszttel szemben nem a törzs középső részén helyezkedik el, hanem a korábbi sérülés területén; mivel védőfunkciója van, mindenképp a szállítószövetekben bekövetkező gázembólia ellen. Ezért beszélnek az egyes irodalmi források „*védőgesztről*” (VOLKERT, 1953 és 1954). A fának ez a reakciója a seb szűk környezetére korlátozódik, úgyhogy a törzsek vízforgalmát összességében nem

befolyásolja lényegesen. A sebgeszt vizuálisan könnyen elkülöníthető a fentebb megnevezett gesztípusoktól.

A sebgeszt későbbi átalakulását szabályos vagy csillagos álgesztté a sérülések után négy évvel sem figyelték meg (SACHSSE ET SIMONSEN, 1981).

BOSSHARD (1965a) szintén vizsgálatokat folytatott a sebgesztet érintően, mely során a „*mozaikgeszt*” nevet adta a jelenségnek („*Mosaikfarbkern*”).

2.3 A bükk álgesztesedés keletkezése, formái, időbeli és térbeli terjedése

A doktori kutatás célja a vörös geszt jellemzőinek részletes megismerése, így a továbbiakban a *Sachsse-féle* kategorizálásban „egészséges álgesztként” megjelölt osztályát tárgyalom, az erdészeti gyakorlatban használt álgeszt kifejezéssel megjelölve.

2.3.1 A bükk álgesztesedés kialakulásának kettős folyamata

A 2.2 fejezetben tárgyaltaknak megfelelően, a bükk álgeszt többféle megjelenési formában fordul elő. Ha a tökéletességre törekednénk, a SACHSSE (1991) által kialakított álgesztípológiát ki kellene egészítenünk egy ötödik típusal: az álgesztmentes, fehér gesztípussal. Ez a színtelen gesztrész minden esetben kialakul, ha a fatest nedvességtartalma egy bizonyos szint alá esik, azonban az álgesztesedési folyamat még nem indult meg, vagy csak egy későbbi időpontban fog megkezdődni. A német nyelvű irodalomban találóan a „száraz henger” (*Trockencylinder*) kifejezés honosodott meg.

A bükk fakultatív álgesztesedése mindenekelőtt tisztán fiziológiai folyamat, nem patológiai jelenségről van szó (V. ALTEN, 1895; MAYER-WEGELIN, 1944; ZYCHA, 1948; BOSSHARD, 1984). Ma alig akad szerző, aki ezt kétségbe vonná.

A bükk álgesztesedés kialakulása során két fázis különíthető el (2-3. ábra):

Az első fázist TORELLI (1979) „*kiszáradási*” fázisnak nevezte el. A fázis első lépéseként kialakul a fehér gesztrész a fatestben. BOSSHARD (1984) egyfajta fiziológiai öregedési folyamatot írt le, melynek során csökken a parenchimasejtek vitalitása. A sejtek folyamatos öregedése végül a vízszállító rendszer teljes funkcióvesztéséhez vezet: a törzs középső részének kiszáradása megindul.

A sejtöregedési szakasz előfeltétele a második fázis megindulásának, mely során alakul ki a színes geszt. TORELLI (1979) nyomán „*pigmentációs*” fázisnak nevezzük ezt a szakaszt.

Ahhoz, hogy a pigmentációs fázis meginduljon, az alábbi két feltételnek kell teljesülnie:

1. A faanyag relatív nedvességtartalma a törzs belső részében 60% alá esik (ZYCHA, 1948). Emiatt a parenchimasejtek meggyengülnek, vitalitásuk tovább csökken (NECESANY, 1966).
2. Ezzel a folyamattal párhuzamosan levegő áramlik a törzs belső részébe (ZYCHA, 1948; PACLT, 1953).

Elhalásuk előtt a parenchimasejteknél az aktivitás jelentős fokozódása állapítható meg:

- Tilliszek képződése révén az edények elzáródása következik be.
- Színes gesztesítő anyagok képződése indul meg (nagy polimerizációs fokú flavanoidok és fenolok), amelyek adkrusztáló anyagként az axiális és radiális parenchima sejtfalaira rakódnak. A gesztesítő anyagok sejtfalra rakódása - ellentétben az inkrusztálással a normál színes gesztképző fajoknál, például a tölgyénél - magyarázza a bükk gesztjének nem oly nagymértékű tartósságát is (KNIGGE, SCHULZ 1966).

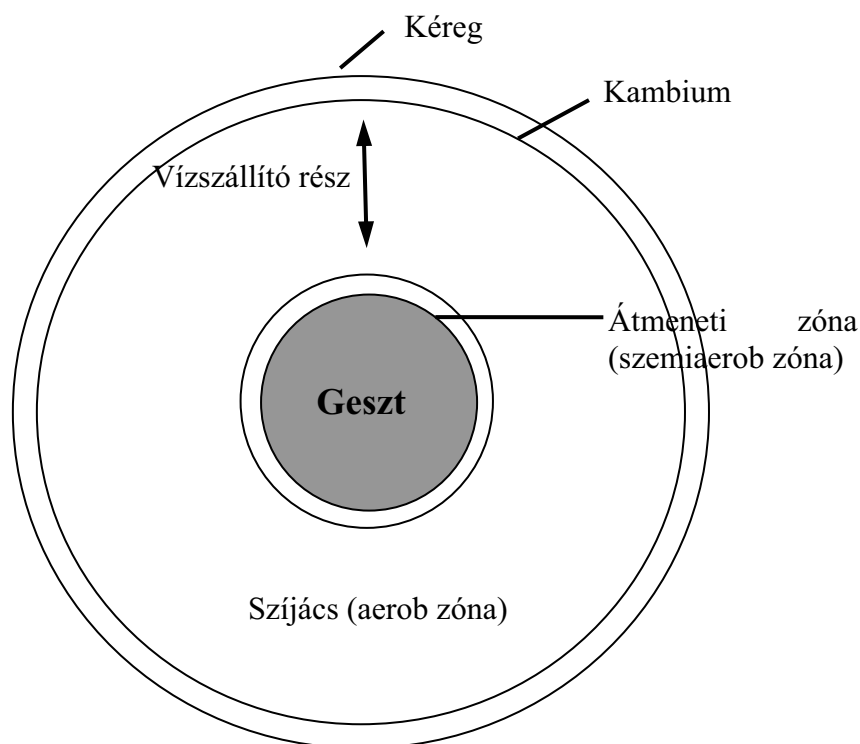
A képződő szín tónusa és intenzitása a száraz gesztben rendelkezésre álló oxigén mennyiségétől függ (ZYCHA, 1953; BOSSHARD, 1967).

RAUNECKER (1956) és ZIEGLER (1968) a pigmentáció további okait elemezték:

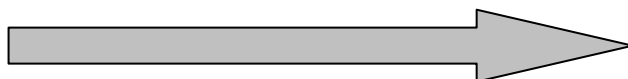
RAUNECKER (1956) a bükkörzsek gesztesedéssel kapcsolatos sűrűségi értékeit vizsgálta behatóbban. Véleménye szerint, amíg a sűrűségi érték $0,62 \text{ g/cm}^3$ alá nem csökken, nem indul meg az álgesztesedés folyamata.

ZIEGLER (1967) véleménye szerint az öregedési folyamattal párhuzamosan fellépő, felborult enzimikus folyamatok állnak az álgesztesedés kialakulásának hátterében.

Az álgesztképződés során lejátszódó biokémiai folyamatok legfontosabb lépcsőfokait, valamint a gesztes farész jellemzőit ismerteti a 2-3. ábra (v. BÜREN, 2002).



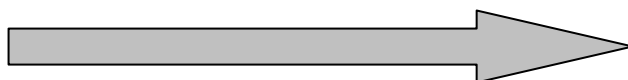
Szíjács



Geszt

- A fatest relatív nedvességtartalma lecsökken
- Csökken a parenchimasejtek vitalitása
- Tilliszek képződésével az edények elzáródnak, a sejtek előregednek
- A vízszállító rendszer teljes funkcióvesztése indul meg
- O₂ leadással párhuzamosan CO₂ felvétel
- Szénhidrátok lebomlása
- Színes gesztesítő anyagok képződése indul meg
- Növekvő enzimhiány

Szemiaerob zóna



Geszt

Keményítő hidrolízise → Cukrok felhasználása → Redoxpotenciál csökken
 → A fenolok oxidatív polimerizációja megkezdődik

Geszt

- Nagyobb ozmotikus érték
- Nagyobb kálium- és kalcium koncentráció
- Nagyobb elektromos vezetőképesség

2-3. ábra: Az álgesztképződés folyamata. A fiziológiai változások és a geszt jellemzőinek összefoglaló ábrázolása.⁵

⁵ Forrás: V. BÜREN (2002). Der Farbkern der Buche in der Schweiz nördlich der Alpen: Untersuchung über die Verbreitung, die Erkennung am stehenden Baum und die Ökonomischen Auswirkungen.

2.3.2 A bükk álgesztesedést befolyásoló tényezők

A bükk álgesztesedés szakirodalmában az álgesztesedést kiváltó- és befolyásoló okok eléggé összemósódnak. Ugyanazt a hatótényezőt egyes szerzők okként, míg mások „csak” befolyásoló faktorként jelölik publikációikban. Mindez jól példázza, hogy számos esetben egyéni vélekedéseket ismerhetünk meg, nem kísérletekkel alátámasztott téziseket.

Az első jelentős oknyomozó vizsgálatsorozat ZYCHA (1948) nevéhez fűződik. A korábbiakkal szemben a gesztesedés elsődleges kiváltó okaként nem a gomba- vagy baktériumfertőzést jelölte meg, hanem a törzsbelsőbe jutó levegőnek tulajdonított ebben a folyamatban döntő szerepet.

Fontos megjegyezni, hogy bizonyos okok hozzárendelését bizonyos gesztípusokhoz, ahogy ezt például NECESANY (1969) tette, csak nagy óvatossággal lehet kezelni. Meghatározott események és bizonyos gesztípusok közötti ok-okozati összefüggések bizonyítására több esetben is hiányoznak a tudományosan megalapozott vizsgálatok. A jelenlegi tudományos eredmények ismeretében is rengeteg a tisztázatlan részlet. A következőkben az irodalomban fellelhető befolyásoló faktorokat kategorizáltam, majd három csoportba soroltam:

1. Faegyed-szintű tényezők.
2. Erdőművelési hatások.
3. Környezeti tényezők.

1. Faegyed-szintű paraméterek

Az álgesztesedés irodalmában az első számú befolyásoló tényezőként jelöltek: a törzsátmérő, a kor, valamint a faegyed különböző morfológiai jellemzői.

➤ **Átmérő**

A törzsek növekvő átmérőjével megnő az álgesztesedés gyakorisága (KELLER, 1961; RACZ ET AL., 1961; VASILJEVIC, 1974; TORELLI, 1979; BECKER ET AL., 1989; BUES ET SCHULZ, 1989; LOY, 1990; HÖWECKE, 1991; MAHLER ET HÖWECKE, 1991; RUMPF ET AL., 1994; FRITSCHÉ, 1995; FRANK, 1996; KLEMMT, 1996; V. BÜREN, 2002; HUPFELD ET AL., 1997; REDDE, 1998; BIRÓ, 1999; PRIBILLA, 2003).

Az egyes szerzők a törzsátmérő szerepét illetően messzemenően egyező eredményeket kaptak. Az álgesztesedés első megjelenéséhez tartozó átmérőadatokban már tapasztalható némi változatosság, valószínűleg a mintavételi helyek eltérő klimatikus, termőhelyi stb. jellemzői adják a szórás alapját. A teljesség igénye nélkül néhány példa:

RACZ ET AL. (1961) vizsgálatában 65 cm-es törzsátmérő felett már minden törzs gesztesedett.

KELLER (1961) 35 cm-es átlagos mellmagassági átmérőnél figyelte meg az álgesztesedés megjelenését.

REDDE (1998) magas szignifikáns összefüggést kapott átmérő és a geszt-gyakoriságra, de érdekes módon nem talált összefüggést az álgeszt-gyakoriság és a tőátmérő között.

KLEMMT (1996) diplomamunkájában megállapította, hogy ugyanolyan átmérőjű, de idősebb törzsek esetében nagyobb az álgesztesedés megjelenésének valószínűsége.

Diplomamunkámban a Zselicség erdőgazdasági tájban 25 cm-es törzsátmérőnél már megfigyelhető volt 1-2 cm-es álgeszt-kiterjedés (BIRÓ, 1999).

➤ Kor

Az egyes szerzők véleménye megegyezik abban, hogy a faegyedek korának előrehaladtával növekszik az álgesztesedés valószínűsége (HERRMANN, 1902; MAYER-WEGELIN, 1944; ZYCHA, 1948; RACZ ET AL., 1961; KREML ET MARK, 1962; VASILJEVIC, 1974; FERCHLAND, 1987; BECKER ET AL., 1989; MAHLER ET HÖWECKE, 1991; WALTER ET KUCERA, 1991; KOTAR, 1995; RUMPF ET AL., 1994; FRANK, 1996; KLEMMT, 1996; V. BÜREN, 2002; HUPFELD ET AL., 1997; NAUMANN ET JÜLICH, 1997; REDDE, 1998; BIRÓ, 1999; PRIBILLA, 2003).

Az erdőgazdálkodási gyakorlat szemszögéből egyik leghangsúlyosabb kérdés megválaszolását jelenti ez. Több kutató is azt a nézetet vallja, hogy a kornak elsősorban a faegyed méreteire van jelentős hatása. Az álgesztesedés problémakörére lefordítva mindezt, azt jelenti, hogy a gesztesedés mértékére nézve döntő jelentőségű a mellmagassági átmérő, így a kor ezen keresztül fejt ki a hatását (BIRÓ, 1999). Ennek jelentőségét több szerző is fontosnak tartja, hiszen a kor - álgesztgyakorosság összefüggés megbízhatóságát rontja a fokozatos felújítás hosszan elnyúló időszaka (20-30 év), hiszen $\pm 10-15$ éves eltérés is terhelheti az átlagkorra igazolt kapcsolatot (RACZ ET AL., 1961; BECKER ET AL., 1989). FRITSCHÉ (1995) erről az alábbiakat írja: „Noha az állomány korát szignifikáns hatótényezőként értékelhetjük az álgesztesedés befolyásolásában, mégis teljesen alárendelt szerepet játszik a kérdésben. Valóban megfigyelhető a kor pozitív befolyásolása, azonban mivel ez csak koros - 130-160 - éves állományoknál fordul elő, így nem számottevő a hatása”. Ezzel a megállapítással feltétlenül vitatkoznék, FRANK (1996) gyakorlati tapasztalataival értek egyet: az álgesztesedés valószínűsége ugyanolyan átmérők esetében függ az egyedek korától, azonos dimenziójú, de idősebb törzs nagyobb valószínűséggel és kiterjedéssel álgesztes. Az átmérőhöz hasonlóan eltérő adatok találhatóak az egyes forrásokban. KELLER (1961) adatai alapján a gesztesedés 80 éves kor körül indul meg. KOTAR (1995) azonban már 40 éves korban is talált álgesztes törzseket. Jelentős ugrás az állományok átlagos álgeszt-kiterjedésének növekedésében 100-120 éves korban következik be (KREML ET MARK, 1962; KUCERA, 1991). REDDE (1998) vizsgálatai alapján ezt a kort 150 évben adja meg.

RUMPF ET AL. (1994) Zirci Erdészetenél mért adataihoz hasonlóan a Zselicség erdőgazdasági tájban is azt tapasztalhatjuk, hogy 60 éves kor alatt még nem kell számolnunk az álgesztesedés jelenségével és az ebből adódó értékvesztéssel. Ezzel szemben viszont 110 éves kor felett már szinte minden törzsben várható az álgesztesedés jelentkezése (BIRÓ, 1999).

➤ Morfológiai bélyegek

Bizonyos törzs- és kéregjellemzőket szignifikáns befolyásoló tényezőként tart a szakirodalom számon.

HERRMANN (1902), RAUNECKER (1953), KELLER (1961), KREML ET MARK (1962), KLEMMT (1996), V. BÜREN (2002) és REDDE (1998) a törzselágazásokat álgesztesedést kiváltó okként értékelik.

A korhadt- és egészséges göcsök, ágbenővések szerepét illetően megoszlik a kutatók véleménye. Nagyobb létszámmal bírnak azok a szerzők, akik kiváltó okként jelölik az ágcsomok meglétét (JAROSCHENKO, 1935; GAUMANN, 1946; NECESANY, 1960; KELLER, 1961; KREML ET MARK 1962; GADOW, 1989; KUCERA, 1991; RUMPF ET AL., 1994; BIRÓ, 1999).

LESKÓ IN FIRBÁS (1985) sok év gyakorlati tapasztalata alapján összefüggést vélt felfedezni a göcsök mérete és egészségi állapota között. Véleménye szerint a kis (3-5 cm) és nagy méretű (10-15 cm) ággöcsök az esetek túlnyomó többségében egészségesek, így nem jelenthetnek fertőzési kaput a behatoló gombafonalaknak. A közepes méretű (5-8 cm) göcsöket azonban a faegyed nem tudja

benőni, illetve elszáradnak, így nagy százalékban válnak beteggé, veszélyeztetve ezzel a faegyed egészségi állapotát.

Velük szemben HUPFELD ET AL. (1997) vizsgálatuk eredményeként nem találtak összefüggést az álgeszt megjelenése és az ágcsonkok között.

V. BÜREN (2002) vizsgálta az egyedek sudarlósságát is: csökkenő sudarlóssági együttható növekvő álgeszt-gyakoriságot eredményezett. RAUNECKER (1956) hasonló eredményhez jutott.

NECESANY (1969) gyakorlati megfigyelései nyomán megállapította, a durvább kérgű egyedek kevésbé álgesztesek. REDDE (1998) ezzel ellentmondó eredményekhez jutott. Ugyanebben a vizsgálatában elemezte a törzsalakok szerepét is; sem a csavarodott, sem az íves növekedésű egyedek nem szerepeltek az álgesztes törzsek között nagyobb részarányban. LAMPSON (1992) REDDE-hez hasonló eredményekhez jutott.

Vizsgálatai alapján a törzsek mohával borítottsága sem játszik szerepet az álgeszt-gyakoriságában.

Külső jegyként a „kínai bajusz” utalhat a törzs álgesztességére (KELLER, 1961; V. BÜREN, 2002), de érdekes módon a nagysága nem játszik szerepet ebben.

A koronaszerkezetet mint szignifikáns hatótényezőt többen is vizsgálták:

Az alacsony korona-részarányt TORELLI (1979), KOTAR (1995) és V. BÜREN (2002) is álgeszt befolyásolóként jelölték meg. Ennek ellentmond REDDE (1998), aki semmilyen összefüggést nem talált a korona-részarány és az álgesztesedés között.

KRAHL-URBAN (1954), KELLER (1961), NECESANY (1969) és TORELLI (1979) ismeretei szerint az ellaposodó koronaalak vezet álgeszt kialakulásához, s fontos faktorként értékelik. REDDE (1998) ezzel szemben nem talált összefüggést a terebélyes koronaszerkezet és az álgesztesedés megjelenése, kiterjedése között.

A korona vitalitása szintén szerepet játszhat a jelenség kialakulásában (BÖRNER, 1997; REDDE, 1998).

ORMOS görögországi információi szerint a vastag, élő, egészséges ágú, böhöncös jellegű törzsek törése álgesztmentesek; a fentiekben (LESKÓ) vázolt, élő oldalágak gombafertőzésre való érzéketlensége miatt. (RUMPF J. szóbeli közlése).

➤ Szociális helyzet

Több szerző is talált összefüggést a bükkegyedek állományban betöltött szerepe és az álgeszt-gyakoriság között. TORELLI (1979), KOTAR (1995), V. BÜREN (2002) és REDDE (1998) szerint is a kimagasló egyedek között gyakoribb az álgesztes.

Ezzel összhangban a KRAFT-féle osztályozással a magasabb osztályú egyedek álgeszt-valószínűsége is nagyobb (HUPFELD ET AL., 1997).

REDDE (1998) ezt az összefüggést nem találta megalapozottnak.

BÖRNER (1997) szerint a vastagsági növekedés az, amely befolyásolja az álgeszt megjelenését, a gyengébb növekedésű törzsek között nagyobb valószínűséggel fordul elő álgesztes.

V. GADOW (1989) és REDDE (1998) is vizsgálták az erdőszegély bükkegyedeit. Megállapítást nyert, hogy ezek sokkal kevésbé veszélyeztetettek álgesztesedés szempontjából, mint az állomány belsejében élő egyedek. Több más ok mellett ezért is tartják fontosnak az idős egyedekből álló, széles erdőszegély kialakítását.

➤ **Egyéb faktorok**

NECESANY (1969) és VASILJEVIC (1974) végeztek eddig csak vizsgálatokat az egyedek korán-, illetve későnfakadó jellegével kapcsolatban. A koránfakadó típusok esetében találtak nagyobb álgeszt-részarányt.

Genetikai tanulmányokat csak kevesen folytattak a témában. LARSEN (1943) vizsgálta az egyes bükk-raszokat, azonban konkrét típusokat nem határozott meg.

LAMPSON (1992) szerint genetikai okok vezérelnek az álgesztesedést; véleményét hosszantartó gyakorlati tapasztalatokra alapozza.

2. Erdőművelési hatótényezők

➤ **Üzem mód**

JANOTA (1971) befolyásoló tényezőként értékeli az egyes erdőgazdálkodási üzem módokat. Az álgesztesedés megoszlása az érintetlen „őserdőkben” és a kezelt erdőállományokban igen eltérő. Konkrét adatokkal azonban nem szolgál.

BECKER ET AL. (1989) értékelése alapján az egyes üzem módok közti váltás, az erdőszerkezet átalakítása is befolyásolja az álgesztesedés kialakulását. Ugyanerre a következtetésre jutott ANONYMUS (1988) a *Jestetteni Erdészet* állományátalakítása után is: „új típusú” álgesztesedés megjelenését tapasztalta a bükkösökben. RAUNECKER (1956), RAUSCH (1960) és V. GADOW (1989) is az általuk vizsgált középerdőkben hatalmas méretű, mélyen ágas bükköket találtak, melyek teljesen álgesztmentesek voltak. TORELLI (1979) is hasonló következtetésekhez jutott: „Vékony, alacsony és mélyen ágas bükkök a legrosszabb minőségű termőhelyeken is, laza szerkezetű állományokban (erdőszegélyek) még 180 éves kort elérve sem fejlesztettek álgesztet.

RACZ ET AL. (1961) az üzem módok témájával kapcsolatban úgy vélik: összességében később jelenik meg az álgesztesedés a korábban középerdő módban kezelt állományokban, azonban intenzívebben indul meg a folyamat.

A sarjzatotott bükkösök erősen veszélyeztetettek az álgesztesedés kialakulására (KELLER, 1961; NECESANY, 1969).

➤ **Állománynevelés**

Az állománynevelési irányelvek tekintetében az egyes szerzők véleménye igen megosztott.

TORELLI (1979) és V. BÜREN (2002) a sűrűntartást tartja álgesztesedéshez vezető oknak. Hasonló eredményhez jutott V. GADOW (1989) és RIEDER (1997): a hosszú idő keresztül fenntartott 100%-os koronazáródás, valamint a csak alsó szintet érintő gyérítés hozzájárulhat az álgesztesedés kialakulásához. Ennek ellentmondva NECESANY (1969) az elkésett tisztítás jelöli meg okként. REDDE (1998) a záródottabb, sűrűbb állományokban tapasztalt kevesebb álgesztesedést, mint a lazább szerkezetű erdőtestekben.

Velük szemben RACZ ET AL. (1961), KREMPL ET MARK (1962) semmilyen összefüggést nem találtak az állománynevelési irányelvek és az álgesztesedés gyakorisága között.

Hegyvidéki bükkösök esetében KLEIN (1992) azon a véleményen van, hogy az álgesztesedés szempontjából veszélyes ezeknek az állományoknak a túltartása.

Az elegység szerepét is vizsgálta RAUNECKER (1956), ARNSWALD (1961), RACZ ET AL. (1961) és V. GADOW (1989): elemzésük alapján az elegyetlen bükkösök esetében nagyobb részarányban

tapasztaltak álgesztesedést. Ezzel szemben KREMPL ET MARK (1962), BRINAR (1966) és V. BÜREN (2002) nem találtak összefüggést: az elegyes bükkösök hasonló valószínűséggel álgesztesek.

3. Környezeti tényezők

➤ **Termőhely**

Az álgesztesedés irodalmában a termőhely mint lehetséges álgesztesedést befolyásoló tényező a szerzők érdeklődésének középpontjában állt és áll mind a mai napig. Az egyes szerzők azonban meglehetősen eltérő nézeteket vallanak. Kapott eredményeik három csoportba sorolhatók:

A „rossz” termőhelyek RAUNECKER (1956), RACZ ET AL. (1961), WALTER ET KUCERA (1991), KOTAR (1995) és V. BÜREN (2002) elemzései alapján növelik az álgesztesedés kockázatát, valamint terjedésének lehetőségét. Kijelentésüket a gyenge tápanyag- és vízgazdálkodási tulajdonságokra alapozzák.

Ezzel ellentétes eredményre jutott KREMPL ET MARK (1962), TORELLI (1979) és MAHLER ET HÖWECKE (1991): az erdőtenyészet számára kedvező termőhelytípusok vezetnek inkább álgesztesedéshez.

Az előző elemzéseket cáfolja KELLER (1961), JANOTA (1971) és BECKER ET AL. (1989) véleménye: a termőhely nem játszik szerepet az álgesztesedésben.

Az alábbiakban az egyes termőhelyi tényezők szerepének vizsgálatához kapcsolódó legfontosabb irodalmi hivatkozásokat tárgyalom:

RAUNECKER (1956), DIETRICH (1964) és V. BÜREN (2002) vizsgálták behatóan az elégtelen tápanyaggazdálkodás szerepét, azonban a környezetben bekövetkező változások (magnövekedett NO₂ és CO₂ terhelés miatt módosult tápanyagkörforgás) hatásvizsgálata továbbra is megválaszolatlan kérdést jelent.

Az egyenetlen vízgazdálkodású termőhelyek is indikátorai lehetnek az álgeszt kialakulásának (LARSEN, 1943; RAUNECKER, 1956; DIETRICH, 1964; NECESANY, 1969; SCHNELL, 1986; WALTER ET AL., 1991 és HUPFELD ET AL., 1997).

A V. BÜREN (2002) által vizsgált állományok esetében az elemzések azt mutatták, hogy a montán régiók bükkösei egy fokkal veszélyeztetettebbek, mint a kollin vagy a szubmontán bükköserdők. Hasonlóan a domborzat és a kitétség is befolyásoló tényezőként értékelhető.

Mivel a kitétség vizsgálata viszonylag az egyszerűen elemezhető kérdéskörbe tartozik, így többen is kísérletet tettek összefüggések meghatározására. TOMASEVSKI (1958) és V. BÜREN (2002) az északi kitétségű területeken tapasztaltak nagyobb álgeszt-gyakoriságot. HERRMANN (1902), LIESE (1930b) és LARSEN (1943) a szélnek jobban kitétt részeken tapasztalt hasonlókat. Ennek ellentmondó eredményt kapott REDDE (1998).

A levegő nedvességtartalmáról megoszlanak a szerzői vélemények. NECESANY (1969) az alacsony légnedvességet, míg V. BÜREN (2002) a nagyobb páratartalmat tartják álgesztesedést befolyásoló faktornak. Az eltérés oka azonban abból is eredhet, hogy V. BÜREN vizsgálatait Svájcban, míg NECESANY Angliában végezte, ahol az óceáni áramlatok eltérő klimatikus helyzetet teremtenek.

RACZ ET AL. (1961) vizsgálataik alapján nem találtak különbséget ez eltérő terméshozamú állományok álgesztesedési jellemzőiben.

FERCHLAND (1987) nem talált kapcsolatot a domborzati viszonyok és az álgeszt megjelenése között.

Az egyes, álgesztesedést befolyásoló talajjellemzőkkel kapcsolatban több vizsgálatot is folytattak.

Az alapkőzet milyensége - a kapott eredmények alapján - befolyásolja az álgesztesedés kialakulását. A mészen, illetve dolomiton képződött talajokon nagyobb mértékű álgesztesedést tapasztaltak, mint a szilikátok esetében (RAUNECKER, 1956; RACZ ET AL., 1961; WALTER ET KUCERA, 1991; V. BÜREN, 2002). NECESANY (1969) azonban hozzát teszi, kijelentése az északi bükkrégiókra nem érvényes. Ugyanerre az álláspontra jutott KOTAR (1995) is az eltérő alapkőzetű talajok vizsgálatában, azonban érdekes módon, tapasztalatai szerint a szilikátos talajokon a kisebb álgesztes-részarány az egyes törzsek szintjén nagyobb álgeszt-kiterjedéssel párosult. KLEMMT (1996) 160 éves bükk-törzseket elemzett, a bázikus talajok esetében kevesebb törzsből fejlődött ki álgeszt, mint az acidofil termőhelyeknél. Termőhelyi kapcsolódást azonban 100 év körüli állományoknál nem tapasztalt. BECKER ET AL. (1989) nem tapasztaltak összefüggést az egyes talajtípusok alapkőzetei és az álgeszt-gyakoriság között.

A talajtípusok szintjén történt kutatások eltérő eredményeket mutatnak.

Erről V. BÜREN (2002) így írt: "Összehasonlítva a barna erdőtalajokat, a humusz-karbonátos barna erdőtalajokon háromszor nagyobb valószínűséggel fordul elő álgesztesedés, mint a barnaföldeken. Podzolos barna erdőtalajon kevesebb, míg rendzinalajokon több álgesztesedés lokalizálható.

A talajok pH-értékével végzett elemzések is eltérő eredményekhez vezettek. RAUNECKER (1956) szerint a magasabb pH-érték növekvő álgeszt-gyakorisághoz vezet, míg V. BÜREN (2002) ennek ellenkezőjét tapasztalta.

A talajok pangóvíz kialakulásért felelős víztartó rétege V. BÜREN (2002) nyomán álgesztesedést kiváltó faktor lehet, RACZ ET AL. (1961) elemzése azonban cáfolja ezt.

További, az álgesztesedést befolyásoló környezeti tényezők:

A 2.2.1 fejezetben már érintettem a rendkívüli fagyos időjárás szerepét. Az extrém időjárási viszonyok (rendkívüli hideg-meleg, aszályos nyár) elősegítik az álgesztesedés kialakulását (LIESE, 1930a,b; LARSEN, 1943; GAUMANN, 1946; ARNSWALD, 1961; NECESANY, 1969; DOBLER ET AL., 1988; WALTER, 1989).

BUCHER ET KUCERA (1991), valamint KOTAR (1995) szerint az imissziós koronaelhalások is befolyásolják az álgeszt-gyakoriságot. KOTAR (1995) a kapott eredményekkel kapcsolatban megjegyzi, hogy a vizsgált állományok a legnagyobb szlovéniai hőerőművek közelében voltak, itt az erőteljesebb koronaelhalások a magasabb kéndioxid terheltségnek tudhatóak be.

A fenti szerzőknek ellentmondva KOLTZENBURG ET KNIGGE (1987), FRÜHWALD ET AL. (1988), MEHRINGER ET AL. (1988), BUES ET SCHULZ (1989); BUCHER ET KUCERA (1991), MAHLER ET AL. (1991) valamint SEELING ET SACHSSE (1992) nem találtak összefüggést az imissziós károk és az álgeszt megjelenése között.

2.3.3 Az álgesztesedést kiváltó tényezők

Az első, a bükk álgesztesedést kiváltó okok megismerését célzó hangsúlyos kutatás ZYCHA (1948) nevéhez fűződik. Vizsgálatai eredményeképpen cáfolta, hogy a száraz geszt pigmentálódásának elsődleges oka gomba- illetve baktériumfertőzés lenne. Kiváltó faktorként a levegő beáramlását jelölte meg a törzs belső részébe.

A bükk álgesztesedés irodalmában a gyökér-, törzs- és koronasebzéseket lehetséges fertőzési kapuként értékeli a különböző szerzők. A kiváltó okok alapján a következőket tárgyalja a szakirodalom:

➤ Gyökérsérülések

JAROSCHENKO (1935), RAUNECKER (1953), NECESANY (1969) és v BÜREN (2002) is lehetséges fertőzési kapuként értékelik a gyökérszézéseket, melyek lehetővé teszik a levegővel történő érintkezést.

A szézések kiváltó okaként szóba jöhetnek a talajlakó rágcslók, a taposási kár illetve a terepegyenetlenség is.

JAROSCHENKO (1935) és PACLT (1953) ezen kívül megjegyzi, hogy az abnormális levegőbehatolás szempontjából egyenértékűnek minősülnek a gyökér- és koronaszézések.

➤ Törzssérülések

A gyökérszézésekhez hasonlóan a kisebb felszíni kéregszézések, vagy a mélyebb, fatestbe hatoló roncsolások is kaput nyitnak a levegő oxigénje számára (JAROSCHENKO, 1935; LARSEN, 1943; RAUNECKER, 1953; NECESANY, 1960; KELLER, 1961; KREML ET MARK, 1962; BOSSHARD, 1965a, b, 1967, 1974; KARADZIC, 1981; KUCERA, 1991; LAMPSON, 1992 és BÖRNER 1997).

BOSSHARD (1965a, b, 1967, 1974) és BÖRNER (1997) elképzelhetőnek tartja, hogy a kérgen és a törzsen kialakult hajszlrepedések is elegendők a levegő oxigénjének fatestbe hatolásához.

Az egyes szerzők kiváltó okok között szerepeltetik a döntési- és közelítési károkat, a fagyrepedéseket, a héjaszást, a kő- és jégverést, a vadkárosítást, a lövedék- és fémszilánkok okozta deformitásokat és a rovarrágásokat.

A fentebb idézett szerzőkkel szemben negatív eredményekhez jutott a törzssérüléseket illetően RACZ ET AL. (1961), SACHSSE ET SIMONSEN (1981), LAMPSON (1992) és REDDE (1998). SACHSSE ET SIMONSEN (1981) mesterséges szézések hatásának vizsgálatával kísérletezett 70-től 90 éves korú állományokban. Egy év elteltével a fák kitermelésre kerültek. Az erőteljes szézés ellenére az egy év alatt nem fejlődött ki álgeszt a faegyedekben.

Itt kell megjegyezni, hogy a vizsgálatnak egy évnvi időtartama véleményem szerint igen rövidnek bizonyul.

➤ Koronaszézések

A göcsök, ágcsapok meglétét lehetséges fertőzési kapuként értékelhetjük (HERRMANN, 1902; JAROSCHENKO, 1935; GAUMANN, 1946; ZYCHA, 1948; RAUNECKER, 1953; WAKIN IN BUCHHOLZ, 1958, KREML ET MARK, 1962; BRINAR, 1966; KUCERA, 1991).

TUZSON (1904) szerint az álgeszt képzése a büknél az ágcsanokokon keresztül történő gombainfekció következménye. A beható gombafonalak ellen védekezik a fa az edények töltősejtekkel való elzárása és az indifferens, ellenálló fagumi kiválasztása által.

A koronazónában létrejövő sérülések okaként az egyes szerzők a döntési károkat, a jég-, hó- és széltöréseket adják meg. NECESANY (1969) szerint az ellaposodó koronaalak veszélyeztetettebb a különféle sérülésekre. WAKIN (1958) szerint minden egyes elhaló ág egy újabb hajlamosító tényező az álgeszt megjelenésére. REDDE (1998) a fentebb említett szerzőkkel szemben semmiféle összefüggést nem tudott kimutatni az álgesztesedés kialakulása és az ágcsanokok megléte között.

Diplomadolgozatomban az alábbi összefüggéseket kaptam (BIRÓ, 1999): a 35 feljegyzett törzs esetében a lehetséges fertőzési helyek megoszlása a következő volt:

- korhadtt ág, száraz ágcsont, benőtt ág, ágdudor	51 %
- villa	37 %
- döntési kár, felületi sérülés, közelítési kár, tőserülés	12 %
Összesen:	100 %

Ezekből a feljegyzésekből azonban nem következtethetünk biztosan az álgesztesedés valódi okára, esetenként okaira.

2.3.4 Az álgesztesedés megjelenési formái

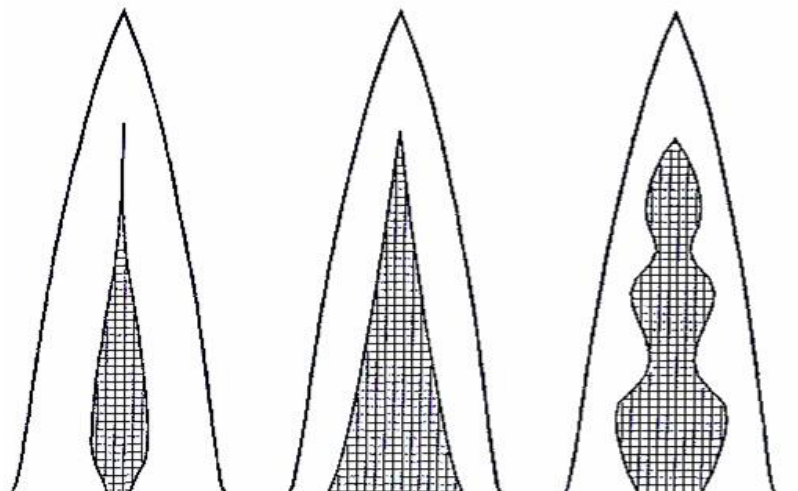
Az álgesztesedésre nemcsak a törzs-keresztmetszeten tapasztalható megjelenési formái a jellemzőek, hanem hosszirányú lefutásuk is karakteres.

RACZ ET AL. (1961) a törzs axiális tengelyével párhuzamos lefutás alapján három alaptípust különítettek el (2-4. ábra). Leggyakoribb esetben orsó- illetve kúpalakot vesznek fel, ritkábban a lefutás szabálytalan kontúrú.

Az orsó alakú álgeszt a maximális átmérőértéket megközelítőleg 6 méteres magasságban veszi fel. Ettől a ponttól a töréshöz az átmérőértékek gyors csökkenést mutatnak. Ezzel szemben az álgeszt-lefutás az átmérőmaximum magasságától a koronáig egy jóval lassabb csökkenést eredményez. LARSEN (1943), ZYCHA (1953), KREMPL ET MARK (1962), MAHLER ET HÖWECKE (1991), SEELING ET SACHSSE (1992) valamint KOTAR (1995) leggyakoribb típusként az orsóalakot jelölték meg. Legtöbbjük a 6 méteres törzsmagasságot jelölte meg, az álgeszt maximális értéke szempontjából. VASILJEVIC (1974) 4 és 8 méteres magasságban tapasztalta a maximális álgeszt-kiterjedést. BÖRNER (1997) elemzésében a törzsek 7 méternél még nem érték el a maximális álgesztátmérőjüket. A Kaposvári Erdészetről 1999-ben készült diplomadolgozat adataiból az egyértelmű orsó alakon kívül azt tapasztalhatjuk, hogy az átlagos álgesztátmérők maximális kiterjedése 3-8 méteres magasságban jelentkezik, és az itteni törzstátmérő 30%-a körül mozog (BIRÓ, 1999).

A kúpalakú álgeszt-lefutás maximumát a tőátmérő magasságában éri el. Ettől a ponttól a korona irányában egy lineáris, állandó átmérőcsökkenés jellemzi az álgesztesedést.

A szabálytalan formájú álgeszt-lefutást RACZ ET AL. (1961) nem részletezi. Valószínűleg ez a lefutás akkor következik be, ha a különböző gesztípusok vegyesen találhatók meg a törzsben, és ezek változása eredményezi a nem szabályos formát.



2-4. ábra: Az álgeszt hosszirányú megjelenési formái RACZ ET AL. nyomán (1961)⁶.

⁶ Forrás: RUMPF ET AL. (1994). Bükk álgesztesedés vizsgálata a Zirci Erdészetről.

RACZ ET AL. (1961) vizsgálatukban elemezték az egyes típusok részarányát is a vizsgált törzsekben. Az orsó- és kúpalakú álgesztesedés megközelítőleg ugyanolyan gyakorisággal lépett fel. A hasonló részarány független az állományjellemzőktől is. Ez az eredmény magyarázatot adhat azokra az ellentmondó gyakorlati megfigyelésekre, melyek egyszer csökkenő, egyszer növekvő álgesztátmérőről tesznek jelentést a korona és a tő között.

Diplomadolgozatom kiértékeléséből az alábbi arányok adódtak (BIRÓ, 1999):

Orsó alakú álgeszt	78 % (52 db)
Szabálytalan álgeszt	9 % (6 db)
<u>Kúpalakú álgeszt</u>	<u>13 % (9 db)</u>
Összesen	100 % (67 db)

2.3.5 Az álgesztesedés fejlődése az élő fában

Az álgesztesedés idő- és térbeli fejlődésének nyomkövetése a mai napig a megválaszolatlan kérdések közé tartozik. Ezért a múltban született, ezzel kapcsolatos eredmények nagyon sok esetben csak feltevések, vélekedések, melyek nem tudományosan megalapozottak.

➤ **Az álgesztesedés időszaka**

LARSEN (1943) és RAUNECKER (1953) szerint az álgeszt fejlődése a fa legalacsonyabb nedvességtartalmú periódusában zajlik. LARSEN (1943) ezt az időszakot júniustól decemberig határolja be. RAUNECKER (1953) következtetései alapján a júliusban induló időköz csak a következő évben, a rügyfakadáskor ér véget.

➤ **Az álgesztesedés sebessége**

Az álgeszt képződése a fában FREY-WYSSLING ET BOSSHARD (1959) nyomán egy lassú, hosszantartó folyamat.

KLEIN (1992) a „nagyméretű” álgeszt képződésének idejét 5 és 10 év közöttire teszi. A „kisméretű” álgesztek kifejlődése gyorsabb. KLEIN (1992) a „kis”- és „nagyméretű” álgesztek méreteit nem részletezi. Ezen kívül arról sem szerepeltet adatokat, hogy milyen korú és milyen átlagátmérőjű állományban végezte az álgeszt-fejlődési sebességvizsgálatokat.

LARSEN (1943) nyomán az álgeszt-fejlődés a száraz periódusban gyorsan megy végbe, főként, ha előtte az extrém hideg téli időjárás a törzsön fagyrepedéseket hozott létre. Az eredmény ebben az esetben az ún. „fagygeszt”.

Szakaszos álgeszt-képződés állhat a felhős álgesztesedés jelensége mögött (ZYCHA, 1953; SACHSSE, 1991). Egy-egy ilyen szakasz időtartama azonban nem definiált. Egy periódus feltehetően a nyár végétől a tél befejezéséig tart.

SCHUTE (1986) vizsgálataiban mesterséges sebzések útján sebgesztesedés kialakulását indukálta. Az ezzel járó gesztesedés leggyorsabban nyáron fejlődött tovább.

➤ **Az álgesztesedés fejlődési iránya**

ZYCHA (1948), WALTER ET KUCERA (1991) és REDDE (1998) szerint az álgeszt a törzs felsőbb régióiból lefelé fejlődik. KELLER (1961) így ír az álgesztesedés növekedési irányáról: „Az álgeszt a

törzsben vagy letről felfelé, vagy fentről lefelé fejlődik. Az első eset akkor következik be, ha az adott törzs sarjztatással lett felújítva, a második út pedig az ágcsontokból kiinduló esetre jellemző.” Ennek bizonyítása azóta sem történt meg.

2.4 A bükk álgesztesedés különböző aspektusai az erdőgazdálkodásban és a faiparban

2.4.1 Az álgesztesedés kimutatása és vizsgálata az élő fában

A természetszerű erdőgazdálkodás koncepciójának térhódításával összefüggésben egyre nagyobb szerepet kapnak az álgesztesedés mértékének csökkentését célzó erdőművelési beavatkozásokra tett javaslatok; s ehhez hasonlóan az álgesztesedés során lezajló biokémiai folyamatok megismerése is nagy fontossággal bíró részterülete a kutatásoknak. Ezek megválaszolásához egyre nagyobb szükség lenne az álgesztesedés élő fában történő megjelenésének és tovaterjedésének ismeretére.

A lábon álló, élő faegyedek roncsolásmentes, illetve csekély roncsolással járó vizsgálata új perspektívát nyithat az álgesztkutatásban. A '90-es évek kezdetétől számtalan próbálkozás történt már az álgeszt lábon álló, élő faegyedben történő kimutatására (BIRÓ ET AL., 2004a, b,c).

Ahogy a sikertelen próbálkozások nagy száma is mutatja, a megcélzott technológiával szemben igen magas követelményeket kell támasztanunk: egyik oldalról a lábon álló egyedek vizsgálati lehetőségét, míg a másik oldalon a bükk álgeszt specifikumainak információgazdag kimutatását kell, hogy egyesítse magában. Elvárásainkat a módszerrel szemben 5 pontban fogalmazhatjuk meg (SEELING ET AL., 1999):

1. Feleljen meg a roncsolásmentesség követelményeinek:

Az egyes szerzők lehetséges álgesztesedést indukáló tényezőként adják meg a különféle sebzéseket, úgymint gyökér-, törzs- és koronasebzéseket. Ezeken a fertőzési kapukon levegő, baktériumok és gombák hatolhatnak be, jelentősen befolyásolva ezzel az itt végbemenő élettani folyamatokat. Legfontosabb követelményként kell tehát megfogalmaznunk, hogy a mérések elvégzése során az álgesztesedés terjedését semmilyen módon nem befolyásolhatjuk. Már a csekély roncsolással járó módszerek esetében is (a különféle tűk, fémlapkák, fűrófejek fatestbe préselésével, fűrészával), csupán a kéreg illetve a kambium megsértésével, lehetővé tesszük a fertőzési kapu kialakulását. Ezek esetében hosszabb távú, évekre szóló vizsgálatsorozatokot korrekt eredményekkel nem tervezhetünk.

2. A módszernek a teljes törzsszeletet fel kell térképeznie:

A bükk álgeszt sajátos formáinak ismeretében (felhős, aszimmetrikus alakok, nem az évgyűrűfutást követő formák) fontos elvárás, hogy a teljes törzsmetszetről adatokat kapjunk. A teljes törzsszelet egy cikkének ismerete helytelen következtetések levonásához vezethet.

3. Érzékenység a sűrűség- és nedvességtartalom változására:

Ez a követelmény az álgesztes és „fehér” faanyag közti szöveti eltérésekből ered. Módszerünknek erre a különbségre kell alapoznia.

4. A műszer könnyen mobilizálható legyen:

Ahhoz, hogy lábon álló faegyedeket vizsgálhassunk, vagyis közvetlenül a mintavétel helyeül szolgáló erdőállományban tudjunk méréseket folytatni, a mérőeszköznek szállíthatónak kell lennie. Fontos lenne, hogy nagyobb magasságokban is megoldható legyen a mérés, hiszen az álgesztesedés maximális kiterjedése az eddigi vizsgálatok alapján körülbelül a 6 m-es fa magasságban mérhető. GLAVAC ET AL. (1990) ajánlása alapján a víztartalom ingadozása is itt a legkisebb a fatestben.

5. A mérés gyorsan lebonyolítható legyen:

A kutatás jelenlegi lépcsőfokán ez a követelmény nem jelenik meg olyan élesen, másodlagos tényezőként értékelhetjük az előzőekhez képest. Ennek az elvárásnak akkor nő meg a jelentősége, amikor a kifejlesztett mérőeszközt a gyakorlat számára szeretnénk alkalmassá tenni. Ehhez a mérési időtartamnak egy reális határon belül kell maradnia, ami maximum 0,5 óra/törzs nagyságrendű lehet.

2.4.2 A közelmúlt kísérletei

A következőkben rövid áttekintést szeretnénk adni az egyes szerzők élő bükktrzséken eddig kipróbált módszereiről és az alkalmazott műszerekről. Közülük jó néhány nem elégíti ki a roncsolásmentesség követelményét, azonban a kapott eredmények ismeretében és a téma teljes vázolásának igényében röviden ezek is ismertetésre kerülnek.

1) *Elektromos ellenállásmérésen alapuló eszközök:*

a) TOMOPLEX (Elektromos ellenállás mérése)

Az eszköz elektromos ellenállást mér. Nem roncsolásmentes, mivel a mérőelektródákat (24 db acélkarom) több centiméter mélyre kell bevezetni a törzsbe. A sugárirányban változó nedvességtartalom befolyásolja a specifikus ellenállást. Ez elektromos ellenálláskülönbséget hoz létre, amit grafikusán egy ellenállástomográf megjelenít. Az álgeszt meglétét kimutatja.

b) VITAMAT (Elektromos vezetőképesség mérése)

Az elektródákat egy forgatókar segítségével lépésről lépésre préseljük a fatestbe. Minden lépés egy ellenállásmérést jelent, melyből számítható az elektromos vezetőképesség (reciproka az elektromos ellenállásnak), melyet egy számlálógéppel rögzít, illetve egy képernyőn grafikus formában ki is rajzol. A kapott adatok PC-re átmásolhatóak, kinyomtathatóak. V. BÜREN (2002) kedvező eredményekről ír (2-5, 2-6, 2-7. ábra).

