




# ERDÉSZETI KUTATÁSOK



AZ ERDÉSZETI  
TUDOMÁNYOS INTÉZET  
KÖZLEMÉNYEI

PROCEEDINGS  
OF THE FOREST RESEARCH  
INSTITUTE

MITTEILUNGEN  
DES INSTITUTES FÜR  
FORSTWISSENSCHAFTEN

RAPPORTS  
DE L'INSTITUT DE LA  
RECHERCHE FORESTIÈRE

VOL. 84.  
BUDAPEST, 1994.



ERDÉSZETI KUTATÁSOK

ERDÉSZETI KUTATÁSOK

1033 Budapest, Franklini u. 43-44  
1277 Budapest, Párisi út 17.  
Telefon: (36-1) 212-3342  
Telefax: (36-1) 212-3308  
E-mail: erdoszet@szki.hu



1994



ERDÉSZETI KUTATÁSOK

ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET

FOREST RESEARCH INSTITUTE

INSTITUT DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

INSTITUT FÜR FORSTWISSENSCHAFTEN

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

1023 Budapest, Frankel Leó u. 42-44.

1277 Budapest, Pf.: 17.

Telefon: (36-1) 212-2742

Telefax: (36-1) 212-2908

Telex: (61) 22-6914



TARTALOM

ПОСРЕДСТВО

ERDÉSZETI KUTATÁSOK

AZ ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET KÖZLEMÉNYEI 11

PROCEEDINGS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE 37  
RAPPORTS DE L'INSTITUT DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE 37  
MITTEILUNGEN DES INSTITUTES FÜR FORSTWISSENSCHAFTEN 49  
СООБЩЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА 49

VOL. 84.



BUDAPEST  
1994



**FŐSZERKESZTŐ:**

**FÜHRER ERNŐ**

**SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:**

**GERGÁCS JÓZSEF, ILLYÉS BENJAMIN, MANNINGER MIKLÓS,  
SÁRVÁRI JÁNOS, SOMOGYI ZOLTÁN, TÓTH JÓZSEF**

**TECHNIKAI SZERKESZTŐK:**

**SOMOGYI ZOLTÁN, VEPERDI GÁBOR, VEPERDI IRINA**

**ISSN 0521-3851**



12230  
1994

# T A B L A T A R T A L O M E N T S

## ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

<i>Führer Ernő</i> : Csapadékmérések bükkös-, kocsántalantölgyes és lucfenyves ökoszisztémában .....	11
<i>Sitkey Judit</i> : Lucos állománnyal borított vízgyűjtő vízminőségének vizsgálata a Mátrában .....	37
<i>Kalmár János, Szendreiné Koren Eszter</i> : A farkasgyepüi ökológiai bázisterület agrogeológiai jellemzése .....	49
<i>Führer, Hans-Werner</i> : Egy közephegységi bükkös erdei vízgyűjtő légköri terhelése, talajállapota és a lefolyás minősége Hesszenben .....	57

## ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

<i>Somogyi Zoltán</i> : Faállományok gyérülése a fatermési osztály függvényében .....	67
<i>Rédei Károly</i> : Ígéretes fehér nyár ( <i>Populus alba</i> L.) származások fatermése a Duna-Tisza közti homokháton .....	81
<i>Dreyfus, Philippe, Veperdi Gábor</i> : A feketefenyő ( <i>Pinus nigra</i> Arn.) törzsfá térfogatának függvényesítése .....	91
<i>Halupa Lajos, Somogyi Zoltán, Szabados Ildikó, Veperdi Gábor</i> : Erdészeti vizsgálatok a Bős/Gabčíkovi erdőmű hatásterületén kialakított megfigyelőrendszerben. I. 1986-1992. ....	97
<i>Bressem, Ulrich</i> : A természetes bükkújulat megteremtésének és megtartásának tényezői .....	117

## ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

<i>Janssen, Alwin</i> : Erdészeti génforrások fenntartása és rezisztenciánemesítés a szilek példáján .....	127
--	-----

## ERDŐVÉDELEM

<i>Csóka György</i> : Adatok tölgyeken élő gubacsdarazsak ( <i>Hymenoptera: Cynipidae</i> ) magyarországi elterjedésére és tápnövényválasztására vonatkozóan .....	139
--	-----

*Koltay András*: A környezeti tényezők hatása a feketefenyő hajtás-  
pusztulás kialakulásában ..... 157

*Leskó Katalin, Szentkirályi Ferenc, Kádár Ferenc.*: Gyapjaslepke  
(*Lymantria dispar* L.) populációk fluktuációs mintázatai  
1963-1993 közötti időszakban Magyarországon ..... 163

*Szántó Mária*: A gyűrűs tuskógomba hazai előfordulása és gazda-  
növényei ..... 177

**ERDÉSZETI ÖKONÓMIA**

*Illyés Benjamin, Nießlein, Erwin*: Az állami erdőgazdálkodás szer-  
vezetének fejlesztési irányai ..... 185

*Marosi György*: Az erdei feltáróutak környezeti hatásvizsgálata ..... 197

..... 207

..... 218

..... 231

..... 247

..... 277

..... 287

..... 327

..... 339

..... 359

..... 377

..... 387

..... 397

..... 417

..... 427

..... 437

..... 447

..... 457

..... 467

..... 477

..... 487

..... 497

..... 507

..... 517

..... 527

..... 537

..... 547

..... 557

..... 567

..... 577

..... 587

..... 597

..... 607

..... 617

..... 627

..... 637

..... 647

..... 657

..... 667

..... 677

..... 687

..... 697

..... 707

..... 717

..... 727

..... 737

..... 747

..... 757

..... 767

..... 777

..... 787

..... 797

..... 807

..... 817

..... 827

..... 837

..... 847

..... 857

..... 867

..... 877

..... 887

..... 897

..... 907

..... 917

..... 927

..... 937

..... 947

..... 957

..... 967

..... 977

..... 987

..... 997

## TABLE OF CONTENTS

### FOREST ECOLOGY

<i>Führer, E.</i> : Measurements of precipitation in beech, sessile oak and Norway spruce ecosystems .....	11
<i>Sitkey, J.</i> : Analysis of water quality in a watershed covered by Norway spruce in the Mátra Mountains .....	37
<i>Kalmár, J., Szendreiné Koren, E.</i> : Agrogeological characterization of the Farkasgyepű ecological experimental area .....	49
<i>Führer, H.-W.</i> : Atmospheric load, soil condition and the quality of runoff in a mountain beech stand at Hessen .....	57

### SILVICULTURE AND FOREST YIELD

<i>Somogyi, Z.</i> : Self-thinning of stands by yield classes .....	67
<i>Rédei, K.</i> : Yield of promising white poplar ( <i>Populus alba</i> L.) provenances in sandy ridges between the rivers Danube and Tisza .....	81
<i>Dreyfus, Ph., Veperdi, G.</i> : Stemwood volume function for Austrian pine ( <i>Pinus nigra</i> Arn.) .....	91
<i>Halupa, L., Somogyi, Z., Szabados, I., Veperdi, G.</i> : Forestry studies of the monitoring system in the area affected by the Gabčíkovo-Nagymaros Barrage System .....	97
<i>Bressem, U.</i> : Maßgebliche Faktoren für Ankommen und Sicherung der Buchennaturverjüngung .....	117

### TREE BREEDING

<i>Janssen, A.</i> : Erhaltung forstlicher Genressourcen und Resistenzzüchtung am Beispiel der Ulmen .....	127
--	-----

### FOREST PROTECTION

<i>Csóka, Gy.</i> : Data on range and hostplants of gall wasps ( <i>Cynipidae</i> ) on oaks in Hungary .....	139
--	-----

TABLE OF CONTENTS

*Koltay, A.*: The effect of environmental factors on the decline of Austrian pine shoots ..... 157

*Leskó, K., Szentkirályi, F., Kádár, F.*: Fluctuation patterns of gipsy moth (*Lymantria dispar* L.) populations between 1963 and 1993 in Hungary ..... 163

*Szántó, M.*: Occurrence and hostplants of *Armillaria mellea* Fr. in Hungary ..... 177

FOREST ECONOMY

*Illyés, B., Nießlein, E.*: Die Richtungen der Entwicklung der Organisation der Forstwirtschaft ..... 185

*Marosi, Gy.*: Environmental impact assessment of forest road construction ..... 197

..... 197

..... 181

..... 191

..... 197

..... 117

..... 127

..... 139

CSAPADÉKMÉRÉSEK BÜKKÖS-, KOCSÁNYTALANTÓLGYES ÉS  
LUCFENYVES ÖKOSZISZTEMÁBAN

ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

FÜHRER ERNO

ÖSSZEFOGLALÓ

A Soproni Mőtánc (Nyugat-Magyarország) három erdőszelvényét szemponthoz képest fajú erdei ökoszisztémában, vagyis egyrészt bükkösben, kocsánytalan tölgyesben és lucosban heti gyakorisággal 1988. XI. 01.-1992. X. 31-ig mértük a csapadéteri-, a koronán áthaladó és a talajon lefolyó csapadékvíz nagyságát. A vizsgált fajú erdei ökoszisztémák csapadékmegosztása alapján értékeljük az erdei ökoszisztémák hidrológiai és erdészeti jelentőségét.

KEYWORDS: csapadékmérések, interceptio, vízforgalom

ABSTRACT

In the Sopron Mountain (West of Hungary), the volumes of incident precipitation, throughfall and stemflow were weekly measured in three forest ecosystems important for domestic forestry, especially in old-forest, sessile oak and spruce stands, during the period of 1 November, 1988 - 31 October, 1992. The role of forest ecosystems in the hydrological processes was evaluated by assessing their effect on the distribution of precipitation.

KEY WORDS: measur. of precipitation, interceptio, water cycle

BEVEZETÉS

1851

Az erdők - mint az emberi életter egyike legfontosabb elemeinek és rendszerének - szervesanyag-teremtése, valamint az az befolyásoló tényezőket világviszonylatban behatóan elvizsgáló és értékelő kutatókat végeznek. A vizsgálatok központi kérdése az anyagforgalmának, ezen belül víz- és tápanyagforgalmának megállapítása, a forgalomban uralkodó és azt szabályozó ökológiai folyamatok jellemzése volt és marad meg sokáig. Ma már az egész világon szinte alig áttekinthető mennyiségben jelentek meg e témával foglalkozó tanulmányok. Hazánkban *Majer (1976), Szabó et al. (1975, 1985), Kiró (1980, 1989), Kolozsvár (1981), Fűrér (1981 a,b,c; 1982 a,b; 1984 a,b; 1987, 1991 a)*

<i>Koltay, A.</i> : The effect of environmental factors on the decline of Austrian pine shoots .....	157
<i>Leskó, K., Szentkirályi, F., Kádár, F.</i> : Fluctuation patterns of gipsy moth ( <i>Lymantria dispar</i> L.) populations between 1963 and 1993 in Hungary .....	163
<i>Sabó, M.</i> : Occurrence and host plants of <i>Arctanthracus melana</i> Fr. in Hungary .....	177

FOREST ECONOMY

<i>Illyés, B., Nießlein, E.</i> : Die Richtungen der Entwicklung der Organisations der Forstwirtschaft .....	185
<i>Mészáros, Gy.</i> : Environmental impact assessment of forest road construction .....	197



# CSAPADÉKMÉRÉSEK BÜKKÖS-, KOCSÁNYTALANTÖLGYES ÉS LUCFENYVES ÖKOSZISZTÉMÁBAN

FÜHRER ERNŐ

## ÖSSZEFOGLALÓ

A Soproni hegységben (Nyugat-Magyarország) három, erdőgazdasági szempontból fontos fafajú erdei ökoszisztémában, vagyis egy idős bükkösben, kocsánytalan tölgyesben és lucosban heti gyakorisággal 1988. XI. 01.-1992. X. 31-ig mértük a szabadtéri-, a koronán áthulló és a törzsen lefolyó csapadékvíz nagyságát. A vizsgált fafajok koronaterének csapadékmegoszlása alapján értékeltük az erdei ökoszisztémák hidrológiai és erdészeti jelentőségét.

**KULCSSZAVAK:** csapadékmérések, intercepció, vízforgalom.

## ABSTRACT

In the Sopron Mountain (West of Hungary), the volumes of incident precipitation, throughfall and stemflow were weekly measured in three forest ecosystems important for domestic forestry, especially in old beech, sessile oak and spruce stands during the period of 1 November, 1988 - 31 October, 1992. The role of forest ecosystems in the hydrological processes was estimated by assessing their effect on the distribution of precipitation.

**KEY WORDS:** measure of precipitation, interception, water cycle.

## BEVEZETÉS

Az erdőnek - mint az emberi élettér egyik legfontosabb elemének és rendszerének -, szervesanyag-termelését, valamint az azt befolyásoló tényezőket világviszonylatban behatóan elemzik, és e témában intenzív kutatásokat végeznek. A vizsgálatok központi kérdése az erdő anyagforgalmának, ezen belül víz- és tápanyagforgalmának megállapítása, a forgalomban uralkodó és azt szabályozó ökofiziológiai folyamatok jellemzése volt és marad még sokáig. Ma már az egész világon szinte alig áttekinthető mennyiségben jelentek meg e témával foglalkozó tanulmányok. Hazánkban *Majer (1976), Szabó et al. (1975, 1985), Járó (1980, 1989), Koloszár (1981), Führer (1981 a,b,c; 1982 a,b; 1984 a,b; 1987, 1992 a)*

és Kucsera (1993) munkássága említhető meg, akik méréseken és megfigyeléseken alapuló, erdészeti aspektusokat is figyelembe vevő értékelést adtak a hazai termőhelyi viszonyokhoz alkalmazkodó erdőtársulások vízforgalmáról. Magyarországon az erdők több, mint 70 %-ánál a vízforgalom egyetlen bevételi tételét a csapadék jelenti, így ökológiai és ökonómiai szempontból is döntő az erdő életében.

## ERDŐ ÉS CSAPADÉK

Erdős területen végzett csapadékméréseknek igen nagy múltja van. Erdész elődeink már a múlt század végén felismerték a csapadéknak az erdő életében játszott döntő szerepét. Ma már közismert tény, hogy a csapadék mennyisége és eloszlása megszabja az erdő összetételét és hozamát. Ugyanakkor az erdő összetétele, állapota alapvetően befolyásolja, ha nem is a csapadék mennyiségét, de a hasznosulásának mértékét (Járó, 1980). Erdős területen a lehulló csapadék az erdő lombkoronáján keresztül jut az avartakaróra, azon átjutva szivárog a talajba vagy folyik le, illetve párolog el. Hazánk ökológiai adottságai között a talajba szivárgó víz nagyobbik részét (80-90 %-át) az erdő növényzete hasznosítja, kisebbik része pedig a talajvizet vagy az erdei patakokat és forrásokat táplálja.

A csapadék egy hányada a lombkoronán marad, onnan elpárolog, illetve egy jelentéktelen - ma még nem ismert - részét az élő levelek felveszik. A csapadéknak ezt a felfogott részét intercepciónak nevezzük. Delfs (1955) szerint ez az a csapadékmennyiség, amit az erdő koronája vagy más földfeletti vegetáció visszatart és róla elpárolog. Ez a megfogalmazás feltételezi, hogy az intercepciónál csak veszteségek lépnek fel. A német szabványügyi hivatal által kiadott "Hidrológia" című kötetben (Naw, 1983) az intercepció olyan folyamat, melyben a csapadék egy részét a növényzet felülete felfogja és tárolja. Ebben a definícióban tehát, kifejezésre jutnak az erdő csapadék-visszatartásánál (intercepció) nemcsak a veszteséghez vezető evaporációs és szublimációs, hanem a nyereséghez vezető kondenzációs és szublimációs folyamatok is. Az utóbbival kapcsolatban meg kell említenünk az úgynevezett kiválás és a páratelt levegőből kicsapódás útján keletkezett csapadékformákat, mint a párárt, a dért, a ködöt és a zúzmarát. Ezek bizonyos termőhelyeken, erdészeti klímaosztályok szerint a gyertyános-tölgyes- és a bükkös klímában az erdő számára nyereségként, tehát vízbevételi forrásként jelentkeznek.

A magyarországi értelmezés szerint (ICID 1980) "intercepció, vízfelfogás: az a folyamat, melynek során a csapadék a fák levélzetén, gallyain, ágain, a bokrokon és az aljnövényzeten maradván párologás útján anélkül vész el, hogy elérné a talajfelszint vagy a felszín alatti rétegeket. Az ily módon elpárolgó víztömeg is intercepció".

Az erdő csapadékmegosztó hatását a legegyszerűbben a:

$$P = (P_{al} + P_{at}) + E_{su} \quad (1)$$

összefüggéssel fejezhetünk ki, ahol:

- $P$  = a szabadterületen lehullott csapadék (mm),
- $P_{al}$  = a fák koronáján áthullott csapadék (mm),
- $P_{at}$  = a fák törzsén lefolyó csapadék (mm),
- $E_{su}$  = a fák felületéről elpárolgó csapadék, az intercepció (mm).

Az (1) összefüggés hátránya, hogy:

- az intercepciót nem folyamatában határozza meg, azaz a csapadék lombozaton való tározódásának időbeni változását nem követi, csak egy "végállapotot" fejez ki, amikor a korona- és fatörzstérben már nincs csapadékvíz;
- figyelmen kívül hagyja a kiválás és kicsapódás útján, továbbá a hócsapadékból "kifésülés" útján keletkezett többletszapadékat.

A fák lombozatán és törzsén átjutó összes csapadékat, az un, "állományi" csapadékat a

$$P_{atot} = P_{al} + P_{at} \quad (2)$$

összefüggés adja.

Az állományi csapadék nagyságát, valamint térbeli és időbeli eloszlását a szabadtéri csapadék tulajdonságain kívül a domborzat, a termőhely, a növényzet, azaz az ökoszisztéma jellemzői is befolyásolják. A klimatikus tényezők közül a legfontosabbak:

- a szabadtéri csapadék formája, nagysága, intenzitása és időbeli eloszlása;
- az energiaháztartás (sugárzási energia, a levegő hőmérsékleti viszonyai);
- a levegő páratartalma és
- a légáramlás, amely során a száraz és nedves levegőrétegek kicserélődnek.

Erdő esetében az intercepció nagyságára ( $E_{su}$ ) döntő hatása van a növényzetnek, így a legnagyobb felülettel rendelkező faállománynak. Az intercepciót befolyásoló legfontosabb állományjellemzők:

- a fafaj (pl. túlevelű vagy lomblevelű fafajok, sűrű, vagy laza koronájú, a törzsükön sok ill. kevés csapadékvizet levezető, fényigényes vagy árnyék-tűrő fafajok stb.);
- az állomány kora és szerkezete (pl. törzsalak és törzsmínőség; ágszerkezet, koronaalak, méret és ezek változása stb.);
- az állomány záródása, sűrűsége, elegyaránya és színtezettsége (pl. egy vagy többszintes, elegyetlen vagy elegyes állomány stb.).

Az állományi csapadék, így az intercepció nagysága is a termőhely és a faállomány együttes hatásától függ. Az intercepció Balázs (1983) szerint, egy összetett, dinamikus folyamat, amely több, egyidőben és egymást követően lejátszódó részfolyamatból tevődik össze, ill. azok eredménye. Az intercepciót leginkább a csapadék formája, nagysága és a vízfelfogó felület, vagyis a koronafelület nagysága és minősége határozza meg. Vannak azonban olyan esetek, amikor egyéb meteorológiai tényezőknek (pl. a szél) is döntő szerep jut.

Mindezekből következik, hogy a mérési eredmények adaptálása más termőhelyekre csak abban az esetben lehetséges, ha ismerjük külön-külön az erdő, a faállomány- és a csapadékviszonyok, ill. meteorológiai tényezők hatását.

Nyilvánvaló, hogy ha az intercepciót egy adott időszak alatt a szabad téren és az erdőben mért csapadék különbségeként értelmezzük, akkor a fafajok csapadékviszataratásuk alapján, csak a kérdéses mérési időszak csapadékviszonyai figyelembevételével hasonlíthatók össze. Az intercepció tehát az erdő és csapadékviszonyok kapcsolatának egy adott területen szükséges, de nem elégséges jellemzője (Weiche, 1974). Egy másik jellemző a korona benedvesedésének folyamatából vezethető le. Adott csapadék esetén az állományi csapadék nagysága a koronafelület benedvesedéséhez szükséges csapadék mennyiségtől függ. Ez utóbbit a korona benedvesedési vagy csapadéktároló kapacitásának (C) nevezzük. Bizonyos csapadéknagyság után, mind a benedvesedési kapacitás, mint az intercepció a szabadtéri és az állományi csapadék különbsége. A benedvesedési kapacitás azonban csak adott esőre, az intercepció pedig egy hosszabb mérési periódusra is vonatkozhat. Ez a benedvesedési kapacitás az erdő és a csapadékviszonyok kapcsolatának egy újabb jellemzője. Nagysága a benedvesedő felület nagyságától, valamint annak felületi feszültségétől függ. Végül fontos jellemzője még a fafajok és a csapadékviszonyok kapcsolatának az állományi csapadék egyenlőtlen térbeli eloszlása. A koronán átjutó vagy onnét lecsöpögő csapadék térbeli eloszlása változik a korona tulajdonsága szerint. A törzsen történő lefolyás pedig (nagysága elsősorban a fafajtól és a kortól függ) jelentős mértékben megnövelheti az állományi csapadék nagyságát és térbeli heterogenitását.