2) *Mechanikai ellenállásmérésen alapuló eszközök:*

a) RESISTOGRAPH (Fúrési ellenállást mér)

A *Resistograph*-al történő mérés során egy 3 mm vastag fúrótű fatestbe való behatolása során mérhető mechanikai ellenállását követhetjük nyomon. A kapott „ellenállás-szelvény” visszatükrözi számunkra a fatest relatív sűrűségeloszlását, valamint az évgyűrűk közti sűrűségváltozást. A mérés és a kapott görbe nyomtatása párhuzamosan történik. A kapott adatok PC-re átmásolhatóak, kinyomtathatóak (2-2, 2-3. kép).

A műszert próbáló szerzők egyöntetűen nehézkesen használható és biztos eredményt nem nyújtó módszerként jelölik meg a *Resistograph*-os méréseket.

b) TEREDO (Fúrési ellenállást mér)

Hasonlóan a *Resistograph*-hoz a *Technologiepark Clausthal Management GmbH.* által kifejlesztett *Teredo Fatest Diagnosztizáló Rendszer* is mechanikai ellenállásmérésen alapszik. REDDE (1998) folytatott méréseket Teredoval, azonban eredményeiről, az eszköz működési elvéről nem találtam irodalmi utalásokat (SEELING ET AL., 1999).

3) Akusztikus mérőeszközök:

a) Akusztikus mikroszkóp, vibráció mérésén alapuló eljárás

SANDOZ ET LORIN (1994) nyomán esélyes mérőeszközként tarthatjuk számon a jövőben a különféle akusztikai elveken működő berendezések egyikét-másikat. Az eszközök kifejlesztése folyamatban van, irodalmi adat még nem áll rendelkezésünkre (SEELING ET AL., 1999).

b) SYLVATEST (Ultrahang terjedési sebességet mér)

Az ultrahang fatestben történő terjedésére jellemző sebesség mérésén alapuló metodika. Mintegy 30 kHz-es középhullámot használnak a berendezésben. Az ultrahang terjedési sebessége az egészséges fatestben az ismert sugárzás és fafaj függvényében többé-kevésbé állandó. Ennél alacsonyabb terjedési sebesség mérése a fatestben valamilyen bomlási folyamatra utal. V. BÜREN (2002) következtetései nyomán nem tartja alkalmasnak az álgesztesedés kimutatására.

c) FAKOPP (akusztikus tomográf)

Hazai fejlesztésű (a Nyugat-Magyarországi Egyetem két oktatója: MÉSZÁROS KÁROLY és DIVOS FERENC által kifejlesztett), hangsebesség mérésén alapuló favizsgálati módszer. A FAKOPP kellékei: piezo érzékelők, kalapács, vezetékek, időmérő. Parkokban, utak mentén lévő fák belső állapotát, korhadást és üreget lehet feltárni roncsolásmentesen a FAKOPP-2D készülékkel. A vizsgált síkban 15 irányban hangsebesség mérést valósít meg a készülék, a kiértékelés a műszerhez kapcsolt laptopon történik, a hiba helyének és nagyságának megjelenésével⁷. Az álgesztesedés kimutatására nem alkalmas.

4) Termográfok:

a) Termikus szkener (Hőmérésen alapuló eljárás)

NIEMZ ET AL. (1998) két eszközt tesztelt (*FLIR 6200* és *CLASS II THERMAL IMAGING SYSTEM*), melyek az infravörös sugárzási tartományban mérnek. Az eljárás során a törzsek felületén hősugárzás mérése, majd képpalkotás történik. A metodika nem alkalmas az álgesztesedés biztonságos kimutatására.



2-2. kép: RESISTOGRAPH⁸

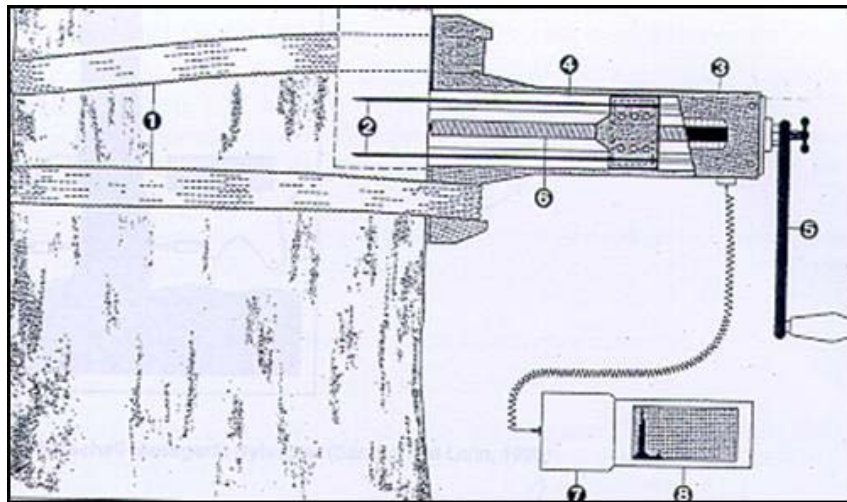


2-3. kép: A kapott mérési eredmény⁹

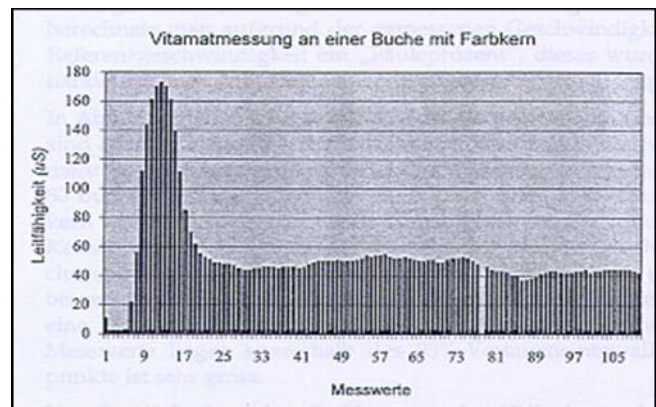
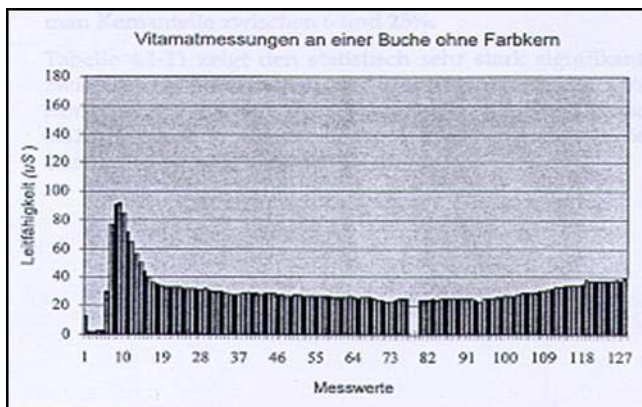
⁷ Forrás: <http://www.innovacio.hu/newfiles/innoforum3.htm>

⁸ Forrás: <http://www.rinntech.com/Products/Resistograph.htm>

⁹ Forrás: <http://www.rinntech.com/Products/Resistograph.htm>



2-5. ábra: A VITAMAT működési elve és szerkezete.¹⁰



2-6. ábra, 2-7. ábra: Mérési eredmények (elektromos vezetőképesség) a VITAMAT-tal. A baloldali az álgesztmentes bükk, a jobboldali álgesztes bükk méréséből adódó eredmény.¹¹

5) Computer-tomográfok:

A computer-tomográfus kísérletekről részletesen a computer-tomográfus mérési eredményeket bemutató 7. fejezetben számolok be.

2.4.3 Az álgesztes bükk faanyagának tulajdonságai

A bükk faanyag minősége szempontjából a legjelentősebb probléma az álgesztesedés. Az utóbbi években ennek szerepét csak súlyosbította, hogy a fakereskedelem és a fafeldolgozás kimondottan az álgesztmentes, fehér alapanyaghoz ragaszkodik.

Érdekes, hogy néhány faanyagismereti vizsgálattól eltekintve fatechnológiai kísérletek, kutatások nem kerültek publikálásra, ezért is nagy jelentőségű MOLNÁR ET AL. (2001a) (2.5.3 fejezet) kutatómunkája.

¹⁰ Forrás: V. BÜREN (2002). Der Farbkern der Buche in der Schweiz nördlich der Alpen: Untersuchung über die Verbreitung, die Erkennung am stehenden Baum und die Ökonomischen Auswirkungen.

¹¹ Forrás: V. BÜREN (2002). Der Farbkern der Buche in der Schweiz nördlich der Alpen: Untersuchung über die Verbreitung, die Erkennung am stehenden Baum und die Ökonomischen Auswirkungen.

➤ Szín

A bükk álgesztesedés egyik legjellemzőbb tulajdonsága a színe. A német nyelvterületen meghonosodott „*Rotkern*” kifejezés is innen ered (vörös geszt). Ahogy ez az elnevezés is mutatja, leggyakrabban vöröses színű, de a vörös mellett a barna, zöld, ibolya és a szürkés tónusokat is megfigyelhetjük (RATHKE, 1996). Legtöbb esetben nem egységes színárnyalat és intenzitás jellemez egy álgesztet.

Az álgeszt keresztmetszeti képén belülről kifelé haladva több zónát fedezhetünk fel, amelyen belül a szín az egészen halvány barnától a barnán át a barnászvörösre variálódik. Az egyes részek sötét vonalakkal határoltak. Az eltérő tónusok és ezek intenzitása a gesztesítő anyagoknak, a fa relatív nedvességtartalmának és sűrűségének eltérő törzsbeli eloszlásából ered. Gőzöléssel a színeltérések kiegyenlíthetők (FRIEDRICH, 1963).

Ultraibolya sugárzás segítségével a színintenzitás az évek sorozata alatt elhalványítható (ANONYMUS, 1993, 1998a; BEIMGRABEN, 1998). A kiút talán valamilyen ultraibolya-sugárzást megkötő anyag fatestbe juttatása lenne. SANDERMANN ET LÜTHGENS (1953) ehhez karbamid alapú lakkot ajánlanak.

➤ Az álgesztes bükk felületének kezelhetősége

A NYME Faipari Mérnöki Kar Faanyagtudományi Intézete hiánypótló kutatást végzett az álgesztes bükk színének homogenizálása, esztétikusabbá tétele témakörben. A felületkezelés módszerei közül a fehéritést, a pácolást, ezek kombinációját, valamint a színezett lazúrok használatát alkalmazták kutatásukban. Vizsgálatuk eredményeként az alábbi következtetések vonhatók le:

- *Kémiai fehérités*: álgesztes bükk fehéritésére nem alkalmas (2-4. kép).
- *Sötét színű pácoló, lazúrok*, - ha azok színe megegyezik az álgesztes rész színével, vagy annál sötétebbek - kielégítő eredményt adnak, ez a megoldás azonban napjainkban nem kedvelt.
- *A világos színű lazúrok* közül elsősorban a vizes diszperziós pigmenteket tartalmazó változat (fehér lazúr) ad érdekes hatást álgesztes bükk faanyagon. A megoldás javasolható ún. rusztikus (régies) parasztbútorok felületére, fürdőszoba berendezések, falburkolatok stb. felületkezelésére.
- Napjainkban kedvelt közepes színárnyalatok kialakítására az *akrildiszperziós vizes pácoló* alkalmazhatók, nem túl magas esztétikai igények esetén, pl. irodabútorok, gyerekbútorok felületkezelésére (Méz pác).
- A világos- és közepes színű *színezékpácoló* nem csökkenti a kontrasztokat (MOLNÁR ET AL., 2001a).



2-4. kép: Álgesztes bükk faanyagának kémiai fehéritése az alkalmazott fehéritő anyagok és a hatásidők függvényében.¹²

➤ Szilárdsági és sűrűségi paraméterek

A bükk álgesztes részei - szemben a nem álgesztes részekkel - eltérő szilárdsági paraméterekkel rendelkeznek.

GRÖBLER (1943), MAYER-WEGELIN (1944) és FRIEDRICHS (1963) megállapították, hogy az álgesztes részek kissé nagyobb szilárdsági mutatókat adnak. FRIEDRICHS (1963) ezt a csökkent nedvességtartalommal indokolta. Az álgesztes bükk sűrűségadatait először TUZSON (1904), majd GRÖBLER (1943) határozták meg. GRÖBLER (1943) a „fehér” bükk sűrűségértékére $0,652 \text{ g/cm}^3$, az álgesztes részre $0,692 \text{ g/cm}^3$ -t kapott. Ezzel szemben KREMPL ET MARK (1962), valamint KUCERA (1991) nem találtak eltérést az álgesztes és a nem álgesztes farészek szilárdsági mutatói között.

MOLNÁR ET AL. (2001a) anyagvizsgálatainak eredménye az egészséges álgesztes faanyag jó tulajdonságait bizonyítja (2-3. táblázat):

¹² Forrás: MOLNÁR ET AL. (2001a). Kísérleti technológia álgesztes bükk fűrészáru továbbfeldolgozására.

Anyagtulajdonság	Fehér bükk	Álgesztes bükk	Átlagok eltérése /%/	Szignifikancia
<i>SZIGNIFIKANCIA VIZSGÁLAT 95%-OS MEGBÍZHATÓSÁGI SZINTEN</i>				
	<i>átlag</i>	<i>átlag</i>		
SŰRŰSÉG /g/cm ³ /	0,712	0,723	+ 1,54	0,214
ZSUGORODÁS				
- húr irány /%/	12,27	11,08	- 9,7	0,000*
- sugár irány /%/	6,04	5,85	- 3,15	0,178
- rost irány /%/	0,47	0,51	+ 8,51	0,108
- térfogati /%/	18,05	16,78	- 7,04	0,000*
BRINELL-MÖRATH KEMÉNYSÉG				
- bütü felület	57,59	57,55	- 0,07	0,966
- húr felület	25,07	27,72	+ 10,57	0,000*
- sugár felület	22,13	24,58	+ 11,07	0,000*
NYOMÓSZILÁRDSÁG /Mpa/	65,38	62,54	- 4,34	0,036*
NYÍRÓSZILÁRDSÁG /Mpa/	11,81	13,33	+ 12,87	0,004*
HAJÍTÓSZILÁRDSÁG /Mpa/				
- szabványos vizsgálat	120,10	115,83	- 3,56	0,164
- terméksztű vizsgálat	103,62	97,73	- 5,68	0,052
HAJLÍTÓ RUGALMASSÁGI MOD. /Mpa/				
- szabványos vizsgálat	13.927,8	13.345,5	- 4,18	0,016*
- terméksztű vizsgálat	9.837,2	10.249,7	+ 4,19	0,098
ÜTŐ-HAJLÍTÓ SZILÁRDSÁG /J/mm ² /	0,093	0,066	- 29,03	0,000*

2-3. Táblázat: Az álgesztes és fehér bükk faanyagának szilárdsági tulajdonságai.¹³

A vizsgálatok eredménye az alábbi következtetések levonását tette lehetővé:

- A nyomószilárdsági vizsgálatot értékelve jól látható, hogy a fehér bükk minimálisan magasabb értéket mutat, mint az álgesztes bükk. Ezt mindenképpen ellentmondásnak értékelhetjük, hiszen – a fentebb idézett szerzők értékeivel összehasonlítva is – a gesztesedés fiziológiájának ismeretében az álgesztes anyagnak kellene nagyobb szilárdsággal rendelkeznie.
- A nyírószilárdságnál viszont, éppen ellentétben a nyomó igénybevétellel, az álgesztes bükk mutat nagyobb értéket a fehérrel szemben. Ennél a vizsgálatnál azonban a kapott eredményeket erősen befolyásolhatják a próbatestekben található nem látható fahibák (repedések, ferdeszálúság).
- A hajlítószilárdsági vizsgálat is hasonló eredményhez vezetett, mint a nyomószilárdsági, azaz a fehér bükk jobban ellenáll a hajlító igénybevételnek, mint az álgesztes faanyag.
- A hajlítórugalmassági modulusz vizsgálat is hasonló következtetések levonását teszi lehetővé, mint a hajlítószilárdsági vizsgálat.
- A dinamikus igénybevétellel szembeni ellenállás tekintetében is a fehér bükk utal jobb vizsgálati eredményekre.
- Összefoglalóan megállapítható, hogy az álgesztes bükk sűrűség, sugár- és rostirányú zsugorodás, bütü keménység, szabványos hajlítószilárdság és rugalmassági modulusz, valamint a terméksztű hajlító rugalmassági modulusz értékei megegyeznek (elhanyagolható a különbség) a fehér bükkével.

¹³ Forrás: MOLNÁR ET AL. (2001a). Kísérleti technológia álgesztes bükk fűrészáru továbbfeldolgozására.

- Szignifikánsan jobbak az álgesztes fa eredményei a húr- és sugárfelületen mért keménység tekintetében, valamint a nyírószilárdság mértékében.
- Szignifikánsan gyengébbek az eredmények álgesztes faanyagnál a húrirányú és térfogati zsugorodás, a nyomószilárdság, a szabványos hajlító rugalmassági modulusz és az ütéshajlító szilárdság tekintetében.

A vizsgálati eredmények szórásainak százalékos értékeit elemezve, azok megfelelnek a faanyag vizsgálati szabványok szerinti előírásnak (MOLNÁR ET AL., 2001a IN APOSTOL, 2003).

➤ **Kopásállóság**

MOLNÁR ET AL. (2001a) a *Taber féle* koptató vizsgálattal kimutatták, hogy az álgesztes anyagok jobb kopásállósággal (fontos parkettajellemző) rendelkeznek, mint a nem álgesztes minták, valamint a gőzölés nem csökkenti lényegesen a kopásállóságot, azaz a különbségek nem szignifikánsak.

Taber-féle besorolás szerint két kategóriára bonthatók:

- *Nagyon kopásálló*: natúr nem álgesztes, a natúr álgesztes és a gőzölt álgesztes anyagok.
- *Kopásálló*: gőzölt nem álgesztes anyag.

➤ **Zsugorodási és dagadási tulajdonságok**

KUCERA (1991) vizsgálataiban nem talált eltérést a „fehér” és az álgesztes bükk zsugorodási- és dagadási együtthatóiban. MOLNÁR ET AL. (2001a) vizsgálati eredményeit 95%-os szignifikancia szinten a 2-3. táblázat tartalmazza.

➤ **Telíthetőség/Impregnálhatóság**

A bükk bizonyos választékainál különös jelentőséggel bír a telíthetőség szerepe. A bükk fájának tartósságát jelentősen megnöveli a kőszénolajjal történő impregnálás. Ezért fontos a bükk telíthetőségének vizsgálata.

MAYER-WEGELIN (1944), KREMPL ET MARK (1962) valamint KUCERA (1991) vizsgálatai alapján megállapították, hogy az álgesztes farész telíthetősége jóval gyengébb, mint a nem gesztesé. Ennek okát az erősebb tilliszesedésben határozzák meg. Ez az oka annak, hogy a bükk talpfarönk esetében a piac elvárása szerint maximum 30%-os álgeszthányad megengedett.

Az álgesztes bükk faanyaga könnyebben telíthető vízalapú oldatokkal, mint olajos folyadékokkal (MAYER-WEGELIN, 1944). ZYCHA (1948) megállapításai szerint a telíthetőség sikere nagyban függ az álgesztes rész arányától. HÖSLI ET BOSSHARD (1975) kőszénolaj-származék alkalmazásával végzett kísérleteiket eredményesnek minősítették. Csak az álgesztesedést körbevevő vékony sávot nem találták telíthetőnek.

➤ **Ragaszthatóság**

Megállapítható, hogy az álgesztes anyagok és a nem álgesztes anyagok ragasztási szilárdsága között nincs szignifikáns különbség. Azaz a hagyományos vizes diszperziós rendszerekkel és a nem álgesztes büknél alkalmazott technológiákkal ragaszthatók az álgesztes termékek is (MOLNÁR ET AL. 2001a). A gőzölés szignifikánsan csökkenti a ragasztási szilárdságot, ami a faanyag nyírószilárdságának csökkenésével magyarázható.

➤ **Tartósság**

A bükk fájának ismert tulajdonsága (az álgesztes és „fehér” rész esetében egyaránt), hogy az időjárás változásaival szemben csekély tartósságot mutat. Ennek oka, hogy míg például az igen tartós tölgy esetében a gesztesítő anyagok a sejtüregben koncentrálnak, addig ez a folyamat a bükk esetében a sejtfalban zajlik le, s ez vezet a jóval alacsonyabb tartóssági tulajdonsághoz.

A gombatámadásokkal szemben mindenesetre az álgesztes farész nagyobb ellenállást mutat (MAYER-WEGELIN, 1944; GAUMANN, 1946).

MOLNÁR ET AL. (2001a) három gombafajjal végzett tartóssági vizsgálatot. A kísérlet eredménye nem egyértelmű. Gyenge és igen jó eredmények születtek párhuzamosan, ami arra utal, hogy az álgesztes bükk ellenálló képessége csak bizonyos gombafajtaival szemben (*Gloeophyllum trabeum*) megfelelő (MOLNÁR ET AL., 2001a IN APOSTOL, 2003). Megállapították, hogy az egészséges álgesztű bükk faanyag egyes gombafajokkal szemben jobban ellenáll, mint az álgesztmentes.

MOLNÁR ET AL. (2001a) 20 napos mesterséges öregítési vizsgálatot is végeztek. Az öregítés során jelentősen sötétebbé és inhomogénebbé vált az eredetileg világos bükk faanyag. A színes geszt színezete a kezelés hatására viszont homogénebb lett, és a vöröses árnyalata a sárga árnyalat irányában tolódott el.

A keletkezett repedésekről megállapítható, hogy azokat döntő mértékben a juvenilis fa jelenléte okozta. A színes gesztű anyag érettfá része a repedezettség szempontjából ugyanúgy viselkedett, mint a fehér gesztű faanyag. A bélmentes, egészséges álgesztű faanyag kedvező klímaállóságot mutat, és elképzelhető felhasználása akár kerti bútor gyártására is.

➤ **Repedezettség, kártyásodás**

Az álgeszt megjelenése nem okoz komolyabb repedezettséget a bükk esetében (SCHULZ, 1961). A száradás során ARMBRUSTER (1961), WOBST (1969) és KUCERA (1991) ezzel szemben nagyobb mértékben tapasztaltak kártyásodást az álgesztes bükknél összehasonlítva a „fehér” bükkal.

Késelésnél és hámozásnál az álgesztes alapanyag jóval veszélyeztetettebb a repedések kialakulása szempontjából (ARMBRUSTER, 1961; WOBST, 1969), ezt a tulajdonságát a gőzölés csak megerősíti (WOBST, 1969). Ezzel ellentétes következtetéshez jutott FRIEDRICHS (1963), aki szerint a gőzölt álgesztes faanyag kevésbé repedezik, mint a „fehér” bükk.

➤ **Száríthatóság, gőzölési eredmények**

Az álgesztes bükk faanyagával kapcsolatos egyik legelterjedtebb tévedés, hogy eltérő szárítási technológiát igényel. A kérdéssel kapcsolatos vizsgálatok azonban kimutatták, hogy a fehér és az álgesztes minták között nincs különbség. Ugyancsak nem mutatkozott szignifikáns különbség a szárítás során keletkezett repedések, ill. a megmaradó belső feszültségek (villáspróba) tekintetében sem (MOLNÁR ET AL., 2001a).

MOLNÁR ET AL. (2001a) kétféle hőmérsékleten végeztek gőzölési kísérletet (110°C, 95°C). Megállapítható, hogy nincs lényeges különbség a kétféle hőmérsékleten történő színhomogenizálás között. Eltérés csupán abban jelentkezik, hogy magas hőmérsékleten nem történik meg az a vörös irányú eltolódás, amit 100°C alatt tapasztaltak.

A kísérletek igazolták, hogy a bükk gőzölésekor már alacsony hőmérsékleten is gyorsan bekövetkezik a színváltozás. Így például az akáctól eltérően, nem ajánlott a túlnyomásos (100°C feletti) gőzölés.

Az olyan mintáknál, ahol az álgesztes és a fehér részek együtt jelentkeznek, a gőzölés esztétikus színharmóniát teremt. MOLNÁR ET AL. (2001a) ajánlása alapján az ilyen faanyagból gyártott minőségi termékeknel a gőzölés alkalmazható mint fanemesítési módszer.

2.4.4 Az álgesztes bükk faanyagának ipari felhasználhatósága

Az álgesztes bükk legjobb felhasználására az egyedi bútorgyártásban és a belsőépítészetben van esély (SCHWARZ, 1998). Az álgesztes faanyag egyedi rajzolatát a kisebb, kézműves jellegű műhelyek tudják csak kihasználni.

Az ipari sorozatgyártásban a jelenlegi körülmények között az alábbi okok miatt utasítja el az álgesztes bükk felhasználását (ANONYMUS, 1993; RATHKE, 1996):

- Az álgeszt lefutása és kiterjedése a törzsben teljesen véletlenszerű, törzsenként egyedi paraméterekkel bír.
- Minden egyes álgeszt eltérő színben jelenik meg. Ezért van az, hogy például a bútorgyártásban lehetetlen egyöntetű termékeket létrehozni, vagy az utánrendeléseket megvalósítani.
- Az extrém színekombinációk miatt lehetetlen gőzölés nélküli alapanyagot a szériatermelésben felhasználni, ez viszont növeli a költségeket.
- A fentebb felsoroltak miatt tapasztalt szakember szükséges a gyártási folyamat végigkíséréséhez.

Az egyedi gyártású, álgesztes bükkből készült termékek ára így szükségszerűen magasabb, mint az ipari méretekben előállított „fehér” faanyagú produktumoké (SCHWARZ, 1998).

MOLNÁR ET AL. (2001a) 2.4.3 fejezetben idézett vizsgálata alapján kijelenti, hogy az álgeszt fizikai tulajdonságairól általánosságban beszélni nem megalapozott. Az álgeszt tulajdonságait a fafajok függvényében és az adott felhasználási terület igényének megfelelően kell vizsgálni, és csak a kiértékelt adatok birtokában szabad konkrét véleményt mondani (APOSTOL, 2003).

Az álgesztes bükk faanyagának bizonyos tulajdonságai, mint a nagy keménység és az ezzel összefüggő kopásállóság padlóburkoló anyagnál kifejezetten előnyös. Összefoglalóan megállapítható, hogy a bélmentes egészséges álgesztű bükk faanyag műszaki és biológiai szempontból egyaránt azonos értékű a fehér bükk anyaggal.

2.4.5 A bükk álgesztesedés és az erdőművelés kapcsolata

Erdőnevelési irányelvek

A következőkben az egyes szerzők olyan, a bükkállományok fiatalos fázisában ajánlott erdőnevelési stratégiáit ismertetem, melyek a későbbiekben az álgesztesedés kialakulásához vezető tényezők meglétét csökkentik/csökkenthetik.

Mintegy 20 méter átmérőjű „ápolási egységek” kialakítását szorgalmazza RAUNECKER (1956), v. BÜREN (2002) és RIEDER (1997), ezzel segítve az egyedek optimális fényviszonyainak elérését a fiatalos és a vékonyrudas életfázisban. SCHÜTZ ET BARNOLA (1996) IN V. BÜREN (2002) szerint ebben a korban a túl alacsony záródás, az erőteljes fényviszonyok vezetnek a későbbiekben az erősebb ágasodás, a villás törzsalak kialakulásához. Ezzel szemben a teljes árnyékban nevelés sem mutatkozik célszerűnek, NECESANY (1969) az optimális fény, árnyék - szabályozásban látja a növekedési problémák kiküszöbölésének esélyét.

A fiatalos- és a vékonyrudas korban fokozott jelentősége van annak, hogy a görbe, beteg, böhöncösödő, villásodó egyedeket kiszelektáljuk (HERRMANN, 1902; RAUNECKER, 1956; KELLER,

1961; v. BÜREN, 2002; RIEDER, 1997). Hasonlóan ajánlott a sarjeredetű egyedek kivétele is az állományból (KELLER, 1961).

Az álgesztesedés irodalmában két, egymástól eltérő erdőnevelési stratégiát ismerhetünk meg a gyéritések kapcsán. Mindkét stratégia célja, hogy idősebb korban, a bükkösökben az álgesztesedés megjelenése a minimumra redukálódjon.

V. GADOW (1989) és RIEDER (1997) szerint a fentebb megjelölt cél eléréséhez legalább 8-12 méter hosszú ágtiszta törzsmagasság kialakítására van szükség. A rudas- vagy törzskiválasztó gyérités a zárt, erősen differenciálódó, gyérülő, érettséghez közeledő, középkorú faállományban végrehajtott gyérités (MAJER 1982). A minél hosszabb ágtiszta törzsrész elérése érdekében fontos, hogy a záródást minél magasabb értéken tartsuk, így az egyedek az alsó törzshányadban nem tudnak erős ágakat létrehozni, valamint a természetes feltisztulás során csak gyenge és vékony ágcsomók képződnek, melyek forradása hamar végbemegy.

Ezzel szemben CHOVANEC (1974), TORELLI (1979), KOTAR (1995) KLEMMT (1996), v. BÜREN (2002) valamint SCHÜTZ IN BEIMGRABEN (1998) szerint rövid fordulójú, intenzív gyéritésekre van szükség a rudas- és szálaskorú állományokban. Véleményük szerint így a kívánt célátmérőt rövidebb vágásforduló alatt érhetik el bükköseink. Ennek a bükkgazdálkodási módnak az alábbi irányelveit foglalhatjuk össze:

- Nagy egyedstabilitás elősegítése a H/D arány alacsony tartásával.
- Nagyméretű, mélyen tűzött korona kialakítása.
- Alacsony famagasságok.
- Ágtiszta törzshossz maximum 8 méter hosszban.
- Alacsony záródású állományok, maximum 80 V-fa hektáronkénti meghagyásával.
- A véghasználati kor maximálása 120 évben.
- A felújítási ciklusidő lerövidítése.

Alapvető fontosságú, hogy a gyéritések során törekedjünk az állományt védő, sebzésmentes végrehajtásra. DANNECKER (1957) átlagosan 3-4 éves visszatérési ciklust ajánl.

A célátmérős gyéritési mód

A célátmérős (*Zielstärke Nutzung*) gyérités lényege az, hogy a faegyedek térbeli elhelyezkedésétől függetlenül kitermelésre kerülnek, ha elérték egy bizonyos vastagsági méretet (célátmérő), illetve kivágják azokat is, amelyek gyenge növekedésük miatt ezt a vastagságot várhatóan sohasem fogják elérni. A térbeli rendet illetően csak arra ügyelnek, hogy a faállományban nagyobb lékek, üres foltok ne keletkezzenek (CSEPREGI ET KOLOSZÁR, 2003).

A bükk álgesztesedés átmérővel való szoros kapcsolatát ismerve, lehetséges erdőnevelési stratégiaként tarthatjuk számon a célátmérők elérésén alapuló erdőgazdálkodási stratégiát. Mivel az intenzív álgesztfejlődés a nagyobb átmérők elérését követően indul meg, ezért FRITSCHÉ (1995), FRANK (1996), HUPFELD ET AL. (1997) és REDDE (1998) 60-65 cm között jelölik meg bükkösök esetében az alkalmazandó célátmérőt. NAUMANN ET JÜLICH (1997) szerint a mellmagassági átmérő 50 és 70 cm közti értékei a kívánatosak véghasználatkor. Számításaik szerint abban az esetben, ha a bükkök mellmagassági átmérője meghaladja a 65 cm-t, az álgesztesedés miatti értékvesztés hatványozott emelkedésnek indul. Annak ellenére, hogy ekkor az évenkénti folyónövedék nagysága és az ezzel összefüggésben lévő egyre kedvezőbb választékszerkezet egyre növekvő bevételt eredményez, az ezzel párhuzamosan zajló álgesztfejlődés mértéke negatív irányba billenti a bükkgazdálkodás mérlegét.

Az értékes, célátmérőt elért egyedek konzekvens hasznosítása azonban hátrányokat is rejt magában (FRITSCHÉ, 1995; HUPFELD ET AL., 1997). A gyors növekedésű, uralkodó, dimenzióiban legértékesebb egyedek elsődleges kisselektálása a gyengébb minőségű, csekélyebb folyónövedékre képes fák továbbtartását vonja maga után. MITSCHERLICH (1950) szerint ez hosszútávon a bükkösök gyengébb genetikai szerkezetű állományainak kialakulásához vezethet. KONNERT ET SPIECKER (1996) a célátmérős véghasználati módot komolyabb beavatkozásként értékeli a genetikai szerkezetbe és a természetes felújításba, mint amivel a törzskiválasztó gyerítések járnak.

BÖRNER (1997) is kritikával illeti a célátmérős véghasználati módot. Véleménye szerint a gyakorlatban nem lehet ezzel a használati módszerrel az álgesztesség mértékét, részarányát csökkenteni, mivel a folyamat nem egy bizonyos átmérőnél indul meg ugrásszerűen, hanem egy meghatározott átmérő tartományban folyamatosan megy végbe. Így az egyes törzsek szintjén ez megbecsülhetetlen.

2.5 A bükk álgesztességével kapcsolatos legfontosabb hazai kutatások

2.5.1 Tuzson János vizsgálati eredményei

"*A bükkfa korhadása és konzerválása*" címmel foglalta össze 1904-ben TUZSON JÁNOS sokévi kutatásainak eredményeit, köztük a bükk álgesztjével kapcsolatos megállapításait is.

A szerző, miután a bükkfa anatómiai szerkezetét megismertette, az álgeszt mindaddig kétes természetének leírására tért át. Nagyszámú bükk-törzs részletes feldarabolása és mikroszkópos megvizsgálása alapján azt találta, hogy az álgeszt olyan rendellenes képződmény, amely rendszeren korhadó ágcsapokból indul ki és folyton terjedő alakban a törzs organikus központja körül helyezkedik el, anatómiai szerkezete pedig azonos azzal az ún. védőfával, amely más sebhelyek körül is keletkezik, mindazonáltal azzal a különbséggel, hogy ez a védőfa e sebhelyek beforrása után nem terjed tovább.

"Az álgeszt a korhadó ágcsapokból indulván ki, leggyakoribb a rendszertelenül kezelt, kíméletlenül szálalt túlkoros őserdőkben. A keletkezés közvetlen okaira nézve mikroszkóppal és tenyésztő üvegbúra alatt tett megfigyeléseim azt bizonyították, hogy az álgesztben, különösen a fa bélcsöve körül, mindig található élő gombafonalak, s minden jel oda mutat, hogy a fa az álgeszt képzésére a gombafonalak támadása által sarkalltatik. Ezek a fa belsejébe jutva, itt tovább terjednek, de mindenhol a terjedő, ellenálló védőfára, az álgesztre akadva, itt korhadást nem idéznek elő. Az álgeszt a törzs bármilyen sérülésével nem hozható kapcsolatba, hanem csakis oly módon keletkezhetik, ha a gombafonalaknak egészen a belsőbb, szárazabb részekig út nyílik, amire különösen az idővel letöredező ágak maradéka, a korhadó ágcsapok alkalmasak" (TUZSON, 1904).

2.5.2 Az álgesztesség aránya Sopp László felvételi adataiból

SOPP LÁSZLÓ a '60-as évek elején, a fatömegtáblák készítésekor 2.192 db kidöntött bükk törzs szakaszos köbözését végezte el. A jegyzőkönyvekben megjegyzésként feltüntette az álgeszt megjelenését is. Bár a minta eloszlása nem volt optimális, mégis óvatos következtetések levonhatók. A 61-80 év közötti korosztályban az álgeszt törzsek aránya 27-28%, addig a 121-140 év közötti korosztályban ez az arány kb. 40%-os (SOPP, 1974 IN RUMPF ET AL., 1994). Megjegyzendő azonban, hogy ezek a bükk törzsek túlnyomórészt a Börzsöny hegységből származtak, és hogy a feljegyzésekből nem tűnik ki, hogy az álgeszt jelenlétét a töbütün, vagy más vágáshelyen rögzítették-e (BIRÓ, 1999).

2.5.3 Újabb hazai kutatások

A '90-es évekig terjedő későbbi hazai szakirodalom főleg a korabeli német (már megismert) eredményeket és TUZSON megállapításait ismerteti (LÁMFALUSSY 1960; GYÖRFI 1963; GYARMATI ET

AL. 1975; BONDOR ET AL. 1986; MOLNÁR 1991 IN RUMPF ET AL., 1994). Ezt követően az európai tendenciának megfelelően hazánkban is új lendületet vett a bükk álgesztesedésével kapcsolatos kutatás.

I. Az Erdészeti és Faipari Egyetem *Erdőhasználati Tanszéke* 1994-ben fejezte be azt az átfogó vizsgálatsorozatot, melyre a HM Veszprémi Erdőgazdaság Rt. megbízásából a *Zirci Erdészet* területén került sor a bükk álgesztesedésével kapcsolatban (RUMPF ET AL., 1994). A kutatás célja az erdőgazdaság bükköseiben folytatandó fahasználat optimalizálása a kitermelendő álgesztes rönkök, illetve az álgeszt mértékének minimalizálásával.

A terepi munka során összesen 146 törzs adatait elemezték, ami mintegy 1200 db választék vizsgálatát jelentette. A minta elemzését követően az alábbi következtetéseket vonták le a kollektíva:

- Az utóbbi időben az éghajlati adatokból egyértelműen szárazodó klíma figyelhető meg, az átlaghőmérséklet azonban nem változott.
- A kisebb-nagyobb sérülések, felületi sebzések nem eredményeznek álgesztesedést, ha mélységük nem éri el a nedves szíjács vastagságát.
- Az álgeszt oka olyan fertőzési kapu létrejötte, mely egy ún „száraz alagutat” nyit a behatóló gombáknak.
- A vizsgált területen az álgesztesedés kezdete 60 éves korra tehető, amikor a mellmagassági átmérő eléri, illetve meghaladja a 25-30 cm-t (RUMPF ET AL., 1994).

A kutatás részeként az Erdészet saját fűrészüzemében az álgeszt miatti faipari árbevétel-csökkenés vizsgálatára is sor került. Az erdei választékok értékcsökkenésére alapozott számítás és a fűrésziparnál keletkező veszteségek egyaránt arra az eredményre vezettek, hogy felfelé haladva, a törzsből kikerülő harmadik 3 m-es rönknél a legnagyobb az értékvesztés.

Szintén a *Veszprémi Erdőgazdaság* területén folytatott vizsgálatokat a bükk álgesztesedés témakörében HORVÁTH GYULA (1996). Eredményei alátámasztják azt a tényt, hogy 100 év feletti állományokban rohamossá válik az értékvesztés (HORVÁTH, 1996 IN APOSTOL, 2003).

A fentebb említett zirci kísérlet mintájára készült a diplomamunkám, a *SEFAG Rt. Kaposvári Erdészetének* területén.

2001. január 16-17-18-án a Mecseki EFAG Rt. és az Erdőhasználati Tanszék munkatársaival közösen a *Kisvaszari Erdészet* területén végeztünk álgesztesedési vizsgálatot, mérésorozatot. A kiértékelést követően biztató, hogy a kapott eredmények mindhárom területen nagymértékben megegyeznek, a különböző tendenciák s trendvonalak hasonló lefutásúak.

II. A színes gesztesedés okai, a színes geszt kialakulásához vezető élettani folyamatok természete, a lejátszódó biokémiai reakciók típusai és a színes anyagok szerkezete képezi az ALBERT LEVENTE által vezetett *Kémiai Intézet* és az *Erdőművelési Tanszék* közösen végzett kutatásának alapkérdéseit (lásd 2.1 fejezet). „A szakirodalomban a vörös gesztű bükk kémiai paramétereinek vizsgálata a pH, a pufferkapacitás és a kis molekulatömegű szerves savak mennyiségének meghatározására korlátozódik. Célul tűztük ki a vizsgálatok kibővítését átfogó és célirányos kémiai és biokémiai vizsgálatokkal” (ALBERT ET AL., 1998a) Legújabb kutatási eredményeiket az MTA VI. Országos Erdészettudományi és Fatudományi fórumán ismertették (ALBERT ET KOLOSZÁR, 2003).

III. Az álgesztes faanyagok ipari felhasználhatóságának vizsgálata még korai stádiumban van. Ez összefüggésben van azzal a ténnyel, hogy az ipar az álgesztes anyagot részben értéktelennek, részben pedig használhatatlannak tartotta. Az elmúlt évek növekvő fehér bükk fűrészáru kereslete kikényszerítette a párhuzamosan keletkező, nagymennyiségű álgesztes fűrészáru felhasználási lehetőségeinek tudományos kutatását. A NYME Faipari Mérnöki Kar *Faanyagtudományi Intézete* a *Kerka Menti Fűrész Kft.*-vel együttműködve átfogó kutatási-fejlesztési munkát végzett az álgesztes

bükk faanyag tulajdonságai és felhasználása témakörben. Az ebből készült tanulmány a mai napig a legalapvetőbb mű (MOLNÁR ET AL., 2001a). A vizsgálatok, kísérletek eredményeit a 2001. június 7-én a Lentiben tartott konferencián ismertették (MOLNÁR ET AL., 2001b). E kutatás nyomán nemzetközi publikációk is megjelentek az álgesztes bükk faanyagának tulajdonságaival és hasznosításával kapcsolatban. Ezek az anyagok részletesen tárgyalják az álgesztes bükk faanyag lehetséges felhasználási területeit is (IN APOSTOL, 2003).

2.6 A bükk álgesztesedés irodalmának összegzése

A szakirodalom feldolgozása alapján megállapíthatjuk, hogy a bükk álgesztesedéseként megjelölt folyamatot a múltban behatóan vizsgálták és igen gazdag ismeretanyag halmozódott fel az évtizedek folyamán. Mindemellett a bükk álgesztesedés komplex témakörében még mindig rengeteg a hiányzó láncszem és számos, egymásnak ellentmondó hivatkozást találunk.

Nem csak a bükk álgesztesedés eltérő megjelenési formái okoztak zűrzavart (noha SACHSSE (1991) nómenklatúrája alapján ezek egymástól jól elkülöníthetők). Eltérő következtetésekhez vezet az a tény is, hogy számtalan befolyásoló és kiváltó tényezőjét ismerjük/feltételezzük az álgesztesedésnek. Az álgesztesedést befolyásoló faktorok közül elég csak a gazdálkodás üzemmódját, a faegyedek egészségi állapotát és a termőhelyi tényezőket megemlíteni, máris sok esetben magyarázatul szolgálhat az egymásnak ellentmondó következtetéseket illetően.

Az igen gazdag és részletes szakirodalom vonatkozásában fontos megemlíteni, hogy a komoly tudományos ismeretanyagot a gyakorlati szakemberek is jócskán kibővítették megfigyeléseikkel.

Ugyanazt a kutatási célt számos kutatási metodikával próbálták a múltban az egyes szerzők elérni. Az eltérő vizsgálati anyag- és módszerválasztás sok esetben tisztázhatja az ellentmondásos eredmények kialakulását. Például teljesen más következtetésre juthatunk, ha az álgeszt mértékét olyan bükktrözséken vizsgáljuk, melyek egy gyérítés során kerültek kivágásra, mint abban az esetben, ha azokat a véghasználati célátmérőt elérve termeljük ki.

Sok esetben hiba terhelheti azokat az adatokat is, melyeket például az erdészeti üzemtervekből „készen” kapunk: sajnos az erdőrészletek termőhelytípus-változata igen sokszor helytelenül, pontatlanul kerül meghatározásra.

A hatalmas irodalmi forrás feldolgozását követően megállapíthatjuk, hogy a különböző vizsgálatok elsősorban az álgesztesedés gyakoriságának, morfológiájának megismerését célozták meg a vizsgált különféle termőhelyeken. Ennek eredményeként az álgesztesedés különböző megjelenési formáiról, látható jellemzőiről igen nagy ismeretanyag halmozódott fel. Azonban a mai napig nem alakult ki egységes nézet az álgeszt keletkezésével, terjedésével és – noha több részletes faanyagvizsgálat ezt már értékelte – a minőségével kapcsolatban sem.

A számtalan vizsgált termőhely, régió ellenére a legtöbb ellentmondás az egyes termőhelyi paraméterek hatásainak értékelésében tapasztalható. A mai napig a nyitott kérdések közé tartozik a klíma, a talajjellemzők vagy éppen a kitétség hatásának megismerése. Valószínűleg az egyes befolyásoló tényezők egymásra hatása olyan bonyolult összefüggéseket eredményez, melyek azonosnak tűnő kiindulópontnál is eltérő eredményhez vezethetnek.

Hasonlóan ellentmondásosnak értékelhetjük az egyes szerzők erdőművelési, erdőnevelési tevékenységekhez társított elképzeléseit. Az ágcsonkok, csapok szerepét illetően kettéoszlik a szakemberek véleménye. Napjainkig az egyik legkézenfekvőbb magyarázat az álgesztesedés kialakulásának okaira nézve a faegyed ágcsonkokon beható gombafonalakkal szemben történő védekezéséről szóló hipotézis. Ennek tisztázásáig igen nehéz ajánlásokba bocsátkozni például a véghasználatig fenntartandó törzsszám, vagy akár csak a kívánatos koronajellemzők tekintetében. Egy németországi tanulmány szerint (SEELING ET AL., 1999) a *Baden-Württembergi Erdészeti Szolgálat* 100

db/ha-os ajánlott V-fa számát a jelenlegi alacsony bükk iránti kereslet miatt alacsonyabb szintre kell szorítani (60 V-fa/ha). Indoklásul a gyenge piaci kereslet mellett a természetvédelmi szempontokat is ide sorolják, hiszen ezek az erőteljesebb, vitálisabb koronával rendelkező egyedek tapasztalatuk szerint kevésbé álgesztesek, egészségesebbek és a vágáskor növelésével az erdőállomány tovább életterül szolgálhat a ritka növény- és állatfajoknak. Az elképzelés jól példázza az egyes régiók eltérő érdekeinek megjelenését.

A hosszabb, évekig tartó vizsgálatsorozatok száma viszonylag csekélynek mondható. Ahhoz, hogy az álgesztesedést mint élettani folyamatot hosszabb perióduson át nyomon tudjuk követni, mindenekelőtt a roncsolásmentes faanyagvizsgálati módszereket kellene továbbfejleszteni. Amennyiben a kutatóknak sikerül kimutatni az álgesztesedést a lábon álló faegyedekben, rengeteg, mindezidáig tisztázatlan kérdésre (terjedési sebesség, fejlődési periódus, kialakulás helye, ideje az egyes törzsekben stb.) kapnánk konkrét adatokkal alátámasztható válaszokat.

A további vizsgálatok fontos irányát jelentené az álgesztesedés genetikai hátterének megismerése is. Ezen a területen szinte egyáltalán nem történtek még vizsgálatok.

3 A BÜKK SZEREPE A SOMOGYI ERDÉSZETI ÉS FAIPARI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG GAZDÁLKODÁSÁBAN

3.1 Az erdőterület és a gazdálkodás általános jellemzői

Somogy 167 ezer hektárnyi erdőterületéből 80 ezer hektáron gazdálkodik a *Somogyi Erdészeti és Faipari Részvénytársaság*. A magyar erdőgazdálkodás egyik legjelentősebb - állami tulajdonú erdőterületet kezelő - vállalata jelenlegi formájában 1993 óta működik, a Somogyi Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság jogutódjaként. A megye 6036 négyzetkilométernyi területének 27%-át, 167 ezer ha-t borít erdő, amelynek közel felét a Társaság kezeli. A SEFAG Rt. 461 fő létszámmal és vállalkozókkal hajtja végre feladatait. Öt önálló gazdasági társasággal rendelkezik. A nagyvállalat termelési tevékenységét 9, területi alapon szervezett erdészete végzi.

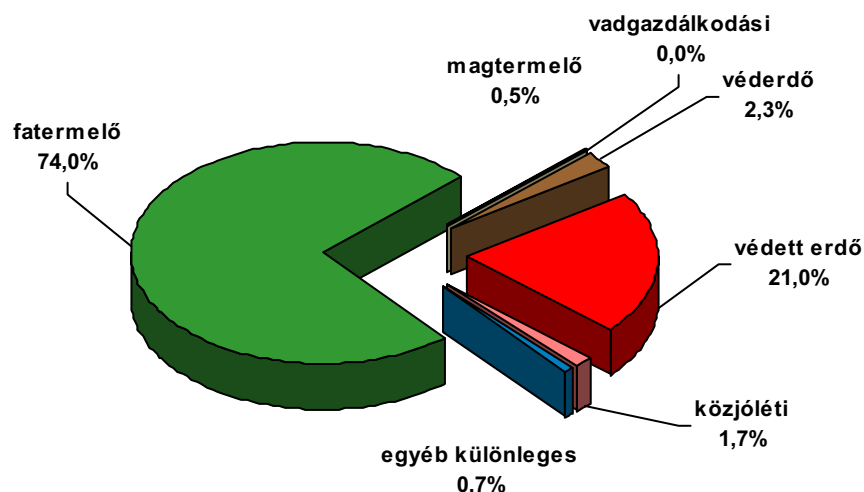
A Részvénytársaság részletes térképét a Melléklet tartalmazza.

A SEFAG Rt. által kezelt erdőterület rendeltetés szerinti megoszlását a 3-1. táblázat mutatja be:

	terület /ha/	%
Gazdasági rendeltetésű	55 092,8	68,6
Egyéb rendeltetésű	19 014,9	23,7
Összes erdő	74 107,7	92,2
Egyéb terület	6 230,4	7,8
Összes terület	80 338,1	100,0

3-1. Táblázat: A SEFAG Rt. erdőállományainak rendeltetés szerinti megoszlása.¹⁴

Az erdőtervezett erdőterület közel háromnegyed része elsődleges rendeltetése szerint fatermelő funkciókkal bír. Nagy részarányú a védett besorolású erdőrészek aránya is (3-1. Ábra).