## MÉRÉSI MÓDSZER

A csaknem 100 éve folyó intercepció-vizsgálatok során az egyes országokban különböző mérési módszerek születtek. A cél minden esetben az volt, hogy a mérések jellemezzék az erdő koronája alatti csapadékviszonyokat, az állományi csapadék nagyságát és térbeli eloszlását.

Megfigyeléseink során a szabadtéri-, a koronán átjutó- és a törzsen lefolyó csapadékot fogtuk fel és heti gyakorisággal mértük annak mennyiségét.

### **Szabadtéri csapadék (P)**

Minden kísérleti helyhez legközelebbi szabad területen (legfeljebb 500 m), ahol az erdő hatása már nem érzékelhető, 2 db 100 cm<sup>2</sup> felfogó felületű műanyag csapadékmérőt ("Münden 100"), valamint 1, némely esetben 2 db 0,2 m<sup>2</sup> felfogó felületű csapadékmérő kádat helyeztünk el 1 m-es magasságban. A mérőedények ürítése hetenként egyszer történt.

### **Koronán áthulló csapadék (P<sub>at</sub>)**

Meghatározására a vizsgált erdei ökoszisztémák törzsterében 8-10 db 0,2 m<sup>2</sup> felfogó felületű csapadékmérő kádat, és 12 db "Münden 100" típusú csapadékmérőt helyeztünk el 4x4 m-es hálózatban. Teljes záródású állományokban *Páv* és *Bele* (1980) mérése alapján 0,05 pontosság és 95 %-os megbízhatóság eléréséhez 7 db kád felállítását javasolják.

### **Törzsön lefolyó csapadékvíz (P<sub>at</sub>)**

Meghatározása térbeli heterogenitása miatt rendkívül nehéz. Mennyiségét a mért fa szociológiai helyzete, továbbá a korona felülete és tagozódása, az ágszerkezet jellege, a kéreg felületi minősége és durvasága befolyásolja. Ezért az egyes fafajok és törzseik között is óriási eltérés lehet a rajtuk lefolyó csapadékvíz tekintetében. A kis törzsi lefolyással rendelkező fafajoknál (pl. luc) méréseink igazolták, hogy a törzsi lefolyás meghatározásához az átlagfa méréseiből lehet kiindulni és abból következtetni 1 hektárra. A nagy törzsi lefolyással rendelkező fafajoknál (pl. bükk) ez az út nem járható. Ezért a kísérleti területeken a fatörzseket átmérőosztályokba kell sorolni, és az így osztályozott törzsekből az átlagtörzseket kiválasztani. A mellmagassági átmérő ugyanis szorosan összefügg a korona alapterületével, ill. térfogatával, vagyis annak vízfelfogó ill. vízösszegyűjtő képességével (*Führer, 1984*).

Az átmérőosztályok szerint kiválasztott törzsekre (kísérleti területenként 4-8 db törzs) a kereskedelemben kapható műanyag edényeket (tányér, tál, dézsa) erősítetünk, melyek a törzsekkel való érintkezésüknél sziloplasztal eltömíthetők. A gallérok által levezetett csapadékvizet műanyag kannákba fogtuk fel, és megmértük. A törzsön lefolyt csapadék területegységre történő átszámítása a mellmagassági átmérő törzsszám megoszlása ismeretében történik. Az átmérőosztályokban kijelölt 1 (vagy 2) törzsön lefolyt csapadékvíz átlagos mennyisége szorzandó az átmérőosztályokban található törzsek számával, majd ezek összegezendők. Az idős bükkállományokban előforduló, sok esetben több száz literes törzsi lefolyás, csak vízórákkal volt regisztrálható.

**Benedvesedési kapacitás (C) meghatározása**

Egy erdőtársulás és a csapadékviszonyok kapcsolatát az intercepcióval, a benedvesedési kapacitással és az állományi csapadék térbeli eloszlásával jellemezhetjük. Az intercepció és az állományi csapadék meghatározása mérések útján megoldható. A benedvesedési kapacitást számítani tudjuk különböző matematikai modellek segítségével. Kiindulási alap, hogy a számítás minimális mérési eredményre támaszkodjon, de mégis elfogadható pontosságú legyen.

Ennek megfelelően egy adott időintervallumra vonatkozó átlagos benedvesedési kapacitás közelítő számítására Merriam (1960) képletét továbbfejlesztve az alábbi összefüggést használtam (Führer, 1984):

$$\sum_{i=1}^n E_{su} = C \left( n - e^{-\frac{P_1}{C}} \dots - e^{-\frac{P_n}{C}} \right) \quad (3)$$

ahol:

$\sum_{i=1}^n E_{su}$  = az adott időszak csapadékviisszatartása (intercepció),

C = az adott időszak átlagos benedvesedési kapacitása,

$P_{1\dots n}$  = az adott időszakban hullott, csapadékintervallumokba sorolt csapadékmennyiségek;

n = az egyes csapadékintervallumokba sorolt csapadékhullások száma,

e = a természetes logaritmus alapja.

Vagyis egy bizonyos időszakot (pl. év stb.) tekintve a C, mint a kérdéses időszakra vonatkozó átlagos benedvesedési kapacitás meghatározásához, elegendő ismernünk a szabadtéri csapadékmennyiségeket és az időszak csapadékviisszatartását. E megoldás nagy előnye, hogy a munkaiigényes erdei csapadékméréseket nem szükséges minden csapadékhullást követően, hanem elegendő egy bizonyos időszakra nézve összegezve elvégezni.

**A MÉRŐHELYEK JELLEMZÉSE**

A mérőhelyek kiválasztásánál az elsődleges szempont az volt, hogy az ökoszisztéma fő fafaja a kérdéses erdőgazdasági tájban ökológiai és gazdasági szempontból egyaránt jellemző és fontos legyen. A Soproni-hegységben őshonos előfordulású és nagy kiterjedésű lombos fafajok közül a bükköt és a kocsánytalan tölgyet, míg a mesterségesen felkarolt tűlevelűek közül a lucfenyőt tartottuk a legalkalmasabbnak a mérések céljára.

Bár az említett fafajok termőhelyi igénye eltérő, bizonyos körülmények között a fafajmegválasztásban konkurenciát jelentenek egymásnak. Az elmúlt évtizedek során a fafajpolitikai irányelvek érvényesítése és gazdasági megfontolások érdekében bükkös és kocsánytalan tölgyes termőhelyekre igen gyakran lucfenyőt ültettek.

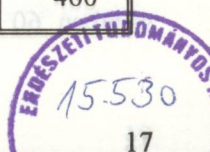
A három mérőhely a Soproni-hegyvidék erdőgazdasági táj Brennerbergi-medence tájrészletében található. A táj domborzati viszonyait a 300-500 m tengerszint feletti magasságok jellemzik. A vizsgált erdőrészek (Sopron 125A, 135A, 151A) Sopron közigazgatási területén találhatóak, Brennerbergbányához és Görbehalomhoz esnek közel. Mindkét községben több évtizede folynak csapadékmérések.

### *Klíma, csapadékviszonyok*

A mérőhelyek éghajlata a csapadékeloszlás miatt szubalpin jellegű. Erdészeti klímaosztályozás szerint a bükkös mérőhely bükkös klímájú, a kocsánytalan tölgyes és lucos pedig gyertyános-tölgyes klímájú. A brennerbergbányai és a görbehalmi csapadékmérő állomás sokéves és a vizsgálati évekre vonatkozó mérési adatai (1. táblázat) jellemzik a terület csapadékviszonyait, illetve az abban bekövetkezett változásokat. Mindkét állomáson 1901-től mérik a csapadékot.

*1. táblázat. A brennerbergbányai és görbehalmi csapadékmérő állomások átlagos havi csapadékösszegei (mm) különböző időszakokban*

Hónapok	Brennerbergbánya			Görbehalom		
	1901-1950	1951-1992	1987-1992	1901-1950	1951-1992	1987-1992
XI.	66	78	58	54	60	49
XII.	58	57	47	47	40	44
I.	44	46	15	36	33	17
II.	44	45	35	36	33	28
III.	49	45	40	40	46	42
IV.	64	59	41	52	62	49
V.	88	78	100	71	76	89
VI.	94	103	109	76	97	102
VII.	113	91	68	91	91	71
VIII.	89	78	66	72	82	60
IX.	83	63	83	67	60	86
X.	70	55	50	57	59	52
<b>Évi összes:</b>	<b>862</b>	<b>798</b>	<b>712</b>	<b>699</b>	<b>739</b>	<b>689</b>
XI-IV.	325	330	236	265	274	229
V-X.	537	468	476	434	465	460



Brennbergbányán az első 50 év adatai alapján az éves átlagcsapadék 862 mm, ennek több mint 60 %-a (537 mm) a nyári félévben, 40 %-a pedig (325 mm) télen hullott. Az elmúlt 42 év szárazabb, hiszen ebben a periódusban az éves átlagos csapadékmennyiség 64 mm-rel (798 mm) kevesebb. A hiány a nyári félévben képződött. A vizsgálati évekre (öt év) vonatkozó átlagadatok további csapadékcsökkenést mutatnak. Az éves csapadékmennyiség már csak 712 mm, a téli hónapok csapadékösszege pedig csaknem 100 mm-rel kevesebb (236 mm), mint a sokéves átlag. Görbehalom, Brennbergbányánál 80 m-rel alacsonyabb tengerszint feletti magasságban fekszik, ennek megfelelően a csapadék itt kevesebb. Az 50 (1901/50) éves átlag 699 mm, ebből télen 265 mm, nyáron pedig 434 mm hullott. Az elmúlt 42 év (1951/92) csapadéka 6 %-kal több volt, mint az 50 éves átlag. Télen 274 mm, nyáron 465 mm. A vizsgálati években télen (229 mm) egyértelmű csapadékhiány jelentkezett, míg nyáron a sokéves átlagoknak megfelelő csapadékmennyiség hullott.

Az évi csapadékmennyiség szélső értékeit tekintve jellemző, hogy azok tág határok között ingadoznak, és különösen a minimum fekszik távol az átlagtól.

A Brennbergi-medence hőmérsékleti viszonyai hűvösnek tekinthetők. Az évi középhőmérséklet 8-8,5 °C, a leghidegebb januári hónap középhőmérséklete -2 °C, a legmelegebb júniusi hónap középhőmérséklete pedig 19 °C (Danszky, 1963). A hótakarós napok és a téli napok száma eléri a 60-at, illetve a 30-at. Az évi csapadékmennyiségből és az évi középhőmérsékletből képzett humidsági szám 100 felett van.

### A mérőhelyek geológiai- és talajviszonyai

A Brennbergi-medencében az ösközetet kavicstakaró és különböző üledék fedi. A kavicstakaró anyagát kristályos kőzetek képezik. A talajképző a bükkös és kocsánytalan tölgyes mérőhelyen a gnejsz, míg a lucosban löszszerű vályog. A kialakult genetikai talajtípus a lucosban agyagbemosódásos barna erdőtalaj, a bükkösben annak podzolos változata, a kocsánytalan tölgyesben pedig már podzolos barna erdőtalaj.

A termőrétegvastagság a bükkös és lucos mérőhelyen igen mély, a kocsánytalan tölgyesben pedig mély. A bükkös és kocsánytalan tölgyes talajának minden szintjében 30-40 %-os törmelék található. A talajszelvények kémiai jellemzői mutatják, hogy mindhárom talaj savanyú, erősen savanyú kémhatású. A kicserélhető savanyúság ( $y_2$ ) fölülről lefelé csökken, az intenzíven behalózott gyökérzónában értékei 3-4 fölöttek. A talajok tápanyagellátottsága megfelelő.

Az egyes talajszintek 0,1 mol/l  $BaCl_2$  oldattal meghatározott kationkicserélődési kapacitása (T) az ásványi talajrétegekben 30 és 120  $\mu$ vallÄ/g között mozog, legalacsonyabb értékei (30-70  $\mu$ vallÄ/g) mindhárom mérőhelyen a kilúgozási ( $A_3$ ) és a podzolosodó ( $A_2$ ) szintben voltak megfigyelhetők. A legfelső, humuszos szintben 60 és 120  $\mu$ vallÄ/g között mozognak a kationkicserélődési kapacitás

értékei. A báziseltelítettség (V, %) minden szintben magasabb, mint 50 %.

A kilúgozási szintektől (A<sub>2</sub> és A<sub>3</sub>) eltekintve - ahol legnagyobb mennyiségben (30-40 %) az Al-ion fordul elő -, a kationcserélődési kapacitáson belül meghatározó a Ca-ion, majd pedig a Mg-ion.

A vizsgált talajok fizikai tulajdonságaiból azok vízgazdálkodására következtethetünk. A kövesség különösen a tölgyesben jelentős mértékben rontja e vonatkozásban a termőhely értékét.

### A vizsgált ökoszisztémák faállományának jellemzése

Mindhárom állomány a tájban gyakori előfordulása, a bükkös és kocsánytalan tölgyes őshonos, természetszerű erdő, a lucos mesterségesen telepített. A 2. táblázatban bemutatott állományjellemező adatokból látható, hogy a bükkös és lucos jó fatermőképességű (FTK: 13 és 12), élőfakészletük 732 és 422 m<sup>3</sup> hektáronként, a kocsánytalan tölgyes pedig jó-közepes növekedésű (FTK: 9). Az állományok idős korúak, záródásuk 85 és 90 %-os. A bükkösben vörösfenyő, a lucosban pedig jegenye- és erdeifenyő fordul elő szálanként a kocsánytalan tölgyön kívül. A kocsánytalan tölgyes kétszintes, alsó szintjében kislevelű hárs és gyertyán fordul elő. A bükkös délkeleti, a lucos nyugati kitétségű, a kocsánytalan tölgyes pedig hegyplatón található. Mindhárom állomány erősen vadjárta terület. Ezt jól szemlélteti az a körülmény is, hogy a bekerített kísérleti parcellákon a lágyszárú vegetáció és főleg a bodza gyarapodása figyelhető meg.

2. táblázat. A mérőhelyek állományainak jellemező adatai

Sopron	Erdőtípus	Kor	Törzsszám	Átl. átmérő	Átl. magas	Élőfakészlet	FTK	Záródás
		év	db/ha	cm	m	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	%
151 A	Oxalis acetosella bükkös	89	362	37	32	732	13	90
125 A	Galium odorata gyertyános kocsánytalan tölgyes	89	550	32	24	652	9	85
135 A	Oxalis acetosella lucos	69	456	29	25	422	12	90

## EREDMÉNYEK

A megfigyeléseket és méréseket 1987. november 1-jével indítottuk és 1992. október 31-ével zártuk. Így 5 éves mérési sor áll a kiértékelés számára rendelkezésre.

A szabadterületen és az állományokban végzett csapadékmérések célja a korona csapadékviszatarthatásának (intercepció), az avartakaróra jutó csapadék nagyságának és térbeli heterogenitásának, valamint évszakos szezonálisitásának meghatározása.

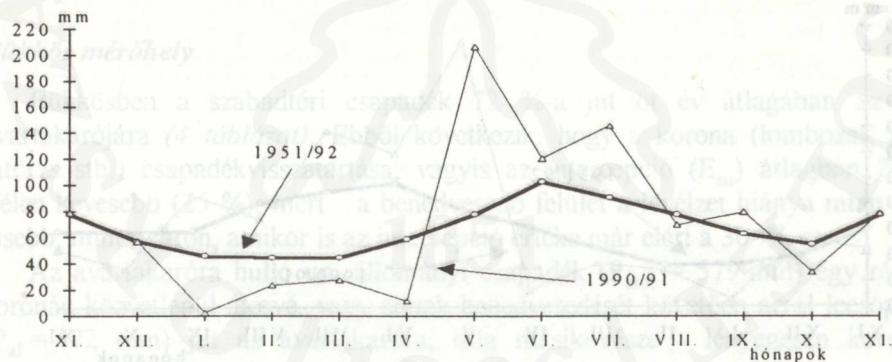
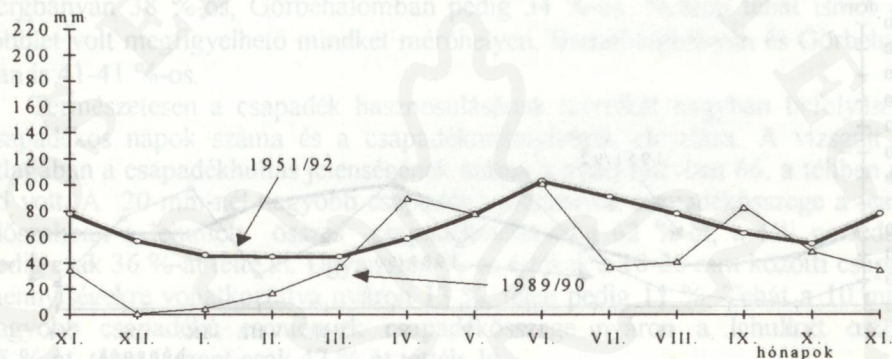
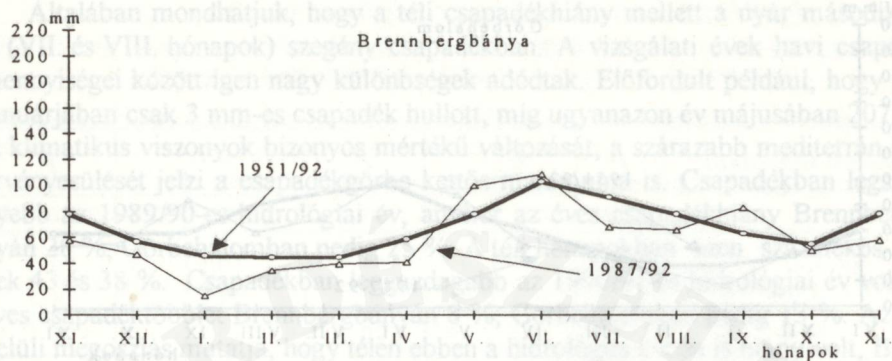
Mint már említettük a vizsgálati évek csapadékviszonyai szárazabb időszakot tükröznek (3. táblázat), bár az egyes évek nagy szórást mutatnak.

3. táblázat. A vizsgálati évek csapadékadatai (mm) Brennbérg-bányán (Br.) és Görbehalomban (Gh.)

Évek	1987/88		1988/89		1989/90		1990/91		1991/92		1987/92	
	Br.	Gh.	Br.	Gh.	Br.	Gh.	Br.	Gh.	Br.	Gh.	Br.	Gh.
XI.	31	41	39	30	35	20	79	45	107	110	58	49
XII.	62	46	54	56	1	3	57	53	60	60	47	44
I.	29	36	16	15	5	6	3	6	21	23	15	17
II.	88	64	20	18	17	14	24	29	24	16	35	28
III.	43	47	23	22	37	37	28	34	68	71	40	42
IV.	16	14	52	83	90	89	12	13	34	42	41	49
V.	89	94	110	77	78	50	207	208	16	18	100	89
VI.	91	83	106	75	101	100	121	120	128	131	109	102
VII.	27	38	99	87	37	54	146	138	32	38	68	71
VIII.	126	112	82	84	41	26	70	69	12	11	66	60
IX.	114	99	88	84	83	95	80	88	51	64	83	86
X.	21	27	24	24	49	72	34	31	123	104	50	52
Évi összes	737	701	713	655	574	566	861	834	676	688	712	689
XI-IV.	269	248	204	224	185	169	203	180	314	322	236	229
V-X.	468	453	509	431	389	397	658	654	362	366	476	460

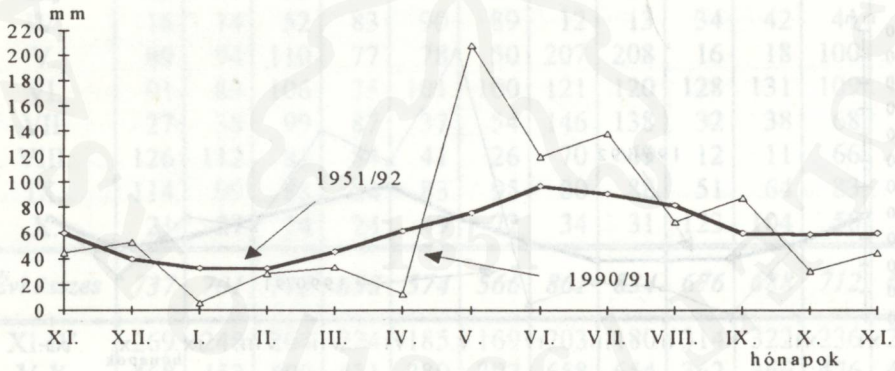
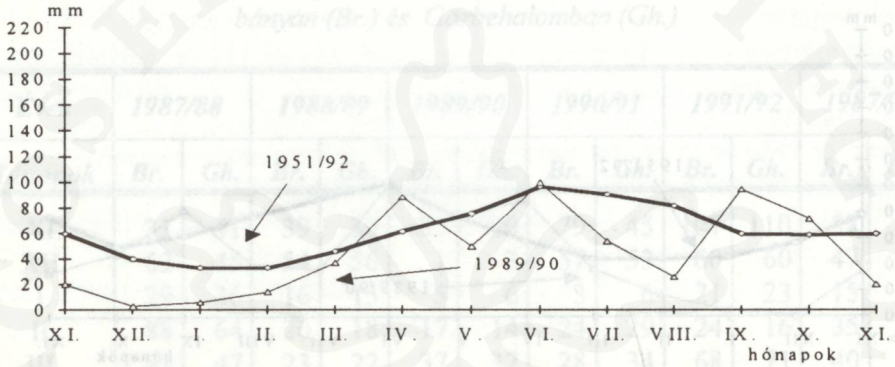
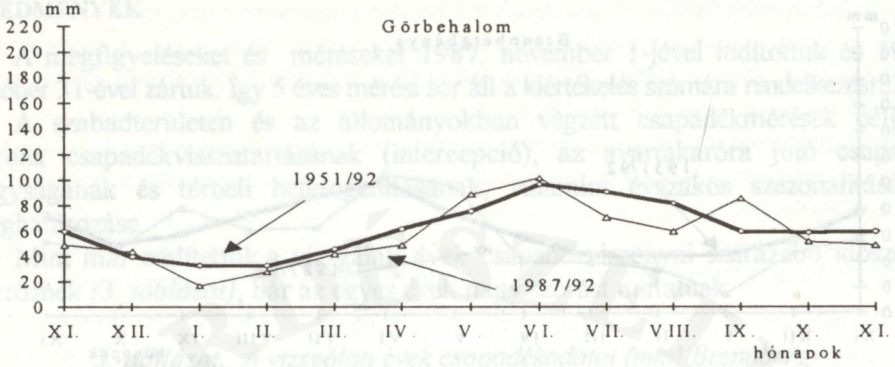
Megjegyzés: a mérések a "Münden 100" típusú mérővel történtek.

Mindkét csapadékmérő állomáson a téli hónapokban jelentős hiány volt mérhető. Ezt szemléltettük az 1. és 2. ábrákon is, ahol összehasonlítottuk az 5 vizsgálati év havi átlagos, valamint a legszárazabb és legnedvesebb évek havi csapadékadatait a 42 éves átlagokkal.



1. ábra. A vizsgálati évek (1987/92), valamint a legszárazabb (1989/90) és a legnedvesebb (1990/91) évek havi csapadékadatainak összehasonlítása a sokéves (1951/91) átlagadatokkal Brennbergbányán

Comparison of the 40 years' average precipitation at Brennbergbánya (1951/1991) with the average monthly precipitation of the years investigated (1987/1992), as well as the monthly precipitation of the driest (1989/1990) and the most humid year (1990/1991)



2. ábra. A vizsgálati évek (1987/92), valamint a legszárazabb (1989/90) és a legnedvesebb (1990/91) évek havi csapadékadatainak összehasonlítása a sokéves (1951/91) átlagadatokkal Görbehalomban

Comparison of the 40 years' average precipitation at Görbehalom (1951/1991) with the average monthly precipitation of the years investigated (1987/1992), as well as the monthly precipitation of the driest (1989/1990) and the most humid year (1990/1991)

Általában mondhatjuk, hogy a téli csapadékhiány mellett a nyár második fele is (VII. és VIII. hónapok) szegény csapadékban. A vizsgálati évek havi csapadékmennyiségei között igen nagy különbségek adódtak. Előfordult például, hogy 1991 januárjában csak 3 mm-es csapadék hullott, míg ugyanazon év májusában 207 mm. A klimatikus viszonyok bizonyos mértékű változását, a szárazabb mediterrán hatás érvényesülését jelzi a csapadékgörbe kettős maximuma is. Csapadékban legszegényebb az 1989/90-es hidrológiai év, amikor az éves csapadékhiány Brennbergbányán 28 %, Görbehalomban pedig 25 %. A téli hónapokban ezen százalékos értékek 43 és 38 %. Csapadékban leggazdagabb az 1990/91-es hidrológiai év volt. Az éves csapadéktöbblet Brennbergbányán 8 %, Görbehalomban pedig 13 %. Az éven belüli megoszlás mutatja, hogy télen ebben a hidrológiai évben is hiány volt, Brennbergbányán 38 %-os, Görbehalomban pedig 34 %-os. Nyáron tehát ismét óriási többlet volt megfigyelhető mindkét mérőhelyen, Brennbergbányán és Görbehalomban is 41-41 %-os.

Természetesen a csapadék hasznosulásának mértékét nagyban befolyásolja a csapadékos napok száma és a csapadékmennyiségek eloszlása. A vizsgált 5 év átlagában a csapadékhullás jelenségének száma a nyári félévben 66, a téli éven pedig 65 volt. A 20 mm-nél nagyobb csapadéku események csapadékösszege a tenyészidőszakban a lehullott összes csapadékmennyiség 62 %-ot, a téli periódusban pedig csak 36 %-át tette ki. Ugyanezen %-os értékek a 10-20 mm közötti csapadékmennyiségekre vonatkoztatva nyáron 13 %, télen pedig 11 %. Tehát a 10 mm-nél nagyobb csapadéku események csapadékösszege nyáron a lehullott csapadék 75 %-át, télen viszont csak 47 %-át tették ki.

### Bükkös mérőhely

Bükkösben a szabadtéri csapadék 72 %-a jut öt év átlagában az erdő avartakarójára (4. táblázat). Ebből következik, hogy a korona (lombozat, ágak, fatörzs stb.) csapadékviszatartása, vagyis az intercepció ( $E_{su}$ ) átlagban 28 %. Télen kevesebb (25 %), mert a benedvesedő felület a levélzet hiánya miatt jóval kisebb, mint nyáron, amikor is az intercepció értéke már eléri a 30 %-ot.

Az avartakaróra hulló ún. állományi csapadék ( $P_{atot} = 579$  mm) egy része a koronán közvetlenül átesve, vagy annak benedvesedését követően arról lecsöpögve ( $P_{al} = 472$  mm) jut az avartakaróra, míg másik része - lényegesen kevesebb mennyiség -, a fa törzsén csurog le ( $P_{at} = 107$  mm).

Öt év átlagában a koronán áthulló csapadék a szabadtéri csapadék 59 %-a, míg a törzsi lefolyás 13 %-a volt.

Mindegyik vizsgálati évben nem nagy, de egyértelmű különbség volt megfigyelhető a tenyész- és azon kívüli időszakok között. A téli hónapokban a koronán áthulló ( $P_{al}$ ) csapadék a szabadtéri csapadéknak átlagosan 63 %-a, nyáron pedig 57 %-a volt. Vagyis nyáron, amikor a fák lombos állapotban vannak, 6 %-kal kevesebb csapadékvíz jut az erdő avartakarójára, mint télen.

4. táblázat. Csapadékmérések eredményei bükkösben, éves és tenyészidőszakonkénti bontásban (a mérések erdészeti csapadékmérő kádakkal történtek)

Mérési időszakok		$P$			$P_{atot}$		$P_{al}$		$P_{at}$	
év	hó	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
1987/88.	téli XI-IV.	280	51	18	229	82	190	68	39	14
	nyári V-X.	513	103	20	410	80	335	65	65	15
	éves XI-X.	793	154	19	639	81	525	66	114	15
1988/89.	téli XI-IV.	281	58	21	223	79	192	68	31	11
	nyári V-X.	543	191	35	352	65	287	53	65	12
	éves XI-X.	824	249	30	575	70	479	58	96	12
1989/90.	téli XI-IV.	203	51	25	152	75	121	60	31	15
	nyári V-X.	468	153	33	315	67	262	56	53	11
	éves XI-X.	671	204	30	467	70	383	57	84	13
1990/91.	téli XI-IV.	234	48	21	186	79	158	67	28	12
	nyári V-X.	696	197	28	499	72	400	58	99	14
	éves XI-X.	930	245	26	685	74	558	60	127	14
1991/92.	téli XI-IV.	393	138	35	255	65	208	53	47	12
	nyári V-X.	405	134	33	274	67	206	51	68	18
	éves XI-IV.	798	269	34	529	66	414	52	115	14
1987/92.	téli XI-IV.	278	69	25	209	75	174	63	35	12
	nyári V-X.	525	155	30	370	70	298	57	72	13
	éves XI-IV.	803	224	28	579	72	472	59	107	13

Megjegyzés:  $P = E_{su} + P_{atot}$  és  $P_{atot} = P_{al} + P_{at}$

A 13 % törzsi lefolyás a fatörzs közvetlen körzetében többlet vízbevételt jelent a fák számára, bár ez a víz térben igen kicsi kiterjedésű talaj-mátrix telítődéséhez járul hozzá. Például 40 mm-es szabadtéri csapadék esetében 1-1 törzsön átlagban 200 l víz is lefolyik. A tenyész- és azon kívüli időszak között a törzsi lefolyás tekintetében nagyobb eltérés nem volt észlelhető. A bükkös állomány 5 évre vonatkozó átlagos benedvesedési kapacitása (C) 3,55 mm, nyáron 4,37 mm, csaknem kétszer akkora, mint a télen, amikor értéke 2,36 mm.

#### Kocsánytalan tölgyes mérőhely

Kocsánytalan tölgyesben öt év átlagában a szabadtéri csapadék 75 %-a jutott az erdő avartakarójára (5. táblázat), következésképp a korona csapadékvisszatartása, vagyis az intercepció éves átlagban 25 %.

Öt év átlagában a koronán ( $P_{al}$ ) 574 mm csapadék hullott át, míg a fák törzsén ( $P_{at}$ ) 28 mm csurgott le. A koronán áthulló csapadék a nem vegetációs időben 186 mm, ami a szabadtéri csapadék 72 %-a, nyáron pedig 390 mm, amely a lehullott csapadék 71 %-a. A különbség elenyésző, mert a tölgylevelek nagy része - természetesen az időjárási körülményektől, valamint a fák fiziológiai állapotától függően -, száraz állapotban télen is az ágakon maradhatnak, így a nedvesedő felület télen is nagy lehet.

5. táblázat. Csapadékmérések eredményei kocsánytalan tölgyesben, éves és tenyészidőszakonkénti bontásban  
(a mérések erdészeti csapadékmérő kádakkal történtek)

Mérési időszakok		$E_{su}$			$P_{atot}$		$P_{al}$		$P_{at}$	
év	hó	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
1987/88.	téli XI-IV.	264	66	25	198	75	191	72	7	3
	nyári V-X.	488	130	27	338	73	332	68	26	5
	éves XI-X.	752	196	26	556	74	523	70	33	4
1988/89.	téli XI-IV.	264	78	30	186	70	180	68	6	2
	nyári V-X.	502	146	29	356	71	339	68	17	3
	éves XI-X.	766	222	29	542	71	519	68	23	3
1989/90.	téli XI-IV.	189	51	27	138	73	131	69	7	4
	nyári V-X.	438	84	19	354	81	336	77	18	4
	éves XI-X.	627	135	22	492	78	467	74	25	4
1990/91.	téli XI-IV.	208	76	37	132	63	125	60	7	3
	nyári V-X.	708	148	21	560	79	531	75	29	4
	éves XI-X.	916	224	24	692	96	656	72	36	4
1991/92.	téli XI-IV.	372	57	15	315	85	301	81	14	4
	nyári V-X.	384	111	29	273	71	263	68	10	3
	éves XI-IV.	756	168	22	588	78	564	75	24	3
1987/92.	téli XI-IV.	259	65	25	194	75	186	72	8	3
	nyári V-X.	504	124	25	380	75	360	71	20	4
	éves XI-IV.	763	189	25	574	75	546	71	28	4

Megjegyzés:  $P = E_{su} + P_{atot}$  és  $P_{atot} = P_{al} + P_{at}$

Másrészt, télen több a kis mennyiségű csapadék (hó, havas eső), melyeknek a fokozottabb szublimáció miatt is relatíve nagyobb része fordítódik a benedvesedésre, mint egy nagymennyiségű csapadék esetében. Mindennek köszönhető, hogy a vizsgált években télen hol kisebb, hol pedig nagyobb a koronán áthulló csapadék százalékos aránya, mint nyáron.

A 4 %-os átlagos törzsi lefolyás téli és nyári megoszlása hasonló, télen (3 %) kicsivel kevesebb, mint nyáron (4 %).

A kocsánytalan tölgyes átlagos benedvesedési kapacitása (C) 2,85 mm, a nyári hónapokban 3,31 mm, télen pedig 2,11 mm.

**Lucfenyves mérőhely**

A szabadtéri csapadék 63 %-a jut az erdő avartakarójára (6. táblázat). Ebből következik, hogy a korona csapadékvisszatartása éves átlagban 37 %. A téli (38 %) és nyári (37 %) hónapok között a különbség elenyésző.

**6. táblázat. Csapadékmérések eredményei lucfenyvesben, éves és tenyészidőszakonkénti bontásban (a mérések erdészeti csapadékmérő kádakkal történtek)**

Mérési időszakok		P			E <sub>su</sub>		P <sub>atot</sub>		P <sub>al</sub>		P <sub>at</sub>	
év	hó	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
1987/88.	téli XI-IV.	248	116	47	132	53	130	52	2	1		
	nyári V-X.	462	169	37	293	63	289	62	4	1		
	éves XI-X.	710	285	40	425	60	419	59	6	1		
1988/89.	téli XI-IV.	246	125	51	121	49	119	48	3	1		
	nyári V-X.	460	195	42	265	58	261	57	4	1		
	éves XI-X.	706	320	45	386	55	380	54	6	1		
1989/90.	téli XI-IV.	175	56	32	119	68	117	67	2	1		
	nyári V-X.	405	140	34	267	66	264	65	3	1		
	éves XI-X.	582	196	34	386	66	381	65	5	1		
1990/91.	téli XI-IV.	181	44	24	137	76	136	75	1	1		
	nyári V-X.	719	268	37	451	63	444	62	7	1		
	éves XI-X.	900	312	35	588	65	580	64	8	1		
1991/92.	téli XI-IV.	350	108	31	242	69	239	68	3	1		
	nyári V-X.	341	124	36	217	64	215	63	2	1		
	éves XI-IV.	691	232	34	459	66	454	65	5	1		
1987/92.	téli XI-IV.	240	90	38	150	62	148	61	2	1		
	nyári V-X.	477	178	37	299	63	295	62	4	1		
	éves XI-IV.	717	268	37	449	63	443	62	6	1		

Megjegyzés:  $P = E_{su} + P_{atot}$  és  $P_{atot} = P_{al} + P_{at}$

A lucos állományban az erdő avartakarójára öt év átlagában a koronán ( $P_{al}$ ) 449 mm csapadék hullott át, míg a fák törzsén ( $P_{at}$ ) 6 mm csurgott le. A koronán áthulló csapadék mennyisége (62 %) alacsony azért, mert a lucfenyő örökzöld, télen is nagy benedvesíthető felülettel rendelkezik. Így egy adott időszakban a koronán áthulló csapadék nagysága, az időjárási viszonyoktól, elsősorban a csapadékeloszlástól (sok kis v. sok nagy csapadék) és a csapadék fajtájától (eső, hó, stb.) függ. Az állományi csapadék ( $P_{atot}$ ) gyakorlatilag megegyezik a koronán áthulló csapadékkal ( $P_{al}$ ).

A lucfenyves átlagos benedvesedési kapacitása (C) 5,11 mm, jóval magasabb, mint a lombos fafajoké. Télen ez az érték 3,57 mm, nyáron pedig 6,19 mm.

### A CSAPADÉKMENNYISÉGI ELEMZÉSEK HIDROLÓGIAI ÉS ERDÉSZETI JELENTŐSÉGE

Egy vízgyűjtő, vagy táj vízmérlegének meghatározásánál fontos a csapadékvíz bevételeinek egzakt megállapítása, aminek nagysága erdős területen az erdő nagy csapadékviszataratása miatt jelentősen eltér a szabadtéri csapadéktól. A legfontosabb hidrológiai folyamatokat, így a párolgást, a párologtatást, az oldalirányú elfolyást és mélybeszivárgást, valamint a lefolyás mennyiségi és időbeni változását az intercepció, annak térbeli és időbeli heterogenitása nagy mértékben befolyásolja. Vízgazdálkodási szempontból célunk mindig az ún. hatékony csapadék megállapítása, amit a szakemberek a vízgazdálkodási kerettervek elkészítésénél és egyéb hidrológiai számításoknál figyelembe tudnak venni. Magyarország természetföldrajzi viszonyai között hidrológiai szempontból, tekintettel az erdő lefolyást kiegyenlítő szerepére, mindig azon fafajú állományok a kedvezőbbek, melyek csapadékviszataratása kevesebb, mélyebb gyökérral és nagyobb törzsi lefolyással rendelkeznek. A fentiek vonatkozásában az 5 éves vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy a lombhullató bükkös és a kocsánytalan tölgyes kedvezőbb, mint a lucfenyves. Télen - amikor a vegetáció vízfelhasználása szünetel -, a lombos állományokban jóval több csapadék éri el az erdő avartakaróját, szivárog a talajba, tölti azt fokozatosan fel, majd pedig a növényi szervesanyagképzésen, illetve az elfolyáson keresztül hasznosul. A mérési adatok hidrológiai számításoknál történő figyelembevételéhez elegendő kifejezni az állományi csapadék ( $P_{atot}$ ) havonkénti mennyiségeit a szabadtéri csapadék (P) függvényében. Az így kapott lineáris regressziós egyenesek korrelációs koefficiensei ( $r^2$ ) valamennyi mérőhelyen nagyobbak, mint 0,9. Mint ahogy erre már Járó (1980) is utalt, hidrológiai számításokhoz a tenyészidőszaki és tenyészidőszakon kívüli csapadékviszataratás szétválasztása nem indokolt, mert az intercepció százalékos nagysága elsősorban a csapadék eloszlásától, mennyiségétől és intenzitásától függ.

A kapott mérési eredmények azonban csak akkor általánosíthatók és adaptálhatók más termőhelyen tenyésző erdőkre, ha a csapadékviszonyok és klíma-

jellemzők mellett a vizsgálandó faállomány morfológiai tulajdonságai is ismertek és összehasonlíthatók (Balázs és Führer 1990, 1991).

Az elmondottakból következik, hogy erdősültebb vízgyűjtő területek várható és felhasználható vízkészletének hosszútávú előrejelzésénél az erdő nagy csapadék-visszatartása miatt mindenképpen kalkulálnunk kell az erdők területének és fafajösszetételének megváltozásával. Az erdészeti csapadékmérések eredményeinek legszélesebb körű hidrológiai alkalmazását, egyrészt a magas erdősültség, másrészt a kísérletek nagy száma miatt, Németországban láthatjuk, ahol egy táj vízháztartásának elemzésénél már az erdőművelési eljárásoknak a lefolyó vizek mennyiségére és minőségére gyakorolt hatását is figyelembe veszik (Brechtel, 1991).

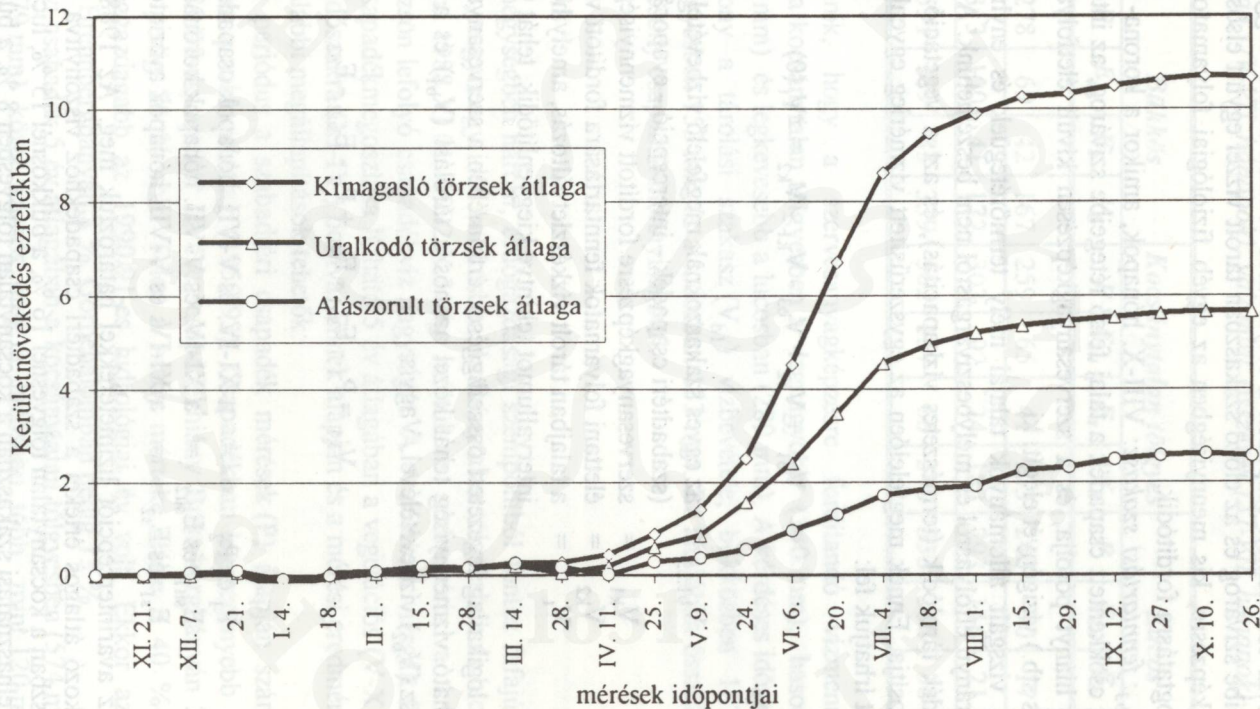
Az erdőben végzendő csapadékmérések nemcsak vízgazdálkodási szempontból fontosak, hanem szorosan kapcsolódnak az erdei ökoszisztéma-kutatásokhoz. Ezen eredmények segítségével adatokat kapunk arról, hogy az egyes fafajok hogyan befolyásolják saját vízellátásukat. Ez utóbbi fontosságát pedig, különösen a többletvízhatástól független hidrológiai kategóriájú termőhelyeken, a szervesanyag-termelés szempontjából kell hangsúlyoznunk. Hazánk természetföldrajzi viszonyai között a víz korlátozó tényező, ha azonban optimális eloszlásban áll a vegetáció rendelkezésére, a fatermesztés feltételei biztosítottak.