3-1. ábra: A SEFAG Rt. erdőállományának elsődleges rendeltetés szerinti megoszlása.¹⁵

¹⁴ Forrás: ÁESZ Kaposvári Igazgatósága.

¹⁵ Forrás: ÁESZ Kaposvári Igazgatósága.

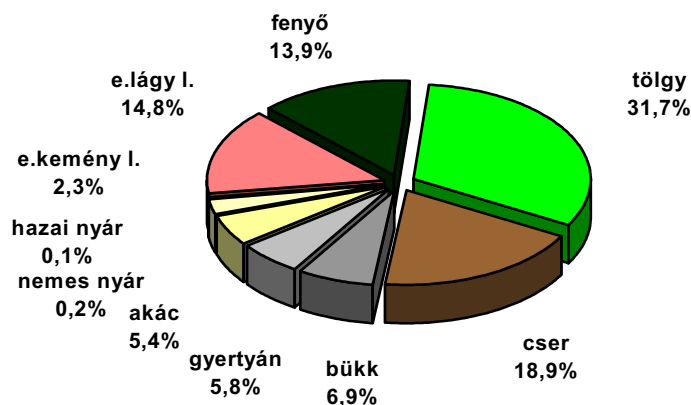
Tájékoztató jellegű összehasonlításra ad módot, ha megvizsgáljuk a bükk területi részarányának változását a különböző évek üzemtervi adatsorai alapján a megyében és a Részvénytársaság területén (3-2. táblázat).

A százalékos adatok alapján kitűnik, hogy a bükk aránya jelentősen csökkent az elmúlt két évtizedben, s csak 2000-től kezd újra növekedni. A gyertyán részaránya csökkenő tendenciát mutat ugyan, de még így is a kívánatos szint felett van. A gyertyános konszociációk jelentősége főként ott jelentkezik, hogy átalakításuk esetén elsősorban az ezüst hársra és a bükkre kell gondolnunk (MAJOR 1982 IN BIRÓ, 2002).

év	Somogy megye				SEFAG
	1882	1970	1984	2003	2003
fajcsoport	%	%	%	%	%
Tölgy,	34	23	25	23,1	30,6
Cser, EKL,	21	15	11	10,3	19,1
Bükk	6	3	2	2,3	4,4
Gyertyán	19	9	7	5,2	6,7
Akác	-	19	17	22,0	11,2
Éger	4	10	14	13,7	6,7
ELL	3	10	10	7,7	7,7
Fenyő	3	11	14	10,6	13,3
Összesen:	100	100	100	100	100

3-2. Táblázat: Somogy megye és a SEFAG Rt. fajösszetételének változása.¹⁶

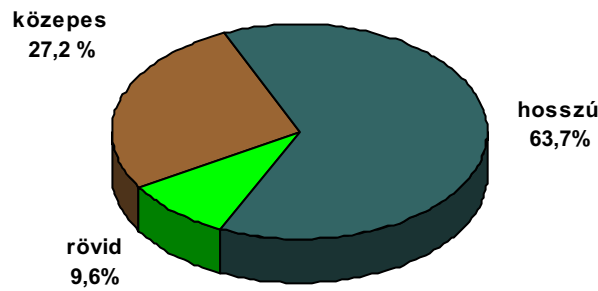
Az erdőállomány több mint egyharmada őshonos tölgy és bükk. A cser, gyertyán, akác fafajok együtt szintén hasonló arányt mutatnak. Az erdőterület maradék, több mint negyed részét fenyő, éger, hárs fafajok foglalják el (3-2., 3-3., 3-4. ábra). Megőrzendő értékek közé tartozik a zselici tájra jellemző, csak itt bizonyítottan őshonosan előforduló ezüsthársas – bükkös erdőtársulás.



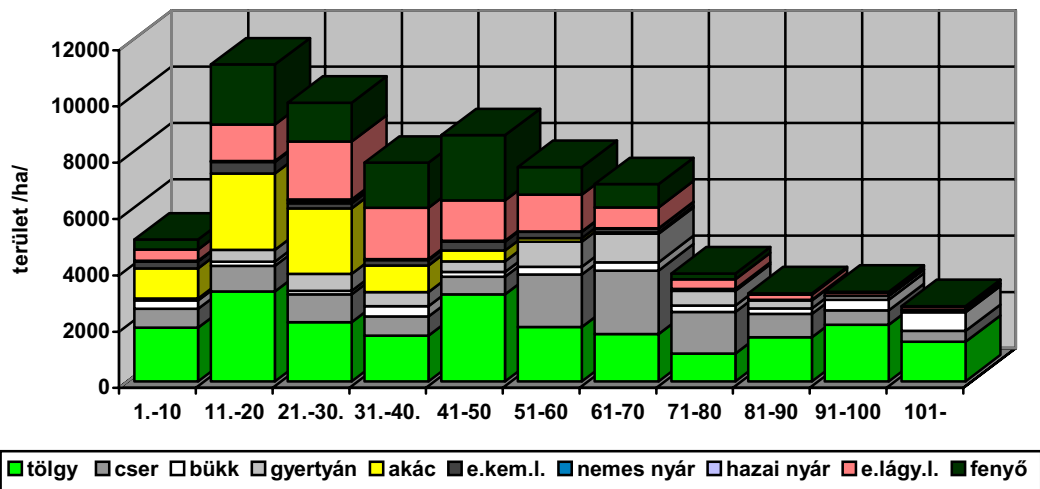
3-2. ábra: A SEFAG Rt. élőfakészletének megoszlása fajcsoportok szerint (2003. január 1. állapot).¹⁷

¹⁶ Forrás: GELETA (1993), ÁESZ 2003-as adattár.

¹⁷ Forrás: ÁESZ Kaposvári Igazgatósága.



3-3. ábra: A kezelt erdőállomány megoszlása a vágáskor szerint (2003. január 1. állapot).¹⁸



3-4. ábra: A fajok terület-megoszlása az egyes korosztályokban (2003. január 1. állapot).¹⁹

A termőhely és a faállomány típusok összefüggéseit elemezve kijelenthető, hogy főként őshonos fafajokból álló kemény lomb állományok jellemzik a SEFAG Rt. erdeit. A fenti ábra alapján megállapíthatjuk, hogy az egyes korosztályokban a megoszlás a vágáskorok szerinti megoszláshoz igazodó, egyenletes és hosszú távon biztosítja a tartamos erdőgazdálkodást.

Az élőfakészlet 18,3 millió m³, ami 254 m³-t jelent hektáronként. Az átlagos évi hozami terület: 1018 ha. A folyónövedék évente 578 ezer m³/év, ami 8,0 m³-nek felel meg hektáronként (3-3. táblázat).

korosztály	01-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-felett	összesen
ha	7127	11063	9965	8073	8515	7701	6996	3889	3007	3123	2616	72075
%	9,9	15,3	13,8	11,2	11,8	10,7	9,7	5,4	4,2	4,3	3,6	100,0
ezer m ³	144	816	1596	2026	2715	2751	2695	1557	1272	1424	1347	18343
%	0,8	4,4	8,7	11,0	14,8	15,0	14,7	8,5	6,9	7,8	7,3	100,0

3-3. Táblázat: Az élőfakészlet megoszlása az egyes korosztályokban (2003. január 1. állapot).²⁰

¹⁸ Forrás: ÁESZ Kaposvári Igazgatósága.

¹⁹ Forrás: ÁESZ Kaposvári Igazgatósága.

²⁰ Forrás: ÁESZ Kaposvári Igazgatósága.

A SEFAG Rt. 2003. évi saját tőkéje, 4.404,479 ezer Ft, melyből a jegyzett tőke 1.321,0 ezer Ft, a tőketartalék 1.975,530 ezer Ft volt. A SEFAG Rt. 2003. évi halmozott termelési értéke 4.425,333 millió Ft, nettó árbevétele 4.373,122 millió Ft, adózás előtti nyeresége 120,582 millió Ft. Az árbevétel több mint háromnegyed részét a fakitermelés szolgáltatja (3-4. táblázat).

	<i>millió Ft</i>	<i>%</i>
<i>fafeldolgozás:</i>	195,458	4,5
<i>fakitermelés:</i>	3.384,542	77,4
<i>mag, csemete:</i>	0,647	0
<i>vadgazdálkodás:</i>	338,950	7,8
<i>kereskedelem:</i>	216,706	5,0
<i>egyéb tevékenység:</i>	236,819	5,4
összesen:	4.373,122	100
ebből export:	767,371	17,5

3-4. Táblázat: A SEFAG Rt. 2003. évi árbevételének megoszlása (a számviteli törvény szerint) az ágazatok között.²¹

3.2 A SEFAG Rt. fahasználati tevékenysége

A kitermelt fatérffogat négyötöde keménylombos fafaj (tölgy, bükk, cser, gyertyán, akác), a többi fenyő, hárs, éger és lágylombos fafajokból tevődik össze.

A fakitermelésnek 100 %-át vállalkozók végzik, az anyagmozgatásban is hasonló tendencia érvényesül. A vállalkozók legtöbbször a sok éve náluk dolgozó, az erdőhöz kötődő emberekből került ki. A fahasználati munkarendszerek közül elsősorban a rövid- és hosszúfás változatok a jellemzőek, és egyre több helyen alkalmaznak kíméletes technológiákat.

A SEFAG Rt. kezelésében lévő szilárd burkolatú feltáró úthálózat hossza alig haladja meg a 200 km-t. Ennek következtében az útsűrűség rendkívül alacsony, mindössze 2,6 fm/ha. Az alacsony feltártság magas szállítási többletköltségeket és gyakori karbantartási költséget jelent.

A véghasználatokon belül a felújítóvágások aránya 15 % körül mozog. Olyan termőhelyi és állományviszonyok között, ahol a természetes felújítás sikeres végrehajtására reális esély van, ezt a módot alkalmazzák. Az üzemtervekben engedélyezett véghasználati lehetőséget az utóbbi években csak 90 %-ban használta ki az Rt.; azonban az előírt nevelővágásokat, amelyek elvégzése az erdőállományok további fejlődését, minőségének gyarapodását is segíti, maradéktalanul végrehajtják (3-5. táblázat).

<i>év</i>	fakitermelés tény									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tény /ezer m³/	473,7	396,8	413,5	469,4	424,4	429,4	492,6	412,7	415,1	420,9
erdőtervi lehetőség (1/10) ezer m³	442,1	434,2	442,6	447,0	449,1	465,6	488,7	478,5	478,5	453,9
erdőtervi lehetőség %	107,0	91,4	93,4	105,0	94,5	92,2	100,8	86,2	86,8	92,7

3-5. Táblázat: Az üzemtervi lehetőség kihasználtsága 1994-2003-ig.²²

²¹ Forrás: SEFAG Rt. Ökonómiai Osztály.

²² Forrás: ÁESZ Kaposvári Igazgatósága.

Az Rt. termékeit hazai és külföldi vevőknek egyaránt értékesíti, árbevételüknek közel egyötödét teszi ki az export árbevétel (3-4. táblázat). Az export tevékenység 90%-a osztrák, olasz illetve német relációban valósul meg. A fennmaradó 10% egyéb európai piacon értékesül. Kereskedelmi tevékenységüket a magánerdő tulajdonosoktól felvásárolt faanyag értékesítésével is szélesítik.

A Részvénytársaság stratégiai tervében kiemelten szerepel a fa energetikai célú felhasználási területeinek bővítése. A *Pannonpower Holding Rt.* a régió legnagyobb energetikai beruházása során a Pécsi Erőműben 2004-től tüzelőanyag-váltást és technológiai modernizációt hajt végre. Az aprítékkal üzemelő blokk tüzelőanyag igényének jelentős részét a régió két legnagyobb erdőgazdálkodója a *Mecseki Erdészeti Rt.* és a *SEFAG Rt.* biztosítja. A somogyi Részvénytársaság saját termelésből mintegy 80-90.000 tonnányi tűzifát, valamint 10-20.000 tonna tűzifa- és egyéb fűrészipari mellékterméket szállít be az erőműhöz. Az erőmű tüzelőanyaggal történő ellátása üzleti biztonságot, kiszámíthatóságot és stabilizálódó foglalkoztatottságot jelent a régió erdőgazdálkodóinak.

A Részvénytársaság fakitermelésének használati módok szerinti megoszlását a 3-6. táblázat mutatja be.

Használati mód	1999		2000		2001		2002		2003	
	Érintett ter. /ha/	m ³	Érintett ter. /ha/	m ³	Érintett ter. /ha/	m ³	Érintett ter. /ha/	m ³	Érintett ter. /ha/	m ³
	Redukált ter. /ha/		Redukált ter. /ha/		Redukált ter. /ha/		Redukált ter. /ha/		Redukált ter. /ha/	
Tarvágás+	694,9	239 355	822,0	288 786	748,9	265 824	770,0	275 300	805,0	276 948
egyéb termelés	694,9	208 955	822,0	257 061	748,9	232 197	768,9	238 382	804,0	240 331
Ff. vágás	217,9	31 216	275,6	25 678	160,3	15 776	96,3	11 224	227,1	20 010
bontóvágás	67,9	26 944	52,8	22 532	34,8	12 888	23,5	9 732	43,4	16 902
Ff. vágás	175,4	40 506	181,0	46 596	75,6	21 584	99,4	26 241	64,7	13 290
végvágás	90,5	36 563	97,4	40 601	46,7	18 620	55,6	23 408	30,5	12 067
Ff. vágás	393,3	71 722	456,6	72 274	235,9	37 360	195,7	37 465	291,8	33 300
Összesen	158,4	63 507	150,2	63 133	81,5	31 508	79,1	33 140	73,9	28 969
Véghasználat	1 088,2	311 077	1 278,6	361 060	984,8	303 184	965,7	312 765	1 096,8	310 248
Összesen	853,3	272 462	972,2	320 194	830,4	263 705	848,0	271 522	877,9	269 300
Növedékfokozó gyérintés	1 052,0	42 960	1 087,4	43 859	941,0	38 686	1 056,6	41 375	1 027,2	39 391
		37 985		37 309		34 072		35 271		33 786
Törzskiválasztó gyérintés	1 339,5	34 036	1 499,3	38 439	1 322,9	35 056	1 398,2	36 987	1 560,6	40 947
		29 282		30 255		27 515		31 716		32 068
Tisztítás	1 739,2	16 925	1 359,0	17 726	1 516,6	13 662	1 632,2	15 742	1 597,9	16 650
		5 593		5 032		4 195		4 731		5 174
Egészségügyi termelés		24 405		31 514		21 957		7 709		13 651
		20 457		27 878		16 163		6 504		11 174
ÖSSZESEN	5 218,9	429 403	5 224,3	492 598	4 765,3	412 545	5 052,7	414 578	5 282,5	420 887
	853,3	365 779	972,2	420 668	830,4	345 650	848,0	349 744	877,9	351 502

3-6. Táblázat: A SEFAG Rt. összesített fakitermelése az elmúlt öt évben használati módonként. (AESZ elméleti bruttó/tény nettó m³)²³

²³ Forrás: SEFAG Rt. Fahasználati Osztály.

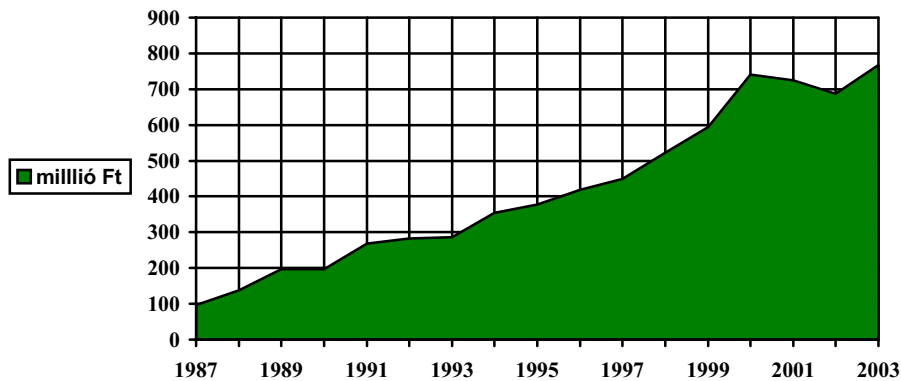
3.3 A SEFAG Rt. erdőművelésének sajátosságai

A Részvénytársaság magtermelési célú állományainak összes területe 247,9 ha. Külön figyelmet érdemel a Zselicben található ezüsthárs génrezervátum, mely a kiváló adottságú zselici ezüsthárs génkészletét hivatott megőrizni.

A természetes (mag) felújítás a SEFAG Rt területén nem meghatározó, alacsony szintű, bár egyre több próbálkozás van területének növelésére. A természetes újulatot mesterségesen ki kell egészíteni. A 2002-es őszi és a 2003-as tavaszi erdősítési szezonban összesen 12,2 millió db (11,3 millió db lomb- és 0,9 millió db fenyőcsemete) került elültetésre. Ezen felül több mint 600 q mag is földre került vadkárelhárító kerítés védelmében. 1996-tól az egész mag és csemeteforgalom koordinálását a SEFAG MAG CSEMETE Kft. végzi.

A SEFAG Rt. vezetése 2000 - 2006-ig részletes stratégiai programot dolgozott ki a tartamosság biztosítása érdekében. Az Rt. stratégiai szinten szeretné a fahasználati (véghasználati) üzemtervi lehetőségét közel 95%-os szinten kihasználni, ezzel összefüggésben célul tűzte a felújítások befejezési ütemének az elvárt szintre hozását.

Igen jelentős az erdőművelésre fordított pénzösszeg (3-5. ábra). Az erdők erdőtervi szinten való intenzív haszonvétele csak intenzív erdőművelés mellett valósulhat meg.



3-5. ábra: Erdőművelési költségfelhasználás 1987-2003 között.²⁴

A felújításokban alacsonynak mondható a sarj arány. 2003-ban az összes sikeresen erdősült (4.637 ha) felújítás csupán 7 %-a (323 ha) a sarj eredetű, így az arány javulása várható.

Az Rt. kezelésében lévő arborétumok, autóspihenők és parkerdők látogatottsága folyamatosan nő, fenntartásukra az egyre növekvő lakossági elvárások miatt is nagyobb gondot és pénzt kell fordítani.

Somogy megye erdeinek egészségi állapota a hazai erdőkkel összehasonlítva átlagosnak mondható. Az elegyes, természetszerű lomberdők a legegészségesebbek. A megyében az abiotikus károk a leggyakoribbak (szél, hó, jég és zúzmara okozta töréskárok, a sekély talajokon viharkárok miatt tövestől kiforduló fák, aszálykár miatti csemete elhalás, tűzkárok). A biotikus károsítások közül - különösen a fiatal erdősítésekben - kiemelendők a vad és főleg a síkvidéki homokterületeken a cserebogár (pajor és nemző) által okozottak.

²⁴ Forrás: SEFAG Rt. Erdőművelési Osztály.

3.4 A bükk jelentősége a SEFAG Rt. gazdálkodásában

A Társaság éves nettó fakitermelésének mintegy 5-6%-át a bükk adja (évi 20-30 ezer m³), mely a fahasználati árbevétel közel 8%-át teszi ki.

A SEFAG Rt. bükköseinek korosztály szerinti elemzését az Állami Erdészeti Szolgálat Kaposvári Igazgatóságának erdőleltára alapján a 2003. január 1.-i állapotnak megfelelően végeztem el (3-7. táblázat). Az első két korosztályban a látszólagos ellentmondás magyarázata, hogy a SEFAG Rt. Somogy megyén kívül Baranya és Zala megyékben is rendelkezik erdőterülettel. Ezzel együtt közel 85%-os fakészletet és területet kezel a Részvénytársaság a megye bükköseiből.

Figyelemmel arra, hogy a bükkösök véghasználatra átlagosan a 100-110 év közötti korosztályban történik, megállapítható, hogy 20 év múlva a véghasználható bükkösök területe sajnálatosan a felére csökken.

Igen jelentős az álgesztesedés szempontjából a legveszélyeztetettebb (90 év feletti) korosztály területe és élőfakészlete, melynek nagysága meghaladja a 250.000 m³-t.

Korosztályok	Élőfakészlet /m ³ /		Terület /ha/	
	Somogy megye	SEFAG Rt.	Somogy megye	SEFAG Rt.
0-10	5.546	5.548	289,7	234,7
11-20	6.794	7.670	101,4	128,0
21-30	16.773	16.246	96,1	86,8
31-40	94.466	88.692	282,8	255,2
41-50	53.671	41.399	143,5	111,5
51-60	105.062	82.106	252,4	195,5
61-70	106.721	99.731	226,9	211,0
71-80	87.224	64.073	178,7	130,1
81-90	71.437	56.034	146,5	112,0
91-100	128.609	99.179	240,7	188,5
101-110	162.261	153.717	276,2	256,3
Összesen	838.564	714.395	2234,9	1909,6

3-7. Táblázat: A bükk állományok élőfakészlete és területe korosztályonként Somogy megyében és a SEFAG Rt. kezelésében.²⁵

A Részvénytársaság bükk főfafajú állományainak korosztályok szerinti elhelyezkedését a *DigiTerra Map 2.3*-as. verziója segítségével ábrázoltam (Melléklet).

A „somogyi” bükkösök – szubmontán bükkösök lévén – elegyes lombkoronaszintű erdők, legtöbbször két lombkoronaszinttel. A felső lombkoronaszintet az ezüsthárs alkotja, amelybe szálanként tölgy, cser elegyedik, és az alsó szintet alkotja a bükk, gyertyán eleggyel, szórtan madárcseresznyével, korai és hegyi juharral. A gyepszint változó, erős lombzáródás esetén és a fiatalabb állományokban teljesen vissza is szorulhat, másutt jól fejlett, a félnedves típusokban gazdag kialakulású, és többszintű is lehet. A száz éves öreg állományokban a bükk eléri a 30-35 m-es magasságot.

A bükkösök gyakorlatban alkalmazott felújítására a klasszikus módokhoz képest jelentősen leegyszerűsített, lerövidített ernyős felújítógépes technológia jellemző.

Az előkészítő vágást általában az utolsó növedékfokozó gyérités helyettesíti, melyet követ a megtelepedett újulatra történő bontás. Az állományok letermelése általában két lépcsőben (4-5 év alatt) történik meg. A kíméletes fakitermelési módok alkalmazása ellenére is, a tapasztalatok szerint 30-40

²⁵ Forrás: ÁESZ Kaposvári Igazgatósága.

%-os károsodást szenved az újulat, mégis az előny, melyet az erőteljesebb növekedésű elegyfajokkal szemben a bükknek biztosítottunk, felbecsülhetetlen.

A hárs hihetetlen nagy felújulási erélye és erőteljes fiatalkori növekedése miatt a bükkösök e típusának felújítása és nevelése komoly szakmai feladatot ró a kezelésükkel megbízott erdőgazdálkodóra.

A 3-8. táblázat mutatja be a bükk főfajájú állományok arányát az erdőfelújítás kezdeti és befejezési stádiumában. Célként kell megjelölni az arány növelését a termőhelyi lehetőségeknek megfelelően.

év	1999		2000		2001		2002		2003	
<i>Bükk részaránya</i>	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Első kivitelben	16	2,3	59	7,4	77	9,2	29	3,4	50	6,8
Befejezésikor	15	1,8	13	2,2	22	3,7	50	7,2	47	5,6

3-8. Táblázat: Bükk aránya az első kivitelekben és a befejezésikor.²⁶

A bükk fakitermelések összesített mennyiségét 1999-től 2003-ig vizsgáltam (3-9. táblázat). Az adatok alapján megfigyelhető, hogy az egyes évek igen nagy eltérést mutatnak. Ebben több tényező is szerepet játszhat: az újulat fejlettségi állapota, a bükkmakktermés nagysága, természetvédelmi korlátozások, üzemtervi lehetőségek kihasználhatósága stb..

Használati mód	1999	2000	2001	2002	2003
	<i>ÁESZ elméleti bruttó/tény nettó m³</i>				
TARVÁGÁS	4.642	7853	7312	6137	5403
	4015	6670	6032	5243	4966
FF. VÁGÁS BONTÓVÁGÁS	13588	9576	5400	4550	10047
	11766	8211	4597	3834	8566
FF. VÁGÁS VÉGVÁGÁS	8792	12997	6183	2452	4320
	7766	11361	5182	2133	3663
FF. VÁGÁS ÖSSZESEN	22380	22573	11583	7002	14367
	19532	19572	9779	5967	12229
VÉGHASZNÁLAT ÖSSZESEN	27022	30426	18895	13139	19770
	23547	26242	15811	11210	17195
TÖRZSKIVÁLASZTÓ GYÉRÍTÉS	2927	1890	2150	2114	1504
	2461	1490	1681	1621	1181
NÖVEDÉKFOKOZÓ GYÉRÍTÉS	736	1744	1900	1410	1425
	663	1631	1338	1196	851
TISZTÍTÁS	115	260	50	150	160
			31		3
EGÉSZSÉGÜGYI TERMELÉS	428	80	239		200
	363	69	156	32	156
ÖSSZESEN	31228	34400	23234	16813	23059
	27034	29432	19017	14059	19386

3-9. Táblázat: A SEFAG Rt. bükk fakitermelése az elmúlt öt évben használati módokként. (ÁESZ elméleti bruttó/tény nettó m³)²⁷

²⁶ Forrás: SEFAG Rt. Erdőművelési Osztály.

²⁷ Forrás: SEFAG Rt. Fahasználati Osztály.

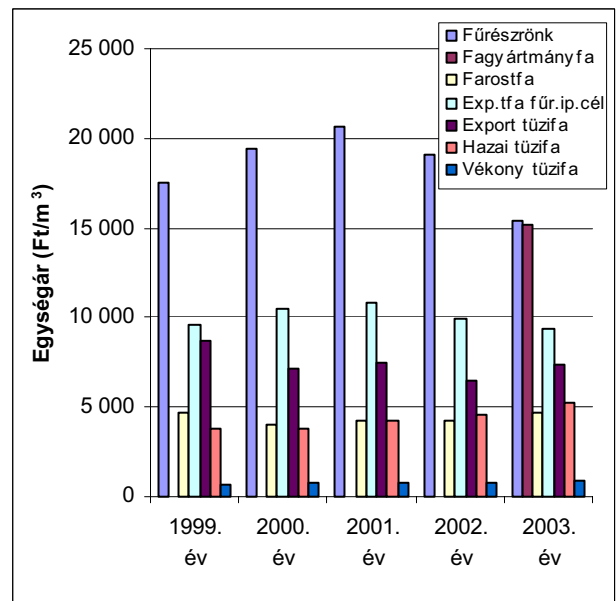
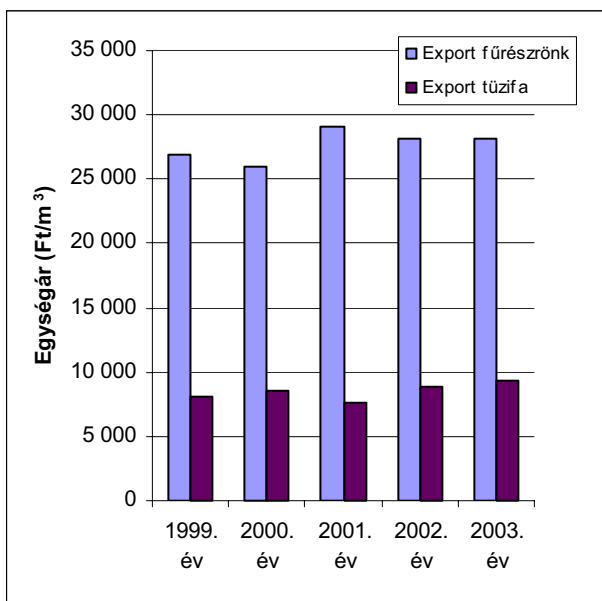
	Fakitermelés m^3	Értékesítés, m^3		Saját feldolgozás és készlet, m^3
		<i>belföldi</i>	<i>külföldi</i>	
1999.				
Rönk	12 733	6 688	5 279	766
Farostfa	410	390		20
Export tűzifa fűrészipari célra	2 749	2 619		130
Export tűzifa	8 744	267	7 711	766
Hazai tűzifa	1 805	1 742		63
Vékony tűzifa	587	587		
Nettó fakitermelés összesen	27 028	12 293	12 990	1 745
2000.				
Rönk	13 165	6 337	6 793	35
Farostfa	656	656		
Egyéb iparifa	28			28
Export tűzifa fűrészipari célra	1 907	1 907		
Export tűzifa	11 345	1 154	10 191	
Hazai tűzifa	1 535	1 490		45
Vékony tűzifa	791	791		
Nettó fakitermelés összesen	29 427	12 335	16 984	108
2001.				
Rönk	7 599	3 440	4 045	114
Farostfa	169	169		
Egyéb iparifa				
Export tűzifa fűrészipari célra	950	950		
Export tűzifa	8 962	1 562	5 674	1 726
Hazai tűzifa	996	986		10
Vékony tűzifa	340	340		
Nettó fakitermelés összesen	19 016	7 447	9 719	1 850
2002.				
Rönk	5 028	3 203	1 541	284
Farostfa	305	289		16
Egyéb iparifa	31			31
Export tűzifa fűrészipari célra	1 521	813		708
Export tűzifa	6 004	2 108	3 848	48
Hazai tűzifa	780	780		
Vékony tűzifa	389	389		
Nettó fakitermelés összesen	14 058	7 582	5 389	1 087
2003.				
Rönk	8 124	4 332	3 560	232
Farostfa	231	204		27
Egyéb iparifa	64	64		
Export tűzifa fűrészipari célra	1 026	946		80
Export tűzifa	8 565	6 541	2 024	
Hazai tűzifa	864	864		
Vékony tűzifa	512	512		
Nettó fakitermelés összesen	19 386	13 463	5 584	339

3-10. táblázat: A bükk fakitermelés választékszerkezete, valamint az értékesítés megoszlása az elmúlt öt évben.²⁸

²⁸ Forrás: SEFAG Rt. Fahasználati Osztály.

A somogyi bükk fakitermelés választék-összetételében fontos mérőszám a rönk több mint 20%-os részaránya, valamint a bükk export tűzifa igen magas, közel a termelt választékmennyiség felét kitevő aránya (3-10. táblázat). A véghasználati állományokban az átlagos mellmagassági átmérő 45-50 cm körüli értékeket ér el.

Az álgesztesedés problematikájának súlya elválaszthatatlan a mindenkori piaci viszonyoktól. Az elmúlt öt évben elért választék-egységárakat elemezve megállapítható, hogy a primér erdei termékek kereskedelmi értéke stagnálást, illetve csökkenést mutat (3-6., 3-7. ábra). Sajnálatos tény, hogy az 1999-től 2003-ig vizsgált periódus minimum pontja az elmúlt évre esik. Enyhe pozitív tendenciát csak a tűzifa esetében tapasztalhatunk; mely várhatóan további erősödést fog mutatni (gázár emelkedése, hőerőmű fa-alapú tüzelőanyagra történő átállása). Le kell azonban szögezni, hogy az összefüggések megbízhatóságát nagyban befolyásolja az utóbbi évekre jellemző forint - euró árfolyam ingadozása.



3-6. ábra, 3-7. ábra: Az export és belföldi választékok egységárának változása (1999-2003).²⁹

A SEFAG Rt. bükkgazdálkodása szakmai szempontból példamutató, az álgesztesedés problémája azonban a jelenlegi piaci körülmények között (kereslet csak a fehér bükk iránt van) jelentős gondot okoz. Az elkerülhetetlenül keletkező álgesztes anyag értékesebb hasznosításának megoldása jelentős gazdasági többleteredményhez vezetne.

²⁹ Forrás: SEFAG Rt. Fahasználati Osztály.

4 A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS VIZSGÁLATA A SOMOGYI ERDÉSZETI ÉS FAIPARI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG ERDŐÁLLOMÁNYAIBAN

2000 és 2004 között a *Somogyi Erdészeti és Faipari Részvénytársaság* 4 erdészetének 25 erdőrészletében törzsenkénti felvételezést végeztem a bükk álgesztesedés morfológiájának, mértékének, gyakoriságának, valamint ökonómiai hatásának megismerése céljából.

Az erdőrészletek termőhelyi adatainak statisztikai analízisét követően az álgesztesedést befolyásoló ökológiai faktorok elemzésére is sor került.

4.1 A törzsenkénti felvételezés céljainak meghatározása

Az álgesztesedés irodalmának feldolgozásával számtalan, a bükk álgesztesedésével foglalkozó kutatási metodikát ismerhettünk meg. A törzsek felvételezésén keresztül az álgesztesedés morfológiáját, megjelenési formáinak leírását célul tűző, eddig alkalmazott különböző vizsgálati módszerek legtöbbjét az jellemezte, hogy viszonylag kevés, – 2, maximum 3 - eltérő magasságban vett vágáslapon értékelték az álgesztesedést, annak hatásait (pl. MAHLER ET HÖWECKE, 1991; V. BÜREN, 2002). A teljes vertikális lefutás vizsgálatára így jóval pontatlanabb elemzésre kaptak csak lehetőséget.

Ezek a rögzített magasságban mért adatok és törzsdarabok minden esetben függetlenek voltak a valós választékszerkezettől, így az álgesztesedés ökonómiai hatásvizsgálata a különböző szerzőknél mindig csak egy teoretikus, feltételezésen alapuló kihozatalra épült.

Vizsgálataimban egyesíteni kívántam azt a célt, hogy az adott törzsről minél több értékelhető adatot kapjak; és ezzel párhuzamosan a választékszerkezetre gyakorolt hatást is a valóságos kihozatali értékeken keresztül lehessen elemezni.

Az álgesztesedés okozta veszteség elemzése a mintegy 80.000 ha-os erdőgazdasági részvénytársaság egészére nézve is nagy gyakorlati jelentőségű eredményre vezethet.

Vizsgálataimban az alábbi fő kérdésekre kerestem a választ:

- Milyen általános megjelenési formákkal, előfordulási arányokkal szerepel az álgesztesedés a Részvénytársaság legfontosabb bükkös termőhelyein?
- Szerepet játszanak e az álgesztesedés kialakulásában és terjedésében az egyes termőhelyi tényezők, és ha igen, milyen mértékben?
- Mekkora az álgesztesedéssel okozott veszteség nagysága az eltérő korú és dimenziójú állományok esetében?
- Létezik e optimális vágásérettségi kor és az ezzel szorosan összefüggő véghasználati célátmérő, melynek elérését követően ugrásszerű negatív változások érik az elérhető kihozatali értékeket?

4.2 A terepi mérések végrehajtása

4.2.1 A vizsgálatok megtervezésének szempontjai

Az eddigi kutatási eredményekkel összefüggésben az erdőrészletek kiválasztásában elsősorban az játszott szerepet, hogy azok megfelelő intervallumot öleljenek fel

- az átlagos mellmagassági átmérő,
- a kor,

- a termőhely és
- a faállomány minősége tekintetében.

Emellett természetesen gyakorlati szempontoknak is érvényesülniük kellett: a mérési helyeket a tervezett fakitermelésekhez igazítottam. A nagyszámú, egymással sok esetben párhuzamosan folyó vágások mintavételében nagy segítséget nyújtottak a vizsgált erdészetek kerületvezető erdész kollégái.

A felvett adatok rögzítésére a diplomamunka (BIRÓ, 1999) készítése során alkalmazott jegyzőkönyvet vettem alapul, mely a vizsgálati céloknak megfelelően átdolgozásra került.

A felvett törzsparáméterek száma megnövekedett a faegyed környezetére jellemző lejtfokkal, valamint a kitettséggel. Noha ezeket az adatokat is tartalmazzák az erdőrészletet leíró lapok, sok esetben ezek nagy hibaszázalékkal terheltek.

A fakitermelések során a brigádok hosszúfás munkarendszerben dolgoztak. Az álgesztesedés mérése, értékelése a legtöbb esetben a rakodón, ritkábban a vágásterületen történt. Az álgesztesedés jellemzőinek leírása azonnal megtörtént, így a száradás nem befolyásolta károsan a méréseket (pl. szín, típus).

Az álgesztesedés adott erdőrészleten belüli arányának méréséhez az álgesztmentes törzseket is rögzítettem. A felvett törzsrész hossza így két tényező függvényében változott:

- Minden törzs esetében a teljes álgeszt-lefutás rögzítésre került, akkor is, ha a választékszerkezetre már nem gyakorolt hatást.
- Nem álgesztes törzsek esetében a törzs iparifát adó része került felvételezésre. (Amennyiben „rövid” lefutású álgeszt jellemzett egy törzset, abban az esetben is hasonlóan jártunk el.)

4.2.2 A felvett paraméterek és mintavételi helyek a törzsön

Az egyes fákkal kapcsolatban felvett paraméterek

A mintául szolgáló erdőrészlet jelének és a törzs sorszámának rögzítését követően az alábbi adatokat felvételeztük és értékeltük minden törzsnél:

➤ **A törzs minősége**

A fahasználati árbevételi kategóriákba sorolás céljából az egyes törzseket értékeltem. A törzsek osztályozását az Erdőhasználati Tanszék által kialakított törzsmínősítés szerint végeztem el. Az osztályozás szempontjai: a törzs alakja, egyenessége, egészségi állapota, az elérhető választékszerkezet minősége, valamint az iparifa-hányad nagysága voltak. A törzsmínőség szerinti osztályozás a famagasság feléig terjedő alsó törzsrészre vonatkozik, ahonnan az érték kb. 80-90%-a adódik.

➤ **Lejtfo**

A vizsgált erdőrészletek többségét jellemzi, hogy igen tagolt, változó terepadottságúak, így a lejtés álgesztesedést befolyásoló szerepének értékeléséhez szükséges volt ezt az egyedek szintjén értékelni. A lejtés értékelése 5°-os eltérésekkel történt.

➤ **Kitettség**

Hasonlóan a lejtfoknál leírtakhoz, ez is faegyed szinten került értékelésre.

➤ **Tuskómagasság**

Mérése cm-ben, esetenként becsléssel történt (mérőeszköz: zoll-stock).

➤ **Mellmagassági átmérő**

A törzsdimenzió egyik legfontosabb gyakorlati jellemzőjének felvétele két, egymásra merőleges mért érték átlagából adódik. Mérése cm-ben történt, átlaló segítségével. A későbbi mennyiségi számítások alapértéke.

➤ **Famagasság**

A törzsek magasságának mérése méterben, *Christen*-famagasságmérő segítségével történt. Az adatok megbízhatósága egy-egy fekvő törzs felmérésével ellenőrzésre került.

A kidöntött törzsön felvett paraméterek

Az álgesztesedés morfológiájának és árbevételre mért hatásának elemzéséhez a törzsek választékolása során az alábbi adatokat mértük minden választék esetében:

➤ **Hossz**

A választék mért hosszúsága m-ben, egy tized pontossággal. Mérése mérőszalaggal történt.

➤ **Csúcsátmérő**

Egymásra merőleges átmérők méréséből képeztem az átmérőadatokat. Minden esetben kéregben mért cm értékekkel számoltam. Mérése átlalóval történt.

➤ **Álgesztátmérő**

Egymásra merőleges értékekkel történt meg az álgesztesedés kiterjedésének jellemzése. Mérése mérőszalaggal.

➤ **Álgesztesedés típusa**

A 2.2 fejezetben bemutatott *Mahler-Höwecke-féle* tipológiát használtam az álgesztípusok elkülönítésére.

➤ **Álgeszt színe**

Az álgesztesedésre legjellemzőbb öt színárnyalat közül került a szín besorolásra (vörös, barna, fekete, márványos, szürke).

➤ **Választékok megnevezése**

Az ökonómiai hatásvizsgálat alapját a választékok rögzítése adja meg. Az első („tény”-ként jelölt) oszlopba a tényleges, a helyi szokványnak, illetve a piacnak megfelelő választékok típusai kerültek. A második oszlop az elméleti választékkihozatal számára készült, melyet akkor kapnánk, ha az adott választék nem lett volna álgesztesedéssel terhelt. Így lehetőség van a valódi, egyéb fahibákkal (göcsösség, görbeség stb.) összefüggésben álló, tényleges veszteségadatok számítására. Természetesen bizonyos esetekben az álgesztesedés meglététől független az adott választék (pl. hazai tűzifa).

A mintavétel során a teljes álgeszt-lefutás rögzítésre került; amennyiben „fehér” törzs került a mintába, úgy csupán az iparifát adó törzsrészt vizsgáltuk.

➤ **Egyéb hibák**

Számos irodalmi forrás kapcsolatot vélt felfedezni az egyéb fahibák megléte és az álgesztesedés kialakulása, mértéke között. Ennek eldöntésére minden vágáslevegő vizsgálaton vizsgáltuk a bükknél előforduló hibákat (korhadás, sebgeszt, fekete foltok, T-foltok stb.)

A megjegyzés rovatba lehetőség szerint rögzítésre került a villa vagy villák elágazási magassága, illetve egyéb, az álgesztesedés megítélése szempontjából fontos információ.

A jegyzőkönyv kitöltésére a Melléklet tartalmaz példát.

A mintavétel során az alábbi jegyzőkönyvet használtuk (4-1. táblázat):

Bükk álgeszt felvételi jegyzőkönyv										
Erdőrészlet:				D 1,3 (cm)						
Törzs sorszám:				Tuskó magasság(cm)						
Törzs minőség:				H (m)						
Lejtők				Kitettség						
Törzs, főág	Mért hossz (m)	Fa D1/D2 (cm)	Álgeszt			Egyéb hiba	Választékok			Megjegyzés
			D1/D2 (cm)	Típusa	Színe		1.(tény)	2.	3.	
Tő	0,0	/	/							
1.db		/	/							
2.db		/	/							
3.db		/	/							
4.db		/	/							
5.db		/	/							
6.db		/	/							
7.db		/	/							
8.db		/	/							
9.db		/	/							
10.db		/	/							
11.db		/	/							
12.db		/	/							
D5 cm		/	/							
Jelmagyarázat:										
Választékok										
E.	Export rönk									
F I.	Fűrész rönk átm. 20-24 cm									
F II.	Fűrész rönk átm. 26-34 cm									
F III.	Fűrész rönk átm. 36- cm									
B.	Exp. tűzifa fűrészipari célra									
Et.	Export tűzifa									
T.	Hazai tűzifa									
Álgeszt típusa			Álgeszt színe			Egyéb hiba				
SZK	Szabályos, körös		V	Vörös	TF	T-foltok				
FH	Felhős		B	Barna	FF	Fekete foltok				
AS	Asszimmetrikus		F	Fekete	KO	Korhadás				
PI	Pillangós		M	Márványos	SG	Sebgeszt				
Cs	Csillagos		SZ	Szürke	MF	Máskéfé				
		Szemponatok	I.o.	II.o.	III.o.	IV.o.				
Törzs minősítés (famagasság feléig, álgeszt nélkül)		Alak	Szabályos	Hibás	Roszz	Igen rossz				
		Egyenesség	Egyenes	Hajlott	Görbe	Görbe				
		Egészség	Egészséges	Kis hibák	Sok hiba	Beteg				
		Választékok	Értékes v.	Közepes v.	Rövid v.	Tfa.,rostfa				
		Iparifa aránya	Egész törzs	Nagy része	Kevés	Alig van				
Dátum:										
Felvették:										

4-1. Táblázat: A törzsfelvételi jegyzőkönyv.

Kiegészítő adatgyűjtés a vizsgálatokhoz

A kutatási téma feldolgozásához, az összefüggések elemzéséhez, valamint az ökonómiai számításokhoz az alábbi információk összegyűjtése vált még szükségessé:

- A vizsgált erdőrészek üzemtervi adatai.
- A bükk választékszerkezetre és az átlagos értékesítési árakra vonatkozó adatok.
- Helyi választékolási szabályok, szokványok.

4.3 A vizsgált erdőrészek termőhelyi jellemzői

A vizsgálat során 25 erdőrészletben összesen 364 bükkörzs teljes elemzése történt meg. A 4-2. táblázat tartalmazza a mintavétel helyéül szolgáló erdőrészek legfontosabb termőhelyi paramétereit.

Az erdőrészek két kivétellel a Dél-dunántúli erdőgazdasági tájcsoporthoz tartoznak, az Iharosi Erdészet területén vizsgált erdőrészek a Déli Pannonhát erdőgazdasági táj részei. A Dél-dunántúli erdőrészek közül a 3 igali állomány a Baranya-Somogy-Tolnai hegyhát erdőgazdasági táj jellemzőivel rendelkezik, a Kaposvári és Zselici Erdészetek területei egyöntetűen a Zselicség táj részei.

Az adatokból kiolvasható, hogy zömében jó - kiváló tulajdonságú bükkállományokkal gazdálkodik a SEFAG Rt., ahol a minőségi fatermesztés a gazdálkodás elsődleges célja.

Az üzemtervi adatok alapján a vizsgálatba vont erdőrészek a gyertyános-tölgyes, illetve a bükkös klímába tartoznak.

A kiválasztott részletek termőhelytípus-változatai megfelelnek a bükk termőhelyi igényeinek. Kaposvár 9/D erdőrészlet kivételével a termőréteg vastagság minden részletben legalább mély rétegű.

Az üzemtervek kitérés és lejtés adatai helyett a vizsgálatok eredményeiben a saját felvételezés értékei szerepelnek (lásd 2.6 fejezet).

A bükk elegyaránya a vizsgált állományokban 5% és 95% között változott.

A mintavétellel érintett erdőrészeket ábrázoló térképeket a Melléklet tartalmazza.

Erdőgazdasági táj	Erdészet	Erdészkerület	Erdőrészlet	Kor /év/	Klíma	Vízgazd.	Talajtíp.	Fiz. féleség	Term. vast.	Kitétsz	Lejt./°/	Bükk ca. /%/
Bar.-Som.-Tolnai hegyhát	Igali	Somogyacsa	Somogyacsa 16/D	115	GYT	VFLEN	BFÖLD	V	MÉLY	É	10	81
Bar.-Som.-Tolnai hegyhát	Igali	Marinka	Kisbárpáti 7/C	110	B	VFLEN	BFÖLD	V	MÉLY	K	10	76
Bar.-Som.-Tolnai hegyhát	Igali	Toldi	Andocs 30/A	104	GYT	VFLEN	BFÖLD	V	MÉLY	K	10	67
Déli Pannónhát	Iharosi	Ágneslak	Iharosbény 18/A	128	GYT	VFLEN	ABE	V	IMÉLY	K	10	95
Déli Pannónhát	Iharosi	Kincses	Iharos 2/C	116	GYT	VFLEN	ABE	V	IMÉLY	NY	10	78
Zselicség	Kaposvári	Sántos	Cserénfa 3/C	112	B	VFLEN	ABE	V	MÉLY	É	15	70
Zselicség	Kaposvári	Hajmás	Cserénfa 26/D	96	B	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	15	18
Zselicség	Kaposvári	Sántos	Kaposhomok 5/E	85	GYT	VFLEN	BFÖLD	V	MÉLY	NY	10	5
Zselicség	Kaposvári	Szilvás	Nagyberki 4/C	109	GYT	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	33	9
Zselicség	Kaposvári	Szilvás	Nagyberki 4/M	101	GYT	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	33	74
Zselicség	Kaposvári	Szentbalázs	Kaposhomok 6/O	75	GYT	VFLEN	BFÖLD	V	MÉLY	VÁLT	VÁLT	17
Zselicség	Kaposvári	Sántos	Kaposhomok 9/H	86	GYT	VFLEN	ABE	V	IMÉLY	VÁLT	33	28
Zselicség	Kaposvári	Sántos	Cserénfa 4/K	112	B	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	15	52
Zselicség	Kaposvári	Sántos	Cserénfa 4/L	112	B	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	15	58
Zselicség	Kaposvári	Tótfalu	Cserénfa 17/G	101	B	VFLEN	ABE	V	MÉLY	É	15	30
Zselicség	Kaposvári	Simonfa	Kaposvár 9/D	82	GYT	VFLEN	BFÖLD	HO	KMÉ	K	15	10
Zselicség	Kaposvári	Szentbalázs	Cserénfa 25/C	101	B	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	20	62
Zselicség	Kaposvári	Szentbalázs	Kaposkertesztúr 3/C	83	B	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	33	23
Zselicség	Kaposvári	Szentbalázs	Kaposhomok 7/F	88	GYT	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	VÁLT	16
Zselicség	Kaposvári	Tótfalu	Cserénfa 13/G	103	B	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	10	29
Zselicség	Zselici	Vitorág	Magyarlukafa 2/B	110	GYT	VFLEN	ABE	V	MÉLY	VÁLT	10	35
Zselicség	Zselici	Dióos	Vásárosbéc 7/B	98	GYT	VFLEN	ABE	HO	MÉLY	K	15	12
Zselicség	Zselici	Tergócs	Zselickisfalud 3/F	93	GYT	VFLEN	ABE	V	IMÉLY	VÁLT	15	40
Zselicség	Zselici	Kislak	Bőszénfa 3/D3	106	B	VFLEN	ABE	V	IMÉLY	VÁLT	15	21
Zselicség	Zselici	Magdialak	Somogyhátság 6/C	102	GYT	VFLEN	ABE	V	IMÉLY	K	10	36

4-2. Táblázat: A vizsgált erdőrészek termőhelyi jellemzői.

4.4 A mért adatok kiértékelése

A mintavételt követően a kapott adatok kiértékelése több lépésben történt meg.

Az adatok nagy mennyiségére való tekintettel elsőként az EXCEL táblázatkezelő programban alakítottam ki a későbbi elemzésekhez illeszkedő adatbázist. Az álgesztesedés morfológiájának megismerése céljából volt szükséges lépés, hogy az adatok jól ábrázolható formába kerülhessenek. Ezért a mérési pontokon kívül minden egész méternél interpolált értékeket is számítottam a táblázatkezelő program segítségével.