Járó (1980, 1989) 15 éves gödöllői víz- és anyagforgalmi vizsgálatai a vízbevitel-felhasználás összefüggés modelljéhez döntő eredményeket adtak. A növekedésmenet és a mennyiségi szervesanyagképzés ismeretében meghatározta a vízfelhasználás-párologtatás folyamatát, és azt mennyiségi relációban is kifejezte. Azóta a máshelyütt is fokozatosan megindított megfigyelések igazolták az alapösszefüggéseket, és lehetővé tették például a száraz időjárási körülmények reális értékelését az erdőpusztulás kialakulásában (Führer, 1992 b).

A bükkösökben végzett növekedésmenet-vizsgálatok (3. ábra) 5 év átlagában, egyértelműen mutatják, hogy a kezdeti növekedési szakasz április elejével kezdődik és 4-5 hétig tart. Május közepén indul meg az intenzív növekedés. 7-9 hét alatt az adott évi szervesanyag 80-90 %-a képződik, amit csak az igen intenzív vízfelhasználás-párologtatás tesz lehetővé. Július végére a növekedés lecsillapodik, a szervesanyagképzés jelentéktelenné válik, és a vízfelhasználás-párologtatás elsősorban a fiziológiai folyamatok fenntartását szolgálja.

A talaj vízgazdálkodásának-vízkapacitásának ismeretében a vízbevitel és felhasználás folyamata becsülhető. Az elmondottak értelmében a vízbevitelt, kiegészítve Járó (1989) meghatározását három szakaszra bonthatjuk:

$V_{b1}$ : tárolási szakasz: XI-IV. hónapok, amikor a korona- és az avarintercepcióval csökkentett csapadék a talajba szivárog, fokozatosan feltölti a talaj egyes szintjeit, veszteség (felhasználás, evaporáció) az esetleges elfolyáson v. mélybeszivárgáson kívül csekély.



3. ábra. A brennbergbányai bükkös éves kerületnövekedése öt év átlagában (1988-1992)

*Average girth growth of five years (1988-1992) in the beech stand at Brennbergbánya*

$V_{b2}$ : fő felhasználási szakasz: V-VII. hónapok, amikor a korona- és avarintercepcióval csökkentett csapadék a folyamatos felhasználástól függően a talaj felső rétegeibe szivárog és az előző szakaszban tárolt vízzel együtt elsősorban a szervesanyagképzésre, kis mennyiségben az egyéb fiziológiai folyamatokkal összefüggő párologtatásra fordítódik.

$V_{b3}$ : fenntartási szakasz: VIII-X. hónapok, amikor a korona- és avarintercepcióval csökkentett csapadék a talaj felső rétegeibe szivárog, az intenzív vízfelhasználási hiányt pótolja, és a szervesanyagképzésen kívüli életfolyamatok (termés-képzés stb.) vízigényét elégíti ki.

A vizsgált állományok talajai mély termőrétégűek és enyhe lejtésűek, így oldalirányú elfolyásról és mélybeszivárgásról nem beszélhetünk. A talajba szivárgó csapadék tárolódik (természetes vízkapacitás), és azt a vegetáció teljes egészében hasznosítja. Ennek megfelelően az egyszerűsített vízmérleg egyenletét az alábbiak szerint írhatjuk fel:

$$V_{b1} + V_{b2} + V_{b3} - V_{k1} - V_{k2} = \pm V_t (0) \quad (4)$$

ahol:

- $V_{b1...3}$  = az egyes szakaszoknak megfelelő vízbevétel nagysága, (szabadtéri csapadék - intercepció - evaporáció),
- $V_{k1}$  = szervesanyagképzésre fordított vízmennyiség,
- $V_{k2}$  = élettani folyamatok fenntartására fordított vízmennyiség,
- $V_t$  = a talajban tárolt vízkészletváltozás, amely hosszú idő-intervallumot tekintve kiegyenlítődik, tehát 0.

A logikailag levezetett összefüggések értelmében a szervesanyagképzésre ( $V_{k1}$ ) fordítható vízmennyiség tehát közel azonos a tárolási ( $V_{b1}$ ) és a fő felhasználási szakasz ( $V_{b2}$ ) vízbevételével. Vagyis:

$$V_{k1} = P_1 - E_{su1} - E_{s1} + P_2 - E_{su2} - E_{s2} \quad (5)$$

ahol:

- $P_1$  és  $P_2$  = a XI-IV. és V-VII. hónapok csapadéka,
- $E_{su1}$  és  $E_{su2}$  = a XI-IV. és V-VII. hónapok koronaintercepciója,
- $E_{s1}$  és  $E_{s2}$  = a XI-IV. és V-VII. hónapok avarintercepciója.

Az avarintercepciót liziméterekkel határoztuk meg. Az 1988-1992-es évekre vonatkozó átlagos értékei a szabadtéri csapadékhoz viszonyítva télen, a tárolási szakaszban a kocsánytalan tölgyesnél 16 %, a bükkösnél 15 %, lucosnál pedig 7 %. A fő felhasználási szakaszban a kocsánytalan tölgyesben 8 %, a bükkösben 13 %, a lucosban pedig nem változott (7 %). Az (5) képletnek megfelelő értékeket a 7. táblázatban láthatjuk.

7. táblázat. A vizsgált ökoszisztémák szervesanyagképzésre fordítható vízbevétele ( $V_b$ ) 5 év átlagában a tárolási (XI-IV. hónapok) és a fő felhasználási szakaszban (V-VII. hónapok), valamint összesen (XI-VII. hónapok)

1988-1992	Bükkös				Kocsánytalan tölgyes				Lucos			
	P	$E_{su}$	$E_s$	$V_b$	P	$E_{su}$	$E_s$	$V_b$	P	$E_{su}$	$E_s$	$V_b$
XI-IV. (1)	278	69	42	167	259	65	41	153	240	90	17	133
V-VII. (2)	313	100	41	172	303	92	24	187	293	116	21	156
XI-VII.(1+2)	591	169	83	339	562	157	65	340	533	206	38	289

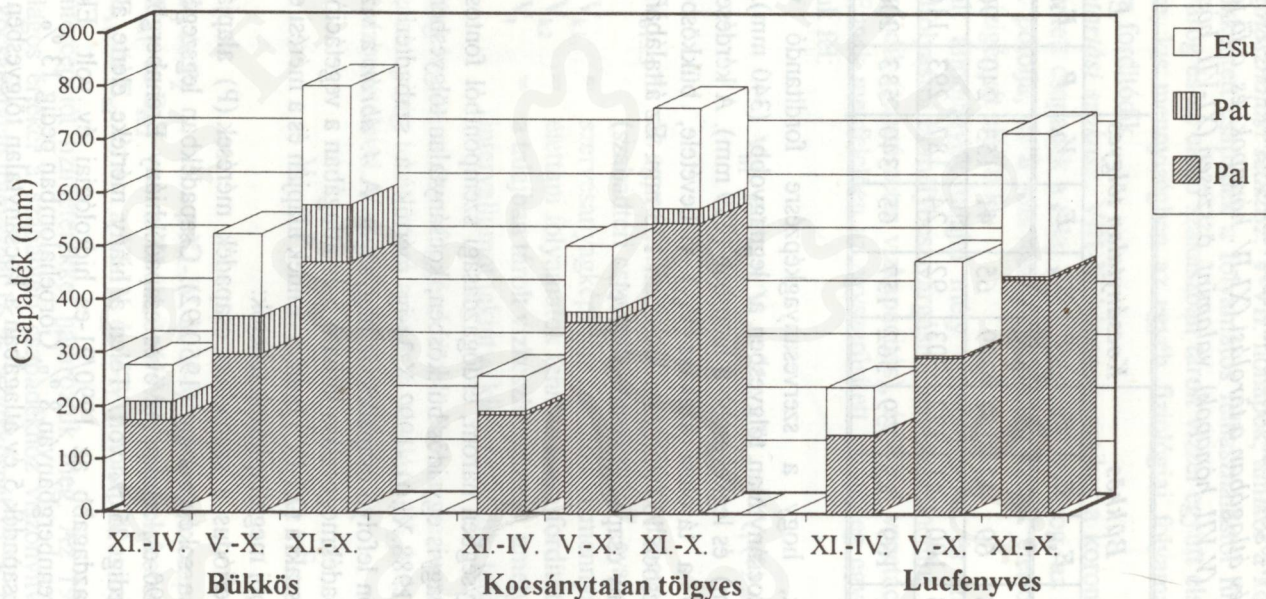
Abból kitűnik, hogy a szervesanyagképzésre fordítandó vízmennyiség ( $V_{k1}=V_{b1}+V_{b2}$ ) a kocsánytalan tölgyesben a legnagyobb (340 mm), hasonló a bükkösben (339 mm) és legkevesebb a lucosban (289 mm). A kérdéses időszakban feltűnően alacsony a tárolási szakasz ( $V_{b1}$ ) vízbevétele, bükkösben 167 mm, kocsánytalan tölgyesben 153 mm és a lucosban 133 mm. Ez általában összefügg a téli hónapok alacsony csapadék mennyiségével.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A Soproni hegységben három, erdőgazdasági szempontból fontos fafajú erdei ökoszisztémában, vagyis egy idős bükkösben, kocsánytalan tölgyesben és lucosban heti gyakorisággal 1988.XI.01.-1992.X.31-ig mértük a szabadtéri-, a koronán áthulló- és a törzsen lefolyó csapadékvíz nagyságát. A 4. ábrán a vizsgált fafajok koronaterének csapadékmegoszlása látható 5 év átlagában a vegetációs (V-X.) és a nem vegetációs időszakokra (XI-IV.) bontva. Ennek alapján és a mérési eredményeink ismeretében az alábbi megállapítások tehetők:

A vizsgálati periódus a szabadtéri csapadék mérések (P) alapján szárazabb időszak volt, mint a sokéves átlag (1950/92). Csapadékban legszegényebb hidrológiai év az 1989/90-es, amikor az éves csapadékhiány Brennbergbányán 28 %, Görbehalomban pedig 25 % volt. Télen a hiány mértéke elérte a 40 %-ot is. Csapadékban leggazdagabb az 1990/91-es hidrológiai év volt. Ekkor az éves csapadéktöbblet Brennbergbányán 8 %, Görbehalomban pedig 13 %.

Az állományi csapadék 5 év átlagában a kocsánytalan tölgyesben (574 mm) és a bükkösben (579 mm) közel azonos, míg a lucosban több, mint 120 mm-rel kevesebb, azaz csak 449 mm.



4. ábra. A vizsgált ökoszisztémákban végzett 5 éves csapadékmérések átlagolt adatai a téli és a nyári félév bontásában, valamint összesen

Esu: interceptió, Pat: törzsön lefolyó csapadék, Pal: koronán áthulló csapadék,  
P: szabadtéri csapadék ( $P = \text{Esu} + \text{Pat} + \text{Pal}$ )

Average precipitation of five years in the investigated ecosystems for the winter (XI-IV.) and summer (V-X.) months and the total hydrological year (XI-X.)

Esu: interception, Pat: stemflow, Pal: throughfall, P: open area precipitation ( $P = \text{Esu} + \text{Pat} + \text{Pal}$ )

A vegetációs periódusban az állományi csapadék a kocsánytalan tölgyesben 380 mm, a bükkösben 370 mm, a lucosban pedig 299 mm, míg télen legtöbb az állományi csapadék a bükkösben (209 mm), majd a tölgyesben 194 mm, végül a lucosban 150 mm.

Az állományi csapadéknál a téli és nyári hónapok között minden évben egyértelmű eltérés csak a bükkösnél volt megfigyelhető, méghozzá a téli hónapok javára (+ 5 %). A kocsánytalan tölgyesnél és a lucosnál - mivel a benedvesíthető felület télen is nagy lehet -, igen változatosan és nem következetesen tértek el egymástól a vegetációs periódusban és azon kívül mért csapadékatatok relatív értékei. Ezen változosságot a csapadék évenként eltérő eloszlása és fajtája tovább növelheti.

Bükkös állomány törzsi lefolyása magas, 13 %, a kocsánytalan tölgyesé jóval, 10 %-kal kevesebb, a lucosé pedig elhanyagolható (1 %).

Az állományi csapadék térbeli heterogenitását nemcsak az eredményezi, hogy az egyes fafajok törzsi lefolyásának mennyisége faji tulajdonságok miatt eltér egymástól, hanem hogy a fajon belül az egyes törzsek között is, - az ágszerkezet szögállása és a kéreg minősége miatt -, nagy eltérés adódik.

A vizsgált ökoszisztémák szabadtéri csapadékhoz viszonyított éves csapadékviaszartartása ( $E_{su}$ ) tehát a kocsánytalan tölgyesben a legkisebb, 25 %, a téli és nyári hónapokban megegyező. A bükkösben már 28 %, télen 5 %-kal kevesebb, mint nyáron (30 %). A lucfenyvesben értéke a legnagyobb, eléri a 37 %-ot, a vegetációs- és a vegetáción kívüli periódus közötti eltérés csak 1 %.

Az intercepciós adatok is mutatják, hogy a legnagyobb benedvesedési kapacitással a lucos (5,11 mm), majd a bükkös (3,53 mm), végül a legalacsonyabbal (3,11 mm) a kocsánytalan tölgyes rendelkezik.

Az átlagos benedvesedési kapacitás közelítő számítására, bizonyos elméleti megfontolások és irodalmi ismeretek alapján az alábbi képletet fejlesztettem ki és használtam:

$$\sum_{i=1}^n E_{su} = C \left( n - e^{-\frac{P_1}{C}} \dots - e^{-\frac{P_n}{C}} \right) \quad (3)$$

ahol:

$\sum_{i=1}^n E_{su}$  = az adott időszak csapadékviaszartartása,

$P_{1...n}$  = az adott időszakban hullott, csapadékintervallumokba sorolt csapadékmennyiségek,

$C$  = az adott időszak átlagos benedvesedési kapacitása,

$n$  = az egyes csapadékintervallumokba sorolt csapadék hullások száma,

$e$  = a természetes logaritmus alapja.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Balázs, Á. 1983. Ein Kausalanalytischer Beitrag zur Quantifizierung des Bestands- und Nettoniederschlags von Waldbeständen. Dissertation an der Technischen Universität Berlin.
- Balázs, Á., Führer, E. 1990-91. Methode und Ergebnisse der Interzeptions-Forschung in Waldbeständen, Erdészeti Kutatások Vol. 82-83:5-21.
- Brechtel, H. M. 1991. Möglichkeiten zur Sicherung und Erhöhung des Nutzbaren Wasserdargebotes von Waldgebieten durch forstliche Massnahmen, Manuscript, 1-27.
- Danszky, I. 1963. Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási, erdőtelepítési irányelvei és eljárásai. Budapest.
- Delfs, I. 1955. Die Niederschlagzurückhaltung im Walde (Interception). Mitteilungen des Arbeitskreises "Wald und Wasser", 2. Koblenz, 54. S.
- Führer, E. 1981 a. Az erdők szerepe a hóolvadás és a vízfolyás késleltetésében. Erdő és Víz, VEAB kiadvány 63-74.
- Führer, E. 1981 b. Intercepciómérések bükkösben. Erdészeti Kutatások Vol. 74:125-137.
- Führer, E. 1981 c. Hómérések erdős területen. Az Erdő XXX. 4:176-178.
- Führer, E. 1982 a. A fafajösszetétel megváltozásának hatása Sopron hegyvidéki erdők vízgazdálkodására. Az Erdő XXXI. 9:423-426.
- Führer, E. 1982 b. Intercepció vizsgálatok bükkösökben. Agrártudományi Közlemények, 41. 3-4:530-532.
- Führer, E. 1984 a. Intercepcion in some Forest Associations in Hungary. 16th Congress of the Hungarian Biological Society. Veszprém. 27-29. June.
- Führer, E. 1984 b. A csapadék megoszlása és az intercepció különböző hazai erdő-társulásokban. Doktori értekezés.
- Führer, E. 1987. Lombos- és fenyőállományok hatása a hó felhalmozódására és olvadására. Vízügyi Közlemények LXIX. 4:557-575.
- Führer, E. 1992 a. Intercepció meghatározása bükk, kocsánytalan tölgy és lucfenyő erdőben. Vízügyi Közlemények LXXIV. 3:281-296.
- Führer, E. 1992 b. Der Zusammenhang zwischen der Dürre und der Erkrankungen der Traubeneichenbestände in Ungarn. Forstw. Cbl. 111:129-136.
- ICID (International Commission on Irrigation and Drainage). Magyar Nemzetközi Bizottsága (1980). Öntözési és Vízrendezési Értelmező Szótár. (szerk.: Bogárdi, J. és Petrasovits, I.) Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Járó, Z. 1980. Intercepció a gödöllői kulturerdei ökoszisztémákban. Erdészeti Kutatások Vol. 73. II.:7-18.
- Járó, Z. 1989. Az erdő vízforgalma. Az Erdő XXXIII. 8:352-355.
- Kolozsár, J. 1981. Természetes erdei ökoszisztémák és a csapadék. Erdő és Víz, VEAB Kiadvány 75-87.
- Kucsera, M. 1993. A csapadék benedvesedési vesztesége. WOOD-TECH Erdészeti Szakmai Konferencia, Sopron, 154-158.
- Majer, A. 1976. Félévszázados kísérletek a farkasgyepűi bükkösben. VEAB, Erdészeti Szakbizottság Közleménye.

- Merriam, R.A. 1960. A note on the interception loss equation. I. Geophys. Res., 65:3850-3851.
- Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normen, 1983. DIN 4049 Teil 101, Hydrologie: Begriffe des Niederschlages und der Schneedecke. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 10. S.
- Páv, B., Bele, I. 1980. Mérien podkorunových srážek v lesních porostech. Lesnictví Praha, 26., 2.
- Szabó, M., Csontos, Cs. 1975. A Study of the Nutrient Content of Canopy Throughfall in an Oak Forest (*Quercetum petraeae-cerris*) Measured for One Year. Acta Botanica, Tom. XXI: 419-432.
- Szabó, M., Keszey, E. 1985. Some properties of rainfall and throughfall water in undisturbed Juniper and Poplar forest in Bugac. Acta Botanica Vol. 31:35-44.
- Weiche, I. 1974. Benutzung und Interception von Buchen- und Fichten-beständen in Nordhein-Westfalen. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 145. Jg., H.1:1-11; H.2:30-40.

...matékban végzünk csapadék mennyiségi és minőségi vizsgálatokat. A ...  
...és bükkös állományokban lejáró csapadék mennyiségének és ...  
...minőségi folyamatok feltárása érdekében vizsgáljuk a szabad területre ...  
...hullott, az állományon áthaladó és a törzsek lefolyó csapadék mennyiségét ...  
...és minőségét, valamint a vízvívó talajon átszivárgó, törzsek és ...  
...víztározót képező patak vízminőségének változását

Eddigi vizsgálatunk alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy a ...  
...folyamatokat kell vizsgálni, mert az egyes események nem tükrözik hűen a ...  
...változásokat. A lehullott csapadék mennyisége és minősége a ...  
...fambkorona-, avar- és talajrétegeken keresztül áthaladva jelentős ...  
...mértékben megváltozik. A rendszeres pótlózatása az időszakosan ...  
...jelentkező káros környezeti hatásoktól minél jobban védi meg a ...