A statisztikai analízisre ezt követően került sor.

Az egyes hatótényezők vizsgálatához több, az adott törzsre és az álgesztesedésre jellemző mérőszámot alakítottam ki.

➤ **1. Álgeszt abszolút értéke**

Minden törzs esetében az interpolálással kapott, méterenkénti álgesztértékek átlagolásából kapott érték.

➤ **2. Álgeszt térfogati részarány**

Számítása az alábbiak szerint történt: az adott törzs álgesztes választékainál számítottam az álgesztes rész keresztmetszeti részarányát, majd ezek átlagos értékét szoroztam az álgesztes törzsrész hosszával. Ez az érték jól jellemzi a teljes törzsre vonatkoztatott álgesztesedési részarányt. Jellemzője, hogy térfogat jellegű mérőszám.

➤ **3. Álgesztesedés okozta veszteség**

A bruttó köbméterre számított fajlagos veszteségértékek.

Ezen kívül az elemzésekbe vontam az alábbi álgesztjellemzőket is:

➤ **4. Álgesztesedés hossza**

➤ **5. Maximális kiterjedés magassága**

➤ **6. Álgesztesedés végpontja**

➤ **7. Álgeszttípus**

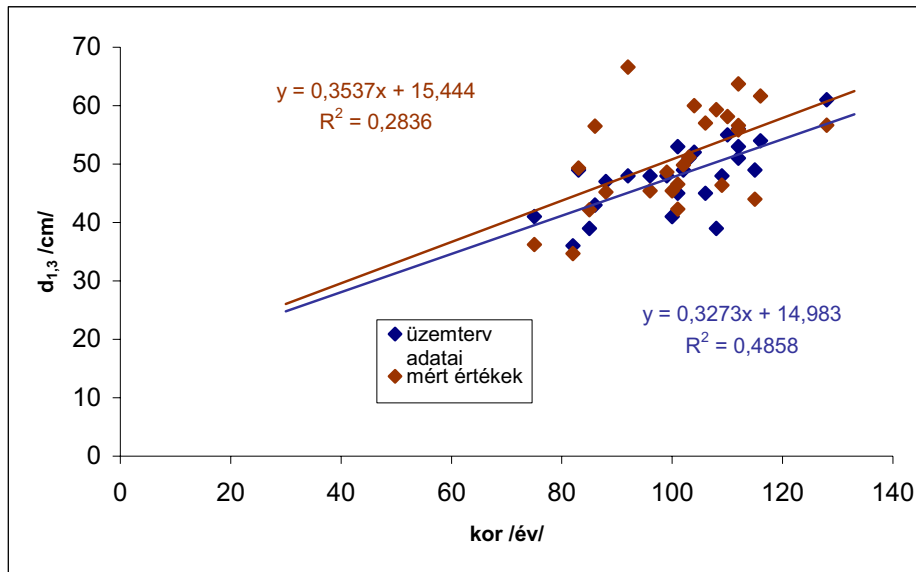
➤ **8. Álgeszt színe**

A vizsgálatba vont 364 törzs mért és számított paramétereit a Melléklet tartalmazza.

A vizsgált erdőrészek termőhelytípus-változatainak elemzése nem mutatott eltérést a vízgazdálkodási fok és fizikai talajféleség tényezők tekintetében, így ezeknek a tényezőknek értékelésétől eltekinttem.

Az álgesztesedést befolyásoló faegyed-szintű paraméterek hatásának vizsgálata a SPSS programcsomag 11.0 verziójával történt. A statisztikai program segítségével korrelációanalízist és regressziószámítást végeztem. A tényezők közti kapcsolat erősségét a *Pearson és Spearman-féle* korrelációs együtthatók mutatják. A kapott eredmények képi megjelenítéséhez a „*gráfszerkesztési*” funkciót választottam.

A vizsgált erdőrészekre jellemző átlagértékek esetében eltéréseket tapasztalhatunk a felvett mintából számítható és az üzemtervben leírt értékek között (4-1. ábra). Az eredmények teljes valóságú volta érdekében a mintavételezés során mért értékekből indítottam az analízist.



4-1. ábra: A kor-mellmagassági átmérő kapcsolat meghatározása. Eltérések az üzemterv adatai és a mért értékek között.

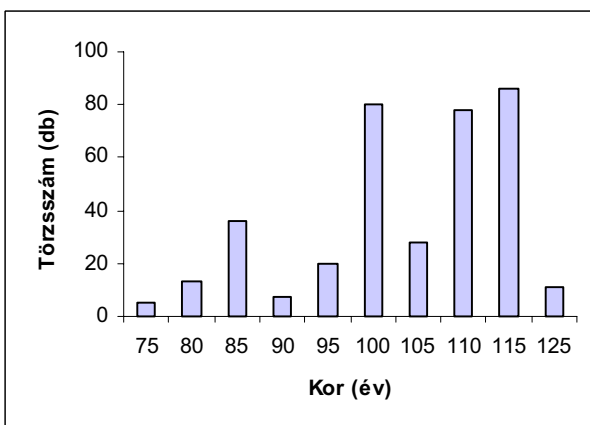
4.5 A vizsgálati minta általános leíró statisztikája

4.5.1 A próbatörzsek kor és átmérőeloszlása

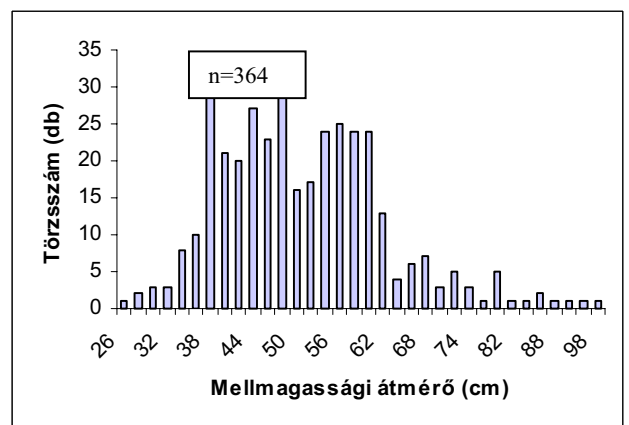
Az erdőrészeltek adataiban a korértékek a fakitermelés évére számított kort jelölik.

A bükk próbafák kora 75 és 128 év között volt, az átlagos kor 105,2 évre adódott. Ez a korérték megfelel a SEFAG Rt-nél alkalmazott átlagos véghasználati kornak, mely - állományjellemzőktől függően - 90 és 120 év között a leggyakoribb. A mintába kizárólag véghasználatra kijelölt állományok kerültek.

Az összes vizsgált törzs kor és mellmagassági átmérő szerinti megoszlását mutatják be a 4-2., 4-3. ábrák.



4-2. ábra: A mintatörzsek kor szerinti megoszlása.



4-3. ábra: A mintatörzsek mellmagassági átmérő szerinti megoszlása.

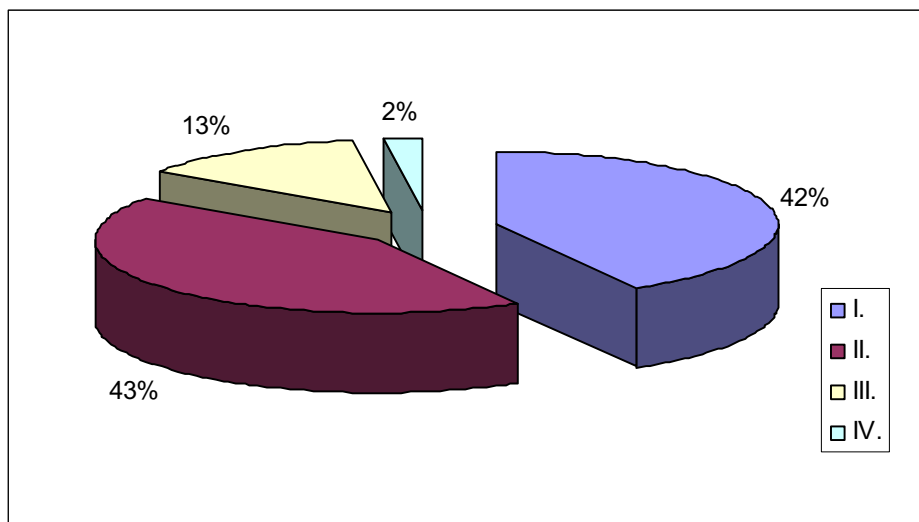
Az adatok csekély torzulással terhelt normáleloszlást mutatnak. Ennek oka a kutatási metodikából ered: a mintavételezést leszűkítettem a véghasználatra besorolt erdőrészekre, így viszonylag kis számú minta került ki a 90 évnél fiatalabb állományokból. A diplomamunkában kapott eredmények alapján 60 éves kor előtt nem kell az álgesztéssel számolnunk.

A próbafák átlagos mellmagassági átmérője 26 cm és 98 cm közötti értékeket ért el, az átlag 51,2 cm.

A famagasság értékek 27 és 37 m között szóródnak, az átlagmagasság 30,7 m-re adódik.

Az állományok 80%-ban a bükk a II. fatermési osztályba tartozik, 4 erdőrészlet a III., egy pedig a IV. osztályba sorolható. A kapott átlagos érték alapján a számításoknál a II. fatermési osztályra jellemző alapadatokból indultam ki (4-3. táblázat).

A mintatörzsek minőségi osztályokba sorolása alapján a törzsek 85%-a az I. és II. csoportba sorolhatók (4-4. ábra).



4-4. ábra: A mintatörzsek minőségének eloszlása.

Erdőrészlet	Mintaszám /db/	Érintett terület /ha/	D _{1,3} átlag /cm/	Famagass. átl. /m/	FTO	Haszn. Mód	Fakitermelés éve	Kitermelésre került bükk /brm ³ /
Somogyacsa 16/D	65	8,3	48	30	3	FFBV	2003	502
Kisbárapáti 7/C	41	6,6	54	30	2	FFVV	2003	1.180
Andocs 30/A	10	7,9	51	30	2	FFVV	2002	210
Iharosberény 18/A	11	4	60	37	2	FFBV	2003	2.000
Iharos 2/C	21	3,4	55	34	2	FFVV	2004	360
Cserénfa 3/C	12	1,5	51	33	2	FFVV	2003	360
Cserénfa 26/D	10	5,9	48	31	2	TRV	2002	770
Kaposhomok 5/E	10	7,6	39	28	2	TRV	2002/3	420
Nagyberki 4/C	23	6,7	39	29	3	TRV	2002	710
Nagyberki 4/M	7	3	41	27	4	FFVV	2001/2	960
Kaposhomok 6/O	5	4	41	28	2	TRV	2004	120
Kaposhomok 9/H	6	2,7	43	29	2	TRV	2004	270
Cserénfa 4/K	10	3	56	33	2	FFVV	2004	1.300
Cserénfa 4/L	10	1,6	53	33	2	FFBV	2002	460
Cserénfa 17/G	25	4,6	53	33	2	FFVV	2004	1.020
Kaposvár 9/D	3	5	36	28	2	TRV	2002	80
Cserénfa 25/C	14	0,8	44	31	2	FFBV	2002/3	290
Kaposkeresztúr 3/C	10	4,8	42	28	2	TRV	2002	270
Kaposhomok 7/F	20	5,3	42	27	3	TRV	2002	460
Cserénfa 13/G	12	3,5	51	32	2	FFVV	2002	1.180
Magyarlúka 2/B	5	5,0	48	31	2	FFVV	2002	500
Vásárosbéc 7/B	10	3,1	49	30	2	TRV	2003	320
Zselickisfalud 3/F	7	5,0	48	33	2	FFVV	2004	850
Bőszénfa 3/D3	5	3,0	46	30	3	FFBV	2002	920
Somogyhárságy 6/C	12	14,4	49	31	2	FFBV	2002	170
Összesen	364	120,7						15.682

4-3. Táblázat: A vizsgált erdőrészekben felvett mintaszám és a véghasználati paraméterek.

4.5.2 A felvett választékszerkezet átlagos jellemzői

Összesen 1369 brm³ bükk törzs felvételezésére került sor. Ez mintegy 2912 választékot jelent; összesen 3176 vágáslapon történt meg az álgesztesedés mértékének, típusának, színének, valamint egyéb fahibáknak a rögzítése.

A törzsek felvételezése során közel 1000 m³ választék jellemzőit rögzítettük, mely az álgesztesedés megismerésén túl jól szemlélteti a SEFAG Rt. bükkgazdálkodására jellemző iparifa kihozatalát is. A mintegy 660 m³-nyi felvett rönktétel 46%-át az export célra termelt rész adja.

A felvett választékok átlagos hosszát és mennyiségi eloszlását a 4-4. táblázat tartalmazza.

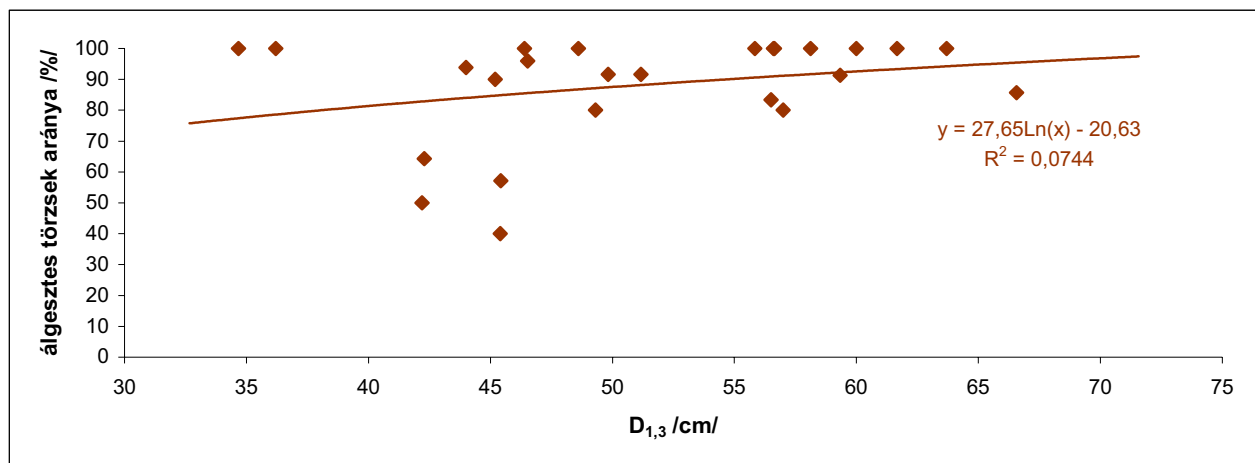
Választék megnevezése	Átlagos hossza /m/	Mennyisége /m ³ /	Résarány /%/
Export rönk	3,34	302,8	31,7
Hazai fűrészrönk átm. 36- cm	2,98	294,1	30,8
Hazai fűrészrönk átm. 26-34 cm	3,02	61,9	6,5
Hazai fűrészrönk átm. 20-24 cm	2,88	2,5	0,3
Talpfa rönk	3,03	16,6	1,7
Export tűzifa fűrészipari célra	2,34	166,8	17,4
Export tűzifa	1,24	94,7	9,9
Hazai tűzifa	1,19	14,3	1,5
Hulladék	1,12	2,9	0,3
Összeg	Összes átl.: 2,31	956,4	100

4-4. Táblázat: A felvett választékok átlagos hossza, térfogata és eloszlása a mintában.³⁰

4.6 Az álgesztes törzsek részarányának változása

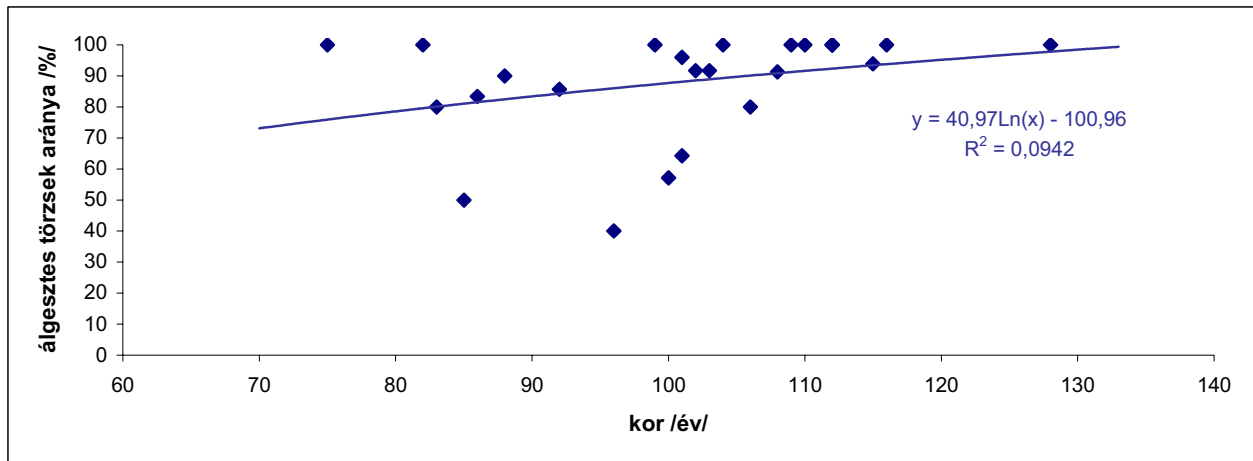
A mintatörzsek felvétele során rögzítésre került az - egyes erdőrészetekre jellemző - álgesztes törzsek részaránya is. A kapott értékekből megfigyelhető, hogy az álgesztes törzsek aránya degresszív növekedést mutat az átmérő és a kor növekedésével is (4-5., 4-6. ábra).

A kapott adatok alapján elmondható, hogy 45 cm-es mellmagassági átmérő és 80 éves kort követően az álgesztes törzsek részaránya növekedésnek indul, majd az 55 cm-es átmérő, illetve a 100 éves kort elérve gyakorlatilag minden törzsben megtalálható kisebb vagy nagyobb mértékben a vizsgált anomália. Kaposhomok 6/O (75 éves) és Kaposvár 9/D (82 éves) erdőrészetek esetében a kapott tendenciától eltérően 100%-os álgesztesedési részarányt tapasztaltam. Az ellentmondásért az - igen csekély - felvett (3 és 5) mintatörzs száma okolható.



4-5. ábra: Álgesztes törzsek részaránya a mellmagassági átmérő függvényében.

³⁰ A sarangolt választékok alacsony részaránya a felvételezés metodikájából adódik.

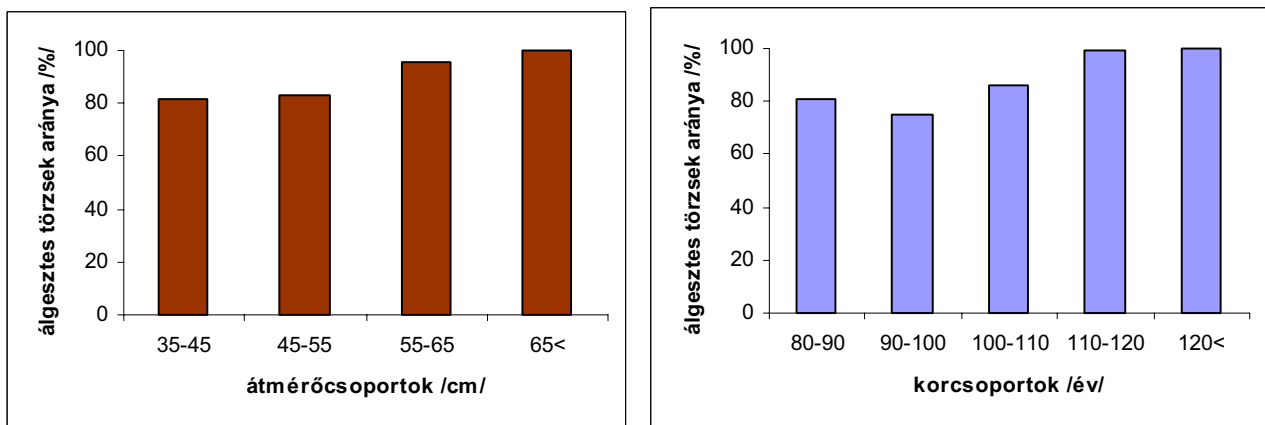


4-6. ábra: Álgesztes törzsek aránya a kor függvényében.

A változók statisztikai elemzését követően megállapíthatjuk, hogy az álgesztes törzsek előfordulási gyakorisága, valamint az állományok kora, törzsdimenziója között nincs szignifikáns kapcsolat.

Az álgeszttel érintett törzsek arányának statisztikai vizsgálata sem a faegyed-szintű, sem pedig a termőhelyi tényezők esetében nem mutatott szignifikáns eltérést, ezek további elemzésétől így eltekintek.

A mellmagassági átmérő- és korcsoportok kialakítását követően az alábbi részarány-átlagértékek adódtak (4-7., 4-8. ábra):



4-7. ábra, 4-8. ábra: Növekvő álgesztesedési részarányok az átmérő- és korcsoportokban.

A kapott tendencia nagymértékű hasonlóságot mutat a hazai bükk-álgeszt kutatásokban kapott görbékkel (zirci, zalai, mecseki és a korábbi zselici vizsgálatok eredményei). Csekély eltérés a görbék meredekségében tapasztalható, vagyis milyen „gyorsan” érik el az állományok a 100%-os részarányt. Ebből a szempontból a somogyi állományokat dinamikusabb növekedési ütem jellemzi.

4.7 Az álgesztesedés morfológiájának leírása

A bükkgazdálkodásban ismeretes, hogy az álgesztesedést jellemző számos paraméter közül annak mérete, típusa és színe az a három legfontosabb leíró adat, melyek alapvetően meghatározzák a lehetséges értékkihozatalt. A mintavétel eredményeképpen létrejött adatbázis lehetővé tette, hogy e befolyásoló tulajdonságokat több oldalról is megvizsgáljam.

4.7.1 Az álgeszt típusok megjelenése

A vizsgált 3176 vágáslapból 945 esetben nem tapasztaltunk álgesztesedést. Az egyes álgeszt típusok összesített megoszlását a 4-5. táblázat tartalmazza.

Álgeszt típusok	Fehér	Szabályos körös	Felhős	Aszimmetrikus	Pillangós	Csillagos	Összesen
<i>Előfordulások száma /db/</i>	945	855	715	173	176	312	3176
<i>Részarány /%/</i>	29,8	26,9	22,6	5,4	5,5	9,8	100

4-5. Táblázat: Az álgeszt típusok megoszlása a mintában.

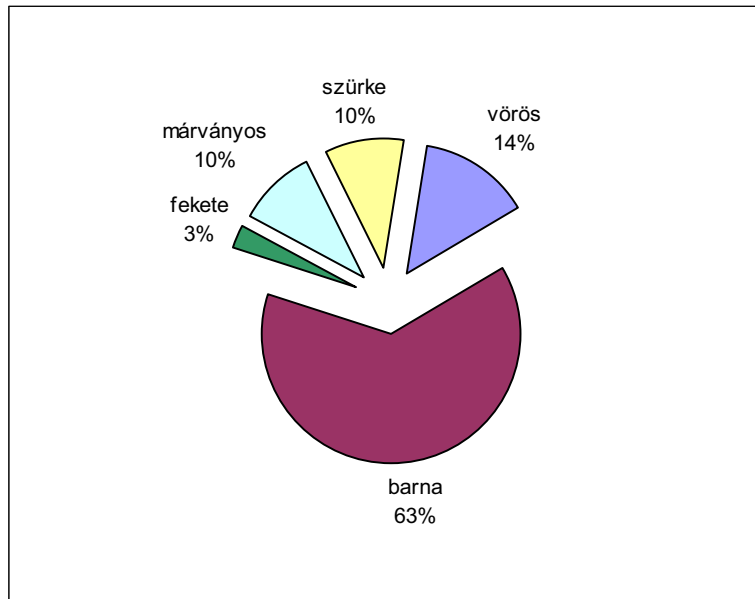
Az adatokból látható, hogy közel azonos részarányban fordult elő a szabályos, kör alakú álgesztesedés és a felhős álgeszt típus. 1999-ben, a Zselicségben folytatott mérések hasonló eredménnyel szolgáltak (BIRÓ, 1999)³¹. Eltérésként értékelhetjük azonban, hogy jóval kisebb aránnyal szerepel az aszimmetrikus álgeszt típus a mintában. A pillangósként jelölt típus továbbra is elenyésző részesedésű, azonban a legnagyobb értékvesztést okozó csillagos álgeszt közel 10%-os előfordulása mindenképpen jelzésértékű információ.

A típusok törzsenkénti elemzése során kitűnik, hogy az álgesztesedés sok esetben „típust vált” a lefutás során. A minta közel 65 %-ra jellemző csak az egyöntetű típus a teljes törzsből. Leggyakoribb kombinált típusként a felhős-körös kombinációt figyeltem meg, ahol a lefutás alsó részét a felhős, felsőbb szakaszát pedig a szabályos, körös típus sajátosságai jellemzik. Ez a tény alátámasztani látszik azt a teóriát, miszerint a felhős álgesztesedés a körös típusból alakul ki, újabb álgesztes részek rárétegződésével (KREML ET MARK, 1962; ZYCHA, 1953; SACHSSE, 1991).

4.7.2 Az álgesztesedés színének jellemzői

SEELING (2003) felmérésében vizsgálta az egyes álgeszt jellemzők hatását a bükk rönk-minőségű faanyag eladhatóságában (6.5 fejezet). Noha az általa kapott rangsor ötödik, legkisebb súllyal szereplő tényezője csak az álgesztesedés színe, a bükk-felhasználók körében mégis fontos szereppel bír e jellemző. A vizsgált vágáslapokon az alábbi megoszlásban tapasztaltam az egyes színek meglétét (4-9. ábra).

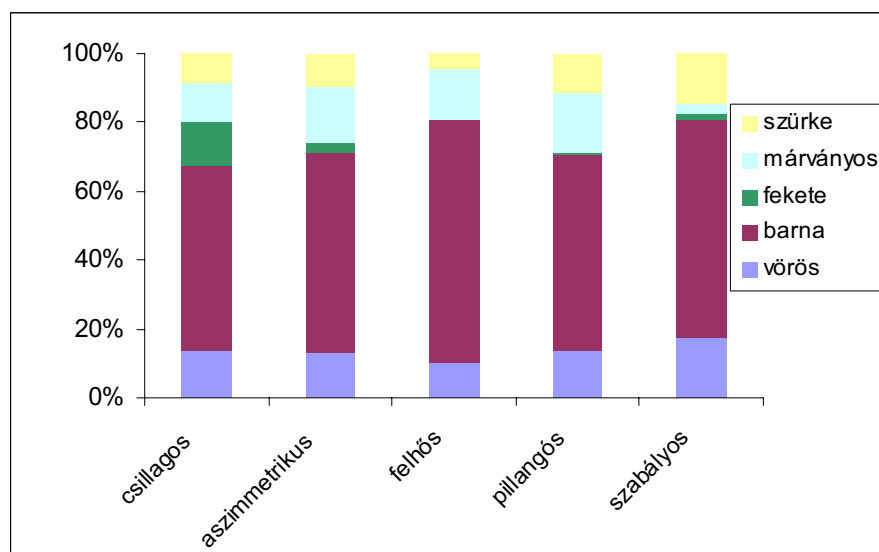
³¹ A diplomamunkában kapott értékek.



4-9. ábra: A különböző színek előfordulása az álgesztes vágásfelületeken.

Az álgesztesedés színében dominál a barna tónus, mindösszesen ennek negyed részével jelenik csak meg a vöröses szín. Közel azonos számmal tapasztaltam a márványos és a szürke színek meglétét, és csak elenyésző arányban fordult elő fekete színű álgeszt a törzsekben.

A gesztípusok további osztályozását jelentheti a színek szerinti felosztás (4-10. ábra). Kisebb-nagyobb részarányal mindegyik tónus megjelenik az egyes típusokban. A fekete szín - a gyakorlati tapasztalatoknak megfelelően - legjellemzőbben a csillagos álgesztnél fordul elő. A vörös, barna és szürke színek legnagyobb százalékban a szabályos, körös típust jellemzik, míg a márványos színekombináció a felhős típusnál jelenik meg legnagyobb aránnyal.



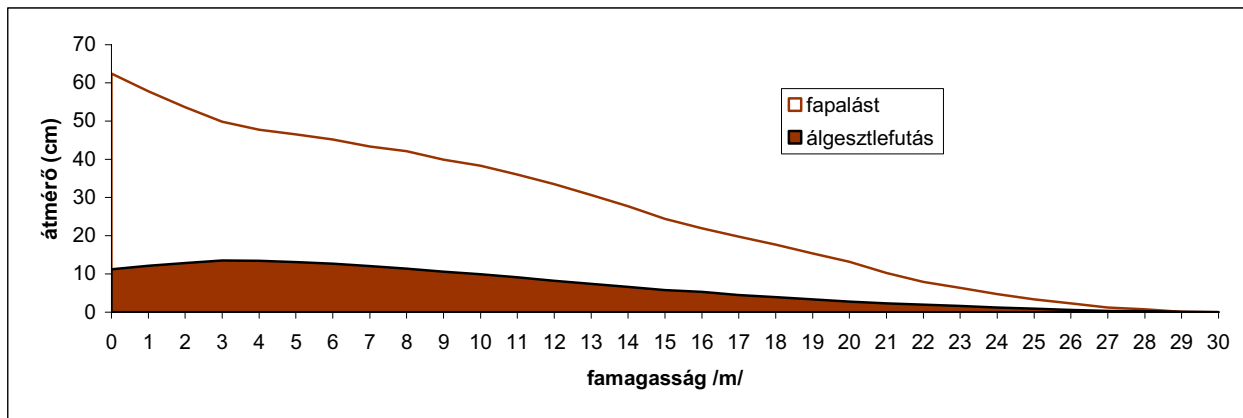
4-10. ábra: Az álgesztípusok színek szerinti megoszlása.

4.7.3 Az álgesztesedés hosszirányú kiterjedése

Az irodalmi forrásokban leírt (2.3.4. fejezet), valamint a törzsenkénti elemzés során leggyakrabban tapasztalt karakteres, orsóalakú hosszirányú lefutás jellemzői mutatkoznak az álgesztesedés magassági vizsgálatakor. A döntővágás lapján (az adatok alapján ez átlagosan 14,8 cm magasságban mért értéket jelent /átlagos tuskómagasság/) az esetek 37 %-ban nem lehet álgesztesedést megfigyelni, és nem utal egyéb elváltozás sem erre. Ugyanakkor az első választék leválasztásakor ez az arány közel a felére, 20 %-ra csökken. A tődarab a mért értékek átlagát számítva 3,05 m hosszú.

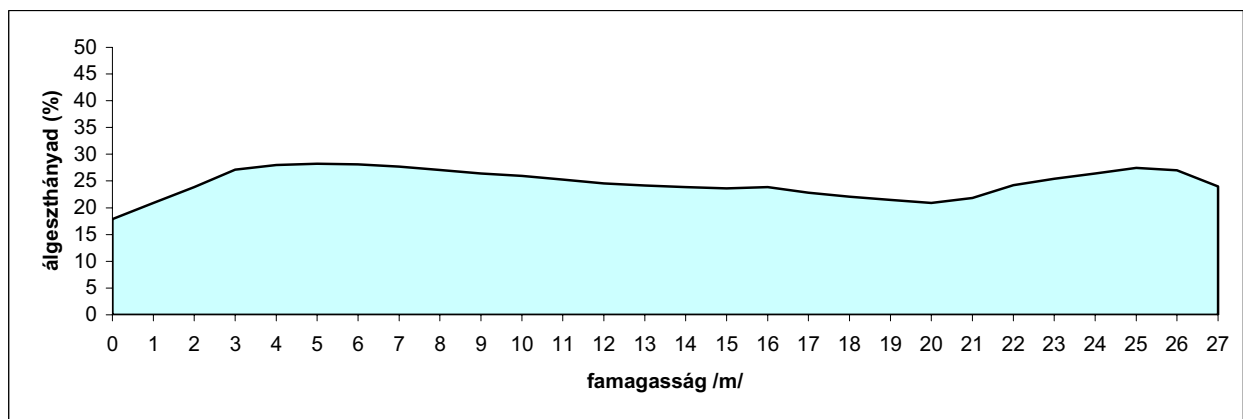
A vizsgált törzsekre jellemző átlagos álgeszt-lefutás a maximális kiterjedését 3 m-es famagasságban éri el. Ez alacsonyabb értéknek számít a szakirodalmi adatokkal összehasonlítva. Abszolút értékében ettől a magassági ponttól az álgesztesedés keresztmetszeti értéke folyamatosan csökkenni kezd. Az átlagos lefutás értelmében a döntővágás lapján már megfigyelhető az álgeszt megléte.

Az álgesztes törzsek átlagos álgeszt-lefutása a következő értékeket veszi fel (4-11. ábra):



4-11. ábra: A vizsgált törzsek átlagos álgeszt-lefutása.

Érdekes, a hazai kutatásokban eddig kevésbé vizsgált érték az álgeszt keresztmetszeti részaránya. Az abszolút értékkel szemben az adott vágáslapon elfoglalt százalékos arány viszonylag csekély változást mutat (17-29%). A kapott görbe minimum értékét 0 méternél adja, míg a maximális kiterjedési részarányt 5 méteres magasságban éri el, a korábban leírt orsó alaknak megfelelően (4-12. ábra). A 22 méter feletti ellentmondás a kutatási metodikából eredően, a csökkenő – zömében álgesztes – minta eredményeként jelenik meg.

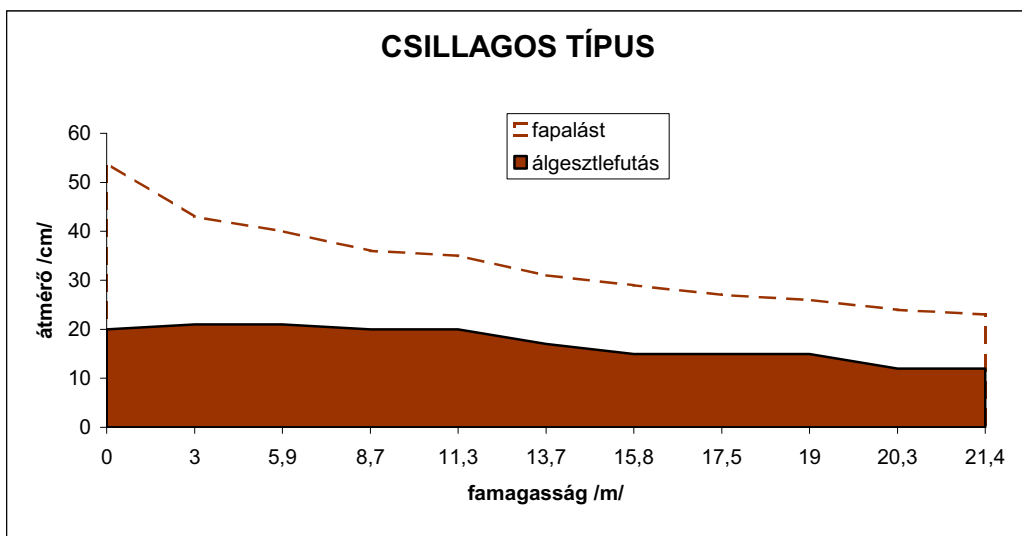


4-12. ábra: Az álgesztesedés keresztmetszetre viszonyított arányának változása a magasság növekedésével.

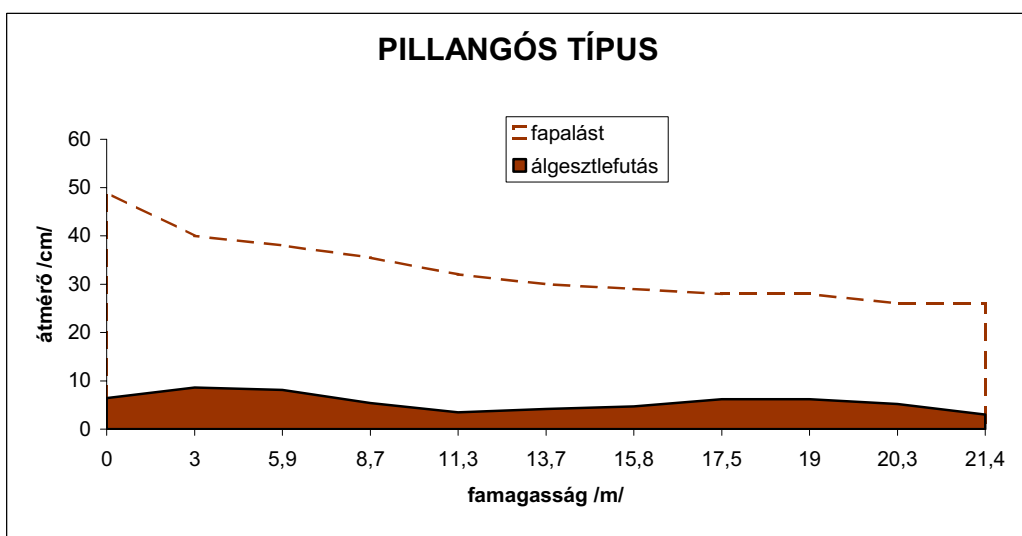
A nagy mintaszám lehetővé teszi az eltérő álgeszt típusok törzstengellyel párhuzamos lefutásának vizsgálatát is (4-13., 4-14., 4-15., 4-16., 4-17. ábra). A fentebb említett, gyakran előforduló felhős-körös kombinált típus vertikális kiterjedését is vizsgáltam (4-18. ábra).

A szakirodalmi forrásokban leírtakkal megegyezik az egyes típusok lefutásának képe. Legnagyobb kiterjedésű, emellett közel lineárisan csökkenő értékek jellemzik a csillagos álgeszttesedést. Abszolút kiterjedési értékekben ezt követi a felhős, a felhős-körös kombinált, majd a szabályos körös típus. Csekély kiterjedésű álgeszt típusok közé sorolható az aszimmetrikus és a pillangós típus.

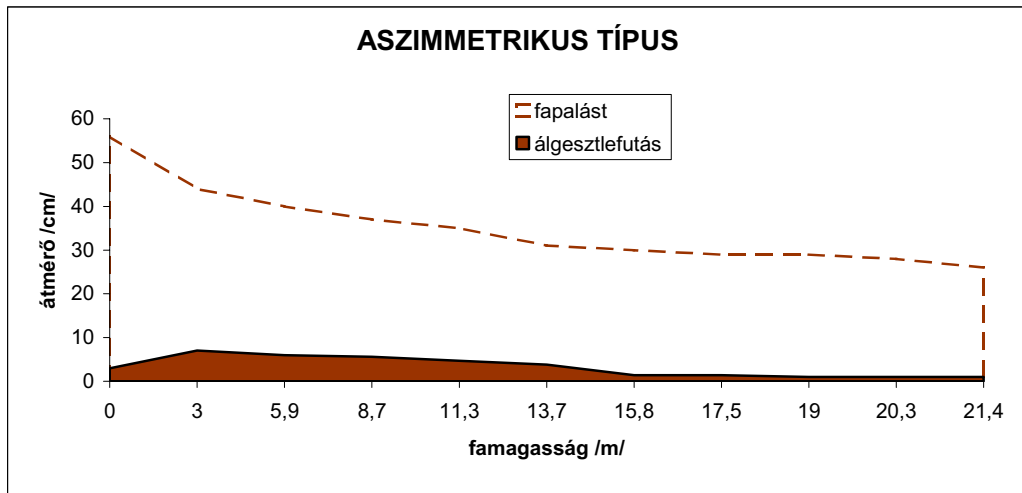
Érdekes – eddig csak KRAHLHEER (1986) által megfigyelt alak jellemzi a pillangós álgeszt típust: vertikális kiterjedésének két maximum pontja is van, minimumát az álgeszt lefutásnak közel felénél, 12 méternél éri el, így ez a forma leginkább „nyújtott X”-re emlékeztet (4-14. ábra).



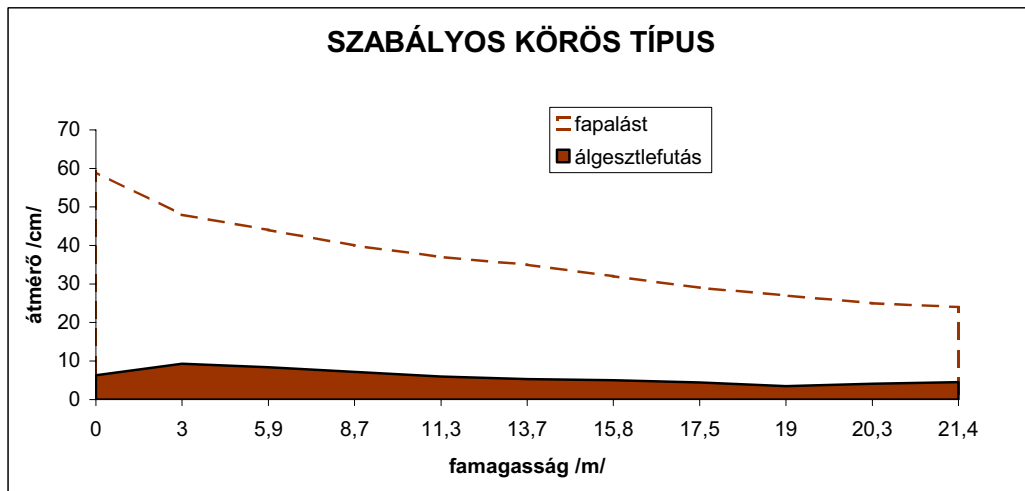
4-13. ábra: Csillagos álgeszt lefutás.



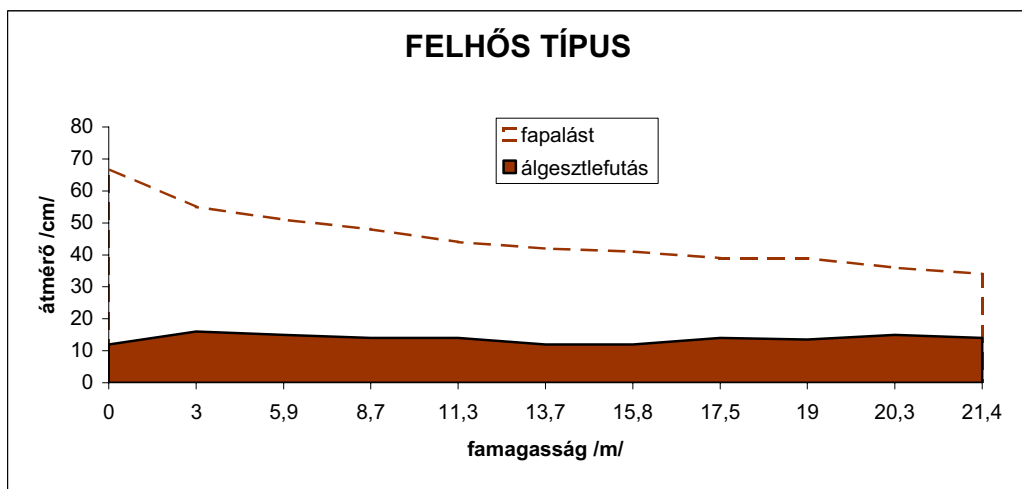
4-14. ábra: Pillangós álgeszt lefutás.



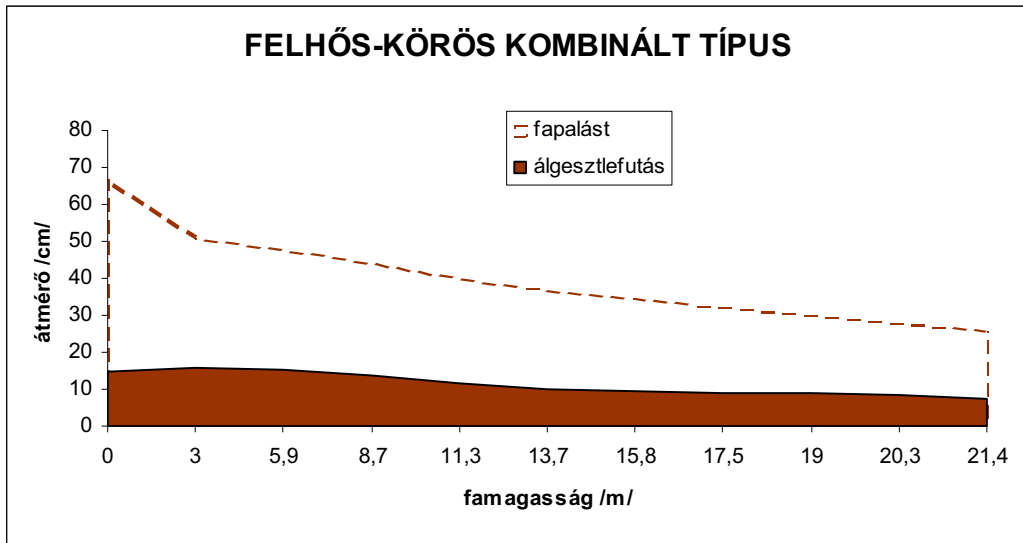
4-15. ábra: Aszimmetrikus álgeszt lefutás.



4-16. ábra: Szabályos, körös álgeszt lefutás.



4-17. ábra: Felhős álgeszt lefutás.

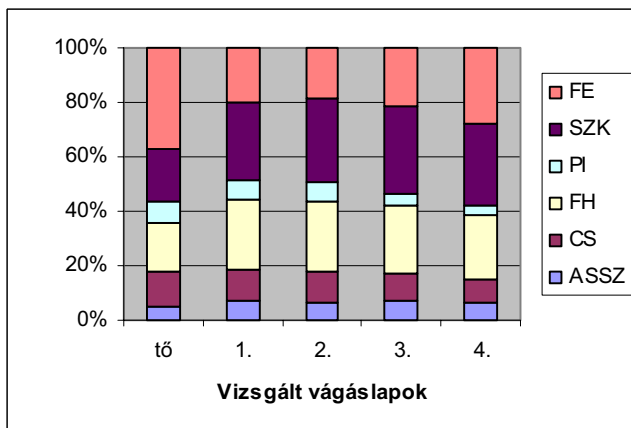


4-18. ábra: Felhős-körös álgeszt lefutás.

Az egyes álgeszt típusok arányait kismértékben változtatják csak a magasság növekedésével.

A nem álgesztes vágáslapok eloszlása is kijelöli számunkra a veszélyeztetett törzsszakaszt: legnagyobb százalékban a második választék álgesztes, csökkenő sorrendben - közel azonos aránnyal – követi az első és a harmadik törzsdarab. A döntővágás lapja csak az ötödik a keresztmetszeti álgesztesedési részarány sorrendjében (4-19. ábra, 4-6. táblázat).

A csillagos, pillangós és aszimmetrikus geszt típusok megtartják százalékos értékeiket a magasság növekedésével, míg a felhős és a szabályos típusok a fehér vágáslapokkal ellentétes tendenciát mutatnak: részarányuk a tődarabtól fokozatosan növekszik a második választékig, majd a harmadiktól ismét csökkenő értékekkel szerepelnek.



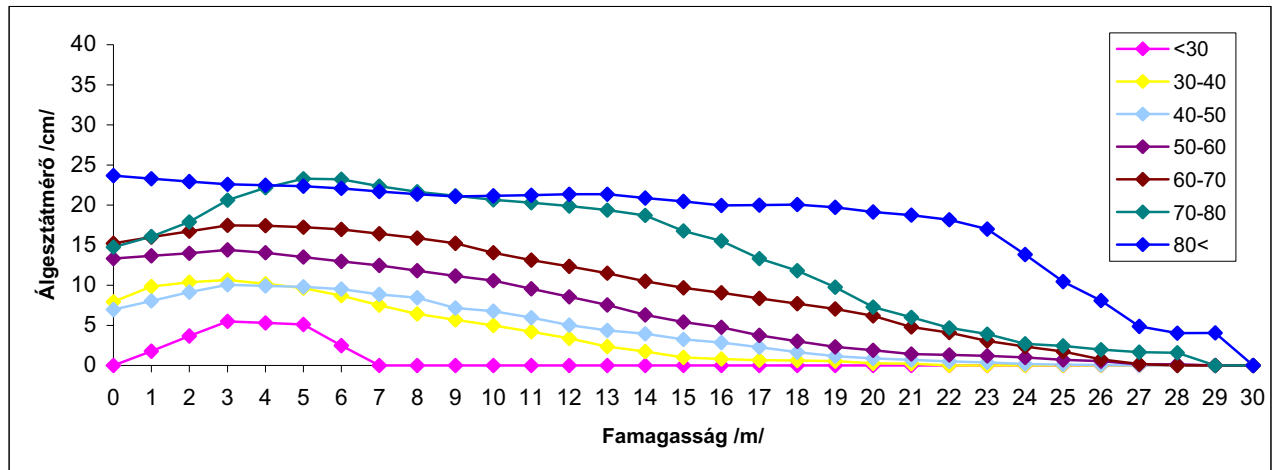
	Választék hossza /m/	Famagasság /m/
Tő	-	0,15
1. választék	3,04	3,19
2. választék	2,92	6,11
3. választék	2,78	8,89
4. választék	2,57	11,46

4-6. Táblázat: A választékok átlagos hossza.

4-19. ábra: Az álgeszt típusok változása a famagasság növekedésével.

4.7.4 Az álgesztesedés átlagos kiterjedésének változása

A törzsek mért értékeinek rögzítését követően, 1 méteres magassági közönként interpolált adatok számításával ábrázolható az álgesztesedés törzsön belüli lefutása. Az egyes átmérőosztályokban az alábbi átlagos álgeszt-kiterjedés tapasztalható (4-20. ábra).