**KULCSSZAVAK:** csapadék mennyiség és minőség, fambkorona, avar, ...  
...talajréteg, puffert-hatás

**ABSTRACT**

1851

Measurements in forests and water quality are taken in various forests ...  
...of the different ecological parts of the country. In the Nyírség experi- ...  
...mental plot situated on the south slope of Mátyás Mountains ...  
...precipitation quantity and quality measurements have been conducted. In ...  
...order to reveal the quantity and quality processes of the precipitation in ...  
...Norway spruce and beech stands, we measure the quantity and quality of ...  
...open-air precipitation, throughfall and stemflow, as well as the change of ...  
...quality of the infiltrating water through the soil of the watershed and ...  
...stream. The stream feeds a storage-lake.

Based on our results, we can conclude consider the processes ...  
...themselves, because the yearly sums don't reflect the real changes. The ...  
...quantity and quality of incident precipitation changes considerably as it

Merrill, R.A. 1960. A note on the interception loss equation. *J. Geophys. Res.* 65: 3889-3891.

Némethy, Z. 1987. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 80: 1-10.

Némethy, Z. 1988. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 81: 1-10.

Némethy, Z. 1989. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 82: 1-10.

Némethy, Z. 1990. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 83: 1-10.

Némethy, Z. 1991. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 84: 1-10.

Némethy, Z. 1992. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 85: 1-10.

Némethy, Z. 1993. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 86: 1-10.

Némethy, Z. 1994. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 87: 1-10.

Némethy, Z. 1995. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 88: 1-10.

Némethy, Z. 1996. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 89: 1-10.

Némethy, Z. 1997. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 90: 1-10.

Némethy, Z. 1998. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 91: 1-10.

Némethy, Z. 1999. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 92: 1-10.

Némethy, Z. 2000. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 93: 1-10.

Némethy, Z. 2001. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 94: 1-10.

Némethy, Z. 2002. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 95: 1-10.

Némethy, Z. 2003. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 96: 1-10.

Némethy, Z. 2004. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 97: 1-10.

Némethy, Z. 2005. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 98: 1-10.

Némethy, Z. 2006. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 99: 1-10.

Némethy, Z. 2007. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 100: 1-10.

Némethy, Z. 2008. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 101: 1-10.

Némethy, Z. 2009. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 102: 1-10.

Némethy, Z. 2010. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 103: 1-10.

Némethy, Z. 2011. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 104: 1-10.

Némethy, Z. 2012. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 105: 1-10.

Némethy, Z. 2013. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 106: 1-10.

Némethy, Z. 2014. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 107: 1-10.

Némethy, Z. 2015. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 108: 1-10.

Némethy, Z. 2016. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 109: 1-10.

Némethy, Z. 2017. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 110: 1-10.

Némethy, Z. 2018. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 111: 1-10.

Némethy, Z. 2019. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 112: 1-10.

Némethy, Z. 2020. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 113: 1-10.

Némethy, Z. 2021. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 114: 1-10.

Némethy, Z. 2022. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 115: 1-10.

Némethy, Z. 2023. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 116: 1-10.

Némethy, Z. 2024. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 117: 1-10.

Némethy, Z. 2025. A vízvesztés (EVA) az erdőintercepcióval szemben. *Erdészeti Kutatások* 118: 1-10.

# LUCOS ÁLLOMÁNNYAL BORÍTOTT VÍZGYŰJTŐ VÍZMINŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA A MÁTRÁBAN

SITKEY JUDIT

## ÖSSZEFOGLALÓ

Az erdő és víz kapcsolatára vonatkozó méréseink az ország különböző ökológiai adottságokkal rendelkező erdővel borított bázisterületein folynak. A Mátra déli lejtőjén lévő nyírjesi kísérleti területünkön folyamatosan végzünk csapadék mennyiségi és minőségi vizsgálatokat. A lucos és bükkös állományokban lejátszódó csapadék mennyiségi és minőségi folyamatok feltárása érdekében vizsgáljuk a szabad területre hullott, az állományon áthulló és a törzsön lefolyó csapadék mennyiségét és minőségét, valamint a vízgyűjtő talaján átszivargó forrás és a víztározót tápláló patak vízminőségének változását.

Eddigi vizsgálataink alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy a folyamatokat kell vizsgálni, mert az évi összegzések nem tükrözik hűen a változásokat. A lehullott csapadék mennyisége és minősége a lombkorona-, avar- és talajrendszeren keresztül áthaladva jelentős mértékben megváltozik. A rendszer pufferhatása az időszakosan jelentkező káros környezeti hatásokat eliminálja.

**KULCSSZAVAK:** csapadék mennyiség és minőség, lombkorona, avar, talajrendszer, puffer-hatások

## ABSTRACT

Measurements in forests and water quality are taken in various forests of the different ecological parts of the country. In the Nyírjes experimental plot situated on the south slope of Mátra Mountains precipitation quantity and quality investigations have been conducted. In order to reveal the quantity and quality processes of the precipitation in Norway spruce and beech stands, we measure the quantity and quality of open-air precipitation, throughfall and stemflow, as well as the change of quality of the infiltrating water through the soil of the watershed and stream. The stream feeds a storage-lake.

Based on our results, we can conclude consider the processes themselves, because the yearly sums don't reflect the real changes. The quantity and quality of incident precipitation changes considerably as it

goes through the canopy, litter and soil system. The buffering capacity of this system eliminates the temporarily occurring adverse environmental effects.

**KEY WORDS:** precipitation, watershed, spring, buffer effects, Norway spruce, beech.

## BEVEZETÉS

Napjainkban egyre többeket foglalkoztat a természetes környezetet befolyásoló tényezők feltárása, ismerete. Az ökológiai rendszerek, ezen belül az erdei ökoszisztémák vízmérlegének meghatározása az erdészökológusok egyik fontos feladata (Járó, 1980; Führer, 1981, 1990, 1992; Ujvári, 1981).

Az erdő és víz kapcsolatára vonatkozó méréseink az ország különböző ökológiai adottságokkal rendelkező bázisterületein folynak. Az egyik bázis-területünk a Mátra hegység kisvízgyűjtőjében helyezkedik el.

A vízgyűjtők vízhozam vizsgálatának kutatása hazai viszonylatban hosszú múltra nyúlik vissza. Az erdősült vízgyűjtők vízmennyiségének és hordalékának vizsgálatára az Erdészeti Tudományos Intézet a 60-as években létesítette a Mátrában a kishánai (Bánky, 1959) és a szárazkeszői (Szönyi, 1966) kísérleti területeket, ahol a folyamatos méréseket 1981-től vízminőség-vizsgálatokkal is kiegészítettük. Mivel az MTA megállapítása szerint a Mátra körzetében lévő kisvízgyűjtők a legveszélyeztetettebbek az esetleges légszennyezés káros hatásai következtében, ezért az ERTI ökológiai team-je a Légekörfizikai Intézettel együtt a fenti két vízgyűjtőn kívül a nyírjesi vízgyűjtő területen is megkezdte az ökoszisztéma vizsgálatokat.

Az erdőben lejátszódó folyamatokban a környezeti tényezőknek jelentős szerepük van. Mivel egy vízgyűjtőterület fizikai és ökológiai rendszerében bekövetkező minden változás hatással van a vízháztartásra, ezért szükséges a felszíni vizek, vízgyűjtők folyamatos vizsgálata.

A Visontai Erőmű hatáskörzetébe tartozó Csórréti víztározó bükkal, részben lucfenyővel borított vízgyűjtőjében (Nyírjes) végzett folyamatos vízminőség-vizsgálat célja egyrészt a környezeti tényezők függvényében az erdő és a víz kapcsolatának mélyebb feltárása, másrészt annak megismerése, hogy a környezet légszennyeződés okozta esetleges savasodása hogyan érvényesül az erdővel borított vízgyűjtőben lejátszódó hidrológiai folyamatokban.

## A VIZSGÁLATOK HELYE ÉS MÓDSZERE

A Csórréti víztározó lucfenyővel borított vízgyűjtőterületének vizsgálata során a vízminőségi elemzéseket az alábbi vízmintákból végezzük:

- szabad területen csapadékhullás után gyűjtött csapadékmintákból,
- lucfenyves alatt csapadékhullás után gyűjtött csapadékmintákból,
- a fő vízfolyás különböző helyeiről (a forrástól a tározóba való beömlésig) havonta vett vízmintákból.

A vízmintákból meghatározzuk a pH értéket, a fajlagos vezetőképességet, valamint a vízminőségi elemzések szempontjából fontos anionok és kationok koncentrációját.

Az Erdészeti Tudományos Intézet ökológiai bázisterülete a Csórréti víztározótól észak-nyugatra, a Nyírjes folyás mellett helyezkedik el, a tározó északi szélétől mintegy 700 m-re. A bázisterület kialakítása 1986-ban kezdődött szabad területen és az akkor 20 éves luc állomány alatt.

A vízgyűjtőterületre hullott csapadékot a szabad területen elhelyezett Hellman-féle csapadékmérővel mérjük. A csapadék kémiai elemzéséhez a mintát műanyag edényekben fogjuk fel szabad területen és a luc állományban egyaránt. A nyitott műanyag edények a csapadékot és a porüledést, vagyis a száraz és nedves üledést együtt tartalmazzák, ezért mind a szabad területen, mind a luc állományban telepítetünk nedves üledés mérésére alkalmas 0,2 m<sup>2</sup> felületű csapadékmintavevőt is, amelynek elektromos kapcsolója csak nedvesség hatására nyit. Száraz időben a mintavevő zárva van, a porüledés nem szennyezi a csapadékmintát.

### *A Csórréti tározó vízgyűjtőterületének (Nyírjes) erdészeti hidrológiai jellemzése*

A vízgyűjtő Galyatetőtől keletre a Mátra hegység déli oldalán található. Alapkőzete piroxén-andezit, hidroandezit és andezittufa. Az alapkőzeten a barna erdőtalajok különböző típusai alakultak ki, például agyagbemosódásos barna erdőtalaj, pszeudoglejes barna erdőtalaj és barnaföld. Kémhatásuk 5-7 pH érték között változik. Vízgazdálkodásuk jó, az erdő számára optimális talajtípust jelentenek.

A vízgyűjtő tengerszint feletti magassága 500 és 940 m között változik és erdészeti szempontból a bükk klímába tartozik. Ennek megfelelően a vízgyűjtő területét borító 770 ha erdő főfafaja a bükk és a lucfenyő. Területi megoszlásuk 68 % (526 ha) bükk, 31 % (243 ha) lucfenyő. Korosztálymegoszlásuk közel egyenletes.

A tározóba három fő völgyön (Aranybánya, Nyírjes, Nagylipót-folyás) folyik a víz. A lucfenyő állomány mindhárom völgyben leér a patak partjára, így közvetlenül befolyásolja a tározóba jutó víz mennyiségét és minőségét.

## A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEKBŐL LEVONT NÉHÁNY KÖVETKEZTETÉS

A csapadék az erdő (mint ökoszisztéma) anyagforgalmának fő összetevője, egyben a légkörből származó elemek közvetlen (nedves ülepedés) és közvetett (száraz ülepedés) hordozója, ezért az erdőben lejátszódó folyamatok megismeréshez alapvetően szükséges a lehulló csapadék térbeli és időbeli változásának vizsgálata.

A nyírjési bázisterületen a vizsgált öt év csapadékadatai mutatják a rendkívüli időbeli és térbeli változatosságot (1. táblázat). Az 1989. évi 738 mm-hez viszonyítva, ami átlagos csapadékmennyiséget jelent, az 1992-es 529 mm a legkisebb, míg az 1988. évi 868 mm a maximum. Még jellemzőbb, ha a havi csapadékmennyiségeket vizsgáljuk. Például júliusban az 1988. évi 16,4 mm képviseli a minimumot és az 1991. évi 151 mm a maximumot. Rá kell mutatni, hogy a csapadékos napok száma is rendkívül változó. A csapadékszegény 1992-es évben mindössze 34 napon esett az eső, ugyanakkor 1988-ban a csapadékos napok száma 60. A csapadékos napok havi megoszlása mutatja, hogy egyes csapadékok között rövidebb-hosszabb száraz időszakok jelentkeznek, amelyek az erdő víz- és anyagforgalmát egyaránt befolyásolják.

A lehulló csapadék az erdő (ez esetben a nyírjési lucos) koronáján áthullva mind mennyiségében, mind minőségében megváltozik. A vizsgált években az átlagos intercepció kiegyenlített, 23-26 %-os (2. táblázat). Ki kell emelni az 1992-es csapadékszegény és meleg évet, amikor az intercepció 32 %-ra emelkedett.

1. táblázat. A csapadékos napok száma és mennyisége havonként és évi összesítésben

	Év	H ó n a p o k												Éves összeg
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Csapadékos napok száma	1988	6	8	8	5	8	6	3	5	5	1	3	2	60
Csapadék (mm)		71.5	83.3	59.8	31.4	156.0	125.9	16.4	118.0	84.8	17.3	24.6	79.0	868.0
Csapadékos napok száma	1989	1	2	6	4	6	10	5	4	2	3	2	1	46
Csapadék (mm)		9.1	26.3	57.5	99.6	66.8	139.5	97.2	92.3	48.6	16.3	69.6	14.7	737.5
Csapadékos napok száma	1990	1	2	1	4	6	2	3	2	4	3	5	2	35
Csapadék (mm)		15.1	58.1	14.3	71.5	59.4	60.6	21.2	25.8	55.3	135.9	54.6	58.6	630.4
Csapadékos napok száma	1991	0	1*	2	9	5	4	6	3	2	2*	6	2	42**
Csapadék (mm)		0.0	54.4	12.9	87.0	119.1	76.2	151.4	67.2	10.9	100.9	124.3	40.3	844.6
Csapadékos napok száma	1992	1	4	1*	2	3*	4**	2	2*	3	6	4	2	34*****
Csapadék (mm)		8.8	5.9	41.3	12.6	39.4	78.1	60.3	13.0	45.2	89.8	75.2	59.4	529.0

Megjegyzés: a csillagok (\*) a 2 napos, azaz tartósan esős időszakok számát jelzik

2. táblázat. Átlagos évi intercepció a nyírjési lucosban

Év	Átlagos intercepció (%)
1988	26
1989	25
1990	26
1991	23
1992	32

Az intercepció, a szabadtéri csapadékhoz hasonlóan, térben és időben rendkívül változatos. A csapadék mennyiségétől függően az intercepció átlaga, minimuma és maximuma jól mutatja az általános törvényszerűséget, azaz az intercepció az egyes csapadékok mennyiségétől függően változik (3. táblázat). A 2 mm-nél kevesebb csapadék általában a koronában marad (100 %-os intercepció) és a benne oldott anyagok a víz elpárolgása után a tűkön maradnak. A 30-50 mm-nél nagyobb csapadékok intercepciója már csupán 14-19 %, így a csapadék és a benne lévő anyagok 80-90 %-a a lucos avarjára jut. A nagyobb csapadékok a száraz ülepedésből a lombkoronára jutó anyagokat is lemossa az avarba, illetve a talajba.

3. táblázat. Intercepció a nyírjési lucosban a csapadék mennyiségétől függően

Csapadék	Intercepció		
	átlagos	min.	max.
mm	%		
0-2	100	72	100
2-5	72	56	100
5-10	47	20	78
10-15	34	17	58
15-30	25	11	37
30-50	19	11	30
50-	14	8	20

Mint a bevezetőben említettem, a mátrai Nyírjes környete a légköri savasodás szempontjából a feltételezetten veszélyeztetett területek közé tartozik. A kocsány-

talán tölgy hervadásos pusztulásával kapcsolatban az a feltételezés alakult ki, hogy az andeziten és rioliton kialakult talajok savanyodását a savas csapadék jelentősen elősegíti és ez egyben a tölgypusztulásnak is okozója. Az 1988-tól 1992-ig végzett vizsgálatok szerint az 5,2 pH-nál savanyúbb csapadékos napok száma és a csapadék mennyisége a légköri savasodásból származó veszélyeztetettséget nem indokolja (4. táblázat).

4. táblázat. Az 5,2 pH alatti csapadékos napok száma és mennyisége

Év	Vizsgált csapadék	5,2 pH alatti csapadék	
		száma	mennyisége
	mm		mm
1988	440	0	0
1989	738	4	208
1990	607	4	198
1991	775	5	78
1992	522	1	14

Az 1988-as legnagyobb csapadékú évben 5,2 pH alatti csapadék nem hullott. Az 1992-es évben, amikor a legkevesebb volt a csapadék, mindössze 1 nap 14 mm-nyi csapadéknak pH-ja volt 5,2-nél alacsonyabb. A vizsgált időszak alatt az 1990 októberében két alkalommal hullott, összesen 136 mm csapadék volt a legalacsonyabb pH-jú (mindkét esetben 4,0), ami azt jelenti, hogy 1 m<sup>2</sup>-re 13,59 mg hidrogénion jutott a csapadékkal.

Ezt a viszonylag nagy mennyiségű és alacsony pH-jú csapadékot nyomonkövettük az ökoszisztémában. A lucos koronáján a 136 mm-ből 113 mm hullott át (17 %-os intercepció), amelynek pH-ja 4,4 (30 mm), illetve 3,8 (83 mm). A 113 mm vízzel m<sup>2</sup>-enként 13,21 mg hidrogénion jutott az avarra, illetve a talajra.

A csapadékkal az ökoszisztémába kerülő hidrogénion mennyisége kicsi és ez térben és időben a puffer-rendszeren átjutva számottevő savanyító hatást nem fejthet ki. Az 1990. évben vizsgált 607 mm szabadtéri csapadékkal az 1 m<sup>2</sup>-re jutó hidrogénion mennyiség összesen 14,77 mg. Ez azt jelenti, hogy 1 mm-es csapadékkal 1 m<sup>2</sup>-re átlagosan 0,0243 mg hidrogénion jut. A lucos koronáján áthulló csapadékkal számolva ugyanezek 16,62 mg, illetve 0,0369 mg hidrogénion. Ezek az adatok a lucos általánosan ismert savanyító hatását mutatják. (A vizsgált öt év alatt a lucos koronáján áthulló csapadék 0,1-1,0 pH-val mindig savanyúbb volt, mint a szabadtéri csapadék.)

A pH-értékek és a hidrogénion mennyiségek átlagos adatai szerint a rendszerbe kerülő savasodást okozó elemek mennyisége rendkívül kicsi, így hatásuk elhanya-

golható, különösen akkor, ha figyelembe vesszük a savasságot hordozó csapadékok időbeli és mennyiségi változatosságát.

Az erdő eutrofizációja ma gyakran felmerülő probléma. Fő forrásának a légszennyezésben megjelenő és a csapadékkal az ökoszisztémába kerülő nitrogénvegyületeket tartják. A nyírjési bázisterületen folyamatosan vizsgáltuk a szabadterület és a lucos  $\text{NH}_4$ - és  $\text{NO}_3$ -forgalmát. Az eredményekből az 1989-es átlagos, az 1992-es legkisebb és az 1988-as legnagyobb csapadéku évek száraz és nedves ülepedésre vonatkozó adatait mutatom be (5. táblázat). Az átlagok és az évi összes mennyiségek tájékoztató jellegűek, de jól szemléltetik, hogy a változatos átlagokkal szemben az évi  $\text{NH}_4$  és  $\text{NO}_3$   $1 \text{ m}^2$ -re jutó mennyisége viszonylag kiegyenlített. Az 1992-es legkisebb csapadéku évben ugyan az átlagkoncentrációk nagyobbak, de az évi összmennyiség nem tér el jelentősen az átlagtól. Figyelemre méltó, hogy a lucos koronáján áthulló csapadék átlagos koncentrációja nagyobb, mint a szabadterületi, ugyanakkor az  $1 \text{ m}^2$ -re jutó évi összes mennyiségben már nincs hasonló mértékű eltérés.

5. táblázat. A csapadék  $\text{NH}_4$ - és  $\text{NO}_3$ -tartalma

Év	Szabad területi csapadék				Koronán áthulló csapadék			
	$\text{NH}_4$	$\text{NO}_3$	$\text{NH}_4$	$\text{NO}_3$	$\text{NH}_4$	$\text{NO}_3$	$\text{NH}_4$	$\text{NO}_3$
	átlag (mg/l)		évi összesen (mg/m <sup>2</sup> )		átlag (mg/l)		évi összesen (mg/m <sup>2</sup> )	
1989	1,47	2,97	800,9	1.619,6	2,97	5,79	811,4	1.766,8
1992	3,20	3,88	883,4	745,4	4,34	5,76	553,7	734,8
1988	1,64	2,37	1.237,8	1.788,1	2,75	4,80	1.142,8	1.992,8

A csapadékkal a talajfelszín  $1 \text{ m}^2$ -ére jutó  $\text{NH}_4$  és  $\text{NO}_3$  mennyisége a talaj pufferképességéhez viszonyítva nem számottevő. Különösen akkor nem, ha figyelembe vesszük, hogy sem az  $\text{NH}_4$ , sem a  $\text{NO}_3$  nem halmozódik fel, hanem beépül az ökoszisztéma nitrogénforgalmába. Ezt a beépülést mutatja a 6. táblázat koncentrációra és összes mennyiségre vonatkozó adatainak változatossága. Például az 1989. október 30-i 3,9 mm-es szabadterületi csapadék 5,7 mg  $\text{NH}_4$ - és 19,5 mg  $\text{NO}_3$ - mennyiségét, mint az évi minimumot, a november 4-7-i 69,6 mm-es csapadék 194,2 mg  $\text{NH}_4$ - és 400,9 mg  $\text{NO}_3$ -mennyisége, mint évi maximum követi. Még jellemzőbb az 1990. október 28-29-i 95,8 mm-es szabadterületi csapadék, amellyel, mint évi maximum, 236,6 mg  $\text{NH}_4$  és 359,3 mg  $\text{NO}_3$  került a lucos koronájára, majd az áthulló 83 mm vízzel (13 %-os intercepció) 285,5 mg  $\text{NH}_4$  és 682,2 mg  $\text{NO}_3$  az avarra, illetve a talajra. Mindezek a maximális, illetve minimális  $\text{NH}_4$  és  $\text{NO}_3$  mennyiségek egy-egy alkalommal jutottak az ökoszisztémába és a vízzel együtt beépültek.