4-20. ábra: A vizsgált törzsek átlagos álgeszt-kiterjedése az egyes átmérőkategóriákban.

A görbék meggyőző összefüggést bizonyítanak: az álgesztes törzsek részarányának növekedése mellett a faegyedek vastagodásával növekszik az álgesztesedés törzsön belüli vertikális és horizontális kiterjedése is. Az átlagot minden osztályban az orsóalak formázza meg.

A kapott átlagértékeket elemezve megállapítható, hogy a jelenleg alkalmazott véghasználati kor elérésekor - a törzsek legértékesebb alsó egyharmadát tekintve – igen jelentős álgeszt-dimenziókkal kell a gazdálkodónak számolnia.

Ezzel szemben a kor emelkedésével sokkal kevésbé egyértelmű az összefüggés az álgesztesedés törzsön belüli kiterjedésével, melyet a korrelációs analízis is bizonyított a kapott nagyon gyenge, 0,120 értékű korrelációs együtthatóval (lásd 4.8.1 fejezet).

4.8 A bükk álgesztesedést befolyásoló tényezők vizsgálata

A 2.3.2 fejezet szerinti csoportosításban faegyed-szintű és a faegyed környezetére jellemző – elsősorban termőhelyi – tényezők szerepének vizsgálatára került sor.

Faegyed-szintű paraméterek:

- *kor,*
- *átmérő (D1,3),*
- *famagasság,*
- *törzsmínőség,*
- *sudarlósság.*

Termőhelyi tényezők:

- *klíma,*
- *lejtők,*
- *kitettség,*
- *talajtípus,*
- *termőréteg vastagsága,*
- *fatermési osztály.*

4.8.1 A faegyedre jellemző tulajdonságok hatása az álgesztesedésre

➤ *Kor*

A kornak a fentebb leírtaknak megfelelően az átmérőre és a famagasságra gyakorolt hatásán keresztül van jelentősége az álgeszt fejlődésében. A korrelációanalízis igen gyenge ($r = 0,120$) kapcsolatot mutat az álgeszt abszolút értéke és a kor között (szignifikanciaszint = 0,05).

Az álgesztesedés térfogati részaránya – hasonlóan a keresztmetszeti részarányhoz – viszonylag állandó értékeket vesz fel. Nincs szignifikáns összefüggés a korrallal.

Az álgeszt-kiterjedés hossza és a kor között igen gyenge (0,159) korreláció áll fenn (szignifikanciaszint = 0,01). Értéke hasonló a keresztmetszeti kiterjedésnél kapott eredményhez.

Az álgeszt típusa és színe az elemzés eredményeképpen nincs szignifikáns kapcsolatban a faegyed korával.

➤ *Átmérő*

Az átmérő szerepét a korhoz hasonlóan már sokan vizsgálták és értékelték (2.3.2. fejezet). Szerepének jelentőségét a statisztikai analízis is bizonyítja.

Az álgesztesedés abszolút értéke az átmérő növekedésével emelkedő tendenciát mutat ($r = 0,604$, szignifikanciaszint = 0,01).

Hasonlóan közepes erősségű korrelációban van az átmérővel az álgesztesedés vertikális kiterjedése is (álgeszt hossza: 0,544 korrelációs együttható, álgesztvégpont magassága: 0,532 korrelációs együttható, szignifikanciaszint = 0,01).

Ezeknél jóval gyengébb összefüggést eredményezett az álgeszt térfogati részarányának vizsgálata, de mindenképpen pozitív kapcsolatot feltételez ($r = 0,389$, szignifikanciaszint = 0,01).

Összességében elmondható, hogy az álgeszt abszolút és relatív mérőszámait legnagyobb mértékben a törzs keresztmetszeti dimenziójának változása befolyásolja.

Az álgesztesedés típusa és színe valamint a törzsátmérő között szignifikáns, de gyenge kapcsolat van. Növekvő átmérővel csekély mértékben, de nő a felhős és csillagos típusok aránya, illetve a színek esetében a sötétebb tónusok aránya mutat gyenge emelkedést.

➤ **Famagasság**

A famagasság mint vizsgált tényező szerepe az álgesztesedés befolyásolásában az elemzések eredményeként nem mérhető, igen csekély.

A térfogati részarányal nem mutat szignifikáns kapcsolatot, az abszolút értékkel, és az álgeszt hosszával nagyon gyenge, elhanyagolható korrelációs együtthatót kapunk ($r = 0,120$, $r = 0,210$). Ez utóbbi eredmények szignifikánsak.

Az álgeszt megjelenési típusát és színét nem befolyásolja a fa magassága.

➤ **Sudarlósság**

A sudarlósságot eddig csak kevesen vizsgálták (2.3.2 fejezet), noha az állománynevelés szempontjából az egyik legfontosabb mérőszám.

A sudarlósság esetében a korreláció analízis kimutatja, hogy az átmérő erős befolyásoló szerepe milyen mértékben érvényesül a famagasság mellett.

V. BÜREN (2002) és RAUNECKER (1956) eredményeihez hasonlóan csökkenő sudarlóssági érték növekvő álgeszt részarányt, illetve magasabb abszolút-értéket eredményez.

➤ **Törzsminőség**

A várakozással ellentétben a törzsminőség nem befolyásolja az álgesztesedés különböző mérőszámait. Ugyanígy nincs kapcsolata a törzs minőségének az álgesztesedés típusával és színével sem.

A következő táblázat a legfontosabb faegyed-szintű hatótényezők és a változók közötti korreláció mértékét mutatja be (4-7. táblázat):

Paraméterek	Változók	Korreláció mértéke /r/	Szignifikanciaszint
Kor	Abszolút érték	0,120	0,05
Kor	Álgeszt-hossz	0,159	0,01
Átmérő	Abszolút érték	0,604	0,01
Átmérő	Térfogati részarány	0,389	0,01
Átmérő	Álgeszt-hossz	0,544	0,01
Sudarlósság	Abszolút érték	-0,497	0,01
Sudarlósság	Térfogati részarány	-0,345	0,01
Sudarlósság	Álgeszt-hossz	-0,423	0,01

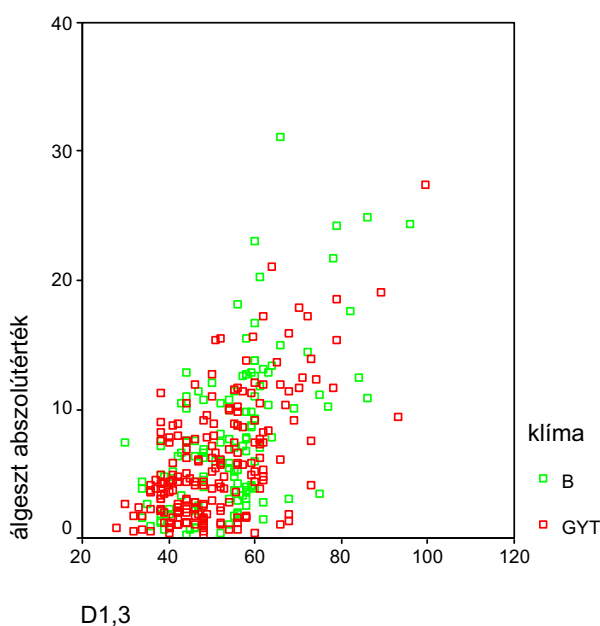
4-7. Táblázat: Az álgesztesedést befolyásoló faegyedszintű hatótényezők és korrelációs együtthatóik (r).

4.8.2 A termőhelyi tényezők hatása az álgesztesedésre

➤ *Klíma*

A klíma szerepét több szerző is vizsgálta (2.3.2 fejezet), a kapott eredmények egymásnak igen ellentmondóak.

A statisztikai analízis a vizsgált törzsek esetében nem talált kapcsolatot a klíma és az álgesztesedés között. Nagyon gyenge korrelációs együttható jellemzi a vizsgált összefüggést. A statisztikai programcsomag gráfszerkesztési funkciója segítségével a vizsgált paraméter grafikus formában is vizsgálhatóvá válik (4-21. ábra). Az egyes termőhelyi tényezők hatásvizsgálatának ábrázolását a Melléklet tartalmazza.



4-21. ábra: A klíma hatásvizsgálata.

➤ *Lejtfok*

Hasonlóan a klíma szerepéhez, a lejtfok esetében is ellentétes eredményekről számol be a szakirodalom (2.3.2 fejezet).

A korreláció analízis alapján a lejtés értéke nem áll szoros viszonyban az álgesztesedést jellemző paraméterekkel, csak nagyon gyenge korrelációs koefficiens írja le a tényezők közti kapcsolatot (abszolút érték – $r = 0,149$; álgeszt-hossz – $r = 0,140$; térfogati részarány – $r = 0,120$).

➤ *Kitettség*

A kitettség könnyen vizsgálható volta miatt jóval több eredmény született e témakörben, mint a klíma vagy a lejtfok szerepét illetően (2.3.2 fejezet).

A statisztikai analízis nem mutat szignifikáns kapcsolatot az álgesztesedés kiterjedése és a törzsek égtáj szerinti kitettsége között.

➤ **Talajtípus**

Az egyes talajtípusok eltérő álgesztesedési jellemzőivel kapcsolatban számos kutatás történt, igen eltérő következtetésekkel. A vizsgálatok többsége kapcsolatot vélt felfedezni e kérdésben (2.3.2 fejezet).

A törzsek értékein lefuttatott korrelációanalízis szignifikáns, ám gyenge összefüggést mutat a termőhely talajtípusa és az álgesztesedésre jellemző értékek között. A korrelációs együttható negatív értékeket vesz fel, ami esetünkben azt jelenti, hogy a bükk számára optimális agyagbemosódásos barna erdőtalajon nagyobb abszolút és relatív értékek jellemzik az álgesztesedést, mint a kevésbé optimális barna erdőtalajon.

Ennek magyarázata szintén az álgesztesedés erős átmérőfüggésével hozható kapcsolatba. Az optimális termőhelyen vastagabb törzsdimenziókkal jelenik meg a bükk, aminek eredményeképpen nagyobb kiterjedéssel jelenik meg az álgeszt is.

➤ **Termőréteg vastagsága**

A termőréteg vastagságának vizsgálata a talajtípusokhoz hasonló eredményt adott. Szignifikáns kapcsolat van a termőréteg mélysége és az álgesztesedés mértéke között (szignifikanciaszint = 0,01). A korreláció mértéke közepes-gyenge.

Az okok vizsgálatában szintén a termőréteg vastagság és az átmérő kapcsolatát feltételezhetjük. Növekvő termőréteg-vastagság optimálisabb termőhelyet jelent a bükk számára, mellyel összefüggésben a törzsdimenziók is növekednek.

➤ **Fatermési osztály**

A termőhelyi tényezők közül legerősebb korrelációt a fatermési osztályok vizsgálata adja. A negatív előjel a fatermési osztályok ellentétes értékeléséből ered (legjobb az I.), így elmondható, hogy a jobb fatermési osztályú állományok (erőteljesebb törzsdimenziók) erősebb álgesztesedési mérőszámokkal rendelkeznek.

A következő táblázat az álgesztesedést befolyásoló termőhelyi hatótényezők és a változók közötti korreláció mértékét mutatja be (4-8. táblázat):

Paraméterek	Változók	Korreláció mértéke /r/	Szignifikanciaszint
<i>Talajtípus</i>	Abszolút érték	-0,259	0,01
<i>Talajtípus</i>	Álgeszt-hossz	-0,275	0,01
<i>Talajtípus</i>	Térfogati részarány	-0,337	0,01
<i>Termőréteg vastagság</i>	Abszolút érték	0,208	0,01
<i>Termőréteg vastagság</i>	Álgeszt-hossz	0,247	0,01
<i>Termőréteg vastagság</i>	Térfogati részarány	0,187	0,01
<i>Fatermési osztály</i>	Abszolút érték	-0,273	0,01
<i>Fatermési osztály</i>	Álgeszt-hossz	-0,399	0,01
<i>Fatermési osztály</i>	Térfogati részarány	-0,297	0,01

4-8. Táblázat: Az álgesztesedést befolyásoló termőhelyi hatótényezők és korrelációs együtthatóik (r).

4.9 A bükk álgesztésedés ökonómiai hatásainak vizsgálata

Ahhoz, hogy az álgesztes és a „fehér” bükkösök közötti értékkülönbséget számszerűsíteni lehessen, első lépésként meg kell határozni az álgeszt okozta árbevétel-kiesés nagyságát, illetve az álgeszttel terhelt állományokban elérhető tényleges árbevételt. A kapott árbevételértéket a veszteséggel megnövelve kapjuk az elméleti, álgesztmentes bükkös árbevételi görbéjét.

A kutatás elsődleges célja az volt, hogy az erdei választékok álgeszt okozta értékcsökkenését a faanyag felkészítésének - feldolgozásának folyamatában, a választékok értékesítésekor számszerűsítsem. Ezzel szemben a fahasználat árbevételének számításához az *ERTI Soproni Kísérleti Állomása*, valamint a *NYME Erdőhasználati Tanszék* által 2002-ben a SEFAG Rt.-re kidolgozott átlagos, bükkre vonatkoztatott választékszerkezeti arányokat és nettósítási kulcsokat vettem alapul. Mivel ezek az adatok is álgeszttel terhelt árbevételre vonatkoznak, a „fehér” bükkal elérhető árbevételt úgy számszerűsítettem, hogy ezekhez az átlagos értékekhez hozzáadtam a mintegy 3.000 választékból kalkulált álgeszt miatti veszteséget. A két módszer egyesítése azért is lehetséges és indokolt, mert az *Erdőhasználati Tanszék* által kidolgozott átlagos árbevételi lehetőségeket a SEFAG Rt. 4 bükkös erdészetének szakemberei által szolgáltatott adatok alapján mutatták ki mint normatív lehetőséget.

A minta vételezése több éven keresztül (2000 ősztől 2004 tavaszáig), eltérő időszakokban történt, lehetőséget biztosítva, hogy a piac ingadozása a kapott eredményekben is megjelenhessen, ezáltal reprezentatív mintául szolgáljon az elemzésekhez.

A szabványnak megfelelően az álgesztésedés problémája elsősorban a lemez- és fűrészipari rönkök esetében jelentős, de a csillagos álgeszt típus megjelenése a rönknél értéktelenebb választékoknál is tűzifává történő visszaminősítést eredményez.

4.9.1 A számításoknál felhasznált alapadatok

Az álgesztésedés okozta árbevétel-kiesés számszerűsítése során az eredmények összehasonlíthatósága érdekében a tő melletti árbevétel-, költség- és veszteségértékekkel számoltam. A SEFAG Rt.-re jellemző választékonkénti egységárak a 2003. év tényadatainak átlagolásából adódtak, a veszteségek számításánál ennek az évnek az árszínvonalát vettem figyelembe (4-9. táblázat).

Választék megnevezése	Tő melletti átlagos egységár (Ft/m ³)
<i>Export rönk</i>	25.900
<i>Hazai fűrészrönk átm. 36- cm</i>	16.600
<i>Hazai fűrészrönk átm. 26-34 cm</i>	13.850
<i>Hazai fűrészrönk átm. 20-24 cm</i>	7.850
<i>Talpfa rönk</i>	10.700
<i>Export tűzifa fűrészipari célra</i>	8.850
<i>Export tűzifa</i>	7.350
<i>Hazai tűzifa</i>	7.300

4-9. Táblázat: Az árbevétel-kiesés számításánál alkalmazott egységárak (SEFAG Rt. 2003. évi tény).³²

³² Forrás: SEFAG Rt. Kereskedelmi Osztály

A fahasználati költségek esetében az *ERTI Soproni Kísérleti Állomásán*, valamint a *NYME Erdőhasználati Tanszékén* 2002. évben készített adatsort vettem a számítások alapjául. Az egyes átmérőosztályokhoz tartozó költségértékek nem képezték a vizsgálatok tárgyát, ezzel kapcsolatosan a Részvénytársaság közelítő pontosságú adatokkal tudott csak szolgálni, így a bemutatott költségszint értékei tájékoztató jellegűek (4-10. táblázat).

Látszólagos ellentmondást okoz a 20-24 cm-es fűrészrönk és a fűrészipari célú export tűzifa választékok közötti értékkülönbség. Ennek oka, hogy az utóbbi választékból jobb kihozatali százalékokat tudnak a felhasználók elérni, ezért a magasabb árfekvés. A 4-4. táblázatból látható, hogy elenyésző a vékony fűrészrönk mennyisége, hiszen a kedvezőtlen piaci viszonyok esetében érhetően a legalacsonyabb kihozatalú választékok esnek ki először a keresett választékok közül.

D_{1,3} (cm)	Átlagos költség (Ft/brm³)
8	5.299
12	4.840
15	4.240
20	3.713
25	3.310
30	3.058
35	2.836
40	2.705
45	2.600
50	2.496

4-10. Táblázat: Fahasználati költségek az egyes átmérőosztályokban.³³

A fahasználat árbevételének számszerűsítéséhez a fentebb említett, az *Erdőhasználati Tanszék* által a SEFAG Rt.-re kidolgozott átlagos, bükkre vonatkoztatott választékszerkezeti arányokat és nettósítási kulcsokat vettem alapul (4-11. táblázat).

³³ Forrás: NYME Erdőhasználati Tanszék, 2003-ra aktualizálva SEFAG Rt. Fahasználati Osztálya által

D_{1,3} (cm)	8	15	20	25	30	35	40	50
A fatérfogat eloszlása az egyes átmérő-csoportokban (%)	4	4	4	9	28	6	44	1
Bruttó fatérfogat eloszlása (brm³)	922	922	922	2.075	6.457	1.384	10.146	231
Nettósítási kulcs (%)	28,2	18,5	16,6	15,8	15,4	15,2	15,0	14,9
Nettó fatérfogat eloszlása (m³)	662	752	769	1747	5462	1173	8624	196
Választék megnevezése	Választékszerkezet (megoszlás %-ban)							
<i>Lemezipari rönk</i>			10,7	14,6	16,1	22,5	26,8	31,6
<i>Fűrészrönk</i>		13,4	25,2	31,4	38,2	37,4	36,1	37,4
<i>Fagyártmányfa</i>	0,8	5,2	7,4	7,4	7,3	8,1	7,4	7,0
<i>Papírfa</i>	25,5	20,4	10,4	8,2	6,7	4,6	4,0	3,8
<i>Rostfa/forgácsfa</i>	57,4	47,1	36,9	30,9	24,9	21,6	19,4	13,8
<i>Egyéb iparifa</i>	0,2	1,1	1,5	0,7	0,8	0,7	0,5	0,7
<i>Tűzifa (vastag)</i>	16,1	12,9	8,0	6,7	6,0	5,1	5,7	5,6
Összesen:	100	100	100	100	100	100	100	100

4-11. Táblázat: A választékok részaránya az egyes átmérőcsoportokban.³⁴

Az árbevétel számításánál a kialakított metodika a 4-9. táblázatban közölt egységáraktól eltérő értékek felhasználását igényelte. Ennek oka, hogy az *ERTI Soproni Kísérleti Állomásán*, valamint a *NYME Erdőhasználati Tanszékén* készített adatsor választékszerkezete a 2002. évet reprezentálja, míg a fentebb bemutatott értékek a Részvénytársaság 2003. évre jellemző választékárak. Az árbevétel számítása során az alábbi választékárakat alkalmaztam (4-12. táblázat):

Választék megnevezése	Tő melletti átlagos egységár (Ft/m³)
<i>Lemezipari rönk</i>	25.900
<i>Fűrészrönk</i>	15.550
<i>Fagyártmányfa</i>	8.850
<i>Papírfa</i>	5.600
<i>Rostfa/forgácsfa</i>	6.600
<i>Egyéb iparifa</i>	6.000
<i>Tűzifa (vastag)</i>	7.350

4-12. Táblázat: Az árbevétel számításánál alkalmazott egységárak.³⁵³⁴ Forrás: NYME Erdőhasználati Tanszék³⁵ Forrás: SEFAG Rt. Kereskedelmi Osztály

4.9.2 A számítások menete

Az álgesztesedés okozta veszteség számítása:

A mintatörzsek felvételezése során a választékok esetében rögzítésre kerültek a ténylegesen termelt választékok, valamint az a választéksor, melyet akkor kaphattunk volna, ha azokat nem terheli álgeszt. Ezzel lehetőség nyílt az álgesztesedés okozta abszolút veszteség meghatározására, hiszen az egyéb, választék-kihozatal befolyásoló fahibák hatását nem küszöböljük ki. A megvizsgált 2912 db választék adataiból EXCEL táblázatkezelő program segítségével a keresett veszteségérték számítható. A vizsgált törzsek egyes választékainál számolt árbevétel-kieséseket összegezve, majd egységnyi köbméterre vetítve kapjuk az álgesztesedés okozta fajlagos (Ft/brm³) veszteségeket. (Az egyes választékok szintjén végzett veszteségszámítás mintáját a Melléklet tartalmazza.)

Az állomány átlagos mellmagassági átmérője (illetve kora) és a fajlagos árbevétel-kiesés kapcsolatának számszerűsítéséhez a kapott ponthalmazra legjobban illeszkedő (logaritmikus) trendvonalat illesztettem. A nem álgesztes törzsek 0 értékeinek szerepeltetésével az összefüggés tartalmazza az adott erdőrészleten belüli álgesztesedési részarányt is (4-23. ábra).

Az összefüggést leíró képlet ($y = 2452LN(x) - 6982,4$, ahol x a vizsgált átmérőérték, y pedig a keresett veszteség-érték) segítségével a vizsgált átmérőcsoportokban a keresett átlagos veszteségérték számítható.

A hektárra vetített értékvesztés számításánál a MENDLIK (1983) (IN BONDOR, 1986) által készített bükk fatermési tábla értékeit alkalmaztam, a vizsgált mintaállományokra jellemző II. fatermési osztály adatait figyelembe véve.³⁶ A kor - átmérő összefüggés alapján (4-1. ábra) az adott korhoz tartozó mellmagassági átmérőt számítottam, majd az átlagos veszteséget leíró logaritmikus görbe egyenletéből (4-23. ábra) az adott korban megkapjuk az árbevétel-kiesés nagyságát (4-13. táblázat).

Kor (év)	d_{1,3} (cm)	Árbevétel- kiesés (Ft/brm ³)	Hektáronkénti fatérfogat (brm ³ /ha)	Hektáronkénti árbevétel-kiesés (eFt/ha)
70	40,2	2.075	413	857,0
80	43,7	2.281	490	1.118,1
90	47,3	2.473	561	1.387,1
100	50,8	2.649	625	1.655,9
110	54,4	2.814	682	1.919,5
120	57,9	2.969	730	2.167,4
130	61,4	3.114	770	2.398,2

4-13. Táblázat: A hektáronkénti veszteség számítása.

Az árbevétel számítása az egyes átmérőcsoportokban:

A 2003-ban kitermelésre került 23.059 bruttó m³ bükk fatérfogatot a 4-11. táblázatban bemutatott százalékos arányban felosztottam az egyes vastagsági fokokra. Ezt követően a nettósítási százalékok segítségével képezhető az egyes átmérőértékekhez tartozó éves nettó bükk fakészlet, illetve annak átlagos választékszerkezete. A 4-11. táblázat eloszlásának megfelelően az alábbi értékekből számítható az éves árbevétel mennyiségi oldala (4-14. táblázat), melyet beszorozva a választékok egységáraival (4-12. táblázat) kapjuk a tényleges árbevételt (4-15., 4-16. táblázat).

³⁶ Forrás: A bükk. Erdészeti kismonográfia-sorozat, 1986.

D_{1,3} (cm)	8	15	20	25	30	35	40	50
Választék megnevezése	Választékszerkezet (m³)							
<i>Lemezipari rönk</i>	0	0	82	255	879	264	2.315	62
<i>Fűrészrönk</i>	0	101	193	549	2.087	439	3.117	73
<i>Fagyártmányfa</i>	5	39	57	130	400	94	639	14
<i>Papírfa</i>	169	153	80	143	367	54	345	7
<i>Rostfa/forgácsfa</i>	380	354	283	540	1.358	253	1.676	27
<i>Egyéb iparifa</i>	1	8	12	13	45	9	41	1
<i>Tűzifa (vastag)</i>	107	97	62	118	326	60	491	11
Nettó térf. összesen:	662	752	769	1.747	5.462	1.173	8.624	196

4-14. Táblázat: A választékszerkezet alakulása az egyes átmérőcsoportokban.³⁷

D_{1,3} (cm)	8	15	20	25	30	35	40	50
Bruttó fatérfogat eloszlása (brm³)	922	922	922	2.075	6.457	1.384	10.146	231
Választék megnevezése	Árbevétel /eFt/							
<i>Lemezipari rönk</i>	0	0	2.123	6.606	22.766	6.837	59.954	1.605
<i>Fűrészrönk</i>	0	1.565	3.008	8.530	32.459	6.829	48.473	1.141
<i>Fagyártmányfa</i>	48	345	500	1.148	3.536	836	5.656	122
<i>Papírfa</i>	945	857	449	803	2.053	301	1.935	42
<i>Rostfa/forgácsfa</i>	2.508	2.335	1.870	3.564	8.965	1.669	11.062	179
<i>Egyéb iparifa</i>	8	50	70	75	270	51	244	8
<i>Tűzifa (vastag)</i>	784	714	454	866	2.398	443	3.606	81
Összesen:	4.292	5.866	8.475	21.592	72.446	16.966	130.930	3.177

4-15. Táblázat: Éves fahasználati árbevétel számítása az egyes átmérőcsoportokban.

D_{1,3} (cm)	Átlagos árbevétel (Ft/brm³)
8	4.653
12*	6.297
15	6.360
20	9.188
25	10.404
30	11.221
35	12.263
40	12.905
45*	13.369
50	13.779

4-16. Táblázat: Fahasználati árbevételek az egyes átmérőosztályokban.

³⁷ Forrás: NYME Erdőhasználati Tanszék

A SEFAG Rt. jövedelmezőségét vizsgáló tanulmányban nem szerepelt adat a 12 és 45 cm-es átmérőcsoportra vonatkozóan, ezeknél az értékeknél az ismert pontokra illeszkedő logaritmus regressziós görbe egyenletéből ($y = 5350,3\text{LN}(x) - 6997,4$; ahol x a vizsgált átmérőérték, y pedig a keresett árbevétel-érték) számítható a keresett fajlagos árbevétel nagysága.

A hektáronkénti árbevétel-kiesés számításával analóg módon (4-13. táblázat) számítható a hektáronkénti árbevétel nagysága is.

4.9.3 A kapott eredmények

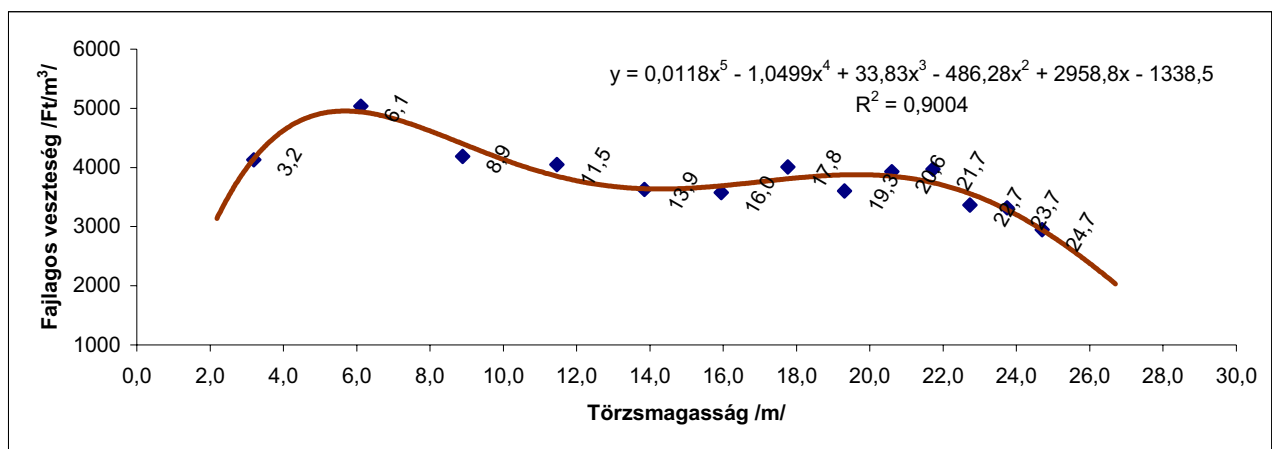
A mintául szolgáló 364 törzs ténylegesen kapott választékainak felvételezésével és kiértékelésével lehetőségem nyílt az álgesztesedés okozta valóság-hű veszteségértékek számítására, ennek segítségével pedig választ kaptam arra a kérdésre is, mekkora lenne az álgeszttel nem terhelt árbevétel nagysága, valamint milyen súllyal játszik szerepet az álgesztesedés az elérhető árbevételben.

A közel 3.000 db választéknál tapasztalt árbevétel-kiesés nagyságának statisztikai elemzése alapján megállapítható, hogy a legnagyobb fajlagos veszteség a 2. választék esetében realizálódik. Ennek nagysága - 2003. évi kereskedelmi árakat alapul véve - meghaladja az 5.000 Ft/m³-t. Megközelítőleg azonos értékek jellemzik az első és a harmadik választékot. Az álgesztesedés okozta értékcsökkenés a 25 m-es magasság elérése után erőteljesen csökkenni kezd, hiszen ebben a magasságban túlnyomó részben már csak sarangolt választékok keletkeznek (4-22. ábra).

Amennyiben az egymást követő választékokra kapott átlagos értékeket a választékokhoz tartozó famagasságokkal (lásd 4.7.3 fejezet, 4-6., illetve 4-17. táblázatok) együtt függvény formájában ábrázoljuk, megállapítható, hogy a pontokra legjobban illeszkedő ötödfokú görbe lefutása nagyfokú hasonlóságot mutat az álgeszt törzsen belüli hosszirányú kiterjedésével. A nagyobb magasságban tapasztalható ingadozás a csökkenő mintaszám következménye (4-22. ábra).

Választék	Sorszám	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
	Hossza /m/	3,0	2,9	2,8	2,6	2,4	2,1	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0

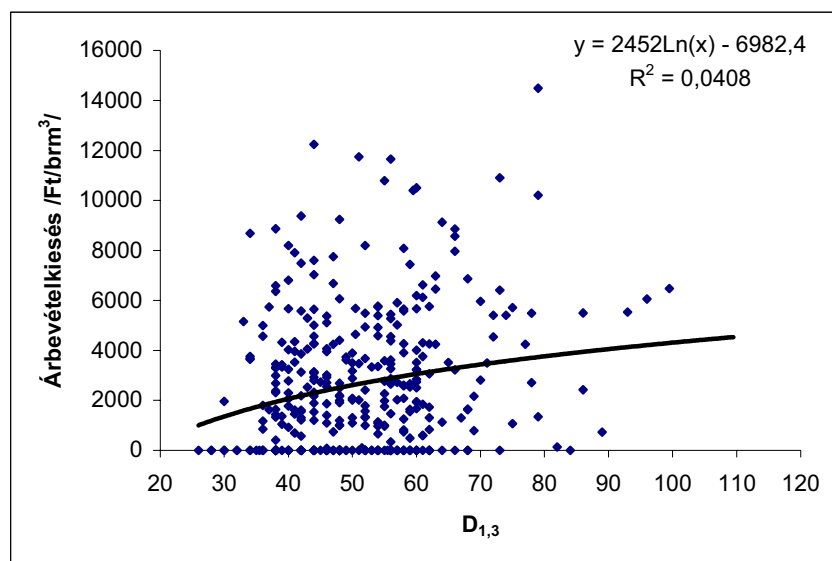
4-17. Táblázat: A választékok hosszának változása.



4-22. ábra: A fajlagos veszteség alakulása a törzs különböző magasságaiban.

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy 20 cm-es mellmagassági átmérő alatt nem okoz számszerűsíthető veszteséget az álgesztesedés. Átlagosan 1.300 Ft-tal csökkenti bruttó köbméterenként az elérhető árbevétel nagyságát a 30 cm-es átmérőcsoportban, ez az érték az átlagos véghasználati korra (90-110 év) jellemző 45 – 50 cm-es vastagságban eléri a 2.300 – 2.600 Ft-os kiesést is. A kapott görbe degresszív növekedést mutat, tehát a vizsgált állományokban a kor és az átmérő növekedésével csökkenő arányban emelkedik a veszteség mértéke (4-23. ábra, 4-18. táblázat). Feltétlenül meg kell azonban jegyezni, hogy a mintául szolgáló erdőállományok legöregebbike sem érte el a 130 éves kort, így ennél idősebb állományok esetében a kapott tendencia további alakulása ettől eltérő is lehet.

A determinációs koefficiens igen alacsony értéke azzal magyarázható, hogy a veszteség alapját képező álgesztesedési részarány – jelenlegi ismereteink szerint – teljesen véletlenszerű. A törvényszerűség az átlagos álgesztkiterjedésre vonatkozóan mutatkozik csak meg.



4-23. ábra: Az álgesztesedés okozta árbevétel-kiesés változása a mellmagassági átmérő függvényében.

$D_{1,3}$ (cm)	Átlagos árbevételkiesés (Ft/brm ³)
8	0
12	0
15	0
20	363
25	910
30	1.357
35	1.735
40	2.063
45	2.351
50	2.610

4-18. Táblázat: Álgesztesedés okozta árbevétel-kiesés az egyes átmérőosztályokban.

A mintatörzsekre jellemző veszteségértékek (4-23. ábra) statisztikai elemzését elvégezve az alábbi tényezők befolyásolják bizonyíthatóan az álgesztés okozta értékcsökkenést (4-19. táblázat):

Befolyásoló tényezők	Korreláció mértéke /r/	Szignifikanciaszint
Törzsminőség	-0,250	0,01
Álgeszt típusa	0,264	0,01
Álgeszt hossza	0,378	0,01
Térfogati részaránya	0,458	0,01
Abszolút érték	0,495	0,01

4-19. Táblázat: A fajlagos veszteséget szignifikánsan befolyásoló tényezők és korrelációs együtthatóik (r).

A statisztikai elemzés eredményeként a fajlagos veszteség nagyságát nem befolyásolják: az álgeszt színe, a fatermési osztály, a klíma, a termőréteg vastagsága, a kitétség, valamint a faegyed-szintű tényezők közül a famagasság és a kor.

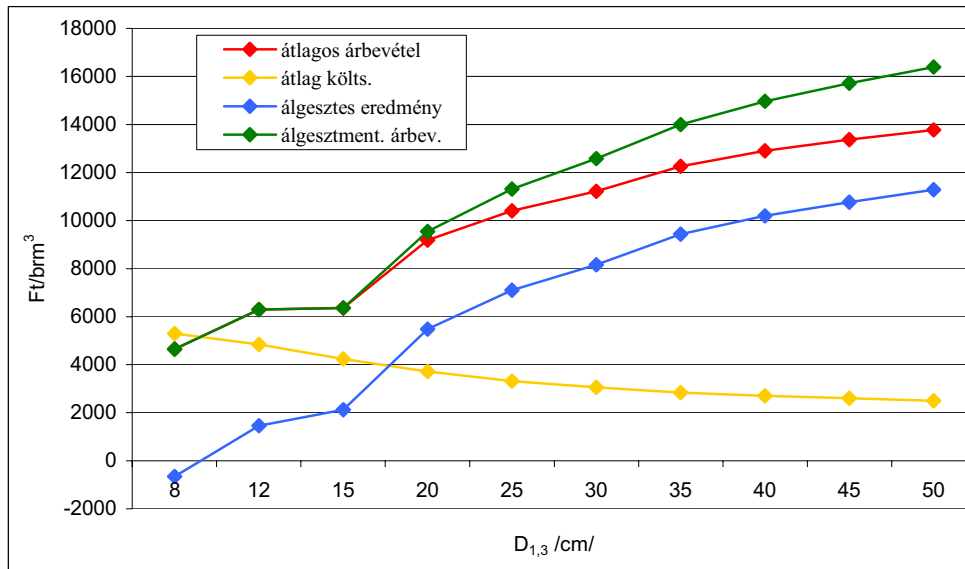
A szignifikáns kapcsolatot mutató tényezők közül legnagyobb befolyással az álgeszt törzsön belül elfoglalt keresztmetszete és térfogati részaránya van.

A kapott átlagos árbevétel-értékeket (4-16. táblázat) az álgesztés miatti árbevétel-kiesés nagyságával (4-18. táblázat) növelve kapjuk meg az álgesztmentes árbevétel nagyságát (4-20. táblázat). A ténylegesen realizálódó eredmény a valódi árbevétel és a költségek különbségéből adódik (4-24. ábra).

$D_{1,3}$ (cm)	Álgesztmentes árbevétel (Ft/brm ³)
8	4.653
12	6.297
15	6.360
20	9.551
25	11.314
30	12.578
35	13.998
40	14.968
45	15.721
50	16.389

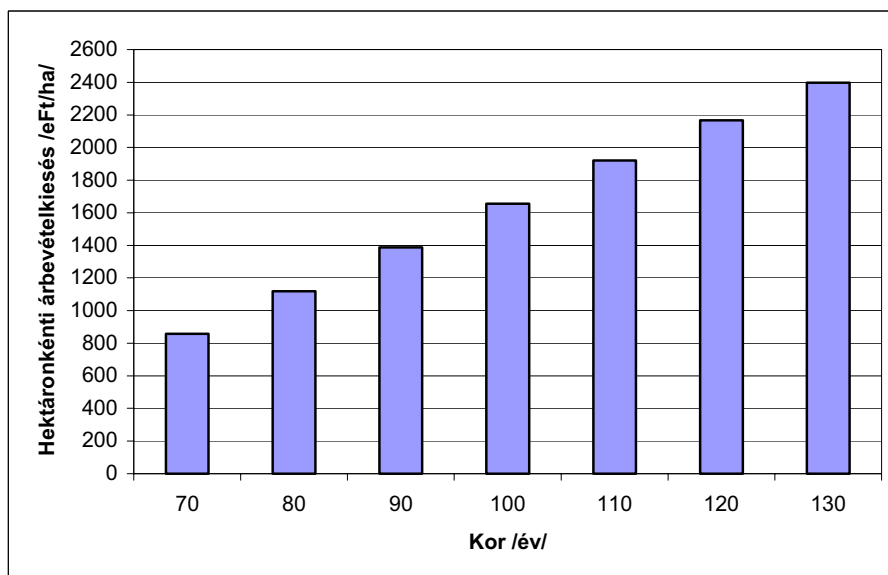
4-20. Táblázat: Az álgesztmentes árbevétel nagysága az egyes átmérőosztályokban.

A kapott álgesztés és álgesztmentes árbevételeket a költségekkel együtt ábrázolva látható, hogy bár fokozatosan csökkenő mértékben, de folyamatosan növekszik az elérhető fajlagos árbevétel nagysága (4-24. ábra). Mindezek ellenére az alkalmazott véghasználati korban igen jelentősen, az elérhető maximális árbevételt közel 15%-al csökkenti a vizsgált anomália.



4-24. ábra: Az álgesztmentes és az álgesztes faanyag fajlagos árbevétele az átmérő függvényében.

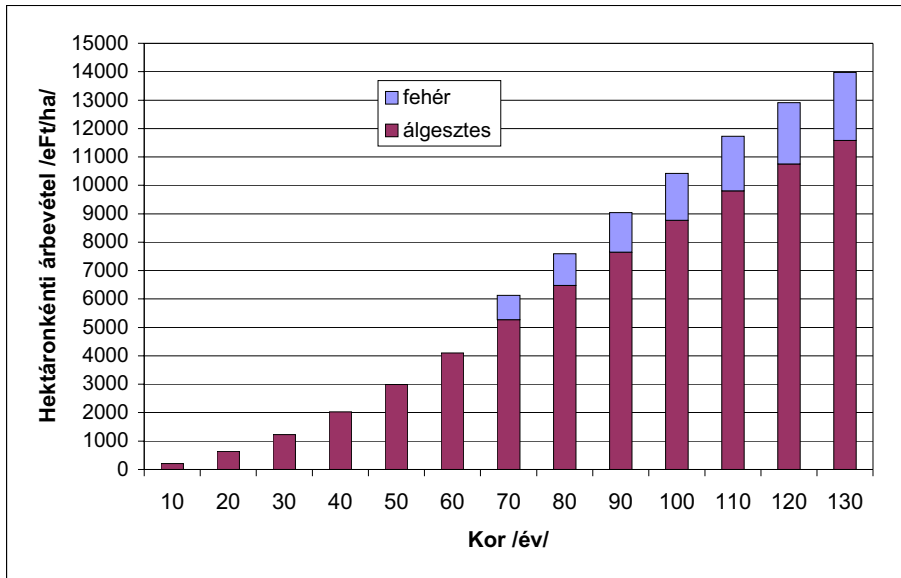
A bükk álgesztesedés gazdasági hatásának súlyát érzékelteti a hektárra vetített veszteségérték nagysága is. A SEFAG Rt. bükk-állományaiban leggyakrabban alkalmazott 100 éves véghasználati korban az álgesztesedés miatti árbevétel-kiesés mértéke meghaladja a hektáronkénti 1,6 millió Ft-ot. A hektáronkénti árbevétel-kiesés nagysága a következő 10 év alatt további 260 eFt-tal nő. Hasonlóan a fajlagos veszteségadatokhoz, a hektáronkénti értékek is degresszív növekedést mutatnak (4-25. ábra).



4-25. ábra: A hektáronkénti árbevétel-kiesés nagyságának változása a kor függvényében.

Amennyiben a „fehér” és az álgesztes bükkös hektárra vetített árbevétel-értékeit a kor függvényében ábrázoljuk, látható, hogy a magasabb korban az álgesztképződés miatt folyamatosan csökkenő minőséget

a nagyobb fakitermelési hozamok kompenzálják (4-26. ábra). Véghasználati korban – a köbméterre számított fajlagos értékekhez hasonlóan – mintegy 16%-os árbevétel csökkenést okoz az álgesztesedés.



4-26. ábra: A „fehér” és az álgesztes bükkös hektáronkénti árbevételének változása a kor függvényében.

4.10A bükkgazdálkodás jövedelmezőségének vizsgálata

A 4-24, 4-26. ábrák elemzéséből kiderül, hogy a Részvénytársaság területén szóbjáöhető vágáskorok és a hozzájuk tartozó mellmagassági átmérők tartományában nem adódik olyan árbevétel-csökkenés, amely az optimális vágáskor meghatározására lenne alkalmas – az árbevételi maximum kijelölése céljából. E kérdés részletesebb elemzésére ad lehetőséget az állományok korszaki jövedelemtermelő képességének, a korszaki jövedéknek a vizsgálata.

A jövedelmezőség számításánál a természetes értékek egy részét (beavatkozások kora, a visszatérések gyakorisága, valamint az esetenkénti kitermelt bruttó m³) TAKÁCS (1993) „A zselici ezüsthársas-bükkösök elegyarány szabályozása” című doktori értekezését felhasználva határoztam meg.

Az erdőfelújítás költségeit (a tisztításokkal bezárólag) az ERDŐ-FA Kutatási Program³⁸ számára 2003-ban készített elemzést felhasználva számítottam (Melléklet). A bemutatott modell több erdőrészlet felújítási költségstruktúrájának átlagolásából adódott.

Az egyes mellmagassági átmérőkhöz és korokhoz tartozó konkrét beavatkozás hozamait és közvetlen ráfordításait számítva a fentebb ismertetett egyenleteket használtam fel.(4.9.2 és 4.9.3 fejezetek, 4-23. ábra). A fahasználati hozamok és közvetlen költségek a Részvénytársaságra számított átlagos (II. o.) minőségnek felelnek meg.

A számítások eredményeként kapott belső kamatláb a vágásforduló alatt, különböző időben történő ráfordítások, és az adott időben megjelenő hozamok különbségeként megkapott eredmény átlagos kamatozási szintjét jelenti, közös időpontra értékelve az egyes tételeket (egységesen diszkontálással, az

³⁸ 4/019. számú Program. Nemzeti Kutatási-Fejlesztési Program, ERDŐ-FA Kutatási Programja. Adatszolgáltató: SEFAG Rt.

erdősítés kezdő évére számolva át azokat). A kapott korszaki jövedelemnek a vágásforduló egy évére számított értéke gyakorlatilag valóságos képet fest az egyes fafajok jövedelemtermelő képességéről (MAROSI ET AL, 1998). A 4-21. táblázat a bükk korszaki jövedelmezőségét mutatja be 100 éves vágásfordulót feltételezve.

A beavatkozás					
Éve	Módja	brm ³	Fakitermelés		eFt/ha
			Hozam /Ft/brm ³ /	Költség /Ft/brm ³ /	
8.	<i>Befejezett erdőfelújítás</i>				-404
13.	<i>Befejezett ápolás (2x)</i>				-65
24.	<i>Tisztítás (3x)</i>				-78
40.	<i>Törzskiválasztó gyérités d_{1,3}=16 cm (2x)</i>	80	7837	4135	+296
68.	<i>Növedékfokozó gyérités d_{1,3}=24 cm (2x)</i>	130	10006	3391	+860
100.	<i>Véghasználat d_{1,3}=48 cm</i>	625	13683	2538	+6966
Korszaki jövedelem					+7575

4-21. Táblázat: A bükk korszaki jövedelmezősége

A belső kamatláb számítása:

$$6966 * 1,0x^{-100} + 860 * 1,0x^{-68} + 296 * 1,0x^{-40} - (78 * 1,0x^{-24} + 65 * 1,0x^{-13} + 404 * 1,0x^{-8}) = 0$$

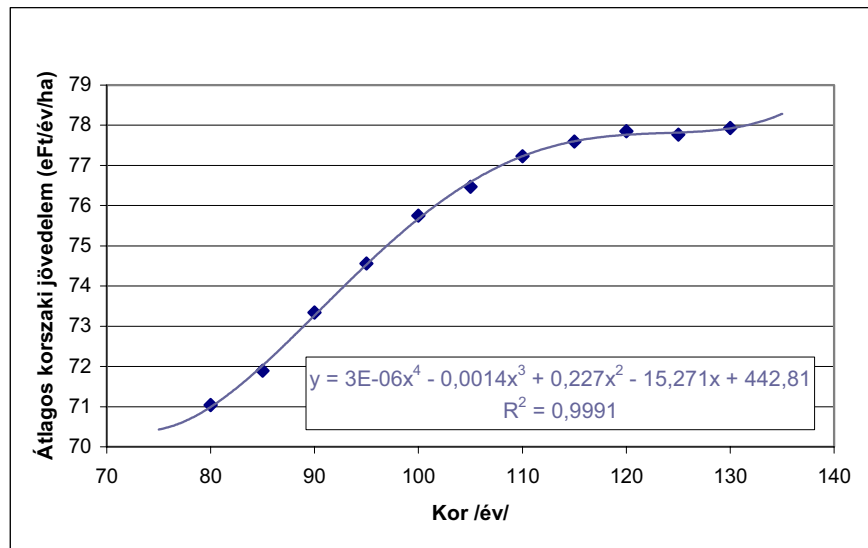
$$x = 3,494\%$$

Az 1 ha-ra jutó átlagos korszaki jövedelem:

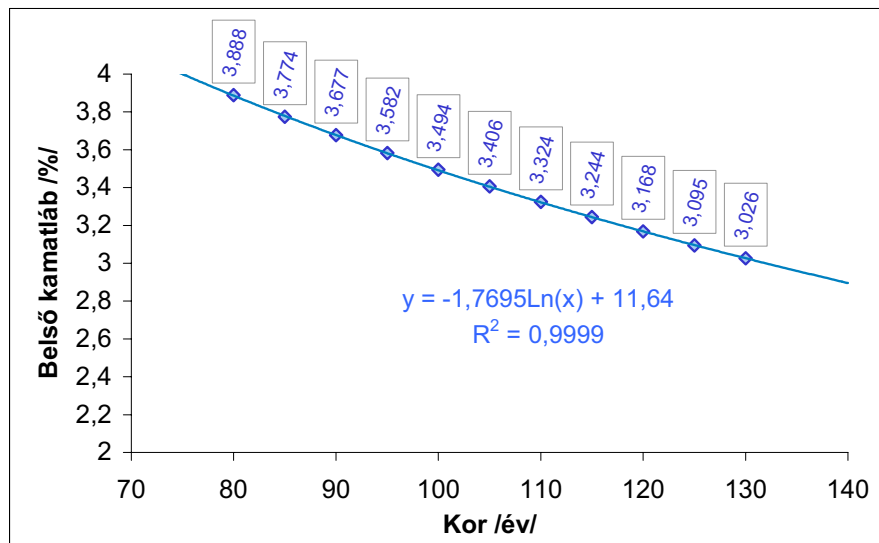
$$7575 \text{ eFt}/100 \text{ év} = 75,75 \text{ eFt}/\text{év}$$

A fentebb részletezett számítást 80 éves „vágásérettségi” kortól fogva 5 évenként elvégeztem (Melléklet). Az egyes számításoknál az állományt egységes kezelésűnek tekintettem, csak a vágáskort és az ott realizálódó hozamokat változtattam. Ezzel a módszerrel vizsgálható a bükkösök jövedelemtermelő képessége, esetünkben pedig az is, hogy a növekvő korrallal és átmérővel egyre súlyosbodó álgesztesedés hogyan befolyásolja a bükk korszaki jövedelmezőségét.

A fenti számításokat 80 éves kortól 130 éves korig elvégezve megfigyelhető, hogy az átlagos korszaki jövedelem nagysága degresszív növekedést mutat (4-27. ábra). A kapott értékekre regressziós görbét illesztve (legszorosabb kapcsolatot a negyedfokú görbe mutat) megállapítható, hogy a vizsgált legmagasabb korig a görbének nincs maximum pontja, melyet követően a bükk jövedelmezősége gyengülni kezdene. Ennek, valamint a 4.9.3. fejezetben kapott trendalakulások értelmében nem jelölhető ki olyan optimális vágáskor, illetve véghasználati célátmérő, mely maximális hozamot eredményezne. Ezt támasztja alá a belső kamatláb számításánál kapott eredmény is (4-28. ábra).



4-27. ábra: A bükk átlagos korszaki jövedelmének változása a kor függvényében.



4-28. ábra: A belső kamatláb változása a kor függvényében.

A belső kamatláb közel 1%-ot veszít értékéből a vizsgált 50 éves időtartam alatt, s a tendencia alapján ez a kor előrehaladtával tovább folytatódik. A kapott értékek vizsgálatakor azonban fontos megjegyeznünk, hogy a kamatláb elemzésének felhasználhatósága korlátozott, hiszen tipikusan az erdőtelepítésre jellemző befektetés - hozam szemléletet tükrözi (MAROSI ET AL., 1998).

4.11 A törzsenkénti vizsgálatok eredményeinek összefoglalása

4.11.1 Az álgesztesedés jellemzői a SEFAG Rt. bükk állományaiban

A törzsenkénti felvételezés eredményeként közel 1.400 brm³ bükk-törzs mintegy 3.176 vágáslapjának vizsgálatát végeztem el. A bükk álgesztesedés a SEFAG Rt. kezelésében lévő bükk állományokban már 60 éves korban megkezdődik.³⁹ A minta statisztikai elemzését követően megállapítható, hogy az álgesztesedés az átmérő növekedésével folyamatosan nagyobbodó vertikális és horizontális kiterjedést ér el. Az állományok álgesztesedési részaránya - hasonlóan annak kiterjedéséhez – a kor előrehaladtával egyre növekszik. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy 80 éves korban az álgeszttel terhelt törzsek részaránya eléri a 80%-ot; 110 éves korban pedig szinte minden törzsben előfordul már - kisebb vagy nagyobb mértékben - a vizsgált anomália. Az egyes területeken tapasztalható eltérő álgesztesedési százalékok háttérben nem találtam szignifikáns összefüggést sem a termőhely jellemzőivel, sem pedig az állomány sajátosságaival kapcsolatban.

Az egyes álgeszt típusok vizsgálata a szakirodalomban már megállapítottakhoz hasonló eredményt hozott. Legnagyobb részarányal a szabályos körös, valamint a felhős típusok jellemzőek. Számottevő megjelenési részaránya miatt új típusként különítettem el a körös és felhős típusok kombinációját. Ez a - feltehetőleg átmeneti - típusváltozat a mintatörzsek közel egyharmadát jellemzi.

Az álgesztesedés színének vizsgálata – színvizsgáló berendezés alkalmazása nélkül – erős szubjektivitással terhelt, azonban ennek ellenére elfogadhatjuk, hogy a domináns tónus a barna és a vörös különböző kombinációiból adódik. A fekete szín egyértelműen a csillagos álgeszt sajátossága.

Az álgesztesedés választékszerkezetben kifejtett hatásának vizsgálatához feltétlenül ismerni kell az álgeszt faegyeden belüli hosszirányú lefutásának menetét. Ez alapján megállapítható, hogy a horizontális kiterjedés a maximális értékét 3 m-es famagasságban éri el. Az esetek több mint egyharmadában a döntővágás lapján nem utal semmiféle jel az álgesztesedés jelenlétére, erre csak az első választék ledarabolásakor derül fény. A törzsön belül elfoglalt horizontális kiterjedés részaránya közel állandó értékeket vesz fel (17-29%), ennek maximuma az 5 m-es famagasságban található. A gyakorlat számára fontos megfigyelésként értékelhető, hogy az egyes álgeszt típusok eltérő dimenziókkal jelentkeznek a törzsön belül. Legnagyobb kiterjedésű a csillagos típus, valamint a felhős és körös, illetve ezek kombinált típusváltozata. Ezek ismeretében az álgesztesedés típusának meghatározásával többé-kevésbé annak kiterjedésével is tisztában lehetünk.

A bükk álgesztesedés két alapvető jellemzőjét térképi formában ábrázoltam a *DigiTerra Map 3.2.* verziója segítségével (Melléklet). A térképek az eredményként kapott *mellmagassági átmérő - álgesztátmérő*, és a *mellmagassági átmérő - álgesztesedési részarány* összefüggésekre épülnek (4.6. fejezet.). A kapott összefüggést beépítettem a SEFAG Rt. bükk főfafajú erdőállományait ábrázoló térképbe. Így a térképről leolvashatóvá válik az adott korú - átlagátmérőjű bükkös erdőrészlet esetében a - Részványtársaságra kapott átlagos összefüggés értelmében - feltételezhető álgeszt-kiterjedés nagysága, illetve az álgesztes törzsek részaránya.

4.11.2 A bükk álgesztesedést befolyásoló termőhelyi és faegyed-szintű paraméterek

Az elvégzett statisztikai vizsgálat több oldalról is alátámasztotta, hogy az álgesztesedést befolyásoló tényezők közül az átmérő növekedésének van a leghangsúlyosabb szerepe. A kornak csak ezen keresztül

³⁹ A diplomamunkában kapott eredmény. BIRÓ (1999)

van befolyása az álgesztméretek változtatásában. Ugyanez a megállapítás érvényes azokra a termőhelyi faktorokra is (talajtípus, termőréteg vastagság, fatermési osztály), melyek esetében szignifikáns kapcsolatot találtunk. Ezek a tényezők is a törzsdimenziók befolyásolásán keresztül érvényesítik hatásukat az álgesztesedés kiterjedésére.

Negatív eredményt adott a famagasság, a törzsmínőség, a klíma és a lejtés vizsgálata.

Az állománynevelés gyakorlatában fontos összefüggést jelent, hogy a csökkenő sudarlóssági mérőszám növekvő álgeszt-dimenziókat eredményez.

4.11.3 A bükk álgesztesedés gazdasági vonatkozásai

A bükk álgesztesedés okozta negatív hatás számszerűsítését a mintatörzsek tényleges választékszerkezetének vizsgálatával értékeltem. A valódi, tő mellett kialakult választékkihozatal rögzítése mellett feljegyeztem az álgeszttel nem terhelt, feltételezett választékokat is. E kutatási metodika segítségével képezni tudtam az álgesztesedés okozta valódi árbevétel-kiesés nagyságát. A somogyi bükkösökben elérhető árbevétel mértékét az *ERTI Soproni Kísérleti Állomásán*, valamint a *NYME Erdőhasználati Tanszékén* a SEFAG Rt.-re készített adatsor választékszerkezte alapján számszerűsítettem. Az egyes átmérőcsoportokban számított árbevételértékeket a kimutatott veszteségértékekkel megnövelve kapjuk a „fehér” bükk elméleti árbevételi görbéjét.

Az álgesztesedés árbevétel-csökkentő szerepének súlyosságát bizonyítják a kapott szám adatok. A veszteség törzsön belüli alakulása hasonló tendenciát követ, mint az álgeszt átlagos, törzsön belüli kiterjedése. A maximális árbevételkiesés a 2. választéknál következik be, azonban még 20 m-es famagasságban is igen számottevő ($3-4.000 \text{ Ft/m}^3$) az okozott veszteség nagysága.

A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a 25 cm-es átlagos mellmagassági átmérőnél vékonyabb állományokban nem okoz számottevő árbevétel-kiesést az álgesztesedés. Ezt követően azonban degresszíven növekvő veszteségértékekkel kell számolnia a gazdálkodónak. 100 éves véghasználati korban hektáronként nem ritkán akár 1,6 millió Ft-os érték kiesés is előfordulhat a somogyi bükkösökben.

A vizsgált jelenség súlyát jól érzékelteti, hogy amennyiben feltételezzük, hogy a Részvénytársaság bükkösei 100-110 éves korban véghasználatra kerülnek, úgy a SEFAG Rt. egészére nézve az álgesztesedés miatti veszteség meghaladja a 400 millió Ft-os nagyságot (100-110 éves korosztály területe 256,3 ha, 3-7. táblázat). A kapott veszteségérték természetesen némi hibaszázalékkal terhelt, - hiszen nem sematikusan történik meg az állományok véghasználat - de az utolsó nevelővágásoktól a legmagasabb véghasználati korig vizsgálva a veszélyeztetett periódust, közelítő képet mutat a somogyi bükkösök álgeszt okozta problémájáról.

A „fehér bükk” elméleti árbevételi görbéjét az álgeszttel terhelt választékok tényleges árbevételi görbéjével összevetve látható, hogy az eltérés akár a 15%-os nagyságrendet is elérheti. Mindezek ellenére az is megfigyelhető, hogy az álgesztes törzsek árbevétele is tovább növekszik, vagyis a növekvő hozamok kompenzálni tudják az álgeszt okozta, csekélyebb mértékben emelkedő veszteségeket.

Az optimális vágáskor (célátmérő) létjogosultságának eldöntésében a SEFAG Rt. bükköseinek korszaki jövedelmezőségét elemeztem - eltérő véghasználati korok alkalmazásával. Sem az átlagos korszaki jövedelem alakulása, sem pedig a belső kamatláb korrallal előrehaladó csökkenése nem jelöl ki számunkra olyan optimálisként értékelhető gazdasági vágáskort, melynek elérését követően ugrásszerű negatív változások érnék az állományból kitermelhető hozamot. Fontos azonban leszögeznünk, hogy a kapott eredmények a tavalyi év költség- és árbevétel-színvonalát reprezentálják, vagyis a fakeskedelem, a piaci viszonyok változása rövid idő alatt is alapjaiban képes a fentebb leírtakat módosítani.

5 A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS OKOZTA ÁRBEVÉTELKIESÉS VIZSGÁLATA AZ ELSŐDLEGES FELDOLGOZÁS SORÁN

5.1 A vizsgálatok célja

Minden termelő vállalkozás eredményes működésének kulcsmomentuma, hogy a rendelkezésre álló nyersanyagokat milyen hatásfokkal tudja felhasználni. A jó tulajdonságokat a termékben érvényre kell juttatni, míg a negatív jellemzőket – amennyire csak lehetséges – ki kell küszöbölni. A készítendő áru jellemzői nagymértékben függenek az előállítás körülményeitől – pl. technológiai színvonalától, szakképzett munkaerőtől – mégis leginkább a feldolgozandó alapanyag tulajdonságai azok, amelyek elsődlegesen meghatározzák, hogy a legyártandó termék meg tud-e majd felelni adott minőségi elvárásoknak (ILLYÉS, 2002). Ennek tudatában a törzsenkénti felvételezés mellett fontosnak tartottam a vizsgált faanyag fűrészüzemi feldolgozásának elemzését is, mintegy 30 m³ rönkből.

A próbatermelésre a *Csurgói Faipari Kft*-nél nyílt lehetőség. Évi 35.000 m³ rönkfelvágással elsősorban csaphornyos parkettát, lamella parkettát, kétrétegű felületkezelt parkettát és egyéb fűrészipari termékeket gyártanak.

5.2 A Csurgói Faipari Kft-nél alkalmazott fűrészüzemi gyártástechnológia jellemzői

5.2.1 A rönktéri technológia

A rönktér legfontosabb feladatai a fűrészüzemi termeléshez szükséges hengeresfa alapanyag fogadása, megfelelő tárolása és előkészítése a feldolgozáshoz. Az üzem területére vasúton és közúton egyaránt érkezik be alapanyag, az elsődleges beszállító a SEFAG Rt..

A rönk alapanyag átvétele szemrevételezéssel, zömmel a szállító erdészet területén megtörténik, ezután kerül beszállításra az üzembe. A tételes mennyiségi és minőségi átvétel a beszállításkor – gépkocsis szállítás esetén a leterheléskor, vagonos szállítás esetén a kirakás után – azonnal történik.

A fűrészüzem évi 30-35.000 m³ közötti hengeresfát dolgoz fel, tehát a rönktéren az év folyamán ennyi alapanyag beérkezésével kell számolni. Ez átlagosan napi 250 m³ fogadását jelenti. Zúdulásszerű beérkezés esetén ennél lényegesen több alapanyag-beérkezéssel kell számolni, a lehetőségek felső határa napi 500 m³.

A fűrészüzemben alkalmazott szalagfűrész technológia bevezetésével és a leredukálódott termékösszetétellel a rönktéren a „klasszikus” osztályozási munkák megszűntek, a célterméknek megfelelő válogatás azonban hangsúlyos része a technológia sornak. A késztermék piacorientált termelése szükségessé teszi a feldolgozásra kerülő rönkkel való gazdálkodást, illetve az éppen gyártandó késztermék méreteihez alkalmazkodó rönk beadását a feldolgozáshoz. Ennek megfelelően történik a rönk méreti és minőségi osztályozása.

A beérkezett alapanyagok minőségének megóvása érdekében fontos a rönk anyagok szakszerű tárolása. A rönktér kialakítása, technológiai, technikai feltételei lehetővé teszik a minőségmegóvó tárolást.

A lombos-fűrészcsarnoki feldolgozásra zömmel tölgy és bükk fafajú alapanyagok kerülnek, kisebb mennyiségben egyéb fafajú alapanyagból is gyártanak fűrészárut.

5.2.2 A lombos-fűrészcsarnoki technológia

A csarnok tervezett évi alapanyag feldolgozása 20.000 m³, melyet 2 db Primultini SGB 1300 rönkvágó szalagfűrész dolgoz fel két műszakban. A csarnok feladata döntően a parketta üzem ellátása alapanyaggal, valamint egyéb apróválasztékok termelése.

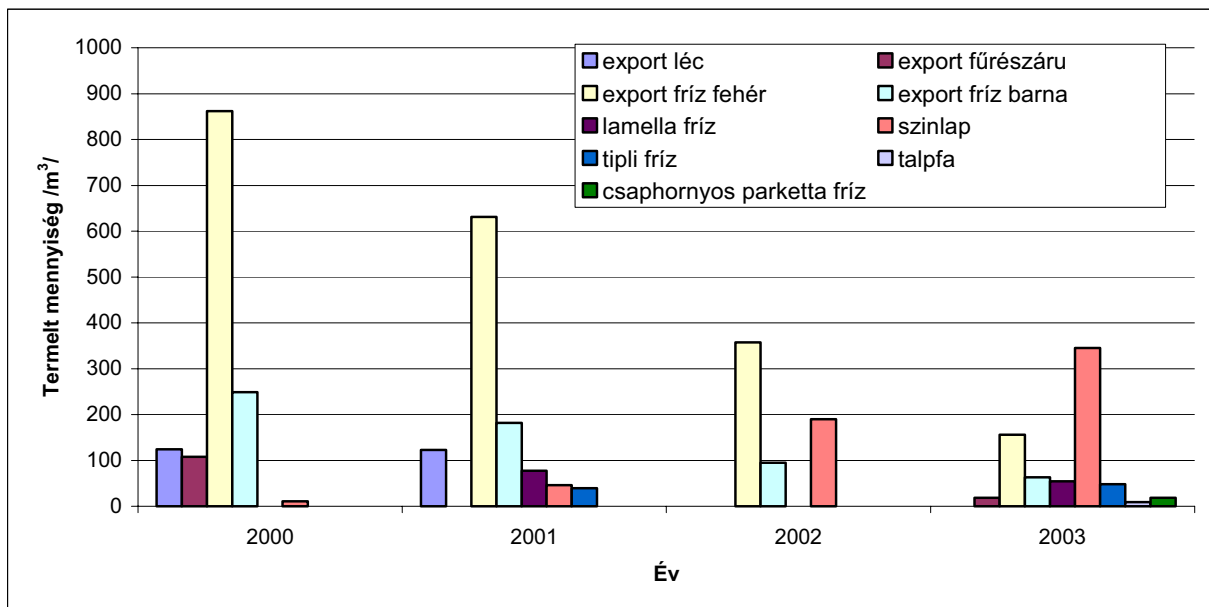
A késztermékek termelése folyamatos, igazodva az éves tervben szereplő termelendő választékok időarányos mennyiségéhez és az eseti megrendelésekről készült termelési utasítások szerint.

5.3 A bükkből készült termékek piacának jellemzői, változásának okai

Az utóbbi évek gazdasági recessziója a bükkal gazdálkodókat igencsak sújtotta. A késztermékek piaci elhelyezésének problémáján túl komoly veszteséget okozott az euró árfolyam ingadozása is az exportra termelő cégeknek. Összetett problémáról van szó, melyet számos folyamat együttes hatása befolyásol és melynek eredményeképpen a hazai, kisméretű bükk alapanyagot feldolgozó fűrészüzemek közel 70%-a tönkrement.

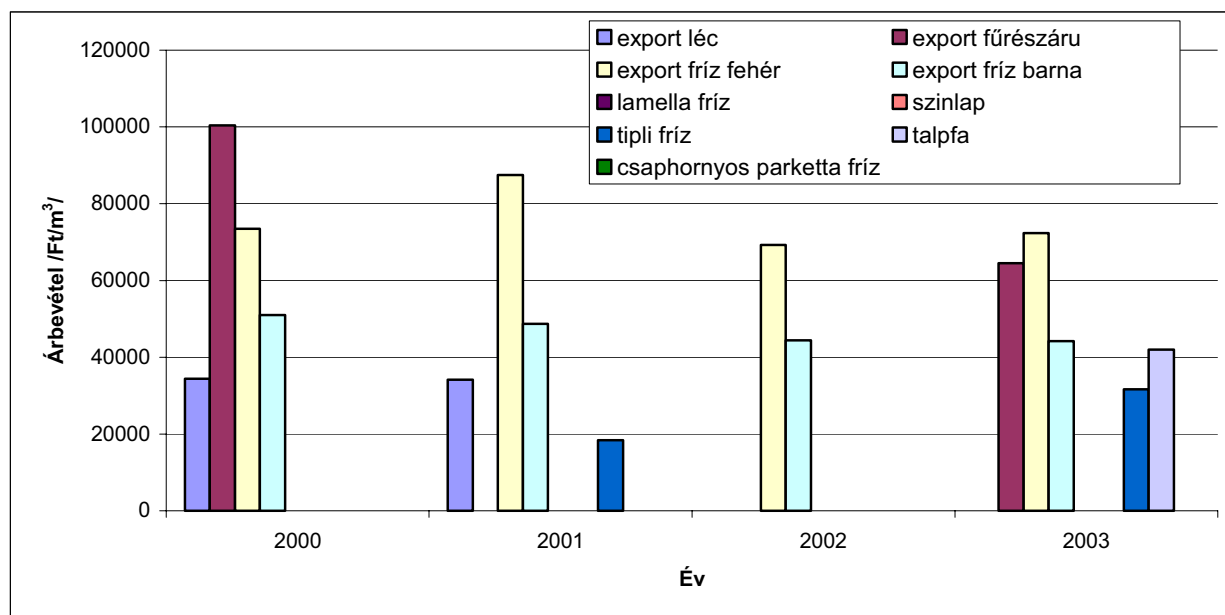
Ennek megfelelően az üzemek csökkenő bükkfeldolgozással próbálták mérsékelni veszteségeiket, melynek kihatása a hengeres választékok áraira érzékelhető.

Az elmúlt négy év termékszerkezetének és mennyiségének változása alapján látható, hogy az exporttermelés 1343 m³-ről 237 m³-re csökkent, mely több mint 80%-os visszaesést jelent (5-1. ábra). Ennek ellentételezéseként a belföldi termelés emelkedett, azonban ennek is túlnyomó hányadát saját üzemben belüli továbbfeldolgozásra állítottak elő (szinlap, lamella fríz és csaphornyos parketta fríz átadás a parkettaüzemnek). A késztermékek elérhető ára stagnálást vagy csökkenést mutat (5-2. ábra), melyet tovább súlyosbít a költségek folyamatos növekedése.



5-1. ábra: A késztermékek mennyiségének változása 2000-től 2003-ig.⁴⁰

⁴⁰ Forrás: CS-FA Kft.



5-2. ábra: A késztermékek árának változása 2000-től 2003-ig.⁴¹

5.4 A vizsgálatok anyaga és módszere

A vizsgálatokat a *Csurgói Faipari Kft.*-nél lefolytatott próbatermeléssel végeztem.

A próbatermelés tervezése során ILLYÉS GÁBOR 2002-ben készült diplomatervét vettem alapul. Az itt leírt szempontok szerinti minősítés alkalmazása az alapanyag és a késztermék esetében lehetőséget biztosított az álgesztesedés értékvesztést okozó hatásának számszerűsítésére.

A próbatermelés során a SEFAG Rt. *Iharosi Erdészetétől* származó bükk rönkök kerültek feldolgozásra. Az alapanyagot első lépésben osztályoztam. A vizsgálat mintájául szolgáló mintegy 30 m³-es rönktételt az álgesztesedés mértéke és milyensége alapján három csoportba soroltam (BIRÓ, 2003c).

- Az I.-el jelölt csoportba azok a rönkök kerültek, melyeknek bütijén álgesztesedés egyáltalán nem vagy csak jelentéktelen hányadban volt megfigyelhető.
- II. csoportba kerültek - a bütin látottak alapján – a megközelítőleg 30%-nyi álgeszt-hányaddal és egészséges, szabályos álgeszttel terhelt törzsek.
- A III. csoportot alkották a nagy álgeszt részarányal rendelkező, illetve a beteg, csillagos álgesztű törzsek.

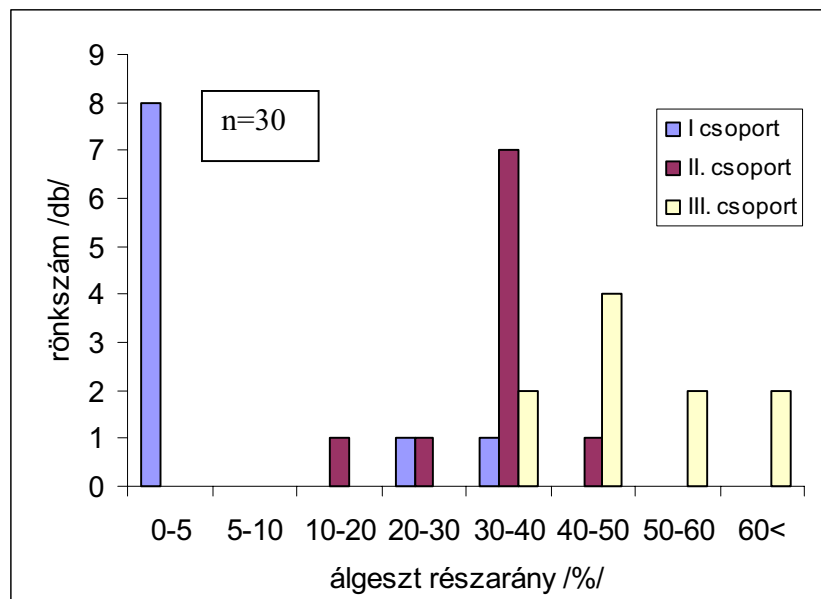
A vizsgálat során felhasznált rönkök mennyiségét és alapanyagköltségét az 5-1. táblázat tartalmazza:

⁴¹ Forrás: CS-FA Kft. A saját parkettaüzembe történő belső átszállítás elszámolóárait nem tartalmazza az ábra.

	I. csoport	II. csoport	III. csoport
Mennyiség /m ³ /	4,9	4,93	6,57
Alapanyagköltség /Ft/	86.275	85.750	100.433
Alapanyagköltség /Ft/m ³ /	17.607	17.393	15.287

5-1. Táblázat: A feldolgozott rönkök mennyisége és költsége az egyes minőségi csoportokban.

A feldolgozott rönkök megoszlása a törzs keresztmetszeten mérhető álgeszt-hányad alapján a következő volt (5-3. ábra):



5-3. ábra: A feldolgozott rönkök megoszlása az álgeszthányad alapján.

Mielőtt a rönkök a feldolgozógépre kerültek volna, minden egyes darabot részletesen megvizsgáltam, a jellemzőket egy táblázatban rögzítettem. A rönköket sorszámmal láttam el, feljegyeztem a rönk hosszúságát, kéreg nélküli csúcsátmérőjét és a köbtartalmát. A minőségi osztályozáshoz felvett és mért adatokat, jellemzőket az 5-2. táblázat mutatja be (az álgeszt-hányad és típus besorolása alapján az I. csoport adatai). A II. és III. csoport jellemzőit a Melléklet tartalmazza.

rönk sorsz.	csúcsátmérő		hossz (m)	térfogat (m ³)	Felkészítés minősége	göcs		egészs.		bet. (db)	álgeszt átm. (cm ³ /cm ²)	jelleg (Egészs./Beteg)	álgeszt típus	síkgörb. húr (cm)	korhadás átm. (cm)	palástrep. (Igen/Nem)	bütürep. (Igen/Nem)	külpont. (cm)		egyéb
	(cm)	(cm)				(db)	(db)	e	r+e											
1.	56	3	0,812	közepes	1-3	0	0	~	0	0	~	~	5	0	I	I	I	10	38	terpeszes, tődarab
					3-7	0	0													
					7-	0	0													
2.	52	2,6	0,603	közepes	1-3	0	0	~	0	0	~	~	8	8	I	N	I	0	0	kéregbenövés
					3-7	0	0													
					7-	0	0													
3.	50	2,5	0,518	közepes	1-3	0	0	~	0	0	~	~	0	0	N	N	N	5	30	
					3-7	0	0													
					7-	0	0													
4.	40	2,6	0,350	jó	1-3	0	0	~	0	0	~	~	10	0	N	N	I	0	26	kettősébél
					3-7	3	0													
					7-	0	0													
5.	40	2,5	0,336	közepes	1-3	0	0	~	0	0	~	~	6	0	I	I	I	8	28	benőtt palástrepedés, kéregserülítés
					3-7	1	0													
					7-	3	0													
6.	38	2,2	0,266	jó	1-3	2	0	~	0	0	~	~	20	0	N	N	N	13	32	tődarab, benőtt palástrepedés
					3-7	0	0													
					7-	3	0													
7.	54	2,4	0,594	közepes	1-3	0	0	E	18/16	0	E	felhős	0	0	N	N	I	0	0	
					3-7	0	0													
					7-	2	1													
8.	50	2,7	0,562	közepes	1-3	0	0	~	0	0	~	~	0	0	N	N	N	0	0	kéregbenövés
					3-7	0	0													
					7-	7	0													
9.	34	4	0,412	közepes	1-3	0	0	~	0	0	~	~	4	0	I	I	N	0	0	
					3-7	0	0													
					7-	3	0													
10.	50	2,7	0,562	jó	1-3	0	0	E	15/8	0	E	aszimmetrikus	0	0	N	N	I	4	30	csavarodott, kéregserült
					3-7	0	0													
					7-	1	1													

5-2. Táblázat: A próbatermelés során feldolgozott rönkök adatai (I. csoport).

A vizsgálathoz rönkvágó szalagfűrészgépet használtunk, így könnyebben nyomon követhető volt a fűrészáru feldolgozási útja. Az üzem termelési programjába illeszkedő, a gyártandó termékeknek megfelelő szelvényárut állítottak elő.

A deszkákat rögtön a vágás után a műszakvezető segítségével elbíráltam. Minden darab sorszámot kapott, melynek első eleme a rönk sorszámával megegyezett. A minősítés mindig a rosszabbik lap jellemzőiből történt. A szalagfűrészzen előállított fűrészárukról az alábbi adatokat rögzítettem:

- méretek (szélesség, hosszúság, vastagság),
- göcsösség (göcsök száma, átmérője és egészségi állapota),
- álgeszt (hosszúság, átlagos szélesség, egy- vagy kétoldali),
- egyéb megjegyzések (foltosság, korhadás, tőterpeszes darab).

A feldolgozott rönkök a nedvességtartalom alapján élő-nyers anyagnak minősültek. A méréseknek ebben a fázisában nem kalkuláltam a beszáradási túlméretekkel, azok itt nem kerültek levonásra. A késztermékek esetében azonban már a számlázási méretekkel és köbtartalmakkal számoltam.

Az üzemi szempontok alapján ebben a stádiumban a kapott primér termékeket három csoportba sorolják:

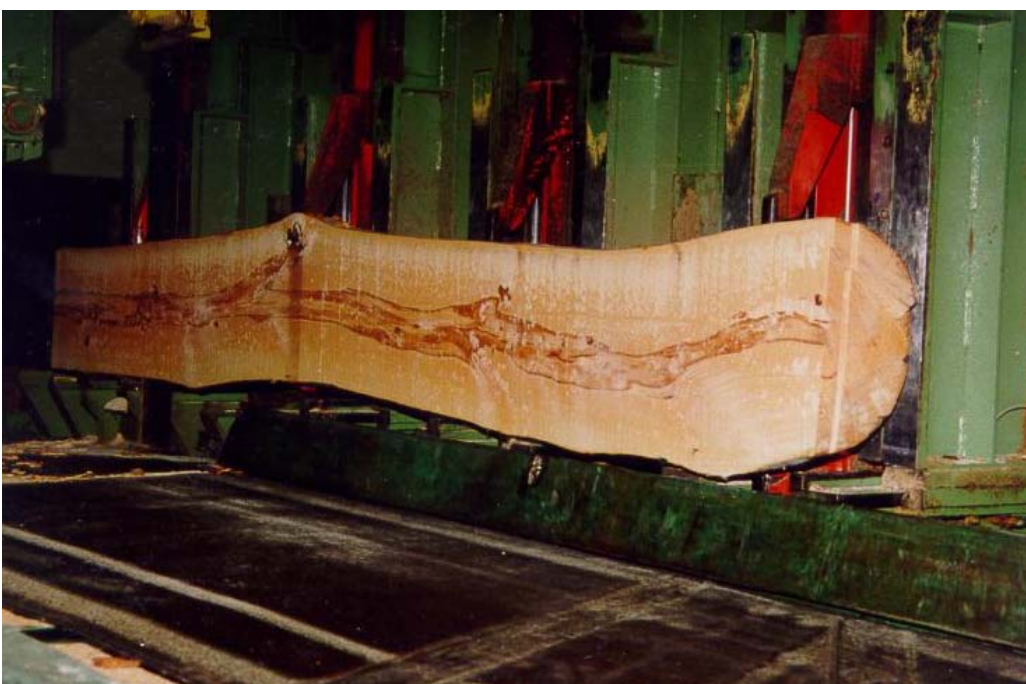
- export fűrészáru,
- továbbfeldolgozásra szánt fűrészáru,
- melléktermék

Az álgeszt hatásának számszerűsítése miatt ettől eltérő minősítést alkalmaztam:

- I. kategóriát az export fűrészáru jelentette. Ez a választék csak álgeszt nélküli lehet (5-1. fénykép).
- II. kategória: szintén álgesztmentes választék, azonban egyéb hibák megléte miatt kiesik az I. kategóriából.
- III. kategória: egészséges és csekély álgeszt-hányad jellemezte.
- IV. kategória: csillagos álgesztű, vagy nagyobb egészséges álgeszt-hányaddal rendelkező, legértéktelebb termék (5-2. kép).



5-1. kép: Álgesztmentes alapanyag felfűrészelése.⁴²



5-2. kép: Felhős álgeszt rajzolata a felfűrészelt faanyagon.⁴³

⁴² Forrás: RUMPF ET AL. (1994).

⁴³ Forrás: RUMPF ET AL. (1994).

A felvett adatokkal kapcsolatban az alábbi megjegyzéseket kell tenni:

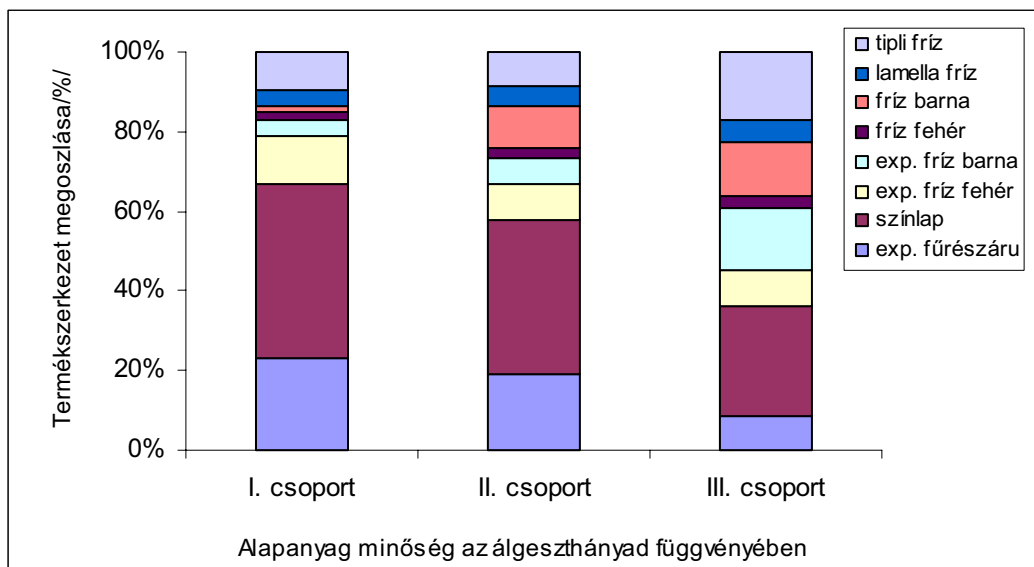
A fűrészüzemben a kereskedelmi szokványoknak megfelelően egészséges és a beteg álgesztet különböztetnek meg. Mivel a késztermék értékesíthetőségét a gyártók tudják megítélni, így az általuk alkalmazott „minősítést” rögzítettem. A méretek megállapításakor figyelembe vettem, hogy a hibás részeket kiejtették.

A továbbfeldolgozásra szánt elemek méreteit és tulajdonságait is feljegyeztem, majd később a kapott apróválasztékok mennyiségi és minőségi összetételét is rögzítettem. A vizsgálat során minősítettem a fűrészről leérkező deszkákat, majd az álgeszt milyensége alapján kategóriákba soroltam.

5.5 A kapott eredmények és értékelésük

A fűrészáru-termelés elméleti kihozatala bükk esetében: 60-66%. Esetünkben az átlagos fűrészáru-kihozatalra 42% adódott, a szelvények átlagosan 80%-a került továbbfeldolgozásra. Ezek az értékek egyértelműen jelzik a feldolgozásra szánt alapanyag gyenge minőségét.

A kapott kihozatali számok alapján az alábbi termékszerkezet adódott az egyes csoportokban (5-4. ábra):



5-4. ábra: Termék kihozatal változása az alapanyag minősége függvényében.

A minőséget döntően befolyásolja a büknél fajtáspecifikus álgesztesedés. A bútüfelületen jól szemrevételezhető, s így lehetőség van a szalagfűrész termelést - a rönköket a tengelyük körül elforgatva - olyan síkok mentén végezni, hogy a külső „fehér” részből jó minőségű szelvényeket tudjanak termelni (ILLYÉS, 2002).

Az álgeszt-hányad alapján becsülhető, hány szelvényre terjed ki az álgesztesedés. Ezzel kapcsolatban tapasztalatként elmondható, hogy – miként az a törzsek felvételezése után az átlagos álgeszt-lefutási görbékből jól kitűnik – a tődarab és azt követően 3 m-es magasságig az álgeszt az orsó alaknak megfelelően növekvő méreteket ér el, s csak ezt követően lehet csökkenő álgeszt-hányaddal kalkulálni. Minden esetben mindkét vágáslap vizsgálatára szükség van.

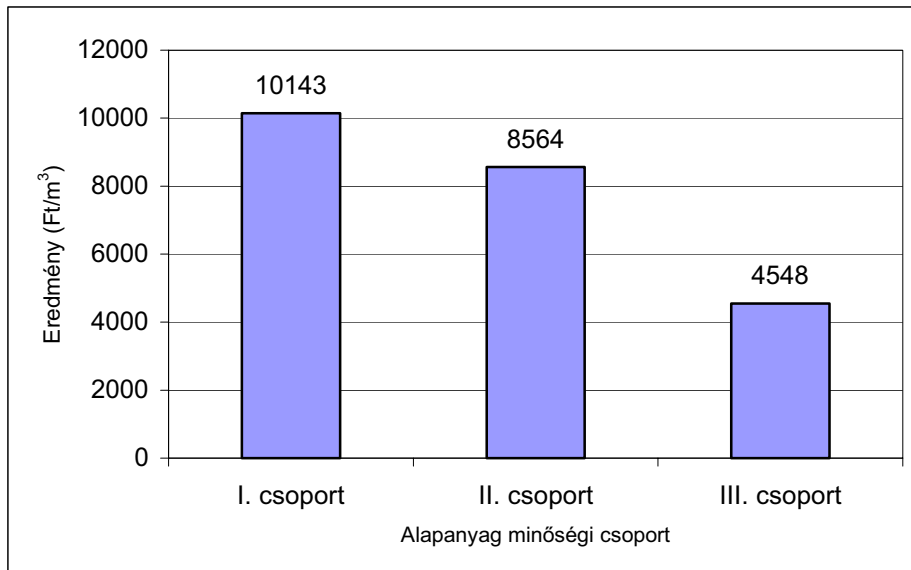
A kapott eredmények azt igazolják, hogy igazán szoros kapcsolat a rönk és a fűrészáru közt található. Az apróválaszték készítésénél ugyanis már megtörténik a hibás részek kiejtése.

Az egyes termékek előállításának gazdasági hatékonyságát a költségek felosztása alapján több módon is vizsgálhatjuk. A számítások levezetését az 5-3., 5-4., 5-5. táblázatok tartalmazzák.

A próbatermelés során az álgesztés mértéke és milyensége alapján eltérő alapanyagminőségű rönkökből, az alábbi mennyiségű és értékű termékszerkezetet állították elő (A, B, C oszlop).

A számítások során felhasznált egységköltségek (D oszlop) üzemi szintű költségekként értendők.

A termelés pénzügyi oldalát tekintve látható, hogy például a II. csoportba sorolt 4,9 m³ rönkből 42.221 Ft eredmény realizálódott. Ez 1 m³ rönkre lebontva 8.564 Ft-ot jelent. A fenti számítást mindhárom minőségi csoportban elvégezve a következő értékeket kapjuk (5-5. ábra).



5-5. ábra: A próbatermelés során elért eredmény az egyes minőségi csoportokban.

Amennyiben a fűrészipari egységköltséget megnöveljük az alapanyag árával (G, H oszlopok), úgy kiderül, hogy az export barna fríz és az attól értéktelenebb választékok termelése (kivétel a lamella fríz esetében) negatív eredményt ad (J, K oszlopok). Például fehér fríz esetén (II. minőségű rönkök esetében) az alapanyagárral megnövelt egységköltség 51.467 Ft/m³-re adódik (F, H oszlopok):

$F = (4,93/2,119) \cdot (85.750/4,93) = 40.467 \text{ Ft/m}^3 + 11.000 \text{ Ft/m}^3 = 51.467 \text{ Ft/m}^3$, melyből számítható, hogy az eredmény – 389 Ft.

Gazdaságtani szempontból azonban – ikertermelés esetén – célszerűbb az alapanyagköltséget úgy ráterhelni a termékekre, hogy azok értékarányosan viseljék a terheket. Ezért a termelt mennyiségek és a fajlagos értékek szorzatával súlyoztam a termékekre jutó értékarányos alapanyagköltségeket:

$L_i = (\text{SUMMA rönkár} / \text{SUMMA } A_i \cdot B_i) \cdot A_i \cdot B_i = (86.275 / 156.901) \cdot 0,478 \cdot 52.000 = 13.668 \text{ Ft}$ például az export fűrészáru esetében az I. minőségi csoportban.

Az így kapott eredményeket mutatja az 5-3., 5-4., 5-5. táblázat „P” oszlopa. Az egyes termékek előállításának gazdasági hatékonyságát láthatjuk viszont az utolsó oszlopban, mely számsor a legjobb minősítője az egyes termékek előállítása gazdaságosságának. Látható, hogy ilyen felosztással csak a tipli fríz ad negatív eredményt a III. csoportban.

Termék neve	Termelt mennyiség m^3	Egységár Ft/m^3	Árbevétel Ft	Egység költség Ft/m^3	Feldolgozás költsége Ft	Alapanyag egységköltsége Ft/m^3	Azonos alapanyag költség		Összes költség Ft	Eredmény alapanyagköltséggel		Értékarányos alapaköltség Ft	Összes valódi költség		Valódi eredmény	
							$G=F*A$	$H=D+F$		$I=H*A$	$J=B-H$		$K=J*A$	L	$M=L/A$	$N=E+L$
exp. fűrészáru	0,478	52000	24856	7000	3346	41558	19865	48558	23211	3442	1645	13668	17014	35593	7842	16407
színlap	0,908	105000	95340	11000	9988	41558	37735	52558	47723	52442	47617	52425	62413	68736	32927	36264
exp. fríz fehér	0,252	75000	18900	11000	2772	41558	10473	52558	13245	22442	5655	10393	13165	52240	5735	22760
exp. fríz barna	0,085	41000	3485	11000	935	41558	3532	52558	4467	-11558	-982	1916	2851	33545	634	7455
fríz fehér	0,038	43000	1634	11000	418	41558	1579	52558	1997	-9558	-363	898	1316	34644	318	8356
fríz barna	0,037	33000	1221	11000	407	41558	1538	52558	1945	-19558	-724	671	1078	29146	143	3854
lamella fríz	0,083	70000	5810	11000	913	41558	3449	52558	4362	17442	1448	3195	4108	49491	1702	20509
tipli fríz	0,195	29000	5655	11000	2145	41558	8104	52558	10249	-23558	-4594	3110	5255	26946	400	2054
	2,076		156901		20924		86275		107199		49702	86275		107199		49702

5-3. Táblázat: Költségek és árbevételek alakulása az I. minőségű rönkcsoport feldolgozásánál.

Termék neve	Termelt mennyiség m^3	Egységár Ft/m^3	Árbevétel Ft	Egység költség Ft/m^3	Feldolgozás költsége Ft	Alapanyag egységköltsége Ft/m^3	Azonos alapanyag költség		Összes költség Ft	Eredmény alapanyagköltséggel		Értékarányos alapaköltség Ft	Összes valódi költség		Valódi eredmény	
							$G=F*A$	$H=D+F$		$I=H*A$	$J=B-H$		$K=J*A$	L	$M=L/A$	$N=E+L$
exp. fűrészáru	0,4	52000	20800	7000	2800	40467	16187	47467	18987	4533	1813	11916	14716	36790	6084	15210
színlap	0,822	105000	86310	11000	9042	40467	33264	51467	42306	53533	44004	49446	58488	71153	27822	33847
exp. fríz fehér	0,196	75000	14700	11000	2156	40467	7932	51467	10088	23533	4612	8421	10577	53967	4123	21033
exp. fríz barna	0,14	41000	5740	11000	1540	40467	5665	51467	7205	-10467	-1465	3288	4828	34488	912	6512
fríz fehér	0,046	43000	1978	11000	506	40467	1861	51467	2367	-8467	-389	1133	1639	35634	339	7366
fríz barna	0,228	33000	7524	11000	2508	40467	9226	51467	11734	-18467	-4210	4310	6818	29905	706	3095
lamella fríz	0,105	70000	7350	11000	1155	40467	4249	51467	5404	18533	1946	4211	5366	51102	1984	18898
tipli fríz	0,182	29000	5278	11000	2002	40467	7365	51467	9367	-22467	-4089	3024	5026	27614	252	1386
	2,119		149680		21709		85750		107459		42221	85750		107459		42221

5-4. Táblázat: Költségek és árbevételek alakulása a II. minőségű rönkcsoport feldolgozásánál.

Termék neve	Termelt mennyiség m^3	Egységár Ft/m^3	Árbevétel Ft	Egység költség Ft/m^3	Feldolgozás költsége Ft	Alapanyag egységköltsége Ft/m^3	Azonos alapanyag költség		Összes költség Ft	Eredmény alapanyagköltséggel		Értékarányos alapaköltség Ft/m^3	Összes valódi költség		Valódi eredmény	
							$G=F*A$	$H=D+F$		Ft/m^3	Ft		$J=B-H$	$K=J*A$	L	$M=L/A$
exp. fűrészáru	0,219	52000	11388	7000	1533	38988	8538	45988	10071	6012	1317	7249	8782	40102	2606	11898
színlap	0,707	105000	74235	11000	7777	38988	27565	49988	35342	55012	38893	47256	55033	77840	19202	27160
exp. fríz fehér	0,239	75000	17925	11000	2629	38988	9318	49988	11947	25012	5978	11411	14040	58743	3885	16257
exp. fríz barna	0,398	41000	16318	11000	4378	38988	15517	49988	19895	-8988	-3577	10388	14766	37099	1552	3901
fríz fehér	0,079	43000	3397	11000	869	38988	3080	49988	3949	-6988	-552	2162	3031	38373	366	4627
fríz barna	0,349	33000	11517	11000	3839	38988	13607	49988	17446	-16988	-5929	7331	11170	32007	347	993
lamella fríz	0,147	70000	10290	11000	1617	38988	5731	49988	7348	20012	2942	6550	8167	55560	2123	14440
tipli fríz	0,438	29000	12702	11000	4818	38988	17077	49988	21895	-20988	-9193	8086	12904	29461	-202	-461
	2,576		157772		27460		100433		127893		29879	100433		127893		29879

5-5. Táblázat: Költségek és árbevételek alakulása a III. minőségű rönkcsoport feldolgozásánál.

Az értékek vizsgálatakor azonban fontos leszögezünk (amint az a rönkök minőségi adataiból kiderül), hogy az I. jelű csoportba sorolt rönkök csak az álgeszt hiányában tértek el a másik két csoporttól. Ilyen megközelítéssel a próbatermelés jól szemléltette a kialakult helyzetet: a hazai fűrészüzemek a legtöbb esetben csak közepes és gyenge minőségű alapanyaggal dolgoztak, vagyis az I. csoportú rönkök esetében is – bár álgeszttel nem terheltek – olyan más fahibák megléte volt tapasztalható, ami miatt „csak” a belföldi rönk választékba kerülhettek.

Érdekes, bár megmagyarázható azonosság mutatkozik a primér- vagy erdei választék álgeszt miatti értékcsökkenése és a faipari termékek körében mutatkozó, az álgeszt miatti eredmény-csökkenés között (5-5. ábra).

5.6 Következtetések

Jelenleg a hazai fűrészüzemek zöméről elmondható, hogy a feldolgozott rönkök túlnyomó többsége a hazai erdőgazdaságoktól származik. 26 - 36 cm közti átmérők és a 2,5 - 3,0 m közti hosszak a dominánsak. Minőség tekintetében az I. és II. osztályú fűrészrönkök az uralkodók, fűrészrönknél jobb minőség csak elvétve akad.

A fűrészüzembe érkező rönköket mindenképpen célszerű átválogatni, hiszen a gyártás során – akár a technológia, akár a termék szempontjából – nem mindegy, hogy milyen méreti és minőségi jellemzőkkel rendelkező anyag kerül felvágásra. Olyan fahibákat tartalmazó rönköket, amelyek lehetetlenné teszik a gazdaságos feldolgozást, el kell különíteni. Egyes választékok – például exporttermékek, vasúti talpfa, boules áru – termeléséhez különleges minőségű rönkökre van szükség, legyártásuk csak az előírt minőségű alapanyag esetén gazdaságos.

Ma Magyarországon egy 2002-ben készült felmérés szerint 15 vállalatból 10-nél végeznek a feldolgozás előtt osztályozást. Ez minden esetben vizuális módszerrel történik. Az osztályozási szempontok közül meghatározóak a méreti jellemzők és a gyártandó termék, míg a rönkminőséget, mint szortírozási szempontot csak kevesen jelölték meg.

A hazai üzemek alapvető problémája, hogy közepes és gyenge minőségű rönkből kell dolgozni, mivel a jó minőségű alapanyag – magas ára miatt – exportra kerül. Ezt a hazai üzemek nem tudják megvásárolni. A piaci helyzetre a késztermék árának stagnálása illetve csökkenése a jellemző. Az eladási árak alakulása nem követi a költségek növekedését. Ez jelentősen rontja az eredményességet. A kialakult helyzetet fokozza a parketta iránti lecsökkent kereslet is.

A fűrészüzemek gondjait fokozza, hogy a feldolgozásra kerülő alapanyag átmérőtartománya és minősége az utóbbi időszakban csökken.

6 AZ ÁLGESZTES BÜKK FAANYAG PIACI AKCEPTÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA

6.1 A felmérés célja

2002 tavaszán a *Nyugat–Magyarországi Egyetem Erdészeti Politikai és Ökonómiai Tanszékével* közösen vizsgálatot indítottunk az álgesztes bükk faanyagával kapcsolatos különböző érdekeltségi szintű piaci szereplők elképzelésinek megismerése céljából.

A kutatás tárgya a felhasználók/termelők, kereskedők, fogyasztók véleményének részletes megismerése, az álgesztes faanyag akceptálásának feltárása volt. Ebben a projektben szerettünk volna támpontot keresni arra nézve is, hogy miért is olyan csekély az álgesztes anyag forgalma, és milyen lehetőségek lennének ennek fokozására.