6. táblázat. Az egyes csapadékok  $NH_4$ - és  $NO_3$ -koncentrációjának, illetve területegységre jutó mennyiségének maximuma és minimuma

Év	Szabad területi csapadék				Koronán áthulló csapadék			
	$NH_4$	$NO_3$	$NH_4$	$NO_3$	$NH_4$	$NO_3$	$NH_4$	$NO_3$
	mg/l		mg/m <sup>2</sup>		mg/l		mg/m <sup>2</sup>	
max 1989	8,62	7,1	194,2	400,9	5,9	16,7	237,7	315,9
min	0,58	1,1	5,7	19,5	0,6	2,2	3,5	5,6
max 1992	14,71	7,4	614,9	194,5	14,0	18,1	269,0	234,7
min	1,15	0,8	7,4	1,9	0,9	1,5	2,2	2,9
max 1988	5,5	5,7	232,9	239,7	8,2	9,8	279,1	266,6
min	0,5	1,2	12,1	52,6	0,5	1,5	4,4	3,2

Az  $NH_4$  és a  $NO_3$  az ökoszisztéma leggyorsabban változó, a folyamatokban legintenzívebben résztvevő anyagai, amelyek közvetlenül, illetve közvetve felhasználódnak és kimosódnak, így felhalmozódásuk lehetősége kizárt, azaz eutrofizációról az adott területen nem beszélhetünk.

Az összefüggések megismerése céljából egyidőben nyomon követtük a vízminőség változását a Nyírjes-folyás mellékágának vízgyűjtő területén, 5 éven keresztül 8 mintavételi helyen.

A mintavételi helyek és számozásuk:

- forrás (11),
- lucfenyves alatti időszakos felszíni folyás (12),
- lucfenyves alatti forrás (10),
- vízfolyás középső szakasza (9),
- a felújítási területen átfolyó oldalág a beömlésnél (8),
- Nyírjes-folyás a beömlés után (7),
- a Nagylipót-folyás (bükkös területen átfolyó patak) beömlése utáni szakasz (13),
- a Csórréti-víztározóba való beömlés (14).

A 12-es mintavételi helyen az öt év alatt csak egyszer lehetett mintát gyűjteni augusztus-szeptember hónapokban.

A 7. táblázatban a pH, az ammónium és a nitrát öt évre vonatkozó havi átlagait mutatom be.

A forrás vizének kémhatása általában 6,0 és 7,6 pH között változik, csak 1990. januárban és februárban csökkent 5,3-ra. Az ammónium teljesen kiegyenlített, 0,2-0,4 mg/l között változik. A nitrát a maximumot (2,4-3,4 mg/l) télen, a minimumot (1,2-2,2 mg/l) nyáron mutatja.

Az időszakos vízfolyás (12-es mintavételi hely) adatainak értékelésekor figyelembe kell venni a kiszáradás tényét is. A lucos természetes savanyító hatása miatt a víz kémhatása általában 0,1-0,2 pH-val kisebb, mint a forrásé (11-es mintavételi hely). Az ammóniumtartalom a forrásvízben valamivel kisebb, de törvényszerűséget a kevés mérés miatt nem lehetett megállapítani. A nitráttartalom már lényegesen különbözik (a forrásvízben van több), ugyanakkor a téli-nyári változás tendenciáját nem tudtuk meghatározni.

A lucfenyves alatti forrásnál (10-es mintavételi hely) a talaj pufferhatása teljes mértékben érvényesül és így a lucfenyves 12-es mintavételi helynél kimutatott természetes savanyító hatása már nem mutatható ki. A minták kémhatása 6,2-7,4 pH között változik, ez valamivel magasabb, mint a forrásvízé. Az ammónium-koncentráció alacsony, 0,1-0,6 mg/l között változik. A nitráttartalom magasabb, mint a forrásvízben, a téli maximum (4,9-6,3 mg/l) és a nyári minimum (2,2-3,3 mg/l) itt is megjelenik.

A Nyírjes-folyás középső szakaszának mérőhelyén (9-es, 8-as és 7-es) hasonló értékek és tendenciák figyelhetők meg, mint a 10-es mintavételi helynél, mert a talajon átszivárgó víz hatása alatt állnak. A Nyírjes-folyás legjellemzőbb mérőhelye a 13-as számú mintavételi hely, ahol a bükkös állományból jövő ág (Nagylipót-folyás) egyesül a vízfolyás vizével. A minták kémhatása 6,1-8,1 pH közötti. Az augusztusi-szeptemberi időszakban egyes években 8 pH fölé emelkedik. Az ammónium értéke 0,2-0,4 mg/l között változik. A nitráttartalomnál a maximumot a januári 3,4 mg/l, a minimumot a szeptemberi 0,4 mg/l mutatja.

Ivóvízminőség szempontjából a legfontosabb a Nyírjes-folyás beömlése (14. mintavételi hely), ezen a helyen az egész vízgyűjtő hatása érvényesül.

A kémhatás 6,4-7,7 pH között változik, de 7,0 pH érték alá csak januárban, februárban, illetve márciusban csökken (5 év alatt összesen 7 alkalommal). Az ammónium az eddigiekhez hasonlóan kicsi, átlagosan 0,1-0,5 mg/l közötti. A nitráttartalom az előzőekben már ismertetett téli maximumot (2,3-3,1 mg/l) és a nyári minimumot (0,4-2,1 mg/l) mutatja és az ivóvízszabványban "megfelelő" minőségűnek elfogadott vízminta határértékét (20 mg/l) nem közelíti meg. Külön ki kell emelni az augusztusi, szeptemberi átlagos 0,4 mg/l alacsony értéket.

A Nyírjes-folyás vízgyűjtőterületén 1992. július végén a felújítási terület fiatal fenyőállománya leégett és ennek hatására szeptembertől az ammónium-koncentráció a forrás kivételével minden mérőhelyen az öt éves átlag háromszorosára, ötszörösére emelkedett. Az eredeti állapot csak 1993 végére állt vissza.

7. táblázat. Nyirjes-folyás vízminőség-változása (1988-1992. havi átlagai)

Hónap	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Megjegyzés
(11) pH	6,1-7,3	6,3-7,3	6,0-7,0	6,0-6,9	6,5-7,2	6,1-7,5	6,4-7,1	6,0-7,5	6,2-7,6	6,3-7,7	7,0-7,4	6,3-7,4	forrás (11)
NH <sub>4</sub>	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	
NO <sub>3</sub>	2,7	3,0	3,4	2,2	2,2	2,1	1,5	1,7	1,3	1,2	1,4	2,4	
(12) pH	7,0-7,1	6,6-7,1	6,1-6,7	6,4-6,7	6,1-6,8	6,2-7,1	6,0-6,9	6,4	6,2	6,8-7,1	6,2-7,2	6,3-6,9	lucfenyves alatti időszakos felszíni folyás (12)
NH <sub>4</sub>	0,6	0,4	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	1 kisz.	4 kisz.	2 kisz.	0,3	0,4	
NO <sub>3</sub>	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4	0,7	0,5	1 kisz.	4 kisz.	0,5	0,3	0,3	
(10) pH	6,9-7,3	6,7-7,3	6,3-7,0	6,5-6,8	6,4-7,0	6,4-7,3	6,7-7,6	6,5-6,8	6,6-7,4	6,7-7,4	6,8-7,3	6,2-7,2	lucfenyves alatti forrás (10)
NH <sub>4</sub>	0,2	0,2	0,2	0,6	0,3	0,4	0,3	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	
NO <sub>3</sub>	5,2	4,1	6,6	4,5	6,3	5,3	3,3	2,6	3,3	2,9	2,2	4,6	
(9) pH	6,6-7,3	7,0-7,5	6,8-7,1	6,8-7,0	6,9-7,5	6,7-7,6	7,0-7,3	6,9-7,8	6,7-7,8	6,8-7,9	7,2-7,4	6,9-7,4	vízfolyás középső szakasza (9)
NH <sub>4</sub>	2 fagyás	2 fagyás	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,4	
NO <sub>3</sub>	3,3	3,2	3,2	2,7	3,0	1,6	1,2	0,6	1,4	0,6	0,8	2,2	
(8) pH	6,8-7,9	7,4-7,9	6,7-7,2	6,7-7,2	7,1-7,8	6,7-7,7	7,2-7,7	7,2-7,9	6,8-8,1	7,2-8,0	7,2-7,7	6,9-7,7	a felújítási területen átfolyó oldalág a beömlésnél (8)
NH <sub>4</sub>	2 fagyás	1 fagyás	0,2	0,7	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	
NO <sub>3</sub>	2,2	2,0	2,9	2,5	0,8	0,5	0,2	0,3	1,5	0,3	0,8	1,9	
(7) pH	6,5-7,8	6,5-7,8	7,0-7,5	6,2-7,0	7,4-7,8	7,3-7,8	7,4-7,8	7,1-8,0	7,2-7,9	7,4-7,8	7,5-7,6	7,3-7,7	Nyirjes-folyás a beömlés után (7)
NH <sub>4</sub>	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,6	0,7	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	
NO <sub>3</sub>	2,7	2,4	3,2	1,8	1,4	0,9	1,1	0,3	0,1	0,4	1,0	2,4	
(13) pH	6,4-7,8	6,4-7,3	6,1-7,4	6,7-7,2	7,3-7,5	7,4-7,7	7,5-7,7	7,2-8,0	7,0-8,1	7,2-7,7	7,0-7,6	7,2-7,9	a Nagylipót-folyás beömlése
NH <sub>4</sub>	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	
NO <sub>3</sub>	3,4	2,8	4,2	3,4	2,1	2,2	0,7	0,7	0,4	0,5	1,6	3,1	
(14) pH	6,7-7,4	6,7-7,4	6,4-7,1	7,0-7,3	7,3-7,5	7,2-7,7	7,2-7,5	7,1-7,9	7,1-7,4	7,2-7,6	6,9-7,6	6,9-7,5	a Csóréti-vízátározóba való beömlés (14)
NH <sub>4</sub>	1 fagyás	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,5	
NO <sub>3</sub>	3,3	3,1	3,1	2,3	2,1	2,1	0,9	0,4	0,4	1,5	1,5	2,0	

A felszíni vizek minőségére az ökoszisztéma, és azon belül elsősorban a talaj pufferképességének kiegyenlítő hatása van döntő befolyással. A Nyírjes-folyás vízminősége az egész vizsgált időszakban megfelelő, kivéve a tűzkár utáni időszakot.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Bánki, Gy. 1959. A kispánai eróziómérő állomás évi munkásságának eredményei. Erdészeti Kutatások 55. 3:139-164.
- Führer, E. 1981. Az erdők szerepe a hóolvadás és a vízfolyás késleltetésében. Erdő és Víz. VEAB kiadvány. Veszprém. 63-71.
- Führer, E. 1990. Soproni erdőszült kis vízgyűjtők pufferkapacitásának megítélése patakvizek kémiai elemzésével. Környezetünk savasodása. Országos Konferencia. 1990. nov. 14-16.
- Führer, E. 1992. Intercepciómérések bükkös-, kocsánytalan tölgyes- és lucfenyves ökoszisztémákban. Vízügyi Közlemények LXXIV. 3:281-296.
- Járó, Z. 1980. Intercepció a gödöllői kultúrerdei ökoszisztémában. Erdészeti Kutatások Vol. 73:17-19.
- Szőnyi, L. 1966. Erdészeti hidrológiai megfigyelések a Mátrában. Erdészeti Kutatások Vol. 62. 1-3: 203-210.
- Ujvári, F. 1981. Az erdő hatása a vízfolyásra a kispánai és szárazkeszői kísérletek alapján. Erdő és Víz. VEAB kiadvány. Veszprém. 47-62.

## **A FARKASGYEPÜI ÖKOLÓGIAI BÁZISTERÜLET AGROGEOLÓGIAI JELLEMZÉSE**

**KALMÁR JÁNOS,\* SZENDREINÉ KOREN ESZTER**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

Farkasgyepüi idős (118 éves), 100 % záródású, mag eredetű bükkösben 1926 óta folynak az ökológiai kutatások. 1971-1972 között bázis kísérleti területként elkülönítettek egy 363 ha-os erdőterületet. Itt elsősorban pedológiai és ökológiai (intercepció) vizsgálatok folynak. Talajvizsgálatok során különböző rétegekben talajvízgazdálkodást elemzik. Jelen kutatások a pedológiai és hidrológiai viszonyok közötti összefüggések, valamint az erdővegetáció viselkedésének tisztázása céljából folynak.

A farkasgyepüi ökológiai bázisterület geológiai felépítését nagy mennyiségben jelen lévő oligocén üledékeket durva szemcsés homok, homokkő, konglomerátum és az ebből származó kavics alkotja, amelyet pleisztocén lösz borít 5-10 m vastagságban. Így, oligocén legfőbb csapadékból és mélyebb szintekből táplált víztároló réteg. Ezen kívül a rétegtani szelvényben adva van még egy víztároló réteg is. A bázisterület fő agrogeológiai problémája, hogy a fák csak a legfelső szintben, kis mennyiségben tárolt csapadékvízre vannak utalva, vagy ellenkezőleg, rendelkezésükre áll a miocén kavicsban tárolt víz, amely feltehetőleg a regionális karsztvízzel kommunikál és csak nagy (több éves) késéssel reagál a meteorológiai fluktuációkra.

**KULCSSZAVAK:** bázisterület, talajvízgazdálkodás, bükkös pedológia és ökológiai vizsgálatok.

### **ABSTRACT**

In the 118 year old and fully stocked beech forest at Farkasgyepü, the ecological studies begun in 1926. Between 1971-1972, a 363-ha-large experimental area was established, where pedological and ecological (interception) experiments have been conducted since then. In several soil levels the differential porosity and water capacity were determined. This research was done to reveal the relationships between pedological and hydrogeological conditions and the behaviour of the forest vegetation in this area.

---

\* Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest

The Farkasgyepű experiment is situated in the northern part of the Bakony Mountains, on the eastern slope of Bitva rivulet by the Városlőd-Pápa road, at 350-380 m above sea level. The oldest geological formation outcropping in this area is of Oligocene age and is represented by conglomerates, sandstones and silts marls. It is covered by Pleistocene aged, 5-10 m thick loess deposits. The Oligocene is the main aquiferous level which only feeds a few springs. In the lower parts of the loess column, little quantities of water can be preserved, too. Consequently, the main agrogeological problem of this area is the assurance of water-supply required by the forest.

KEY WORDS: Farkasgyepű base-area, beech, pedological studies.

## BEVEZETÉS

Az ökológiai bázisterületek egyik fő rendeltetése a megfigyelés alatt álló erdei ökoszisztéma állapotának és fejlődésének jellemzése a termőhely adottságainak ismeretében. A természeti adottságokat egyrészt a klimatikus tényezők, másrészt a terület földtani, ill. talajtani felépítése határozza meg. Az alkalmazott földtudományok közül az élő természet és a földkéreg legfelső részét alkotó képződmények kölcsönhatását az agrogeológia tanulmányozza, hazánkban immáron százegynéhány éve.

Az agrogeológia feladata a talaj - alapkőzet - talajvíz rendszer és a benne lejátszódó folyamatok vizsgálata. Ez a felszíni-felszín közeli képződmények ásvány-kőzettani, szedimentológiai, vízföldtani és geokémiai sajátosságainak vizsgálatát, az így nyert adatok összevetését, együttes alkalmazását feltételezi (Bartha et al. 1985).

Az ország területe megkutatottsági és ismeretességi szempontból rendkívül különböző. Egyes területeket jól ismerünk, másutt csak az adatok egy része áll a rendelkezésünkre, és vannak földtani szempontból majdnem ismeretlen területek is. De az igaz, hogy akármekkora egy terület ismeretességi foka a területre vonatkozó konkrét probléma megoldásának adatanyagát csak egy célszerű, konkrét kutatás eredményezheti. Ezért fontos, szerintünk, a bázisterületek agrogeológiai viszonyainak a megismerése, elsősorban ott, ahol ezek nagy mértékben befolyásolják az egész ökoszisztéma fejlődését.

## A FARKASGYEPŰI ÖKOLÓGIAI BÁZISTERÜLET FÖLDRAJZI ÉS FÖLDTANI ADOTTSÁGAI

A farkasgyepűi ökológiai bázisterület a Magas-Bakony ÉNy-i nyúlványán, Farkasgyepű község határában, a községtől délre fekvő Fácános Erdőben található.

A környék földtani kutatása Böch (1873) térképezésével kezdődött a múlt században. Később Taeger (1911-1914), Jaskó (1935), Hegedűs, Tegele (1950) és

ifj. Noszky (1951) is publikáltak részletes geológiai térképeket a területről. A mezozoos és terciér üledékek rétegtani és faciológiai vizsgálatával az említetteken kívül még Koch (1871), Hantken (1874), Majzon (1947), Fülöp et al. (1954), Kopek (1961) és Fülöp (1964) is foglalkoztak. A Magyar Állami Földtani Intézet által 1980-ban kiadott 1:20000-es méretarányú farkasgyepői térképlapot Mészáros szerkesztette.

A Magas-Bakony nyugati nyúlványának átlagos 300-400 m-es és köztes 400-500 m-es magasságú részterületei határán számos kisebb csúcs található. Így a 431,8 m magas Szamár-hegy, a 418,7 m magas Bodza-tető; valamint a 379 méteres magasságú Püspök-nyiladék. A domborzat árkos-sasbércecs szerkezetű, DK-ÉNy irányú fejlődésmenttel (Marosi, 1990).

A terület fő vízfolyása a Köves-patak, a Bitva jobb ága; eredete a Farkasgyepőtől DNy-ra feltörő Barlang forrás. A bázisterület a Köves-patak jobboldali ágai, a Szénégető-árok és a Palaút-árok valamint a Püspök-nyiladék és az Akácserdő között van, a Fácános-erdő északi részén, DNy-ra a 83. sz. Városlód-Pápa-Győr műúttól. A két árok bevágata meredek, kisebb vízmosásokkal, barázdákkal, amelyek a tag közvetlen közeléig is benyúlnak. A Szénégető-árok torkolata tengerszint feletti magassága 348 m.

Farkasgyepű-Németbánya-Csehbánya területének földtani adatait a felszíni térképezésekből, szén- és bauxitkutató fúrásokból és a termőhely-feltárásokból ismerjük. A területet triász, júra, kréta, eocén, oligocén, miocén, pliocén, pleisztocén és holocén képződmények alkotják. Ezek közül a felszínen és felszínközélen csak az oligocén, a pleisztocén és a holocén található.

Az oligocénnek is csak a felső részét ismerjük, melyhez valószínűleg az alsó-miocén is csatlakozik egy egységes törmelékeny összletben, amely konglomerátumból, homokkőből, homokból és aleuritből áll. A terület nagy részén ez a képződmény jelenik meg, többek között szálban a Szamárhegyben, a Bodza-tető északi oldalán lévő kavicsbányában és a Köves-patakban. A felszínen nagy mennyiségben megjelenő kavics a konglomerátumok bomlása, degradációja folyamán szabadult ki a tömör kőzetből.

A pleisztocén üledékek nagy területeket borítanak be, elrejtve az idősebb korú képződményeket. Farkasgyepű, Németbánya és Csehbánya területén az oligocén-alsómiocén aljzatot egy lepelszerű homokos kavicsréteg fedi. Ezt a 3-10 m vastag lösztakaró követi, amelyben, feltehetőleg az oligocén eróziós tanúk körül, vékony kavicsrétegek, zsinórok telepednek be. Ez az ún. lepel-lösznek felel meg, pontos kora würm<sub>4</sub>.

A holocén a patakok (Köves-patak, Bitva-patak, Vámos-patak) medrében és árterében jelenik meg, mint 1-2 m vastag agyagos-homokos kavics. Holocén korú a lösztakarót fedő, többé-kevésbé talajosodott réteg is.

Hegyszerkezeti szempontból a terület egy oligocén korú képződményekkel kitöltött több száz m mély árok, amelyet kelet felé egy nagy vető határol el a Csehbányától és Németbányától keletre kiemelkedett, eocén és kréta korú üledé-

kekkel fedett gerinctől. A mélyedést több ÉK-DNy és ÉNy-DK irányú vető tagolja fel kisebb-nagyobb tömbökre, így pl. a Köves-patak és a Szénégető-árok mentén.