A kérdőívek, melyek kitöltésére megkértük a cégek, üzemek képviselőit, több típusba sorolhatóak. Célzottan a bútorkereskedelemmel, illetve a félkész- és készártermeléssel foglalkozókat szerettük volna megkeresni. A szükséges kérdőíveket a FAGOSZ 2002. április 17.-18.-i fakereskedelmi konferenciáján ismertettük meg az ott jelenlévőkkel, melyeket ezt követően küldtünk szét az országban.

6.2 A kérdőívek kialakításának szempontjai

A kérdőívek megszerkesztése egy német példa, a *Freiburgi Egyetemen* egy hasonló, korábbi vizsgálat kérdései alapján történt (BECKER ET SEELING, 1998). 61 kereskedőt és termelőt kerestünk meg levelünkkel. Ezekből 13 kitöltött kérdőív érkezett vissza (21 %), mellyel csupán egy nem reprezentatív mintát kaptunk.

A kereskedői és termelői oldal számára készített kérdőívekkel bepillantást szerettünk volna nyerni a megkérdezettek vevőkkel való tapasztalatairól, megtudni azt, hogy milyen hozzáállás tapasztalható az álgesztes termékekkel kapcsolatban. Megállapítást szerettünk volna nyerni arra nézve, milyen lehetőségei vannak az eladónak a vevők befolyásolásában. Az is érdekelt minket, hogy mik azok a meghatározó tényezők, melyek a vevőket befolyásolják egy-egy bútor vagy más fatermék vásárlásakor.

Fontos szerepet játszik az az információ is, hogy milyen lehetőségekkel rendelkeznek az egyes kereskedők termékpalettájuk bővítését illetően.

Továbbiakban tudni szerettünk volna, mely tényezők tesznek eladhatatlanná bizonyos cikkeket, és ebben mekkora szerepet játszik az álgeszt, mint fahiba.

A bükk - mint egyik legismertebb világos, kemény fafajunk – piaci trendjének alakulása szervesen összekapcsolódik más lombosfajok irányvonalának meghatározásával. Ahhoz, hogy valamiféle javaslatot tudjunk kidolgozni az álgesztes bükkből készült termékek jobb eladhatósága érdekében, azt is szerettünk volna megtudni, milyen tapasztalatokkal rendelkeznek a termelők és a kereskedők a faipari trendeket illetően. E célból szerepelt egy kérdés direkt a meglévő álgesztes termékek körére vonatkozóan is. Azért, hogy tudjuk értékelni a technológiai perspektívákat, az iránt is érdeklődtünk, mekkora létjogosultsága lehet a sorozatgyártásnak, az ipari méretekben való gondolkodásnak. Úgy gondoltuk, a megkérdezett szakemberek megbízható értékelést tudnak nyújtani.

Az álgesztes alapanyag egyik legnagyobb előnye, összehasonlítva a „fehér” bükkal, a jóval alacsonyabb árfekvés. Kutatásra érdemesnek találtuk azt is, hogy lehetőség lenne-e az itt kapott árelőnyt beépíteni a végtermékbe, így népszerűbbé téve ezt a vásárlók számára. Ez a lehetőség szoros összhangban áll a sorozatgyártás kérdéskörével.

A kérdőív zárásaként kérdéseket tettünk fel magára a vállalkozás egészére vonatkozólag. Ezek az információk nagyban segítik a kiértékelést azáltal, hogy jobban megvilágítják az összefüggéseket az egyes kérdésekre adott válaszok közt.

A visszaérkezett válaszok alapján több kritika is érte a kérdések kialakítását. Noha a célzott termelői és kereskedői réteg valóban a bútorról foglalkozók köre volt, valószínűleg szélesebb körű lett volna a válaszadók köre, ha még tovább bontottuk volna a kérdőívek típusát, kiemelve a fűrészsüzemeket, a parkettagyártókat is. Ezzel nagyobb rálátást kaptunk volna a probléma magyarországi jellegére (BIRÓ, 2003b).

6.3 Eredmények

6.3.1 A kereskedők részére készített kérdőívek kiértékelése

A kapott válaszok tükrében értékeltem azok százalékos megoszlását, szórását. A kérdőív-elemek első oszlopa a feltett kérdést, illetve a válaszadás lehetséges módjait, a választási lehetőségeit tartalmazza. A második oszlopba a kapott válaszok összefoglalása, a kirajzolódó tendenciák kerültek, míg a harmadik oszlop az adatok szórásáról nyújt információt. A felmérés során alkalmazott kérdőíveket a Melléklet tartalmazza.

A kereskedők és termelők 50%-a úgy gondolja, hogy vevőik mintegy 25-50%-a igényli a tanácsadást, míg a válaszadók másik fele úgy véli, ez a lehetőség csak a vevők 1/4-énél igaz. Ebből azt a következtetést tudjuk levonni, hogy sem a kereskedők, sem a termelők esetében nincs számottevő behatása az eladóknak a vevőkre. Összefüggést látok azonban abban is, hogy a válaszadók nagy része elsősorban az elsődleges felhasználók közül került ki (fűrészsüzemek, erdőgazdasági rt.-k, parkettagyártók), melyek vásárlói körét ismerve, a kapott válasz teljesen érthető (1. kérdés).

Hasonló következtetésekhez vezet az is, hogy a megkérdezettek többsége szerint a vevőközönség 75-100%-a a természetes fából készült termékeket keresi, illetve 50-100%-a ragaszkodik az általa elképzelt fafajhoz. Az már kevésbé függ a válaszadók faipari ágazatban betöltött szerepétől, hogy mindannyian arra voksoltak, hogy a vevők 50-100%-a határozott ár elképzeléssel is érkezik (2. – 4. kérdések).

A célzott bútorkereskedői kérdésekre adott válaszaikban viszonylag csekély szórás mutatkozik. A kereskedők rugalmasságára vonatkozó kérdéscsoportban egyértelműen flexibilisnek találták a helyzetet. Lehetőséget találtak arra nézve, hogy az egyes kereskedők olcsóbb termékekkel bővítsék palettájukat, közepes rugalmasságot találtak a célszerűség szempontjában, és eltérő válaszok születtek a formatervezettség vonatkozásában. A három vizsgált szempont esetében az ár a legfontosabb limitáló tényező. Mindebből következik, hogy létezik a szükséges rugalmasság a bútorkereskedőknél, hogy praktikus, formatervezett ám olcsóbb, álgesztes bükkből készült termékeket vegyenek fel a választékukba, míg a másik oldalról, szintén megfelelne ez az új termék a vevői oldalnak is (5. – 7. kérdések).

Jól jellemzi a magyar vásárlóközönség környezettudatos gondolkodásának szintjét a 8. kérdésre adott válaszok összegzése: a válaszadók 62%-a gondolja úgy, hogy a vevők 5%-nál is kevesebbet érdekel a környezethez illeszkedő megmunkáltság ténye, s csak 38% véli úgy, hogy ez az arány 5 és 25 % között van. Még ennél is kisebb érdeklődést mutat a válaszok szerint az, hogy az adott termék származása milyen szinten igazolt (természetszerű, tartamos) (9. kérdés).

Ahhoz, hogy egy adott termék nagyobb értékűvé váljon a vevők szemében legfontosabb tényezőként a kérdezettek az árat jelölték meg, emellett fontos a minőség, az esztétikum, a megmunkáltság és a praktikum. A felület esetében a legfontosabb szempontot a termék hibátlansága adja, mely lehetőségbe

beesőztük az álgesztmentességet is. Mindez azt mutatja, hogy erős marketingmunkára lenne szükség az újfajta felületkép elfogadtatásában (10. – 11. kérdések).

A vevői döntéseket befolyásoló tényezőket elemző kérdésre adott válaszokból az derül ki, hogy a rangsor élén egyértelműen az ár áll, majd ezt követi csökkenő jelentőséggel a minőség, a praktikum és a megmunkáltság. Ez azt a lehetőséget villantja fel számunkra ismét, hogy egy jó ár- minőség hányados kialakításával az álgesztes termékek is eladhatóvá válnának megfelelő piaci körülmények és támogatottság mellett. A jelenlegi vevői gondolkodásmódban az álgesztes bükkből készült bútorok esetében az álgesztes felületet hibaként értékelik, így a célzott marketingmunkának ennek megváltoztatásán túl a többi előnyös oldalát kellene kihangsúlyoznia (pl. egyediség, természetszerűség, környezetvédelmi aspektus) (12. kérdés).

Az elkövetkező évek faipari trendjéről szóló kérdéscsoportra adott válaszokból kiderül, hogy a megkérdezettek 70%-a úgy véli, a „természetes” fa irányvonala fog erősödni, az emberek az „egyedi” faanyagot fogják keresni. A következtetésre a válaszadók nagy többsége saját tapasztalatok, feltételezés, illetve fa- és bútorigipari szakvásárokon hallottak alapján jutott. Ha a válaszadó szakemberek elképzelései helyesek, úgy vélem a jövőbeni piacokon eséllyel fognak indulni az egészséges álgesztes faanyagból kialakított termékek (13. - 14. kérdések).

A veszélye annak, hogy egy termék készleten maradjon, legnagyobb mértékben akkor áll fenn, ha nem illeszkednek az adott divatirányzatokhoz, a használati értéküknél jóval magasabb árúak van, illetve valamilyen hibával rendelkeznek (15. kérdés).

Jelen pillanatban a válaszadók 100 %-ban úgy tapasztalták, hogy az álgesztes termékek nagyobb eséllyel maradnak készleten, válnak eladhatatlanná (16. - 17. kérdések).

Szintén egyöntetűen nehéznek találják a megkérdezettek egy új faipari trend hazai meghonosítását (18. kérdés). Ahhoz, hogy ez az új irányzat meg tudjon gyökeresedni, a vélemények szerint elsősorban olcsónak, divatosnak ugyanakkor időtállóknak, praktikusnak egyben extravagánsnak és mindenekelőtt a média által támogatottnak kell lennie (19. kérdés).

A kérdőíveket kitöltők számos érdekes, új felhasználási lehetőséget adtak az álgesztes bükk faanyagára vonatkozóan (20. kérdés).

6.3.2 A termelők részére készített kérdőívek kiértékelése

A kérdőívek szerkezeti felépítése és kiértékelésének metodikája megegyezik a kereskedői változatával.

A már korábban ismertetett elsősorban fűrészüzemi, illetve parketta gyártói válaszadók zöme miatt, a termelők számára készített kérdőív első kérdésére 100 %-ban nemleges választ kaptunk. Ennek ellenére a további kérdésekre adott válaszokból kitűnik, számos problémát illetően teljesen hasonló a vélekedés a szakmai körökben (1. kérdés).

A 13 megkérdezett kereskedőből és termelőből 6 úgy gondolja, az álgesztes termékek előállítása azért olyan kis mértékű, mert igen csekély értékesítési lehetőség áll fenn ezek számára. 13 válaszadóból 5 pedig úgy véli, hogy mindez az álgesztes faanyag minőségével kapcsolatos vevői ismeretek hiányából ered (2. kérdés). Ezzel ismét csak a vevői ismeretek bővítésének feladatához érkeztünk.

Hasonlóan a válaszadó szakemberek többsége szerint, a vevői érdektelenség azon alapul, hogy úgy vélik, ezek a termékek rosszabb minőségűek (73%). Természetesen ebből keletkeztethető annak a 27 %-nak is a véleménye, akik szerint már a gyártók féltelmei is ezen alapulnak (3. kérdés).

A termékválasztékról szóló kérdéscsoportból kiderül, hogy a válaszadók körét tekintve, kivétel nélkül mindannyian dolgoztak már álgesztes alapanyaggal. A gyártott termékek 90-100 %-ban sorozatgyártott termékek körébe tartoznak. Hangsúlyosan parketta, lépcsőelem, áru, ágyak, heverők készülnek az álgesztes bükkből. A készítés egyértelműen abból ered, hogy a kellő alapanyag

kihasználság miatt, megoldást kell találni a „fehér” bükk mellett képződő álgesztes részre is. Többen adták meg egyéb okként, hogy a rendelkezésre álló alapanyag átlagos minősége is egyre jobban ezt határozza meg. Csak elenyésző százalékban vélik úgy, hogy vevői kereslet lehet rá vagy divatba jöhet (4.1.,2.,3. kérdések.)

A válaszadó kereskedői és termelői réteg - hasonlóan a kereskedői kérdéssornál kapott eredményhez – úgy gondolja, vevői körük talán még olyan álgesztes alapanyagokból készült termékekre tartana igényt, mely szintén a nem látható elemekből kerülne ki, illetve a festett, pácolt részek lennének erre alkalmasak. A parkettagyártásban éreznek még esetlegesen kínálkozó lehetőséget (4.4. kérdés).

A sorozatgyártás, illetve ipari méretekben való gondolkodás elméletileg lehetséges – derül ki a válaszokból (5. – 6. kérdések). Ennek ismeretében – tudva, hogy a sorozatgyártás esetében az egyik legfontosabb költségviselő az alapanyag – lehetőség nyílna az olcsóbb anyagköltségnél nyert előnyt a végfelhasználók számára árengedmény formájában átalakítani. A válaszadó szakemberek 75 %-a szerint ez lehetséges, mert az alapanyag árkülönbözete elegendően nagy. Érvként jelentkezett még az is, hogy ugyanúgy megmunkálható, mint a „fehér” bükk. A 13 kereskedőből és termelőből mindössze 1 véli csak úgy, hogy a szóban forgó árelőny nem elegendő a célnak.

6.4 A német és a hazai eredmények összehasonlítása

Terjedelmében jóval nagyobb közvéleménykutatást bonyolítottak le Németországban. A kinti kutatók a fentebb megismert kérdéssorozatokat kiegészítették egy internetes honlapon elérhető kérdőívvel, illetve egy utcai közvéleménykutatással is. A postai úton célzottan a (szakmai berkeken belüli) termelők és kereskedők felé eljuttatott kérdőívek eredményeként hasonlóan (18%-os visszaküldési arány), nem reprezentatív mintát kaptak (BECKER ET SEELING, 1998).

A kapott eredményeket összehasonlítva elmondhatjuk, hogy eltérések elsősorban az eltérő gazdasági és társadalmi viszonyokból következethetők, illetve abból, hogy esetükben sikerült nagyobb létszámú bútorgyártó és kereskedői kört megtalálniuk.

A vevőkör és a határozott elképzelések esetében kissé nehezebb helyzetben vannak a magyar kereskedők, ez derül ki az összehasonlításból. Sokkal határozottabbnak bizonyul az ár szerepe, mint Németországban, ahol azért szerephez jut a minőség, a megmunkáltság és a praktikum is.

A termék „ökológiai értéke” hazánkban szinte még egyáltalán nem ismert ellentétben a Nyugat-európai országokkal.

Fontos eredményként könyvelhetjük el az álgesztes problémakörrel kapcsolatosan azt az eredményt, miszerint a válaszadók 70 %-a szerint a „természetes fa” irányvonala fog a jövőben kirajzolódni. Ez az arány a német eredmény szerint csak 60%-os volt. Ennek ellenére a jelenlegi értékesíthetőségi viszonyok nehezebbek hazánkban. Míg a német válaszadók esetében még soha nem maradt készleten álgesztes termék, addig a hazai kérdezettek 80 %-nál erre már volt példa.

Elmondhatjuk, hogy tőlünk nyugatabbra sem könnyebb egy újfajta faipari irányzatot meghonosítani, s hogy mégis sikerüljön, annak éppúgy extravagánsnak, időtállóknak és mindenekelőtt olcsónak kell lennie.

Egyelőre a külföldi kollégák is elsősorban csak nem látható alkatrészek, illetve egyedi bútordarabok esetében látják az álgesztes bükk faanyag további felhasználási lehetőségét.

A termékköre vonatkozó kérdéscsoportra adott válaszokban szinte teljesen azonos eredmények születtek. Ugyanúgy veszélyként értékelik a német termelők is, hogy a vevők hiányos ismeretei miatt igen csekély az érdeklődés e termékek iránt.

A sorozatgyártás és árkedvezmények témakörében bizakodóbbnak tetszenek a hazai szakemberek, a német termelőknek csak 2/3-a lát lehetőséget az ipari méretekben való gondolkodásnak, s csak 50 %-uk gondolja, hogy az alapanyagnál nyert árelőny átkonvertálható a végfelhasználók számára (BIRÓ, 2003b).

6.5 Az álgeszt jellemzőinek hatása az álgesztes faanyag értékesíthetőségére

SEELING (1998) fent ismertetett vizsgálatait kibővítette az egyes álgeszt típusok, illetve jellemzők hatásának vizsgálatával is. A vevői vélemények alapján elsődleges szempontként a geszt típusa dönti el az adott választék értékét/értékesíthetőségét. A rangsor utolsó helyezettje a nálunk még csak elvétve előforduló abnormális gesztesedés, mely teljes értékvesztést eredményez. Ezt követi a csillagos álgeszttel, majd a sebgeszttel terhelt termék. A rangsorban legértékesebbként jelölt az egészséges álgesztű választék.

SEELING (1998) a felhasználók aspektusából vizsgálta az egyes álgesztjellemzők értékcsökkentő hatását is. Az álgesztes alapanyag átvételénél a vevők elsősorban annak keresztmetszeti részarányát, típusát (felhős, körös, pillangós, stb.), abszolút méreteit veszik figyelembe. Fontos annak eldöntése is, megjelenik-e mindkét vágáslapon az álgeszt. Elhanyagolhatónak ítélt az álgeszt színének szerepe az értékesíthetőségben.

A legfontosabbnak ítélt fahibák osztályozásában az álgeszt a második legsúlyosabb anomália a faanyagot felhasználók véleménye szerint.

6.6 Az álgesztes faanyag népszerűsítésére tett kísérletek

Az új termékeket a piac gyakran egyáltalán nem, vagy csak nagyon vonakodva fogadja be. A fogyasztók sem a terméket magát nem ismerik, sem annak műszaki tulajdonságait. Az álgesztes faanyag piaci értékesíthetőségének növelésére több próbálkozás is született.

2002-ben a *Baden-Württembergi Erdészeti Hatóság* az „*Unique*” *Erdészeti vállalkozás* támogatásával közösen marketingkampányt kezdeményezett a természetszerű erdőgazdálkodás, ezen belül az álgesztes bükk megismertetése, népszerűsítése céljából (BUND, 1996).

A kampány részeként vizsgálták az álgesztes alapanyagból előállítható termékek körét, azok bővíthetőségét. Az elkészült termékeket különböző fórumokon (faipari-, bútorigipari szakkiállítások, internetes közvéleménykutatás, promóciós anyagok) mutatták be, majd ezek segítségével mérhetővé vált azok sikeressége is. A projekt 2002 decemberében fejeződött be.

Több tartomány összefogására is találunk példát a közelmúltban. *Baden-Württemberg*, *Hessen*, *Niedersachsen* és *Nordrhein-Westfalen* tartományok együttes kezdeményezésében az álgesztes bükk bemutatása, népszerűsítése céljából a kölni bútorigipari szakkiállításon alakítottak ki a témával foglalkozó standot. A kiállítás részét képező előadásokon több mint 30.000 látogató vett részt.

A példaként ismertetett lehetőségek mellett egyre nagyobb hangsúlyt kaphat az internet segítségével elérhető információ mennyisége is. A német példa mindenképpen követendő: az álgesztesedéssel foglalkozó ismeretterjesztő weblapok, linkek száma folyamatosan növekszik; sokszor a természetvédelmi oldalakon keresztül juthatunk el az álgesztesedés problémáját bemutató site-hoz.

Az álgesztes bükkből készült termékek „imázsának” javítása természetesen nem oldhatja meg a problémát, de semmiképpen sem felesleges próbálkozás. A Németországban elindított kampányok szlogenje arra az összefüggésre épül, miszerint egyszerre gazdagíthatjuk otthonunkat egyedi és természetes termékekkel, s ezzel párhuzamosan a természet védelméért is teszünk valamit:

bükköseinket nem kényszerülünk „idő előtt” letermelni, azok tovább tudják betölteni védelmi és rekreációs funkciójukat. Mindenképpen meg kell azonban jegyeznünk, hogy tőlünk nyugatabbra a környezettudatos gondolkodás sokkal jellemzőbb, valamint a természetvédelemre fordított többletköltség is komolyabb összeget jelenthet (6.4 fejezet).

A megismert példák nyomán megtervezett és kivitelezett tájékoztató szóróanyagot a Melléklet tartalmazza.

6.7 Összefoglalás: a kapott trendalakulások

Noha a kapott válaszok mennyisége nem felel meg a reprezentatív minta követelményeinek, mégis a kérdésekre adott válaszok egységes volta alapján azt mondhatjuk, hogy valós képet kaptunk a kért információkat illetően.

Ellentétben a német eredményekkel, a kapott válaszokból az tűnik ki, hogy a vevők csekély, átlagosan az egyharmada tart csak igény bármiféle tanácsadásra.

Nagyrészüik már eleve határozott faj- és árelképzeléssel érkeznek meg az eladóhoz.

A válaszadók nagy többsége úgy érzi, a kereskedőknek még a mai erőteljes kínálati piaci viszonyok között is több lehetőségük van arra nézve, hogy olcsóbb, praktikus vagy formatervezett termékekkel gazdagítsák a palettájukat.

Jól tükrözi a kapott eredmény az ismert, magyar környezettudatosságra jellemző viszonyokat. Szinte kivétel nélkül mindenki azt tapasztalja, hogy a potenciális vevői kör kevesebb, mint 5 %-a kérdez rá arra célzottan, hogy az adott termék a környezetvédelmi előírásokat figyelembe véve lett-e megmunkálva, illetve az adott termék nem károsítja-e a tartamos erdőgazdálkodás elvét. Szoros összefüggést mutat ez természetesen azzal, miszerint minden egyes esetben a vevői döntés elsősorban az ártól és a minőségtől függ. Dobogós helyen áll még a praktikum és a megmunkáltság, míg az ökológiailag elfogadott származás nem szerepel befolyásoló tényezőként.

Látszólagos ellentmondás feszül abban az eredményben, miszerint az eladók zöme a felület értékítélő szerepében a hibamentességet és a szint jelölte meg, ám ennek ellenére úgy prognosztizálják, hogy a „természetes fa” trend lesz az irányadó. A jelenlegi feltételezés egyértelműen az, hogy a vevők visszautasítják, vagy visszautasítanák az álgesztes termékeket.

Az álgesztes termékek csekély részaránya az össztermelésből egyértelműen a termelők csekély érdeklődésének tudható be.

Jelenleg a kapott válaszok alapján bizonyos termékek azért maradnak készleten (válnak eladhatatlanná), mert vagy nem illeszkednek bele az adott divatirányzatokba, vagy pedig az áruk jóval meghaladja a használati értéküket. Mivel ebbe a körbe véleményem szerint beletartoznak egyelőre még az álgesztes termékek is, így nem meglepő, hogy a válaszadók 100 %-a úgy tapasztalta, hogy nagyobb eséllyel maradnak ezek készleten.

Egyértelműen nehéznek ítélik meg az újabb irányzatok meghonosítását, de amennyiben az olcsó, praktikus és a média által kellően támogatott, nem lehetetlen a megoldása.

Összefoglalva egyre pozitívabbnak látszik a kereskedők és a termelők hozzáállása az álgesztes termékekhez, noha ezek piacra kerülését csak az erős kínálati piac egyensúlyi irányba tolódásával, és az újabb faipari trendek meghonosodásával tudják elképzelni. Ezen irányzatok köztudatba való beépülésében a médiának, a fa- és bútorigipari szakvásároknak és természetesen a folyamatosan bővülő tapasztalatoknak szánnak nagyobb szerepet (BIRÓ, 2003b).

7 RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATI MÓDSZEREK TESZTELÉSE A BÜKK ÁLGESZTESEDÉS KIMUTATÁSÁBAN

7.1 A roncsolásmentes vizsgálati módszerek jelentősége az álgesztkutatásban

Az álgeszt megléte, mértéke, milyensége a faállomány értékét jelentősen befolyásolja és ezzel napjainkra a bükkgazdálkodás ökonómiai sikerének döntő zálogává vált ez a széles körben vizsgált jelenség. Az álgeszt megjelenési körülményeinek, fiziológiájának és terjedési sebességének jobb megismerése gazdaságilag nagy jelentőségű (BIRÓ ET AL., 2004b,c).

A '90-es évektől – valószínűleg az álgesztes faanyag mind nagyobb problémát jelentő eladhatóságával összefüggésben – új lendületet és irányt vettek az álgesztkutatások. Ebben elsősorban a német és a svájci egyetemek kutatói jártak az élen, de hazánkban is fontos eredmények születtek.

Az élő szervezet képi megjelenítése csak a vizsgált test és a képalkotó berendezés közötti energiaátadással lehetséges. Ez az energia az esetek többségében valamilyen elektromágneses-, akusztikai- vagy röntgen-sugárzással történik, amelyet a képalkotó előállít és a szervezettel alkalmas módon közöl. Ezeket képalkotó eljárásoknak nevezzük. A szervezetre vonatkozó információkat a detektált válaszenergia tartalmazza, amelyet lokalizálva jön létre a kép.

7.2 Computer-tomográf alkalmazása a bükk álgeszt meghatározásában

HABERMEHL ET RIDDER (1992a,b) írták le először a computer-tomográfiát, mint olyan roncsolásmentes képalkotó eljárást, mely alkalmas lehet törzsszeletek vizsgálatára. Szintén ők hajtották végre az első ilyen méréseket Cézium-forrás (Cs-137) segítségével. Helyhez kötött egységek (pl. fák, épületek) vizsgálatához hordozható CT rendszereket is kifejlesztettek. Két típust alakítottak ki, (parallelhullámú eszköz –MCT-3 és a MCT-30 típusjelűeket) melyek eltérő vizsgálati szisztémát igényelnek. HABERMEHL ET RIDDER (1992a,b) mindkettőt tesztelték faegyedeken.

Mivel a gammasugárzás abszorpciója főként a sűrűségtől, a víztartalomtól és annak törzsbeli eloszlásától függ, így SCHWARTZ-SPORENBERGER (1990) és WIEBE (1991) erre alapozva megalkották a fafajspecifikus tomogramot.

A fűrészüzemben elérhető értékkihozatalt nagymértékben növelné, ha a feldolgozás során a törzsek belső rendellenességei feltárhatókká válnának. E témában végzett vizsgálatokat FAUST ET AL. (IN SANDOZ 1996).

Fix CT berendezést több kutató is tesztelt különböző célokkal: alkalmazták már a röntgensugárzáson alapuló vizsgálati módszert víztartalom meghatározásra, évgyűrű vizsgálatra, különböző fahibák meghatározására (FUNT ET AL., 1981 LINDGREN, 1988, HATTORI ET KANAGA, 1985, YANAGAWA ET HATTORI, 1985, ONOE ET AL., 1984, VAINBERG, 1982 IN DAVIS ET AL., 1989).

A legújabb computer-tomográfus faanyagvizsgálat a kanadai FORINTEK *Corporation Faanyagvizsgáló Kutató Intézet* szakemberei nevéhez fűződik. Vizsgáló laboratóriumukban két, a gyógyászatban használt CT berendezés kapott helyet az elemzésekhez szükséges software-rel és 3D megjelenítési lehetőséggel. A kutatás-fejlesztésen kívül céljuk, hogy a jövőben a berendezéseket például különböző mechanikai tesztelésekben, illetve épületszerkezeti vizsgálatokban hasznosítsák (7-1. kép, 7-1. ábra).

Az álgeszt kimutatására álló fán mobil CT-t csak kevesen és igen eltérő eredménnyel használtak. Az alábbi műszertípusok kipróbálása történt meg eddig (SEELING ET AL., 1999):

- TREE-TOM (MCT-3)

Cs-137-es radioaktív forrást felhasználó berendezés. SCHWARTZ-SPORENBERGER (1990) segítségével határozott álgeszthatárokat tudott megfigyelni fatörzseken. Nehézségeket csak a „nem határozott megjelenési formájú” álgesztípusok jelentették. Ezek méretéről, milyenségéről azonban nem szolgált adatokkal. Ezen túlmenően méréseik kiértékelhetőségét befolyásolta a mérés évszakától függő nedvkeringés intenzitása is. Legértékkelőbb méréseket novemberben végeztek. A mérés időtartamát – a törzsátmérő és a sűrűség függvényében – 30 perc és 4 óra között határozták meg.

- MCT-30

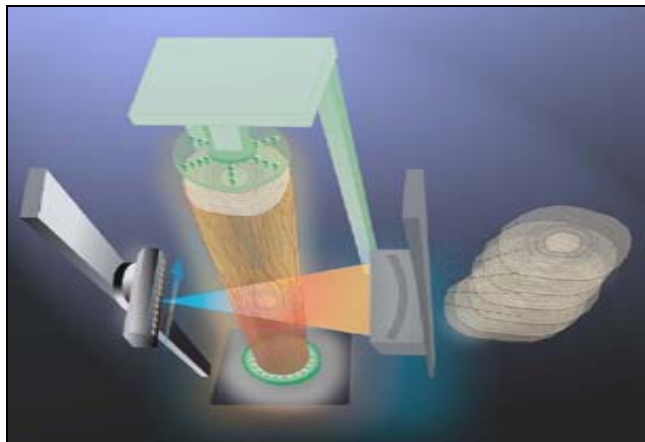
Cs-137-es radioaktív forrást felhasználó berendezés. Az említett szerzőpáron kívül KÖLBEL (1994) végzett vizsgálatokat e műszer segítségével. A mérés időszükségletéről nem közölt adatokat, de alacsonyabbnak értékelte, mint a SCHWARTZ-SPORENBERGER (1990) vizsgálatokét. A képalkotás negatív eredménnyel járt az álgesztesedés kimutathatóságát illetően. A nem kielégítő eredmény okául szolgálhatott, hogy KÖLBEL (1994) méréseit szeptemberben hajtotta végre.

- CITA B+

Röntgenforrást felhasználó berendezés. NIEMZ ET AL. (1997) fix CT berendezéssel dolgozott (Gyártó: SCIENTIFIC MEASUREMENT SYSTEMS). A mobil gépek által alkotott képhez képest a kapott eredmény sokkal jobban értékelhető. A felvétel minősége már közelített egy fényképéhez: kivehető rajta az évgyűrűszerkezet, s kisebb repedések is megfigyelhetők.

Összehasonlításuképpen azonban tudnunk kell, hogy míg egy állandó rendszer kontrasztossága 0,5%-os, addig a mobil eszközé 2,5%-os.

SEELING ET AL. (1999) következtetései szerint az általuk alkalmazott TREE-TOM mobil szerkezet segítségével a mérések élő fatörzsön végrehajthatóak. Azonban a kapott eredmények kiértékeléséhez nem elegendő a vizuális összehasonlítás, ahhoz a mért abszorpciós értékek, a sűrűség és nedvességtartalom adatok háromdimenziós adatszerkezetéből kell egy kiértékelő kulcsot megszerkeszteni. Hozzáteszi még, hogy a költségek igen magas színvonalra a jelenlegi szinten még a kutatásban sem teszik lehetővé ilyen és ehhez hasonló rendszerek használatát. A kísérleti stádiumban lévő termográfokon kívül azonban ez az egyetlen olyan eszköz, mely kielégíti a teljes roncsolásmentesség követelményét.



7-1. kép, 7-1. ábra: A kanadai Forintek Corporation által használt CT berendezés és működési elve.⁴⁴

⁴⁴ Forrás: http://www.forintek.ca/public/Eng/E3-R&D_Program/1.a.CTscanning.html.

7.2.1 A computer-tomográf működési elve

A hagyományos röntgenfelvétel-készítés hiányossága az ún. rétegfelvételezési technikával oldható meg. A computer-tomográfia röntgensugárzás alkalmazásán alapuló, digitális-számítógépes adatfeldolgozású, keresztmetszeti vizsgálómódszer. Fő alkalmazási területei: az ideggyógyászat, hasüregi és mellkasi vizsgálatok.

A képi megjelenítéshez szükséges számítógépes adatgyűjtés lényege, hogy a röntgensugarat kibocsátó röntgenszó és a vele szemben lévő érzékelő detektorok rendszere a vizsgálandó test kiválasztott szelete körül 360°-ot körbefordul, és ezalatt a detektorok érzékelik az adott szeleten áthaladó különböző intenzitású röntgensugarakat. A számítógép a mozgás különböző fázisaiban az egyes detektorokhoz érkező sugárintenzitások digitalizálásával adja meg a lehetőséget azon matematikai műveletek elvégzéséhez, melyek eredményeképpen az adott szelet összes pontját egy-egy szám fogja képviselni. A számok az adott pont abszorpciós együtthatóját jellemzik. Ebből a számtengerből azonban diagnosztizálni még nem lehet. *Hounsfield* érdeme az, hogy ezen számok mellé rendelt egy skálát, melyen a különböző anyagok, szövetek denzitásértékeit tudjuk elhelyezni. Önkényesen 0-nak vette a víz denzitását, a levegőét pedig 1000-nek, melyen a röntgensugár minden ellenállás nélkül áthatol. Ezt a skálát *Hounsfield-skálának* nevezzük, értékeit pedig *Hounsfield egységekként* (SZAKÁLY, 2003).

Az adott szelet minden egyes pontjához rendelhető az abszorpciós együttható függvényében *Hounsfield* szám (denzitásérték) és minden számhoz egy adott szűrkeségi fokozat. Ezt a szűrkeségi skálát a teljes *Hounsfield-skálán* ide-oda mozgathatjuk, tömöríthetjük, kinyithatjuk, melynek hatására a *Hounsfield-skála* különböző értékeivel jellemezhető szövetek jól ábrázolhatóvá válnak.

Előnyei:

- kitűnő térbeli- és kontrasztfelbontás,
- objektív vizsgálómódszer standard vizsgálati technikákkal és dokumentációval.

Hátrányai:

- elérhetősége korlátozott,
- relatív költséges,
- axiális síkú, statikus leképezést nyújt,
- az ionizációs sugárzás káros mellékhatása.

7.2.2 Vizsgált minta, vizsgálati protokoll

A *Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetében* humán egészségügyi vizsgálatok lefolytatásához alkalmas computer-tomográfot tudtunk vizsgálataimhoz felhasználni. Ahhoz, hogy korrekt mérési eredményeket kapjunk, megpróbáltam a vizsgálati folyamatot úgy kialakítani, hogy – mobil CT hiányában – minél jobban tudjuk imitálni az élő fán folytatott méréseket (BIRÓ ET AL., 2004b,c,d).

A vizsgálandó korongok a Zselicség erdőgazdasági tájból, Cserénfa 24/E erdőrészletből származtak. A korongokat 1.3, 4 és 8 méteres famagasságban vágtuk ki. A korongok vastagsága 30 cm volt, átmérője 36-tól 58 cm-ig terjedt (7-2. kép).



7-2. kép: Mintakorongok⁴⁵.

A mintavételt követően a korongokat azonnal műanyag fóliába burkoltam, hogy az esetleges nedvességtartalom-változást elkerüljem. A mintakorongok vizsgálata 12 órán belül megtörtént.

A CT vizsgálat során 3 mm vastag transzverzális irányú szeletet készítettünk. A vizsgálati mező 418 mm volt, a kép 512 x 512 képpontból áll. A röntgensugár abszorpcióját a szeleten belül 0,82 x 0,82 x 3 mm-es térfogategységben (2 mm³) kaptuk meg. Az abszorpció mértéke adott hullámhosszon az adott térfogatban lévő atomok rendszámától exponenciálisan, a sűrűségtől lineárisan függ. Az abszorpció eloszlásához szűrkeségi skálát rendelve a keresztmetszeti CT kép jól tükrözi a látható mintázatot. A törzs eltérő összetételű részeihez a méréssel meghatározott abszorpciós tartományok rendelhetők, ezek térfogata a szeletben kiszámítható.

A vizsgálat során SIEMENS SOMATOM PLUS 40 típusú computer-tomográfot használtam (7-3. kép).



7-3. kép: Siemens Somatom Plus 40 típusú computer-tomográf⁴⁶.

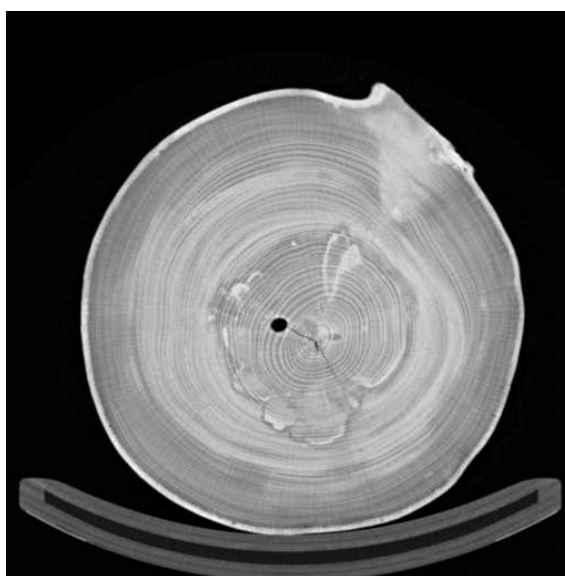
⁴⁵ Forrás: BIRÓ B.

⁴⁶ Forrás: GARAMVÖLGYI R. Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Int.

7.2.3 A kapott eredmények

A keresztmetszeti CT felvételt vizuálisan összehasonlítva a korongon látható álgeszt rajzolattal, megállapíthatjuk, hogy:

- az alkalmazott módszer az álgeszt jelenlétét kimutatja,
- az álgesztetés határa éles, jól kivehető, megegyezik a valós képpel,
- a törzsszelet teljes területéről egységesen jó minőségű információt kapunk,
- az álgeszt megléte könnyen felismerhető, a kiértékeléshez nem szükséges hosszas kiértékelési gyakorlat,
- kiváló lehetőséget biztosít az évgyűrűszerkezet vizsgálatához is,
- a vizsgálat időtartama: 2 perc/szelet (BIRÓ ET AL., 2004b,c) (7-4. kép).



7-4. kép: Álgesztes bükk korong keresztmetszeti CT felvétele.⁴⁷

7.3 Bükk álgesztetés vizsgálata MRI technológiával

Mágneses rezonancia segítségével többen is végeztek már faanyagvizsgálatokat (JOHANSSON, 1985, HAILEY ET AL., 1985, MENON ET AL., 1987 IN DAVIS ET AL. 1989; KUCERA, 1989), az MR elven alapuló képalkotás (*Magnetic Resonance Imaging*) azonban még nagyon fiatal részterülete a kutatásoknak.

Bükk álgeszt meghatározása MR képalkotással először 2002-ben sikerült, a kísérlet VOICHITA BUCUR francia kutató nevéhez fűződik (BUCUR, 2002). A vizsgálat során 0,5 Teslás humán vizsgálatokra alkalmas MR berendezést használt. A kapott felvételen az álgeszt kivehető, határvonalai élesek. BUCUR (2002) tapasztalatai alapján a mágneses rezonanciás képalkotást a kutatások új irányvonalaként említi.

A *Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézete* jóvoltából lehetőségem nyílt a mintakorongok *mágneses rezonanciás* (MRI) vizsgálatára is. Az eredmények korrekt kiértékeléséhez további vizsgálatok szükségesek, az alábbiakban csak első részeredményeink kerülnek bemutatásra.

⁴⁷ Forrás: BIRÓ B.

7.3.1 A magmágneses rezonanciás képalkotás (MRI) működési elve

A mágneses erőtér és a rádióhullámok alkalmazásán alapul az MR képalkotás. A CT-vel ellentétben, mely csak axiális síkban tud képet alkotni, az MRI berendezések bármilyen síkban képesek képalkotásra és érzékenyen mutatják a különböző lágy szöveti részek elváltozásait.

A jelenség során egy mágneses térben atommagok reagálnak egy adott frekvenciájú rádióhullámmal, ezért e jelenséget mágneses magrezonanciának (*Nuclear Magnetic Resonance* – NMR) nevezték el. Az NMR technikán alapuló képalkotás az élő szervezetben leggyakrabban előforduló elem, a hidrogénatom tulajdonságain alapszik. A mágneses magrezonancia jelensége a periódusos rendszernek csak azon atomjait jellemzi, amelyek páratlan atomszámmal bírnak, hogy csak a két legfontosabbat említsük, ilyen a hidrogén (H1) és a foszfor (P31).

A hidrogénatomok a legalkalmasabbak a képalkotás céljára, a foszforatomok pedig az *in vivo* MR spektroszkópia egyik legfontosabb atomjai. Az MRI vizsgálat az erős statikus mágneses térbe (a Föld mágneses térerősségét 6.000 - 30.000-szeresen meghaladó, 0,3 - 1,5 Tesla erősségű térbe) helyezett hidrogén-atommagok, azaz a protonok és a különböző rádiófrekvenciás jelek kölcsönhatásán alapul. Az erős mágneses térben a H-atommagok a rájuk jellemző atomi tulajdonságuk miatt paralell, vagy antiparalell irányban állnak, azaz É vagy D felé mutatnak.

A nagyobb számú proton az energetikailag kedvezőbb irányt választja. A protonok forgástengelyének irányát a rádiófrekvenciával közölt (RF) energiával 90 ill. 180 fokkal el tudjuk mozdítani. A felvett energiát meghatározható idő alatt elektromágneses jelek, azaz válaszjelek formájában ki is sugározzák (*relaxatio*). A mérések ezeket a kisugárzott jeleket, az ún. MR jelet dolgozzák fel, analizálják. Ez jellemző a szöveti struktúrára, a szövet élettani állapotára.

Meghatározható a szövet víztartalma, ill. a szöveti víz kötöttségi állapota.

Az MR jel intenzitásának mérése, a test különböző pontjaiból érkező, különböző erősségű jelintenzitások pontos térbeli lokalizációja, valamint a jelintenzitások szürkeségi skálával történő keresztmetszeti megjelenése az MR képalkotás alapja. Az MRI – a televízióhoz hasonlóan – ultrarövid rádióhullámú sávban dolgozik (SZAKÁLY, 2003).

Előnyei:

- nem alkalmaz ionizáló sugárzást,
- kitűnő keresztmetszeti ábrázolást nyújt, tetszőleges síkokban,
- térbeli felbontása kiváló, kontrasztfelbontása precíz,
- objektív vizsgálómódszer standard vizsgálati technikákkal és dokumentációval,
- statikus és dinamikus vizsgálatok.

Hátrányai:

- relatíve költséges,
- nehezen hozzáférhető.

Az egyes anyagokban látható mágneses rezonanciás jelenséget két relaxációs paraméterrel, a T1 és T2 relaxációs idővel jellemezhetjük. Az MR mérés paramétereit változtatva ezek a relaxációs folyamatok az adott anyag képi megjelenését változó mértékben határozzák meg. Ha többfajta mérést készítünk ugyanarról a területről, akkor komplex képet kaphatunk a relaxációs folyamatok térbeli megoszlásáról, végső soron a vizsgált anyag felépítéséről. A folyamat összetett volta miatt a CT vizsgálattal

összehasonlítva a képen látott jelintenzitás nem reprodukálható, kvantitatív meghatározásra kevésbé alkalmas, viszont a víz állapotváltozásaira sokkal érzékenyebb (BIRÓ ET AL, 2004).

7.3.2 Vizsgált minta, vizsgálati protokoll

A vizsgálati minta megegyezett a computer-tomográfus vizsgálatnál leírtakkal.

Az MRI vizsgálathoz a minta kiterjedése miatt a gépbe beépített „test” tekercset használtam. 6 mm-es szeletvastagsággal T1 és T2 súlyozott felvételeket készítettünk és a T2 relaxációs-ido térkép számolására alkalmas mérést végeztem. Egy képpont mérete, ami a szelet vastagsága miatt tulajdonképpen egy hasáb, a vizsgálattól függően $0,78 \times 0,78 \times 6 \text{ mm}$ ($3,65 \text{ mm}^3$) vagy $1,56 \times 1,56 \times 6 \text{ mm}$ ($14,6 \text{ mm}^3$) volt. A MR felvételeken szintén jól felismerhető a fakorong szerkezete. A fa egyes összetevőinek MR megjelenését befolyásoló tényezők pontosan nem ismertek, meghatározásuk további vizsgálatokat igényel (BIRÓ ET AL., 2004b).

A vizsgálat során SIEMENS MAGNETOM VISION PLUS (1,5T) típusú MR berendezést használtam (7-5. kép).



7-5. kép: Siemens Magnetom Vision Plus (1,5T) típusú MR berendezés.⁴⁸

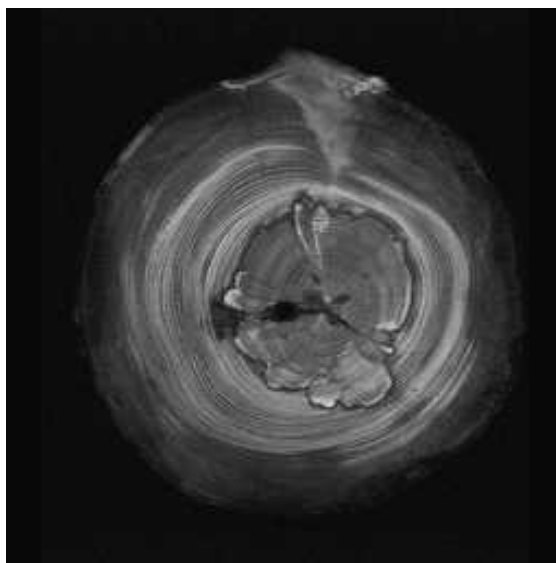
7.3.3 Kapott eredmények

A CT felvétel értékeléshez hasonlóan megállapíthatjuk, hogy:

- az alkalmazott módszer az álgeszt jelenlétét kimutatja,
- az álgesztesedés határa éles, jól kivehető, megegyezik a valós képpel,
- a törzsszelet teljes területéről egységesen jó minőségű információt kapunk,
- az álgeszt megléte könnyen felismerhető, a kiértékeléshez nem szükséges hosszas kiértékelési gyakorlat,
- kiváló lehetőséget biztosít az évgyűrűszerkezet vizsgálatához is,
- a vizsgálat időtartama: 3-8 perc szekvenciától függően (7-6. kép).

Fontos azonban leszögeznünk, hogy a fa egyes összetevőinek MR megjelenését befolyásoló tényezők pontosan nem ismertek, meghatározásuk további vizsgálatokat igényel (BIRÓ ET AL., 2004b,c,d).

⁴⁸ Forrás: GARAMVÖLGYI R. Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Int.



7-6. kép: Álgesztes bükk korong keresztmetszeti MRI felvétele.⁴⁹

7.4 Következtetések, jövőkép

Az eddigi kutatások és várható későbbi eredményeink is - napjaink műszaki színvonalát figyelembe véve - nem teszik lehetővé, hogy a gyérítések és a bontóvágások jelölése során a faállományok computer-tomográfus vizsgálata üzemszerűen - akár a legértékesebb bükkösökben is - ilyen alapokon legyen megoldható.

Viszont az informatika, műszertechnika robbanásszerű fejlődése, amennyiben komoly igény van rá, elvezethet egy olyan pillanatnyilag általunk csak elképzelt, könnyen hordozható, teleszkópos tartóra erősített, a fa köré kapcsolható vékony mérőfejes kerettel ellátott érzékelőhöz, amelyiket a fa tővére helyezve, kis sebességgel mozgatva felfelé a teleszkóp fokozatos kitolásával 6-8 m-es magasságig, az igényelt pontossággal és egyértelműséggel mutatná ki az általában orsó alakú álgeszt és annak átmérőjének alakulását. Természetesen egy hordozható terepi adatrögzítő és a megfelelő kiértékelő illetve képi megjelenítő software segítségével elengedhetetlenül szükséges a gyakorlati alkalmazhatósághoz. Így a terepen az előhasználatok és a fokozatos felújítóvágások során eltávolítandó törzsek kijelölésében az álgesztesedés megléte és mértéke is figyelembe vehető lenne.

A hazai magán-erdőgazdálkodás fejlődésével párhuzamosan fellendült az erdőállományok kereskedelme is, melyben egyre növekvő szerepet kap az erdőértékszámítás pontossága. Bükköseink esetében a piaci érték meghatározásában komoly szerepet kap az álgesztesedés mértékének és milyenségének esetleges ismerete. Jelenleg ez csak próbafás mintavétellel oldható meg (BIRÓ ET AL., 2004b,c,d).

Hosszabb perspektívákban gondolkodva lehetőség nyílna a modern erdőkezelési módok (célátmérős illetve minőségi csoportos gyérítési módok) fejlesztésére is.

Magas beszerzési ár és üzemeltetési költség jellemzi a computer-tomográfus és a magmágneses rezonanciás képalkotást, így fontos leszögeznünk, hogy amíg az általunk felvázolt mérési lehetőségek költsége nem csökken akkorára, hogy elérje az eredményekkel elérhető esetleges többletbevételek mértékét, addig a gyakorlat számára nem, csak a kutatásokban kaphat szerepet egy ilyen mobil eszköz.

⁴⁹ Forrás: BIRÓ B.

8 ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban a bükk álgesztesedés problémáját több aspektusból vizsgáltam. A kutatás kiindulópontja egy közel 80.000 ha állami tulajdonú erdővel gazdálkodó részvénytársaság területén megvalósult törzsenkénti mintavételezés. A mintegy 364 törzs részletes felmérése, majd elemzése egyszerre biztosított lehetőséget az álgesztesedés számos jellemzőjének vizsgálatára, valamint az erdei (primér) termékekben realizálódó árbevétel-kiesés számszerűsítésére. Az erdőgazdasági gyakorlat számára nagy jelentőséggel bíró optimális véghasználati kor kérdésében a korszaki jövedelmezőség számításával kerestem az álgeszttel terhelt bükk-állományok legnagyobb hozadékkal járó vágásérettségi időpontját.