A területen nagy mennyiségben jelen lévő oligocén üledékeket szürke vagy sárgás, durva szemcsés homok, homokkő, konglomerátum és az ebből származó kavics alkotja. A homok anyaga kvarc, csillám, földpát és kőzettörmelék. A homokkő kötőanyaga kalcit. A konglomerátum- és kavics-elemek jól legömbölyített eocén, mezozoos (triász, júra) mészkő és tüzkkő, permi és karbonkorú homokkő, metamorf kvarcit, gneisz, fillit, magmás (andezit) murva, kavics vagy görgeteg. Egyes helyeken, pl. a Palafa-árokban, kovásodott fatörzs-darabok találhatók. A fúrásokban aleurolit-rétegek is ismeretesek, agyagmárga-padokkal, szenesedett növényi részekkel. A konglomerátum kötőanyaga kalcittal cementált homok. A kötött konglomerátum- és homokkő-rétegek laza homok- és homokos kavics-rétegekkel váltakoznak.

Az oligocént borító kavicsréteg összetétele az eredő kőzet, a konglomerátum összetételével azonos. A kavics-elemek sárgás homokba vannak ágyazva, a homokszemcsék anyaga kvarc, földpát, kevés muszkovit, kőzettörmelék, nehéz-ásványok (főleg gránát és magnetit).

A pleisztocén lösz - ahol szálban megjelenik - egy aránylag konszolidált, oszlopos elvállású, likacsos, finomszemcsés, tömeges üledék, amelyben apró csatornák, gyökérnyomok találhatók. A Városlőd-Pápa műút bevágataiban a lösztakaró felső szintjei tömörebbek, rétegzettek, bennük apró kvarc- és mészkőkavics szintek vannak. Feltételezhető, hogy itt a löszből és az idősebb kavicsból áthalmozott, lepel-szerű lejtőüledék jött létre. A lösz főleg kvarc- és mészkőből álló kőzetliszt és agyag-ásványok keveréke, igen alacsony karbonát-tartalommal. A pontos ásványtani összetétel meghatározásához hiányoznak a megfelelő vizsgálatok.

A farkasgyepűi bázisterület helyi földtani felépítésének megismeréséhez kevés konkrét adat áll a rendelkezésünkre. Az 1968-ban végzett földtani térképezés szelvényei a vizsgált terület közelében haladtak (Köves-patak, Szénégető-árok, Palafa-árok, Városlőd-Pápa műút); ezen kívül a műút bal oldalán, a Bodza-tető É-i felén egy kavicsbánya látható. A bázisterületen az utóbbi időben a két talajszelvényből készültek vizsgálatok.

A bázisterület tengerszint feletti magassága 368-379 m között van, területe enyhén hullámos ÉK-DNy irányban lejtő plató. A platót ÉNy felől a Palafa-árok két mellékága, DNy felől a Szénégető-árok két mellékága érinti. Az említett árkokban és mellékágaikban csak nagyobb esők és a tavaszi hóolvadás idején folyik a víz.

A földtani térképezés kimutatta, hogy az oligocén törmelékes összlet felülete hepehupás, mélyedésekkel és kiemelkedő eróziós tanúkkal, mint pl. a Bodzás-tető. Ezt a tagtól kb. 1,6 km-re DK-re húzódó komplex geoelektromos és szeizmikus szelvény is kimutatta (Nyitrai, Szabadvári 1968). A bázisterület alatt valószínű, hogy egy mélyedés található, amelyet egy ÉK-DNy irányú barázda oszt két részre.

A közeli feltárások leírása szerint itt szürkessárga, tömör közép-durva elemes konglomerátum található, deciméteres gyengén konszolidált homokkő-rétegekkel és centiméteres szürke kőzetlisztes márga-lencsékkel. A feltárásokat a konglomerátum degradálásából származó homokos kavics fedi, amely külön is megjelenik a Palafa-árok és a Szénégető-árok eredeténél. A Palafa-árokban az említett kovásodott fatörzs-töredékeken kívül 20-40 cm átmérőjű felső-júra korú mészkő-hömpölyök is található.

A Szénégető-árok bal, meredek oldalán a kavicsot egy vörös homokos agyag-réteg fedi, amire oszlopos elvállású, függőleges, 2-3 m magas löszfal helyezkedik. A szelvény legfelső részét egy fakőszürke, részben talajosodott, kötött agyagos kőzetliszt képezi.

A bázisterület alzata tehát oligocén konglomerátum, amelyre kavics telepszik, erre pedig, egy átmeneti réteg, valószínűleg egy őstalajszint, majd a lösz, amelynek az összvastagsága nem haladja meg az 5 m-t. A tulajdonképpeni, porhullásból származó lösz egy, 1,5 m-nél nem vastagabb lejtőlepel fedi, anyaga áthalmazott és részben talajosodott lösz, amelybe ÉK felé kis mennyiségű apró kavics is keveredett.

A farkasgyepűi ökológiai bázis területén vízföldtani vizsgálatok nem állnak rendelkezésünkre, de a tágabb és szűkebb terület rétegtani és litológiai adataiból bizonyos vízföldtani következtetések vonhatók le.

A terület fő víztároló rétege az oligocén törmelékes összlet, amelyben a tömör és vízzáró homokkő- és konglomerátum-padok között kisebb-nagyobb csapdák jönnek létre. Az oligocén rétegek vízzel való ellátását a csapadékon kívül az idősebb, főleg karbonátos kőzetekkel (triász dolomit és mészkő, júra, kréta és eocén-korú mészkő) való kommunikáció is biztosítja. Az oligocén törmelékes összletben akkumulált víz a terület számos forrását, kútját táplálja, így a Köves-patak eredetét képező Barlang-forrást, a Bitva bal mellékágán lévő Lengyel-forrást és a Szénégető árok felső részében ma már csak időszakosan működő Szarvas-kutat.

A lösztakaró alatti kavicsrétegben is lehetséges a vízakkumuláció, de valószínű, hogy itt nem jön létre az oligocéntől független vízgyűjtő réteg.

A lösztakaró alsó szintjén, a kavicsot fedő agyag fölött is létrejöhetnek kisebb-nagyobb akkumulációk amelyek többé-kevésbé függetlenek a kavicsban tárolt vízrétegektől.

## A KÍSÉRLETI TERÜLET JELLEMZÉSE

A farkasgyepűi erdészeti kísérleti objektumon 1926 óta folynak rövid, ill. hosszú időtartamú megfigyelések Ezek a legkülönbözőbb irányba és mélységbe terjedtek ki, eleinte 156 hektáron, amelyet az 1971-72-es években végzett újraélesztés során 267 ill. 363 hektárra egészítettek ki.

Az idős (118 éves), 100 % záródású, mag eredetű bükkösben 1-1 ha kutatási bázisterület van bekerítve, ahol műszeres vizsgálatok folytak. A kísérleti területen a bekerített rész melletti 0,25 hektáros hosszú időtartalmú kísérleti sor területén történtek a termőhelyfeltárások talajszelvényeinek mintavételei.

A talajszelvények mintavételezése és a laboratóriumi elemzések során talaj-kémiai és talajfizikai vizsgálatokat végeztünk.

A talajfizikai vizsgálatokkal Klimes és Sznik módszereivel a termőhely talajában mozgatható vízmennyiséget és a rendelkezésre álló különböző nagyságú pórustereket írtuk le. Mindezen vizsgálatok kiegészítéseképp keretes módszerrel meghatároztuk a talaj természetes vízkapacitásának értékét is. A jellemzéseken kívül a pillanatnyi állapotokat is rögzítettük.

A talajtani vizsgálatok az egyéb ökológiai, ökoszisztéma és egyéb erdészeti elemző vizsgálatokkal párhuzamosan történtek. E vizsgálatok eredményeinek egy része a VEAB 1976-os és 1979-es monográfiájában lett publikálva. Az intercepció-mérésekről *Führer* (1981, 1982) számolt be.

#### A FARKASGYEPŰI ÖKOLÓGIAI BÁZISTERÜLET AGROGEOLOGIAI PROBLÉMÁI

A farkasgyepűi ökológiai bázisterületnek és közvetlen környezetének a földtani felépítése és a felszínközeli üledékek szerkezete, habár fő vonalaiban ismeretes, sok tekintetben pontosításokra szorul. Így pl. szükséges az egész földtani szelvény feltárása az oligocén kavicsba való behatolásig. Nem lényegtelen a legfelső, talajosodott és részben áthalmozott löszréteg vastagságának pontos ismerete a bázis egész területén. Mindezek után a bázisterület fő agrogeológiai problémája a növényzet vízellátása. Ugyanis nem lényegtelen, hogy a fák csak a legfelső szintben, kis mennyiségben tárolt csapadékvízre vannak utalva, vagy ellenkezőleg, rendelkezésükre áll a miocén kavicsban tárolt víz, amely feltehetőleg a regionális karsztvízzel kommunikál és csak nagy (több éves) késéssel reagál a meteorológiai fluktuációkra.

A rétegtani szelvényben adva van egy aránylag mélyen, de a fás növényzet számára nem mindenütt elérhetetlen, csapadékból és mélyebb szintekből táplált víztároló réteg, amit viszont egy, feltehetően nem folytonos és vékony vízzáró réteg fed. E fölött található a gyökérrendszer tulajdonképpeni életterét alkotó löszréteg. A vízáteresztő, likacsos lösz viszont egy talajosodott, dilluviális, agyagbemosódással tömörített, gyenge vízáteresztő képességű réteg takarja, ami a csapadékból származó vízmennyiség nagy részét visszatartja a felső 0,50-0,70 m mélységben. Huzamos esőzések után az egész szelvény telítődhet, ami a talaj szerkezetét negatív módon befolyásolhatja. Fennáll a savanyodás és a szoliflukció veszélye is, különösképp a lejtős részterületeken.

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány a T 6131 számú OTKA téma keretén belül készült.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Bartha, A., Fügedi, P.U., Kuti, L. 1985. A felszinközeli rétegsorok mozgékony mikroelem háztartásának vizsgálatára kidolgozott „BFK” módszer és alkalmazásainak tanulmányai. Mérnökgeológiai Szemle 91-106.
- Bösch, J. 1873. Veszprém és Pápa vidéke. M = 1:144 000. MÁFI Térképtár.
- Führer, E 1981. Intercepciós mérések bükkösökben. Erdészeti Kutatások Vol. 74:125-137.
- Führer, E 1982. Intercepciós vizsgálatok bükkösökben. Agrártudományi Közlemények 41. 2-4:530-532.
- Fülöp, J., Libor, O., Meisel, J. 1954. A bakonybéli glaukonitos terület földtani és kémiai vizsgálata. Földtudományi Közlemények 84:326-330.
- Fülöp, J. 1964. A Bakony-hegységi alsó kréta. MÁFI Évi Jelentés 1961-ről. 1: 227-241.
- Hantken, M. 1874. Az alveolinák szerepe a délnyugati közép-magyarországi hegység eocén képződményeiben. Földtudományi Közlemények 4:202-205.
- Hegedűs, Gy., Tegele, K. 1950. Városlőd környékének földtani térképe 1:25.000 MÁFI Térképtár.
- Jaskó, S. 1935. A Pápai-Bakony földtani leírása. Bölcsészdoktori Értékezés. Földtudományi Szemle melléklete.
- Koch, A. 1871. A Bakony-hegység északnyugati részének Nummulit-képlete és fiatalabb képződményei. Földtudományi Közlemények 1:118-124.
- Kopek, G. 1961. A Bakony-hegység felső-kréta kőszenes összletének ősföldrajzi és hegység-szerkezeti vázlata. Földtudományi Közlemények 91:413-420.
- Majer, A 1976. Félévszázados kísérletek a farkasgyepői bükkösökben. VEAB, Erdészeti Szakbizottság Közleménye.
- Majer, A. 1979. A természetes ökoszisztémák vizsgálata. MTA-VEAB Monográfia Erdei ökoszisztémák vizsgálatának eredményei. Veszprém. 1.10:51-68.
- Majzon, L. 1947. Szentgál és Herend környékének földtani viszonyai. MÁFI Adattár.
- Márosi, S. 1990. Magyarország kistájainak katasztere. 5. Dunántúli Középhegység. Akadémiai Kiadó, II:445-457.
- Mészáros, J. 1980. Magyarazó a Bakony-hegység 20000-es térképsorozatához. Farkasgyepű. MÁFI kiadvány 1-77.
- ifj. Noszky, J. 1951. Jelentés az 1950 évben Magyarországon, az Északi Bakony középső és nyugati részén Alsópere-Zirc-Ugod és Bakonyjákó térségében végzett bauxitkutató munkáimról. MASZOBAL adatok. BKV Adattár, Balatonalmádi.
- Nyitrai, Z., Szabadváry, L. 1968. Jelentés a Csehbánya medencében 1967-ben végzett komplex geofizikai kutatásokról. MÁFI Adattár, 12446.
- Taeger, H. 1914. A tulajdonképpeni Bakony délkeleti részének szerkezeti alapvonásai. Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentései 1911-ről, 326-335.



## **EGY KÖZÉPHEGYSÉGI BÜKKÖS ERDEI VÍZGYŰJTŐ LÉGKÖRI TERHELÉSE, TALAJÁLLAPOTA ÉS A LEFOLYÁS MINŐSÉGE HESSZENBEN**

**FÜHRER, HANS-WERNER\***

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A krofdorfi erdőben 1971 novembere óta bükkösökkel borított négy kis vízgyűjtő területen vizsgálják azok víz- és anyagforgalmát. A termőhelyi és állományviszonyok tekintetében a krofdorfi kutatási terület nagyon jól képviseli az alacsonyabb középhegységi fekvéseket, amelyekben az összes hesszeni erdőnek kb. 80 %-a tenyészik.

Az ottani erdei ökoszisztémák immisszióktól védett fekvése és viszonylag mérsékelt ülepedés-terhelése ellenére a feltalaj szorpciós tulajdonságai és a lefolyás minősége immáron két évtizedes megfigyelések után olyan határozott biogeokémiai változásokra utal, amely a megállapított mértékben és gyorsaságban nyilvánvalóan csak a légköri savas ülepedés hatása alatt képzelhető el.

**KULCSSZAVAK:** víz-, anyagforgalom, vízminőség, savas ülepedés.

### **ABSTRACT**

Since November 1971, the flow of water and several chemical elements has been studied in the area of the Krofdorf Forest in four small watersheds covered by beech stands. Considering the site and stand conditions, this experimental area very well represents the regions situated at the lower altitudes of mountains of medium height where 80 percent of Hessen's forests dwell.

In the forest ecosystems there, in spite of their being protected against immissions and burdened with relatively moderate deposit, the sorbing properties of surface soil and quality of runoff indicate definite biogeochemical changes. According to our observations of already 2 decades, these changes take place in a degree and at a speed that evidently show the influence of atmospheric acid deposition.

**KEY WORDS:** watershed, site, stand conditions, acid deposition, beech.

\*Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Németország

## ERDÉSZETI HIDROLÓGIAI KUTATÁS A KROFDORFI ERDŐBEN

1971 novemberétől a Giessentől kb. 10 km-re északra fekvő Krofdorfi erdő négy kis erdősült vízgyűjtő területén (1. ábra) hidrológiai vizsgálatokat végeznek. A Hesszeni középhegységre jellemző bükkösökről van szó, csekély kocsányos tölgy, luc- és vörösfenyő eleggyel, amely állományok tengerszint feletti magassága 233-336 m.

Dr. Brechtel professzor, a Hesszeni Erdészeti Kutatóintézet erdészeti hidrológiai osztályának vezetője kezdeményezte ezt a hosszú lejáratú témát, amely az európai térségben a vízgyűjtő területek ilyen jellegű első kísérleti tanulmányozása. A négy vízgyűjtő terület közül kettőben ( $A_1$ ,  $A_2$ ) szakszerű erdőgazdálkodás folyik, a két másik vízgyűjtő ( $B_1$ ,  $B_2$ ) kezeletlen kontrollterület.

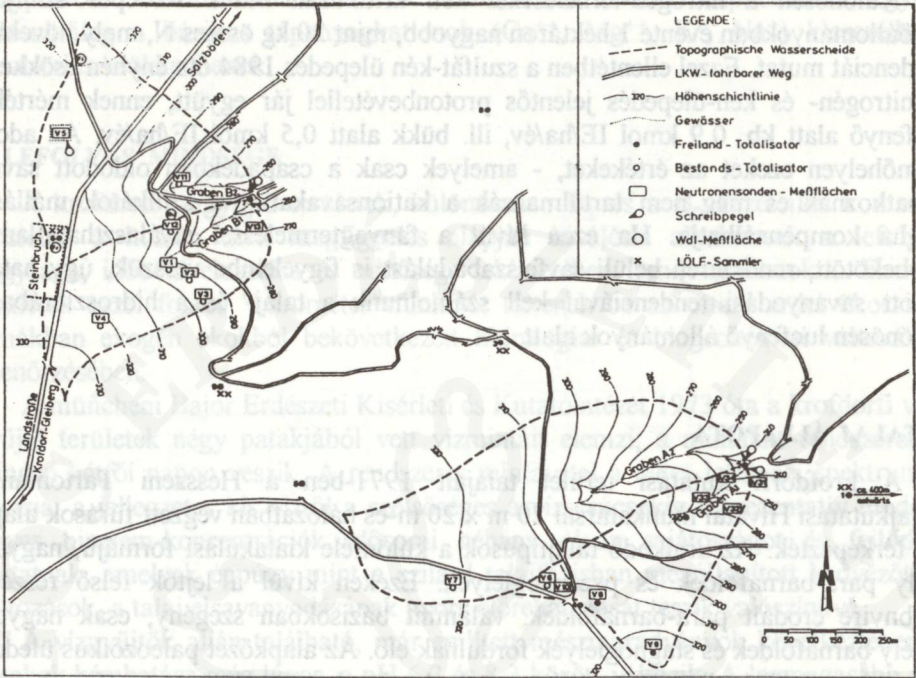
A krofdorfi vízgyűjtő területeken végzett hosszú lejáratú kísérleti vizsgálatokkal a következő kérdésekre kívánnak választ kapni:

- Hogyan és milyen mértékben befolyásolják az alacsony középhegységi bükkösök és a bennük folytatott erdőgazdálkodás a lefolyás nagyságát, időbeli eloszlását és minőségét?
- Mennyire befolyásolják az erdőművelési beavatkozások a bükkös termőhelyek bioelem-háztartását?
- Hogyan és milyen mértékben növelheti az erdész a szakszerű erdőgazdálkodás keretein belül tervszerű erdőművelési intézkedésekkel a bükkösök hasznosítható vízkészletét?
- A bükkösök hasznosítható vízkészletének tervszerű növelése okozhat-e veszteségeket a faanyagtermelésben?
- A légszennyező anyagok huzamos ülepedése okozhat-e változásokat a lefolyás rendszerében és a bioelemek kimosódásában?

E célkitűzéseken a "Krofdorf témakör" keretében több szerv és tudományos intézmény együttműködve munkálkodik. Így például a Münchener Egyetem Talajtani Tanszéke (Prof. Dr. Rehfuess) és a München/Weihestephan-i Bajor Erdészeti Kísérleti és Kutatóintézet Hidrológiai Osztálya (Dr. Hüser, Dr. Knorr, Dr. Preuhsler) a bioelemek körforgalmának vizsgálatában vesznek részt. Ezen a helyen súlypontosan az ülepedés általi megterhelést és azzal kapcsolatban a krofdorfi erdészeti hidrológiai kutatási terület talajának kémiai állapotát és a lefolyás minőségét ismertetem.

## LÉGKÖRI ÜLEPEDÉS ÁLTALI TERHELÉS

A krofdorfi kutatási terület viszonylag védett helyen, a Rothaar-hegység szélárnnyékában fekszik. Ezért a léghordta szennyező anyagok és savak a magasabb és erősebben kitett fekvésekhez viszonyítva csekély mértékben sújtják. Az ülepedés mérések (1. táblázat) megközelítően jellemzik azon alapmegterhelést, amely Hesszen alacsonyabb fekvéseiben nagy területeken és általánosan adott. Kétségtelen azonban, hogy még ez is erdeink részére hosszú távon elviselhetetlen stressztényező.