Az álgesztesedés ökonómiájának teljesebb megismeréséhez célként jelöltem meg az elsődleges feldolgozóipar problematikájának vizsgálatát is. A Csurgói Faipari Kft-nél végzett próbatermelés során az adott alapanyag-minőség függvényében elérhető kihozatali értékek vizsgálatára nyílt lehetőségem.

A piac aktuális helyzete az erdészeti- és faipari gazdálkodásban is alapvetően meghatározza az elérhető eredményeket. Kérdőíves felmérés segítségével tisztázni próbáltam az álgesztes alapanyaggal kapcsolatos termelői, kereskedői véleményeket. Válaszokat kerestem az álgesztes faanyag csekély forgalmának okaira, valamint behatárolhatóvá vált a rendelkezésre álló lehetőségek, megoldások köre is.

A doktori kutatás nemzetközi szintű eredményt hozó részére a kutatás legvégső fázisában került sor. A kipróbált roncsolásmentes faanyagvizsgáló módszerek sikerrel jártak: Magyarországon elsőként sikerült az álgesztesedést magmágneses rezonanciás képalkotás segítségével kimutatni.

8.1 A vizsgálat során elért új eredmények

1999-ben készült diplomatervem készítése során számos kérdésre nem sikerült választ találnom. Ezek közül az álgesztesedés kialakulásának okaival kapcsolatosak a mai napig megválaszolásra várnak; az álgesztesedés kiterjedésének befolyásolásában a statisztikai elemzés azonban szignifikáns hatótényezők megismerését eredményezte.

Az álgesztesedés igen erős átmérőfüggését számos kutatás bizonyította már. A korábbi vizsgálatok eredményeihez képest azonban jóval szorosabb az összefüggés a bükk álgesztesedés vertikális és horizontális kiterjedése és a törzsek vastagsági mérőszáma között. A statisztikai vizsgálatok alapján azok a termőhelyi- és faegyedszintű paraméterek hatnak az álgeszt-dimenziókra, melyek az átmérő kialakításában is szerepet játszanak. A kor csak a törzsdimenziók befolyásolásán keresztül játszik szerepet a vizsgált anomália fejlődésében.

Az álgesztesedéssel foglalkozó kutatások közül kevés foglalkozik az álgeszt törzs keresztmetszetre vetített részarányának nagyságával. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy az adott vágáslapon elfoglalt százalékos arány viszonylag állandó értékeket vesz fel, mely a famagasság növekedésével sem változik.

A vizsgált mintatörzsek elemzését követően szükségesnek tartom az irodalmi feldolgozásban megismert álgeszt-terminológia kibővítését a kombinált (leggyakrabban felhős-körös) típusokkal. A vizsgált minta közel egyharmadában több, morfológiájában egymástól eltérő típus megjelenését figyeltem meg.

A megismert kor-mellmagassági átmérő, valamint a kapott álgeszt-kiterjedés - mellmagassági átmérő - kor kapcsolat felhasználásával elkészítettem a SEFAG Rt. bükkös állományaira jellemző álgesztes törzs-részarányt és álgeszt-kiterjedést ábrázoló térképeket.

Az ökonómiai hatásvizsgálat kutatási metodikája segítségével valódi árbevétel-kiesés értékeket kaptam. A mintatörzsek választékszerkezetének vizsgálata során rögzítésre került a valódi, az aktuális piaci elvárásnak megfelelő választék-kihozatal és az elméleti, álgesztmentes lehetőség is. A közel 3000 darab választékot számláló mintanagyság feltételezi az eredmények pontosságát is.

A doktori kutatás egyik legfontosabb fejezeteként értékelhetjük a roncsolásmentes vizsgálati módszerekkel elért vizsgálati eredményeket. A computer-tomográfus vizsgálatok esetében a szakirodalomban megismertekkel ellentétben jóval kisebb sugárdózisú, humán vizsgálatokra alkalmas berendezést teszteltem. A képalkotás eredményét elemezve megállapíthatjuk, hogy a bükk álgesztesedés kimutatására a computer-tomográf alkalmas.

Az MRI vizsgálattal kapott kép ismeretében elmondható, hogy az álgesztesedés kimutatására és további vizsgálatára is kiválóan alkalmas, azonban a fa összetevőinek további kutatása megtervezéséhez még számos előzetes vizsgálat szükséges.

8.2 A kapott eredmények a szakirodalom tükrében

A bükk álgesztesedés hatalmas irodalmi forrásának elemzését követően megállapíthatjuk, hogy a témában kutatásokat folytató szerzők legtöbbször elsősorban az álgesztesedés morfológiájának leírását célozta meg vizsgálataival.

A SEFAG Rt. bükkállományaira jellemző álgesztesedési paramétereket összehasonlítva a korábbi hazai eredményekkel elmondhatjuk, hogy a kapott tendenciák, trendalakulások nagyon hasonló lefutásúak. A vizsgálatok tervezésében és kivitelezésében is alapul szolgáló zirci kutatás (RUMPF ET AL., 1994) az álgesztesedési részarány, valamint kor – álgeszt-kiterjedés és törzsátmérő – álgeszt-kiterjedés görbék közel azonosak a mostani eredményeimmel. Eltérést a görbék meredekségében tapasztalhatunk: a somogyi állományokban hamarabb indul meg az álgesztesedés folyamata, és gyorsabban eléri annak vizsgált paraméterei esetében a maximumát. Ennek oka szintén a vizsgált jelenség igen erős átmérőfüggésével magyarázható. Az optimális véghasználati korok vizsgálatában sem adódott olyan korérték, melynek elérését követően hatványozott negatív hatások érnék az elérhető árbevétel nagyságát.

Az álgesztesedés hosszirányú lefutását a kapott értékek alapján elemezve megállapíthatjuk, hogy az álgesztesedés maximális kiterjedését átlagosan 3 méteres famagasságban éri el. Ez az érték a szakirodalomban lejegyzett értékekhez (2.3.4 fejezet) képest számottevő különbséget mutat, hiszen a legtöbb kutatás 6 – 7 – 8 méterben jelölte meg a keresett maximum magasságát. A kapott eredmény komoly negatív változást okoz a választékszerkezetben, ezzel együtt az elérhető árbevételben: az első négy választék esetében (11,5 m famagasságig) – 2003. évi átlagos választékárakkal számolva – 4.000 Ft/m³-t meghaladó veszteséggel kell számolnia a gazdálkodónak.

A külföldi - elsősorban a németországi, svájci és ausztriai - kutatásokkal összehasonlítva elmondható, hogy arányaiban jóval nagyobb szerepet játszik a somogyi (hazai) az álgesztesedés. Termőhelyi, természetvédelmi és fakereskedelmi szempontok együttes hatása eredményezi, hogy míg hazánkban jóval alacsonyabb vágásfordulóval tudjuk csak bükköseinket kezelni, addig tőlünk nyugatabbra nem ritka a 160-180 éves korban véghasznált állomány sem.

A bükkösök optimális gazdasági vágáskorát az átlagos korszaki jövedelem és a belső kamatláb segítségével vizsgáltam. Egyértelműen megállapítható, hogy nem jelölhető ki olyan optimális véghasználati kor (célátmérő), melyet átlépve, az elérhető hozam ugrásszerűen csökkenni kezdene. MAHLER ET HÖWECKE (1991), valamint RUMPF ET AL. (1994) vizsgálatai szintén ezt az eredményt igazolták, eltérő ár- és költségviszonyok mellett is.

Az álgesztes alapanyaggal kapcsolatos közvéleménykutatás eredményeit összehasonlítva a német vizsgálatával, kirajzolódik számunkra, hogy melyek az álgesztesedéssel kapcsolatos, földrajzi elhelyezkedéstől független problémák, és melyek a speciálisan hazai viszonyok következtében kialakult tényezők. Előbbire példák az újfajta faipari irányzatok meghonosításának, kialakításának nehézségei. A hazai piac esetében komoly nehézséget okoz, hogy – egyelőre - az értékesíthetőségben kizárólag a termék árának van szerepe.

Az álgesztesedés kutatásának egyik „legfiatalabb” ágaként ismert a roncsolásmentes vizsgálati módszerek tesztelése. A viszonylag csekély próbálkozás eredményeit összehasonlítva a kapott eredményekkel, megállapítható, hogy a humán célra alkalmazott berendezés kitűnő keresztmetszeti ábrázolást nyújt, térbeli felbontása kiváló. Ezzel szemben SEELING ET AL (1999) vizsgálataiban a kapott kép esetében a vizuális összehasonlítás nem volt elegendő a kiértékeléshez. Fontos azonban leszögezni, hogy mobil berendezés esetén gyengébb eredmény kapható. A vizsgálat időtartamát összehasonlítva a szakirodalmi adatokkal megállapítható, hogy a fix berendezések jóval gyorsabb mérést tesznek lehetővé, esetünkben ez mindössze 2 percet vett igénybe szeletenként!

A röntgensugárzáson alapuló kísérleteket végzők (mindez hatványozottan érvényes a magmágneses rezonanciás képalkotásra is) egyöntetűen megállapítják, hogy a vizsgálatok költségvonzata egyelőre nem teszi lehetővé a metodika gyakorlati alkalmazhatóságát.

8.3 Tézisek

1. A szerző meghatározta a somogyi bükkösök álgesztesedési mérőszámait és jellemzőit:
 - az állományok álgesztesedési részarányát,
 - az álgeszt időbeli és térbeli fejlődését
 - az álgesztesedés morfológiáját (dimenzióit a különböző korokban, színét és típusait).
2. Az álgesztípusok vizsgálata során a szerző új típussal bővítette a meglévő tipológiát: a felhős-körös típusok kombinációja a törzsek közel egyharmadát jellemzi.
3. Az álgesztesedés keresztmetszeti részarányának vizsgálatában új megállapításként értékelhető, hogy az adott vágáslapon elfoglalt százalékos arány a famagasság növekedésével viszonylag állandó értékeket vesz fel.
4. A szerző bizonyította, hogy az álgesztesedés kiterjedése az átmérővel van a legszorosabb kapcsolatban. Minden egyéb, vagyis a kor, a termőhelyi paraméterek és erdőnevelési módok csak ezen keresztül hatnak az álgesztesedésre.
5. A szerző közel 3000 db választék elemzésével meghatározta az álgesztesedés okozta abszolút veszteség nagyságát.
6. A dolgozat több oldalról is alátámasztja, hogy kizárólag az álgesztesedés szempontjából nem lehet meghatározni az optimális véghasználati kort.
7. A Részvénytársaságra kapott összefüggések alapján a szerző elkészítette a somogyi bükkösök álgesztesedési részarány- és álgesztkiterjedési térképét.
8. A szerző kiszámította a primér fafeldolgozóiparban elérhető árbevételt az álgesztesedés mértéke és milyensége függvényében, ezzel alátámasztotta, hogy a termékkihozatalt döntően befolyásolja a bükk fafajspecifikus álgesztesedése.
9. Kérdőíves felmérés segítségével a szerző összegyűjtötte a bükkal foglalkozó kereskedőknek és termelőknek az álgesztes faanyaggal kapcsolatos véleményeit, és az álgesztes termékek piaci forgalmának növelhetőségével kapcsolatos ötleteit.
10. A szerző bizonyította, hogy a roncsolásmentes faanyagvizsgálati módszerek kritériumainak tökéletesen megfelelő computer-tomográfus, valamint magmágneses rezonanciás vizsgálati technológiák egyértelműen alkalmasak a bükk álgesztesedésének kimutatására.

8.4 A doktori kutatás eredményeinek gyakorlati alkalmazhatósága

A kutatás során meghatározásra kerültek a SEFAG Rt. bükkállományaira jellemző legfontosabb álgesztesedési jellemzők. A kapott jellemzők ismeretében, adott korú és átmérőjű állomány esetében nagy biztonsággal előre megbecsülhető az adott területen megjelenő álgesztesedési részarány, illetve az álgesztesedés átlagos kiterjedése is. Ezek ismeretében az erdészetek, rajtuk keresztül pedig a részvénytársaság üzleti tervének készítése is kevésbé lesz bizonytalansággal terhelt. A mindenkori aktuális kereskedelmi árak segítségével a hektáronkénti és a köbméterre vetített árbevétel kiesés értéke is számítható.

Az álgesztesedés helyi jellemzőinek megismerése lehetővé teszi, hogy az erdőállományok egyre inkább fellendülő kereskedelmében a bükkösök értékének becslése kisebb hibaszázalékkal történhessen meg.

Az elsődleges feldolgozás során kapott összefüggések alapján elmondható, hogy a kiélezett piaci helyzetnek megfelelően alapvető jelentősége van a feldolgozásra szánt alapanyag minőségének. Az álgeszt kiterjedésének és típusának ismeretében célszerű próbatermeléssel meggyőződni az elérhető kihozatali értékekről. A vizsgálatok alapján elmondható, hogy fokozott figyelmet kell fordítani a fűrészüzembe beérkező rönkök osztályozására, átválogatására.

A Németországban megismert, az álgesztes alapanyag népszerűsítésére tett kísérletek számos ötlettel szolgálhatnak számunkra is. Viszonylag csekély költségráfordítással (internetes tájékoztató oldalak, bútorigipari, faipari vásárokon kialakított standok, szóróanyagok, erdei iskolai oktatás stb.) növelhető az álgesztes bükk faanyagának népszerűsége. E célt szolgálja az elkészített szóróanyag minta is.

8.5 Javaslatok, jövőbeni kutatási feladatok

Az utóbbi évek legdinamikusabban fejlődő álgesztkutatási részterületének mindenképpen a biokémiai vizsgálatokat kell megjelölnünk. Ebben hazai kutatóink (ALBERT ET AL.) világviszonylatban is az élen járnak. Az általuk kidolgozott vizsgálati metodika egyedülálló eredményekhez vezetett. Az enzimatis kutatások továbbfejlesztése egyik lehetséges útja a kívánt magyarázatoknak.

Az álgesztesedés genetikai hátterének vizsgálata számos – napjainkig még megválaszolatlan – kérdésre adna választ.

A bükk álgesztesedésének csökkentésére irányuló erdőnevelési beavatkozásokra a szakirodalomban számos javaslattal találkozunk. A kutatók egy része – az álgesztesedés és az ágcsomok kapcsolatát feltételezve – az állományok sűrűn tartását szorgalmazzák. Mások (pl. Ormos) ezzel szemben az egészséges, vastag oldalágak kialakulásában látják az anomália csökkentési lehetőségét. A hosszútávú - célzottan a különböző erdőnevelési módok hatását vizsgáló - kutatások elindítása a szakma egyik fontos jövőbeni feladata.

A kérdéssel kapcsolatban távolabbi ökológiai és ökonómiai koncepciók megalkotása akkor válik elérhetővé, ha megvalósul a roncsolásmentes faanyagvizsgáló módszerekkel történő álgeszt meghatározás. Az álgesztesedés időbeli és térbeli fejlődésének nyomonkövetése jelenleg a kutatási terület legnagyobb kihívása. Mivel az álgesztes faanyag piaci trendjének alakulására stagnálás jelezhető előre, így hatványozott jelentősége van a lehetséges ökológiai befolyásoló tényezők megismerésének.

A vizsgálataimban alkalmazott MR készülék alkalmas bizonyos elemek (pl. Ca, P stb.) fatestben való eloszlásának megismerésére is. Hazai biokémiai vizsgálatok kimutatták, hogy például a Ca-ionok szignifikánsan nagyobb mennyiségben vannak jelen az álgesztes részekben. További vizsgálatok szükségesek az álgesztesedés ebből eredő befolyásolásában is, mely esetleg mélyebb kapcsolatok meglétét is bizonyítani tudná a termőhelyi, illetve biokémiai okok esetében.

A bükk álgesztesedés problematikájához kapcsolódóan újszerű javaslattal állt elő a Német Erdőgazdálkodók Egyesülete: szabványban kívánják rögzíteni a bükk fűrészrönkben megengedhető álgeszt mértékét. Indoklásuk szerint a pillanatnyilag érvényes eltérő minőségi osztályozás nagyon megnehezíti a piac áttekintését. A német tartományi rendszerben alkalmazott eltérő szabványok ismeretében az Egyesület által felvetett gondolatoknak van létjogosultsága. Ezzel szemben hazánkban jóval nagyobb súllyal szerepelnek a kialakult vevői szokványok, elvárások; így a honi viszonyok esetében csekély jelentőséggel bírna egy hasonló szabvány kidolgozása.

Amennyiben a jövőben sikertelenség jellemzi az álgesztes bükk faanyag „előszereteti értékének” növelésére tett kísérleteket, úgy fokozott szerephez jutnak a feldolgozóipar újszerű eljárásai, ezek további fejlesztése.

9 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok munkahelyem, a SEFAG Rt. minden dolgozójának, akik a disszertáció elkészülésében segítségemre voltak. Külön köszönet illeti a Kaposvári, Zselici, Igali és Iharosi Erdészetek kerületvezető erdész kollégáit; nélkülük a mintatörzsek töredékét tudtam volna csak értékelni.

Köszönöm az Állami Erdészeti Szolgálat Kaposvári Igazgatóságának, hogy a szükséges információkat biztosították, valamint Major Attilának a térképek minőségi kivitelezését.

Ezúton szeretném megköszönni doktori témavezetőmnek, dr. Rumpf Jánosnak értékes tanácsait és baráti támogatását.

10 IRODALOMJEGYZÉK

10.1 Nyomtatott irodalom

- ALBERT L., KOLOSZÁR J, TAKÁCS L., VARGA SZ.** 1998a: Elterések a vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica L.*) faanyagának kémiai paramétereiben. Faipar, 36-37.
- ALBERT L., KOLOSZÁR J, TAKÁCS L., VARGA SZ.** 1998b: A szabad és kötött savtartalom sugárirányú változása a vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica L.*) faanyagában. Faipar, 23-24.
- ALBERT L., KOLOSZÁR J.** 2003: Új kutatási eredmények a bükk álgesztesedést kiváltó okokról. MTA VI. Országos Erdészettudományi és Fatudományi Fóruma
- ALTEN, P. V.** 1895: Versuche und Erfahrungen mit Rotbuchenholz. Verlag J. Springer, Berlin.
- ANONYMUS** 1961: Rotkern der Buche beschränkt die Verwendungsmöglichkeit. Holz-Zentralblatt, 87: Nr. 15, S. 205
- ANONYMUS** 1988: Neuartiger Buchen-Farbkern. Waldwirt, 2: S. 23
- ANONYMUS** 1993: Plädoyer für die rotkernige Buche. Holz-Zentralblatt, 119: Nr. 11, S. 191
- ANONYMUS** 1998 a: Möbel aus rotkerniger Buche ausgezeichnet. Holz-Zentralblatt, 124: Nr. 100, S. 1355
- ANONYMUS** 1998 b: Buche – auch ein Problem für Holz Sachverständige. Holz-Zentralblatt, 124: Nr. 89/90, S. 1259
- APOSTOL T.** 2003: Az álgeszt keletkezése, anatómiai és fizikai sajátosságai. Doktori szigorlat. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- APOSTOL T.** 2004: Az álgeszt kialakulása a szakirodalom tükrében. Faipar. LII. évf. 1. sz. 9-16.
- ARMBRUSTER, W.** 1961: Rotkern bei Buche. Ein Vorschlag wirklich zu Güte. Holz-Zentralblatt, 87: Nr. 13, S. 175
- ARNSWALD, H. J.** 1961: Rotkern der Buche, ein Vorschlag zur „Güte“. Holz-Zentralblatt, 87: Nr. 6, S. 57
- BECKER, D.; FREIST, H.; OLLGARD, M.** 1989: Zielstarkennutzung und Buchenrotkern. Forst und Holz, 44: Nr. 1, S. 12-14
- BECKER, G.; SEELING, U.** 1998: Erscheinungsbild, Auswirkungen und Akzeptanz des Rotkerns in Buchenholz.. Projekt des Instituts für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitwissenschaft. Freiburg.
- BEIMGRABEN, T.** 1998: „Der Farbkern der Rotbuche“ und „Neue Methoden der Buchenbewirtschaftung.“ Unveröffentlichter Bericht über ein Kolloquium an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Januar 1998
- BIRÓ B.** 1999: A bükk álgesztesedésének vizsgálata a Zselici erdőgazdasági tájban a Somogyi Erdészeti és Faipari Rt. Kaposvári Erdészeti területén. Diplomamunka, Sopron.
- BITTMAN, O.** 1930: Frostkern der Buche. Wiener Allg. Forst- und Jagdzeitung, S. 121-122.
- BONDOR SZERK.** 1986: A bükk. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- BÖRNER, M.** 1997: Zu Wachstum und Wachstumsreaktionen der Rotbuche nach Feistellung in Fortgeschrittenem Alter. Dissertation, Universität Freiburg, Forstliche Fakultät
- BOSSHARD, H. H.** 1965 a: Mosaikfarbkernholz in *Fagus sylvatica L.* Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 116: Nr. 1, S. 1-11
- BOSSHARD, H. H.** 1965 b: Aspects of the Aging Prozess in Cambium and Xylem. Holzforschung, 19: Nr. 3, S. 65-69

- BOSSHARD, H. H.** 1967: Über die fakultative Farbkernbildung.
Holz als Roh- und Werkstoff, 25: Nr. 11, S. 409-416
- BOSSHARD, H. H.** 1984: Holzkunde. Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes.
Birkhäuser Verlag Basel/Stuttgart
- BRINAR, M.** 1966: Möglichkeiten vorbeugender Verhinderungen der Buchenkernentstehung durch waldbauliche Maßnahmen. Dissertation, Hochschule Zvolen, Forst- und Holzwirtschaft
- BUCHER, H. P.; KUCERA L. J.** 1991: Vergleich der Holzeigenschaften gesunder und geschädigter Buchen. Feuchtegehalt und Feuchteverteilung, Vorkommen von Farbkernholz.
Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 142: Nr. 5, S. 415-426
- BUCHER, H. P.; KUCERA, L. J.; WALTER, M.; BONSEN, K. J. M.** 1993: Elektrische Leitwertprofile im Holzkörper mitteleuropäischer Baumarten, bestimmt mit dem „Vitamat“.
Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und landschaft, 68 (2): S.63-144
- BUCHHOLZ, E.** 1958: Kernbildung und Astreinigung.
Holz- Zentralblatt, 84: S. 372
- BUCUR, V.** 2002: High resolution Imaging of wood.
In Proceedings of the 13th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood.
- BUES, C. T.; SCHULZ, H.** 1989: Festigkeit und Feuchtegehalt von Buchenholz aus Waldschadensgebieten.
Holz als Roh- und Werkstoff, Nr. 47, S. 515-520
- BÜREN, S. v.** 2002: Der Farbkern der Buche in der Schweiz nördlich der Alpen: Untersuchung über die Verbreitung, die Erkennung am stehenden Baum und die ökonomischen Auswirkungen.
Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen. 86. Zürich, 2002.
- BUND** 1996: Rotkernige Buche.
Projekt für einheimisches Holz. Werbeschrift
- BUTIN, H.** 1989: Krankheiten der Wald- und Parkbäume: Diagnose, Biologie, Bekämpfung.
Stuttgart, New York: Thieme Verlag
- CHOVANEC, D.** 1974: Möglichkeiten der Verhinderung der Entstehung des Buchenkerns.
Lesnický Casopis, 20: Nr. 4, S. 339-354
- CSEPREGI I.; KOLOSZÁR J.** 2003: Új gyéritési eljárások első hazai tapasztalatai.
Erdészeti Lapok 138. évf. 1. szám.
- DANNECKER, K.** 1957: Rotkernbildung bei einzelstammweiser Nutzung der Buche.
Allgemeine Forstzeitschrift, 12: Nr. 20/21, S. 250-251
- DAVIS, J. R.; WELLS, P.; MORGAN, M.; SHADBOLT, P.; SUENDERMANN, B.** 1989: Wood research applications of computerized tomography. In Proceedings 7th International Nondestructive Testing of Wood Symposium. Washington State University Pullman, Washington.
- DIETRICH, H. H.** 1964: Chemisch- physiologische Untersuchung über die Splint-Kern-Umwandlung der Rotbuche. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt Reinbek Nr. 58
- DOBLER, D.; HOHLOCH, K.; LISBACH, B.; SALIARI, M.** 1988: Triebblängenmessungen an Buchen.
Allgemeine Forstzeitschrift, 43: Nr. 29, S. 811-812
- FERCHLAND, R.** 1987: Untersuchung über das Auftreten und Form abnormer Kerne bei Buchen.
Diplomarbeit, Universität Göttingen, Forstliche Fakultät
- FIRBÁS O.** 1985: Erdőhasználat I.
Mezőgazdasági Kiadó Budapest.
- FRANK, A.** 1996: Rotkernbildung und Zielstärkennutzung in Buchenbeständen des Forstamtes Minden.
Allgemeine Forstzeitschrift, 51: Nr. 12, S. 683-685
- FREY-WYSSLING, A.; BOSSHARD, H. H.** 1959: Cytology for the Ray Cells in Sapwood and Heartwood.
Holzforschung, 13: Nr. 13, S. 128-137
- FRIEDRICH, H.** 1963: Die Kernbuche, ein interessantes Holz.
Holz-Zentralblatt, 89: Nr. 139/140, S. 2265
- FRITZSCHE,** 1995: Kernbildung beim Buchenstammholz - Eine Erhebung im Bezirk.
Hannover im Forstwirtschaftsjahr 1995. Unveröffentlichter Bericht

- FRÖHLICH, J.** 1951: Urwald-Praxis.
Neumann Verlag Radebeul und Berlin.
- FRÜHWALD, A.; BAUCH, J.; MEHRINGER, H.; PULS, J.; SCHWAB, E.** 1988: Die Qualität des Holzes von Buchen aus Waldschadensgebieten. Holz- Zentralblatt, 114: Nr. 81, S. 1218
- GADOW, W. v.** 1989: Zielstärkennutzung und Buchenrotkern.
Forst und Holz, 44: Nr. 14, S. 364-366
- GAUMANN, E.** 1946: Über die Pilzwiderstandsfähigkeit des roten Buchenkerns.
Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 97: S. 24-32
- GELETA F.** 1993: Somogyi erdőök.
OEE kiadvány, Kaposvár
- GLAVAC, V.; KOENIS, H.; EBBEN, U.** 1990: Auswirkung sommerlicher Trockenheit auf die Splintholz-Wassergehalte im Stammkörper der Buche.
Holz als Roh- und Werkstoff, 48: S. 437-441
- GRÖßLER, H.** 1943: Holztechnologische Untersuchungen an Hochgebirgsbuchen.
Holz als Roh- und Werkstoff, 6: Nr. 3, S. 81-86
- HABERMEHL, A.; RIDDER, H. W.** 1992a: Computer-Tomographie am Baum Teil I:
Erkennen der Baumfäule und Gerätekonzept. Materialprüfung, Nr. 10, S. 325-329
- HABERMEHL, A.; RIDDER, H.W.** 1992b: Computer- Tomographie am Baum Teil II:
Elektronische Komponenten, Systemsteuerung und Anwendung.
Materialprüfung, Nr. 11-12, S. 357-360
- HARTIG, R.** 1882: Über die Verteilung der organischen Substanz, des Wassers und Luftraumes.
Forstbotanisches Institut München, Berlin Springer Verlag
- HERRMANN, G.** 1902: Über die Kernbildung bei der Rotbuche.
Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 34: Nr. 10, S. 596-617
- HÖSLI, J. P.; BOSSHARD, H. H.** 1975: Überprüfung der Tränkbarkeit von rotkernigem Buchenholz mit Steinkohlenteeröl: Trankerfolg in Abhängigkeit der Thyllenhäufigkeit.
Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 126: Nr. 12, S. 865-875
- HÖWECKE, B.** 1991: Untersuchung zur Farbverkernung in Baden- Württemberg.
Dissertation, WSL Birmensdorf
- HUPFELD, M.; BERENDES, G.; LEHNHARD, F.** 1997: Buchenrotkern und Zielstärkennutzung.
Allgemeine Forstzeitschrift, 52: Nr. 19, S. 1024-1027
- ILLE, R.** 1930: Frostkern der Buche.
Wiener Allg. Forst- und Jagdzeitung, Jg. 48. Nr. 52. S. 321-322.
- ILLYÉS G.** 2002: Az alapanyag minőség és a fűrészáru minőség összefüggései és azok hatása a termelési tevékenység hatékonyságára, lombos fafajú alapanyagot feldolgozó fűrészüzemekben.
Diplomamunka, Nyugat-Magyarországi Egyetem.
- JANOTA, I.** 1971: Frequenz und Größe des Buchenfalschkerns.
Drevarsky Vyskum, 16: Nr. ½, S. 23-37
- JAROSCHENKO, G.** 1935: Der Einfluss der natürlichen Reinigung des Stammes von Ästen auf die Bildung des falschen Kerns bei der Buche und einiger ähnlicher Bildungen bei Anderen Holzarten.
Forstwissenschaftliches Centralblatt, 57: S. 375-379
- KARADZIC, D.** 1981: A study of the causes of false heartwood in beech.
Sumarstvo, 34: Nr. 1, S. 3-18
- KELLER, H.** 1961: Vom Rotkern der Buche.
Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 8: Nr. 8, S. 498-502
- KLEIN, E.** 1992: Beobachtungen und Überlegungen zur Verkernung der Rotbuche.
Holz- Zentralblatt, 118: Nr. 8, S. 96-98
- KLEMMT, H. J.** 1996: Untersuchungen zum Auftreten des Buchenfarbkerns in unterfränkischen Beständen.
Diplomarbeit, Universität München, Forstliche Fakultät

- KNIGGE, W.; SCHULZ, H.** 1966: Grundriss der Forstbenutzung.
Verlag Paul Parey. Hamburg, Berlin.
- KÖLBEL, M.** 1994: CT- Messungen zur Bestimmung des Rotkerns an Buche und weitere Einsatzmöglichkeiten in der Naturwaldforschung.
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
- KOLTZENBURG, C.; KNIGGE, W.** 1987: Holzeigenschaften von Buchen aus Immissionsgeschädigten Beständen. Zuwachs und physikalische Holzeigenschaften. Holz als Roh- und Werkstoff, 45: S. 81-87
- KONNERT, M.; SPIECKER, H.** 1996: Beeinflussen Nutzungen einzelner Bäume die genetische Struktur von Beständen? Allgemeine Forstzeitschrift, 51: Nr. 23, S. 1284-1289
- KOTAR, M.** 1995: Gesetzmäßigkeiten der Verbreitung des Rotkerns bei der Buche. Qudenau, H. D. 1., s. 197-224 oder: DVFFA, Sektion Forstliche Biometrie und Informatik 1994
- KRAHL-URBAN, J.** 1954: Buchenrassenstudien in Bayerisch-Böhmischen Wald, in den Bayerischen Alpen und in den Karawanken. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 76: Nr.9/10, S. 309-325
- KRAHLHEER, P.** 1986: Wirtschaftliche Bedeutung des Buchenrotkerns im Forstamt Arnstein. Diplomarbeit Universität Göttingen, Forstliche Fakultät
- KREMPL, H.; MARK, E.** 1962: Untersuchungen über den Kern der Rotbuche. Allgemeine Forstzeitung Wien, S. 186-191
- KUCERA, L. J.; BUCHER, H. P.** 1989: Current use of the NMR tomography on wood at the Swiss Federal Institute of Technology: overview and outlook. In Proceedings 7th International Nondestructive Testing of Wood Symposium. Washington State University Pullman, Washington.
- KUCERA, L. J.; BUCHER, H. P.** 1988: Ein neuartiges Messgerät für Holzuntersuchungen. SIA Schweizer Ingenieur und Architekt 106: Nr.45, S. 1243-1246
- KUCERA, L. J.** 1991: Die Buche und ihr Holz – eine Einführung in die Problematik. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 142: Nr. 5, S. 363-373
- LAMPSON, P.** 1992: Zur Verkernung der Rotbuche. Holz-Zentralblatt, 118: Nr. 42, S. 677-682
- LARSEN, P.** 1943: Die Bedeutung der Winterkalte für die Kernbildung der Buche. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 94: Nr. 9, S. 265-272
- LIESE, J.** 1930 a: Der Frostkern der Buche. Der Deutsche Forstwirt, Nr. 12, S. 812-814
- LIESE, J.** 1930 b: Eigenartiger Rotkernbildung der Buche. Forstarchiv, 16: Nr. S. 161-163
- MAHLER, G.; KLEBES, J.; KESSEL, B.** 1986: Beobachtungen über außergewöhnliche Holzverfärbungen bei der Rotbuche. Allgemeine Forstzeitschrift, 41: Nr. 14, S. 328
- MAHLER, G.; HÖWECKE, B.** 1991: Verkernungserscheinungen bei der Buche in Baden-Württemberg in Abhängigkeit von Alter, Standort und Durchmesser. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 142: Nr. 5, S. 375-390
- MAJER A.** 1982: Erdőműveléstan II. Egyetemi jegyzet. Kézirat. Sopron.
- MAROSI GY. – GÓLYA J. – RUMPF J.** 1998: A Somogyi Erdészeti és Faipari Rt. erdőgazdálkodásának jövedelmezősége. Kutatási jelentés. Kézirat. Sopron
- MAYER-WEGELIN, H.; BERKEL, A.** 1940: Das Holz der orientalischen Buche. Mitteilungen aus der Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, S. 211-243.
- MAYER- WEGELIN, H.** 1944: Die Verkernung des Buchenholzes. Silvae orbis, CIS, Berlin, Nr. 15, S. 227-236
- MEHRINGER, H.** 1989: Eigenschaften des Holzes von Kiefern und Buchen aus Waldschadensgebieten. Dissertation, Universität Hamburg, Fachbereich Biologie
- MEHRINGER, H.; FRÜHWALD, A.; BAUCH, J.** 1988: Holzbiologische Untersuchungen an Buchen aus Waldschadensgebieten. Holz als Roh- und Werkstoff, 46: Nr. 12, S. 447-455

- MITSCHERLICH, G.** 1950: Für und wider den naturgemäßen Wirtschaftswald.
Forst und Holz, 5: S.189-191.
- MOLL, F.** 1949: Der falsche Kern der Buche.
Forstwirtschaft – Holzwirtschaft 1949, Nr. 19.
- MOLNÁR S.** 2001a: Kísérleti technológia álgesztes bükk fűrészáru továbbfeldolgozására.
Kutatási zárójelentés. Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Faanyagtudományi Intézet, Sopron. Nem publikált.
- MOLNÁR S.** 2001b: Az álgesztes bükk faanyag kiváló tulajdonságokkal rendelkezik!
Faipar 19.
- MÖRATH, E.** 1931: Der Frostkern der Buche.
Allg. Forst- und Jagdzeitung, Nr. 107, S. 312-315.
- MÜNCH, E.** 1910: Über krankhafte Kernbildung.
Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 8: Nr. 10, S. 533-547
- NAUMANN, A.; JÜLICH, L** 1997: Berücksichtigung von Rot- und Spritzkernen bei der Holznutzung.
Allgemeine Forstzeitschrift, 52: Nr. 3, S. 156-159.
- NECESANY, V.** 1960: Der Buchenkern.
Vydavatelstvo Slovenskej Akademie Vied Bratislava 1958.
- NECESANY, V.** 1966: Die Vitalitätsänderung der Parenchymzellen als physiologische Grundlage der Kernbildung. Holzforschung und Holzverwertung, Nr. 18, S. 61-65.
- NECESANY, V.** 1969: Forstliche Aspekte bei der Entstehung des Falschkerns der Rotbuche.
Holz- Zentralblatt, 95: Nr. 37, S. 563-564.
- NIEMZ, P.; KUCERA, L. J.; FLISCH, A.; BLASER, E.** 1997: Anwendung der Computer-Tomographie an Holz. Holz als Roh- und Werkstoff 55: Nr. 4, S. 279-280.
- PACLT, J.** 1953: Kernbildung der Buche.
Phytopathologische Zeitung, 20: Nr. 2, S. 255-259.
- PRIBILLA T.** 2003: A bükk álgesztesedésének vizsgálata a Letenyei Erdészetben.
Diplomamunka Sopron.
- RACZ, J.; SCHULZ, H.; KNIGGE, W.** 1961: Untersuchungen über das Auftreten des Buchenkerns.
Forst- und Holzwirt, 16: Nr. 19, S. 413-417.
- RATHKE, K. H.** 1996: Zu Rotkern bei Buche.
Allgemeine Forstzeitschrift, 51: Nr. 23, S. 1312.
- RAUNECKER, H.** 1953: Die Entstehung des Buchenrotkernes.
Holz- Zentralblatt, 79: Nr. 125, S. 1343.
- RAUNECKER, H.** 1956: Der Buchenrotkern, nur eine Alterserscheinung?
Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 127: Nr. 1, S. 16-31.
- RAUSCH, H.** 1960: Wasserhaushalt und Rotkernbildung bei der Buche.
Allgemeine Forstzeitschrift, 15 Nr. 1, S. 12.
- REDDE, N.** 1998: Fakultative Farbkernbildung an Wertholzhaltigen Starkbuchen.
Diplomarbeit, Universität Göttingen, Forstliche Fakultät.
- RIEDER, A.** 1997: Einflussmöglichkeiten auf die Farbkernausbildung bei Rotbuche.
Österreichische Forstzeitung, Nr. 5, S. 34-36.
- ROHDE, T.** 1933: Die Frostkernfrage.
Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, Jg. 1933, Nr. 4, S. 591-629.
- RUMPF J. - GÓLYA J. - MIHÁLY S. - HEGYI GY. - TÓTH F. - JAGODITS M.** 1994: Bükk álgesztesedés vizsgálata a Zirci Erdészetnél. Kutatási jelentés, Sopron.
- SACHSSE, H.** 1967: Über das Wasser/Gas- Verhältnis im Holzporenraum lebender Bäume im Hinblick auf die Kernbildung. Holz als Roh- und Werkstoff, 25: Nr. 8, S. 291-303
- SACHSSE, H.** 1991: Kerntypen der Rotbuche.
Forstarchiv, 62: Nr. 6, S. 238-242

- SACHSSE, H.; SIMONSEN, D.** 1981: Untersuchung über mögliche Zusammenhänge zwischen mechanischen Stammverletzungen und Kernbildung bei *Fagus sylvatica* L.. Forstarchiv, 52: Nr. 5, S. 179-183
- SACHSSE, H.; FERCHLAND, R.** 1988: Abnorme Kerne bei Rotbuche. Holz als Roh- und Werkstoff, 46: Nr. 11, S. 426
- SANDERMANN, W.; LÜTHGENS, M.** 1953: Untersuchungen über Verfärbungen von Hölzern. Holz als Roh- und Werkstoff, 11: Nr. S. 435-440
- SANDOZ, J. L.; LORIN, P.** 1994: Standing tree quality assessments using ultrasound. Rapport interne IBOIS/EPFL, Lausanne: S. 1-26
- SANDOZ, J. L.** edited by 1996: Proceedings. 10th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood. Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, S. 201-208
- SCHMIDT, O.; MEHRINGER, H.** 1989: Bakterien im Stammholz von Buchen aus Waldschadensgebieten und ihre Bedeutung für Holzverfärbungen. Holz als Roh- und Werkstoff, 47: S. 285-290
- SCHNELL, G.** 1986: Bildung von Braunkern, Spritzkern und Flecken bei der Buche. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 137: Nr. 2, S. 163-166
- SCHULZ, H.** 1961: Über die Zusammenhänge zwischen Baumgestalt und Güte des Schnittholzes bei der Buche. Schriftenreihe, Universität Göttingen, Forstlichen Fakultät
- SCHUTE, R.** 1986: Zu den Ursachen von Holzverfärbungen bei der Buche. Allgemeine Forstzeitschrift, 41: Nr. 25/26, S. 652-657
- SCHWARTZ-SPORNBERGER, V.** 1990: Untersuchungen an Bäumen mit Hilfe eines Computer-Tomographen. Dissertation, Universität Marburg/Lahn, Fachbereich Biologie.
- SCHWARZ, C.** 1998: Stand der Buchenrotkernforschung und Käuferansprüche an Buchenrundholz bei Auftreten von Rotkern. Diplomarbeit, Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft, Universität Freiburg
- SEELING, U.** 1991: Abnorme Kernbildung bei Rotbuche und ihr Einfluss auf holzbiologische und holztechnologische Kenngrößen. Dissertation, Universität Göttingen, Forstliche Fakultät.
- SEELING, U.** 1998: Kerntypen im Holz – Konsequenzen für die Verwertung am Beispiel der Buche. Festkolloquiumsrede zu Ehren von Professor Sachsse, unveröffentlichter Bericht
- SEELING, U.; SACHSSE, H.** 1992: Abnorme Kernbildung bei Rotbuche und ihr Einfluss auf biologische und holztechnologische Kenngrößen. Forst und Holz, 47: Nr. 8, S. 210-217
- SEELING, U., BECKER, G., SCHWARZ, C.** 1999: Stand der Buchenrotkernforschung und zerstörungsfreie Erfassung des Rotkerns bei Buche (*Fagus sylvatica* L.). Interner Abschlussbericht. Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft, Universität Freiburg.
- SZAKÁLY SZ.** 2003: A CT és MR képalkotó eljárások lehetőségei kutyák néhány betegségének diagnosztikájában. Diplomamunka, Kaposvári Egyetem.
- TAKÁCS L.** 1993: A zselici ezüsthársas-bükkösök elegyarányaszabályozása. Doktori értekezés. Kézirat. Sopron
- TOMASEVSKI, J.** 1958: Kernholz in Buchenstämme des Waldgebietes von Gorski Kotar. Sumarski List, Nr. 11/12, S. 407-410
- TORELLI, N.** 1979: Beitrag zur Ökologie und Physiologie der fakultativen Kernbildung bei Rotbuche. Dissertation, Humboldt-Universität Berlin
- TUZSON J.** 1904: A bükkfa korhadása és konzerválása. Pallas Részvénytársaság nyomdája, Budapest.
- VASILJEVIC, J.** 1974: Heartwood Formation in Beech in the Zrinjska Gora region (Croatia). Sumarsky List, 98, (12) S. 505-520
- VOLKERT, E.** 1953: Untersuchungen über das Verhalten von Astwunden nach Grünastung und natürlichem Astabfall bei Rotbuche. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 75: S. 110-124
- VOLKERT, E.** 1954: Untersuchungen über den Einfluss des Rotwildschälens auf die Holz Eigenschaften der Rotbuche. Teil I. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 125: S. 277-286

- WALTER, M.** 1989: Kernbildung und Verfärbung im Holz der Buche.
Diplomarbeit, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
- WALTER, M.** 1991: Qualitative und quantitative Aspekte der Buchen – Nasskernbildung.
Dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
- WALTER, M.; KUCERA, L.** 1991: Vorkommen und Bedeutung verschiedener Kernformen bei der Buche.
Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 142: Nr. 5, S. 391-406
- WALTER, M.; KUCERA, L.; BONSEN, K.** 1991: Zur Frage der Nasskernbildung bei der Buche.
Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 141: Nr. 5, S. 435-442
- WEIHS, U.; DUBBEL, V.; KRUMMHEUER, F.; JUST, A.** 1999: Die elektrische Widerstandstomographie – Ein vielversprechendes Verfahren zur Farbkerndiagnose am stehenden Rotbuchenstamm.
Forst und Holz 54: Nr. 6, S. 166-177
- WIEBE, S.** 1991: Die Bedeutung der Holzfeuchte für die Wundbehandlung.
14. Bad Godesberger Gehölzseminar, Sachverständigenkuratorium, Berichtsband
- WOBST, H.** 1969: Auswirkungen der Rotkernigkeit auf kennzeichnende Eigenschaften und industrielle Verwendung von Buchenstammholz. Dissertation, Universität Göttingen, Forstliche Fakultät
- ZIEGLER, H.** 1968: Biologische Aspekte der Kernholzbildung.
14. IUFRO Kongress München 41: Nr. 9, 93 Seiten, ill.. Holz als Roh- und Werkstoff, 26: Nr. 2, S. 61-68,
- ZYCHA, H.** 1948: Über die Kernbildung und verwandte Vorgänge im Holz der Rotbuche.
Forstwissenschaftliches Centralblatt, 67, Nr. 2, S. 80-109
- ZYCHA, H.** 1953: Der rote Kern der Buche.
Holz- Zentralblatt, 79: Nr. 89, S. 973-974

10.2 Elektronikus irodalom

- KOCH, G., BAUCH, J., PULS, J., SCHWAB, E., WELLING, J.** 1999: Biologische und chemische Untersuchungen über Holzverfärbungen der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) und Möglichkeiten vorbeugender Massnahmen.
<http://www.bfafh.de/bfafh>,
- KOCH, G., BAUCH, J., PULS, J., WELLING, J.** 2001: Ursachen und wirtschaftliche Bedeutung von Holzverfärbungen. (Interdisziplinäre Forschung am Beispiel der Rotbuche.)
<http://www.verbrauchministerium.de/forschungsreport/rep2-01/holz.htm>
- KOLOSZÁR ET AL.** 2000: Az álgesztesedés termőhelyi és biokémiai okainak vizsgálatá. Kutatási zárójelentés. OTKA ny. Szám: 20473. Kutatási időszak: 1996-1999.
<http://www.otka.hu/zaro0/20473.html>
- KÖLBEL, M.** 1999: Strukturuntersuchungen in Buchen-Naturwaldreservaten und Rotkernuntersuchungen durch Computertomographie.
<http://www.lwf.uni-muenchen.de/veroef/veroef99/t%E4tigk98/7sg5.htm>
- NIEMZ, P.** 1999: Eignung verschiedener Diagnosemethoden zur Erkennung der Baumfaule.
<http://www.tree-consult.org/DEUTSCH/Tagung/TAG99-2.HTM>
- SEELING, U.** 2001: Kerntypen im Holz. Konsequenzen für die Verwertung am Beispiel der Buche.
http://www.forst.unifreiburg.de/fobawi/fob/fob_lehre/211b/material_2002/01_3_Kernholzbildung.pdf
http://www.forintek.ca/public/Eng/E3-R&D_Program/1.a.CTscanning.html
<http://www.regionalverband-neckar-alb.de/projekte/rotkernbuche.htm>
<http://www.dfwr.de/ausderarbeit/guetesortierung.htm>
<http://www.innovacio.hu/newfiles/innoforum3.htm>
<http://www.rinntech.com/Products/Resistograph.htm>

10.3 Kutatással kapcsolatos publikációk, előadások

- BIRÓ B.** 1999: A bükk álgesztesedés vizsgálata.
Előadás. Fiatal Erdőmérnökök „Tallós Pál” Tudományos Köre, Alakuló Ülés. Kaposvár 1999. február 26.
- BIRÓ B.** 2003a: Untersuchung der Entwertung wegen Rotkernbildung an Beispiel der Buche.
Előadás. 36. Forstökonomisches Kolloquium, Sopron.
- BIRÓ B.** 2003b: Az álgesztes bükk faanyag felhasználhatóságának vizsgálata.
Faipar, L/3., 16-18.
- BIRÓ B.** 2003c: Untersuchung der Entwertung wegen Rotkernbildung an Beispiel der Buche.
Közlemény. 36. Forstökonomisches Kolloquium, Sopron.
- RUMPF J., BIRÓ B.** 2003d: A bükk álgesztesedés vizsgálata a Sefag Rt. erdőállományaiban.
Poszter. MTA Agrár-Műszaki Bizottság, 27. Kutatási és fejlesztési Tanácskozása Gödöllő
- RUMPF J., BIRÓ B.** 2003e: Examination of false heartwood forming in beech tree in the woods of Sefag Rt.
Hungarian Agricultural Engineering. 2003/16. 52-53.
- BIRÓ B., RUMPF J.** 2003f: A bükk álgesztesedés vizsgálata a SEFAG Rt. erdőállományaiban.
MTA Agrár-Műszaki Bizottság, 27. Kutatási és fejlesztési Tanácskozása, Gödöllő, 129.–133. p.
- BIRÓ B., RUMPF J., BAJZIK G., GARAMVÖLGYI R., PETRÁSI ZS.** 2004a: Bükk álgesztesedés vizsgálatok computer-tomográf segítségével
Poszter. MTA Agrár-Műszaki Bizottság, 28. Kutatási és fejlesztési Tanácskozása Gödöllő
- BIRÓ B., RUMPF J., BAJZIK G., GARAMVÖLGYI R., PETRÁSI ZS.** 2004b: Bükk álgesztesedés vizsgálatok computer-tomográf segítségével.
Előadás. MTA Agrár-Műszaki Bizottság, 28. Kutatási és fejlesztési Tanácskozása Gödöllő
- BIRÓ B., RUMPF J., BAJZIK G., GARAMVÖLGYI R., PETRÁSI ZS.** 2004c: Examinations of false heartwood forming in beech tree by means of computer-tomograph.
Hungarian Agricultural Engineering. 2004/17.
- BIRÓ B., RUMPF J., BAJZIK G., GARAMVÖLGYI R., PETRÁSI ZS.** 2004d: Bükk álgesztesedés vizsgálatok computer-tomográf segítségével.
MTA Agrár-Műszaki Bizottság, 28. Kutatási és fejlesztési Tanácskozása, Gödöllő, 259.–263. p.
- RUMPF J., BIRÓ B.** 2004e: NKPF Erdő-fa kutatási program, 3.1 alprogram: A fafajonként kitermelhető faanyag mennyisége és választékszerkezete – a korszerű faipari termékgyártás igényeinek megfelelően.
Kutatási részjelentés, NYME Erdőhasználati tanszék. Sopron, 2004.