1. ábra. Áttekinthető vázlat a Krofdorfi erdészeti hidrológiai kutatási területről  
Schematic map of the Krofdorf forest hydrological study area

1. táblázat. Hektáronkénti éves légköri ülepedés (kg/ha) a Krofdorfi szabadterületen (1 és 2), bükkösben (3) és lucfenyvesben (4)

Csapadék	H	K	Ca	Mg	Na	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Cl	SO <sub>4</sub> -S
mm/év	kg / h a / év								
684 (1) (1974-1986)	0,2	1,6	6,1	1,4	9,6	5,4	4,5	12,8	15,2
773 (2) (1984-1988)	0,5	3,1	8,7	2,1	7,2	2,8	5,4	11,2	13,9
543 (3) (1984-1988)	0,2	19,5	12,6	3,4	6,3	5,6	8,9	13,9	19,7
475 (4) (1984-1988)	0,9	15,5	19,1	3,9	8,8	7,7	12,3	19,9	37,4

Különösen a nitrogén-terheléseket kell kritikusan nézni. Közepes szintjük erdőállományokban évente 1 hektáron nagyobb, mint 20 kg összes N, mely növekvő tendenciát mutat. Ezzel ellentétben a szulfát-kén ülepedés 1984 óta enyhén csökken. A nitrogén- és kén-ülepedés jelentős protonbevétellel jár együtt, ennek mértéke lucfenyő alatt kb, 0,9 kmol IE/ha/év, ill. bükk alatt 0,5 kmol IE/ha/év. Az adott termőhelyen ezeket az értékeket, - amelyek csak a csapadékban oldódott savra vonatkoznak és még nem tartalmazzák a kationsavakat -, a szilikátok mállása aligha kompenzálhatja. Ha ezen kívül a fanyagtermeléssel elválaszthatatlanul egybekötött, rendszeren belüli savfelszabadulást is figyelembe vesszük, úgy határozott savanyodási tendenciával kell számolnunk a talaj- és a hidroszférában, különösen lucfenyő állományok alatt.

## A TALAJ ÁLLAPOTA

A krofdorfi kutatási terület talajait 1971-ben a Hesszeni Tartományi Talajkutató Hivatal munkatársai 20 m x 20 m-es hálózatban végzett fúrások alapján térképezték. Az uralkodó talajtípusok a különféle kialakulási formájú, nagyon mély para-barnaföldek és pszeudogleyek. Ezeken kívül a lejtők felső részein többnyire erodált para-barnaföldek, valamint bázisokban szegény, csak nagyon sekély barnaföldek és stagnogleyek fordulnak elő. Az alapkőzet paleozoikus üledék és metamorfitok (vulkanikus, mállott szürke kavics, kavicspala-agyag-pala) régebbi mállási anyaga fölött elhelyezkedő negyedkori fedőüledékből áll. A felszínhez közeli rétegek mérsékeltén - erősen elsavanyodottak, tápanyagkínálatuk jó. A terület túlnyomó részén a talajok teljesen elveszítették mésztartalmukat. A lejtők alsó és középső részein a talaj alján helyenként még előfordulnak karbonát-maradványok, különösen a nagyvíz-medrek völgybevéágásaiban.

A talajtérképezéssel egyidőben a Hesszeni Tartományi Talajkutató Hivatal 1971-ben 20 talajszelvényt is részletesen leírt és vegelemzett. 1987-ben azután négy ilyen talajszelvényből vett tíz talajmintát egy másik laboratóriumban még egyszer vegyileg megvizsgáltak. Az időbeli összehasonlítás minden esetben a potenciális kation-kicserélődési kapacitás (T-érték, Mehlich módszere szerint) erős csökkenését mutatja. A csökkenés az  $A_1$ -szintben különösen nagy volt, mélyebb fekvésekben azonban kisebb. A pH az eltérő mérési módszerek miatt (előbb KCl-ban, majd CaCl<sub>2</sub> oldatban) közvetlenül nem hasonlítható össze.

Bár szigorúan statisztikai szempontból csupán négy helyről vett 10 egyedi minta alapján nem végezhetünk megalapozott mennyiségi értékelést egy összesen 54 ha kiterjedésű terület talajállapotának változásáról (ez nem is volt az eddigi mintavételek célja), mégis a potenciális kationkicserélő kapacitás értékei a feltalaj humusztartalmának változása nélkül arra utalnak, hogy az agyag-ásványokban nagyarányú pusztulás ment végbe. Ez nagy biztonsággal a légköri savas ülepedés hatásának tulajdonítható. A folyamatot súlyosnak kell megítélni, mivel rövid és

középtávon visszafordíthatatlan. A kation-kicserélődési kapacitással együtt valószínűleg a bázikus tápanyagkationok ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) kicserélhető készletei is csökkenhettek.

## A LEFOLYÁS MINŐSÉGE

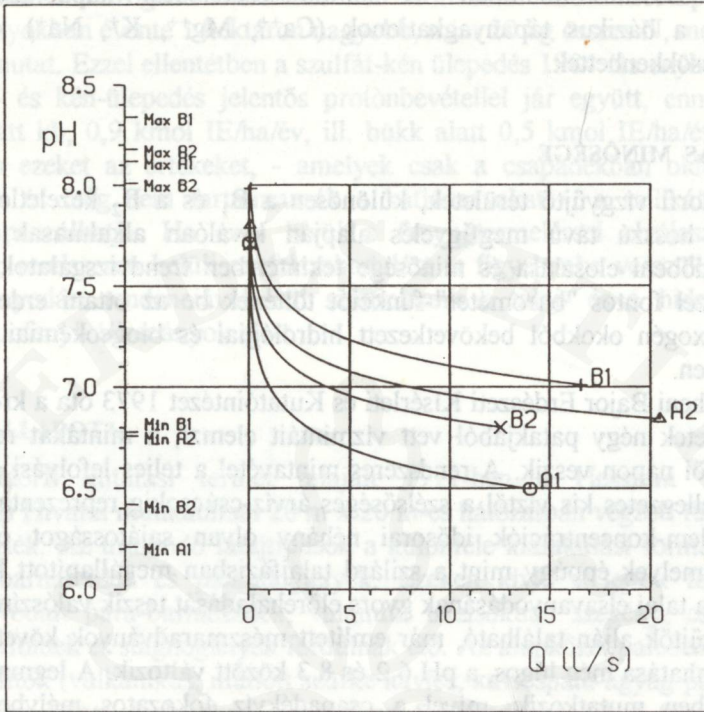
A krofdorfi vízgyűjtő területek, különösen a  $B_1$  és a  $B_2$  kezeletlen kontrollterületek a hosszú távú megfigyelés alapján kiválóan alkalmasak a lefolyás nagysága, időbeni eloszlása és minősége tekintetében trendvizsgálatokra. Ezek a területek ezzel fontos "barométer"-funkciót töltenek be az ottani erdei ökoszisztémákban exogén okokból bekövetkezett hidrológiai és biogeokémiai változások ellenőrzésében.

A müncheni Bajor Erdészeti Kísérleti és Kutatóintézet 1973 óta a krofdorfi vízgyűjtő területek négy patakjából vett vízmintáit elemzi, a mintákat rendszeresen minden hétfői napon veszik. A rendszeres mintavétel a teljes lefolyási spektrumot takarja, a jellegzetes kis víztől a szélsőséges árvíz-csúcsokig reprezentatív módon. Egyes bioelem-koncentrációk idősorai néhány olyan sajátosságot és fejlődést mutatnak, amelyek éppúgy mint a szilárd talajfázisban megállapított kedvezőtlen változások, a talaj elsavanyodásának gyors előrehaladását teszik valószínűvé.

A vízgyűjtők alján található, már említett mészaradványok következtében a patakok kémhatása még lúgos, a pH 6,2 és 8,3 között változik. A legmagasabb pH kisvíz esetében mutatkozik, mivel a csapadékvíz fokozatos mélybeszivárgása, valamint a talaj- és kőzetszférában való hosszú tartózkodási ideje miatt közömbösítődik. Ezzel ellentétben a nagyvizes lefolyások a pH szembevető csökkenéséhez vezetnek (2. ábra), mivel nagyobb arányban tartalmaznak felszínhez közeli, savanyú makropórusos talajvizet.

A pH a patakok esetében fokozatosan változik a vízgyűjtő területek átlagos talajmélységének megfelelően. Átlagosan legkevésbé mélyek az  $A_1$  talajai (kb. 1,0 m), a legjobban kialakult talajok a  $B_1$ -ben vannak (átlagosan kb. 1,5 m). Mivel alig vannak kémiai különbségek, a talaj mélysége szemmel láthatóan jól képviseli a termőhelyek pufferképességét.

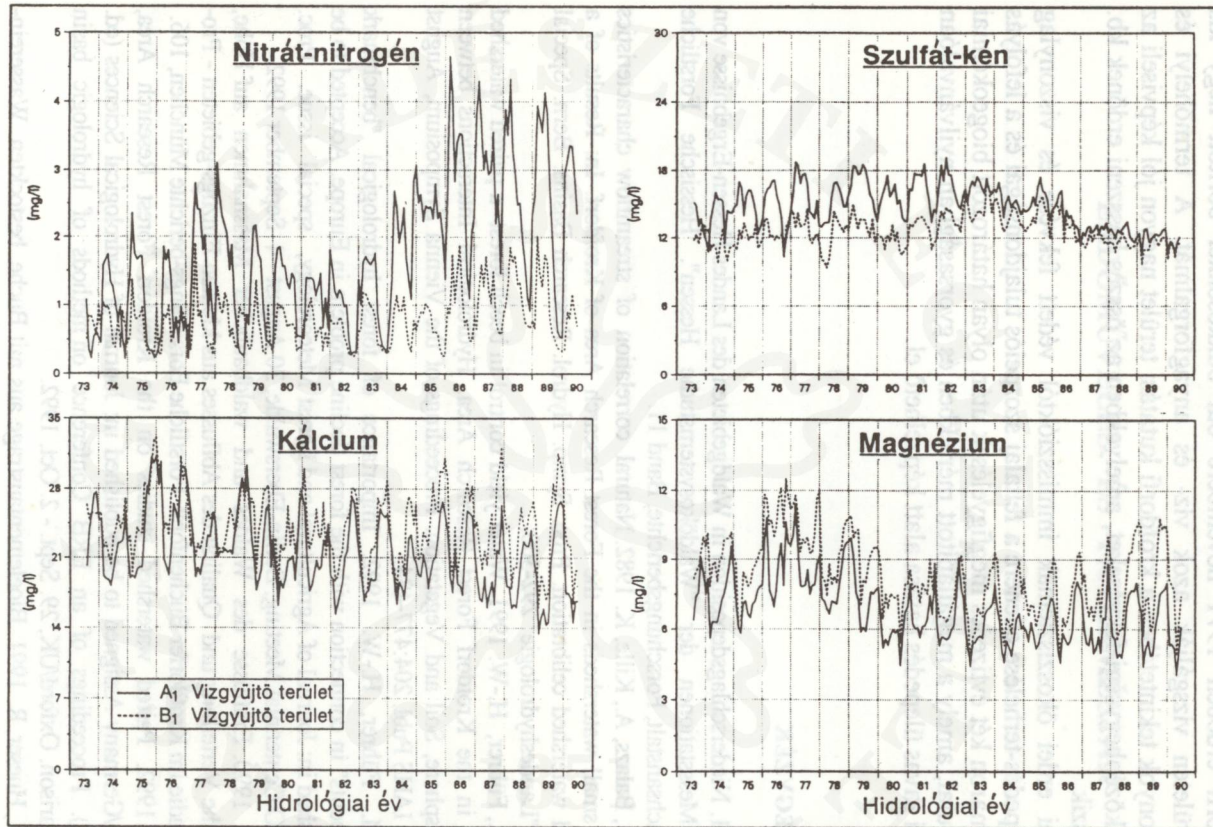
A viszonylag magas pH-értékek esetében a túlnyomórészt légköri eredetű nitrogén- ill. kénterhelésből származó mobil nitrát- és szulfát-anionok koncentrációja a krofdorfi patakokban még viszonylag alacsonyak (3. ábra). A nitrát azonban a 80-as évek második felében jelentős növekedést mutatott. Az  $A_1$ -ben ehhez a területen elvégzett kísérleti jellegű fakitermelés is részben hozzájárult. A szulfát mennyisége 1983-ig enyhén növekedett, azóta azonban a kisebb kénterhelés következtében csökkent.



2. ábra. Valószínűségelméleti összefüggés a pH-érték és a lefolyás között a vizsgált négy patak esetében

*Probability theoretical relationships between pH and runoff of the four streams investigated*

A kalcium- és magnézium-koncentrációk az 1976-os száraz évben bekövetkezett kulminációjuk óta enyhén csökkenő tendenciát mutatnak (3. ábra). Ez különösen az évi minimumban jut kifejezésre, amely mindenkor a lefolyásban gazdag téli hónapokban jelentkezik. Ezek pontosan azok az évszakhoz kötött időszakok, amelyekben a felszínhez közeli talajrétegekből származó víz a legnagyobb részarányt éri el a nagyvízi lefolyásban. A lefolyás minősége tehát megerősíti azt a következtetést, hogy a kation-kicserélődési kapacitás csökkenése miatt a termőréteg bázikus tápanyagokban elszegényedett.



3. ábra. Ionkoncentrációk változása az A<sub>1</sub> és B<sub>1</sub> vízgyűjtő vizében

Changes in the ionconcentration of watersheds A<sub>1</sub> and B<sub>1</sub>

## ÖSSZEFOGLALÁS

A krofdorfi erdőben 1971 novembere óta bükkösökkel borított négy kis vízgyűjtő területen vizsgálják azok víz- és anyagforgalmát. A termőhelyi és állományviszonyok tekintetében a krofdorfi kutatási terület nagyon jól képviseli az alacsonyabb középhegységi fekvéseket, amelyekben az összes hesszeni erdőnek kb. 80%-a tenyészik.

Az ottani erdei ökoszisztémák immiszióktól védett fekvése és viszonylag mérsékelt ülepedés-terhelése ellenére a feltalaj szorpciós tulajdonságai és a lefolyás minősége immáron két évtizedes megfigyelések után olyan határozott biogeokémiai változásokra utal, amely a megállapított mértékben és gyorsaságban nyilvánvalóan csak a légköri savas ülepedés hatása alatt képzelhető el.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Balazs, A. 1991. Niederschlagsdeposition in Waldgebieten des Landes Hessen-Ergebnisse von den Messstationen der "Waldökosystemstudie Hessen". Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Forschungsberichte, Band 11.
- Brechtel, H. M., Balazs, A., Kille, K. 1982. Natural correlation of streamflow characteristics from small watersheds in the Forest Research Area of Krofdorf. In: Results of a paired watershed calibration. Proc. Symp. Hydrol. Research Basins. Bern. Special issue "Landeshydrologie" 292-300.
- Brechtel, H.-M., Führer, H.-W. 1991. Water yield control in beech forest - a paired watershed study in the Krofdorf Forest Research Area. Hydrological Interactions between Atmosphere, Soil and Vegetation. Proceedings of the Vienna Symposium, August 1991. IAHS Publ. 204:477-484.
- Brechtel, H.-M., Führer, H.-W. 1992. Importance of forest hydrological "benchmark atchments" in connection with the forest decline problem in Europe. Accepted to be published in: Journal of Agricultural and Forest Meteorology, special issue. Proc. IUFRO Centennial Meeting, Berlin-Eberswalde, 30 August - 4 September 1992.
- Führer, H.-W. 1990. Einflüsse des Waldes und waldbaulicher Massnahmen auf Höhe, zeitliche Verteilung und Qualität des Abflusses aus kleinen Einzugs-gebieten - Projektstudie im Krofdorfer Buchenforst. Forstliche Forschungs-berichte München, 106.
- Führer, H.-W. 1992. Paired watershed studies on the Krofdorf Forest Research Area, Hesse/Germany Assigned to be published in: Journal of Hydrological Sciences (ed. IAHS). Proceedings of an ERB Conference on methods of hydrologic basin comparison. Oxford/UK, 29. Sept. - 2. Oct. 1992.
- Führer, H.-W., Hueser, R. 1991. Bioelementaustrage aus mit Buche bestockten Wassereinzugsgebieten im Krofdorfer Forst. Zeittrends und Effekte von Verjüngungseingriffen. Forstwissenschaftlichen Centralblatt 110:240-247.
- Rehfuess, E. 1981. Über die Wirkungen der sauren Niederschläge in Wald-ökosystemen. Forstwissenschaftlichen Centralblatt 100:363-381.

## FAÁLLOMÁNYOK GYÉRÜLÉSE A FATERMÉSI OSZTÁLY FÜGGVÉNYÉBEN

### ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

#### ÖSSZEFOGLALÓ

A gyérülés a faállományokban lejárvó, egyik vizsgálattól jelenség, amely korábban, az ún. gyérülési törvény megállapításával - így mint - általános törvényszerűségről sikerült találni. A cikk a törvény érvényességének felderítésére irányuló vizsgálatok legutóbbi tapasztalatait foglalja össze, majd hazai faállomány-adatoknak felhasználásával bemutatja, hogy a gyérülés mértéke nem független a termési osztálytól, hanem azok között a határegyes helyzetben lényeges különbségek lehetnek. A cikk nem foglalkozik a gyérülés folyamatának elhárításával, s a lehelyesnek erre a folyamatra történő hatásával.

**KEYWORDS:** gyérülés, fatermési osztály, terméscsoport, kocányos tölgy, bükk, kocsánytalan tölgy

#### ABSTRACT

Self-thinning is a basic process in tree stands, about which a rule, namely, the "self-thinning rule", seemed to apply. This article summarizes the results of the latest findings based on stand and yield tables data of several species in Hungary. It was found that self-thinning was dependent on yield class (size quality), i.e., the self-thinning line evidently differs between yield classes. The process of self-thinning and the effect of site on this process is not covered.

**KEY WORDS:** self-thinning, yield class, kocsánytalan tölgy, bükk, kocsányos tölgy

#### BEVEZETÉS

Tapasztalati megfigyelés, hogy az egyásra, elégynélis faállományok, az őket alkotó egyedek növekedésével párhuzamosan egyre sűrűbbé válnak. Ennek s besűrűsödésnek a következménye az, hogy az egyrűs mellett növő egyedek mindinkább egymás konkurencsévé válnak. A rendelkezésre álló erőforrásokért (fény, víz, tápanyag stb.) folyó küzdelemben a versenyt nem bírő egyedek idővel elpusztulnak; ilyenkor az állomány sűrűsége átmenetileg csökken. A megmaradt fának így egy ideig újabb elegendő lehetőség áll rendelkezésre az életükhöz

## ÖSSZEFOGLALÁS

A krofdorfi erdőben 1971 novemberére óta bükkösökkel borított négy kis vízgyűjtő területen vizsgálják azok víz- és anyagforgalmát. A termőhelyi és állományviszonyok tekintetében a krofdorfi kutatási terület nagyon jól képviseli az alacsonyabb közmagasságú erdők, az úgynevezett "közmagassági erdőknek kb. 80%-a tenyészik.

Az ottani erdei ökoszisztémát immenziusoktól védett felvése és viszonylag mérsékelt üledék-terhelés jellemzi. A terület szociális tulajdonságai és a lefolyás minősége immáron két évtizedes múltjától kezdődően két határozott biogokémiai változásokra utal, amely a megfigyelt mértékű erdőművelés során nyilvánvalóan csak a légköri savas üledék hatása alatt képzelhető el.

## IRODALMI MEGJEGYZÉSEK

- Baltes, H. 1991. Niederschlagsdeposition in Waldsystemen des Landes Hessen-Frankfurt am Main. Meteorologie der "Waldökologische Hesse, Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Forschungsberichte Band 10.
- Brochard, H. M., Büchel, A., Kille, K. 1992. Spatial correlation of streamflow characteristics from small catchments in the Forest Research Area of Krofdorf. In Results of a paired watershed catchment. Proc. Spring Hydro. Research Basins, Bern, Special Issue "Landeshydrologie" 292-300.
- Büchel, H.-M., Führer, H.-W. 1991. Water yield control in beech forest - a paired watershed study in the Krofdorf Forest Research Area. Hydrological Interactions between Atmosphere, Soil and Vegetation. Proceedings of the Vienna Symposium, August 1991. IAHS Publ. 201, 477-482.
- Brochard, H. M., Führer, H.-W. 1992. Importance of forest hydrological "benchmark systems" in connection with the forest decline problem in Europe. Accepted to be published in Journal of Agricultural and Forest Meteorology, special issue. Proc. II. IAFRO Centennial Meeting, Berlin, Schwansee, 30 August - 4 September 1992.
- Führer, H.-W. 1990. Einflüsse des Waldes und waldbaulicher Maßnahmen auf Höhe, zeitliche Verteilung und Qualität des Abflusses aus kleinen Einzugsgebieten - Projektstudie am Krofdorfer Buchenforst. Forstliche Forschungsanstalt München, 100.
- Führer, H.-W. 1992. Paired watershed studies on the Krofdorf Forest Research Area, Hesse/Germany. Accepted to be published in Journal of Hydrological Sciences (ed. IAHS) Proceedings of an IAFRO Conference on methods of hydrologic basin comparison Oxford/UK, 29 Sept. - 2 Oct. 1992.
- Führer, H.-W., Hoester, R. 1991. Bioclimatstrategie aus mit Nadeln bestockten Wassereinzugsgebieten im Krofdorfer Forst. Zeitschrift und Effekte von Vergängungserscheinungen. Forstwissenschaftlichen Centralblatt 110: 240-247.
- Reidner, E. 1981. Über die Wirkungen der sauren Niederschläge in Wald-Ökosystemen. Forstwissenschaftlichen Centralblatt 100: 363-381.

# **FAÁLLOMÁNYOK GYÉRÜLÉSE A FATERMÉSI OSZTÁLY FÜGGVÉNYÉBEN**

**SOMOGYI ZOLTÁN**

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

A gyérülés a faállományokban lejátszódó egyik legalapvetőbb jelenség, amelyről korábban, az ún. gyérülési törvény felállításával - úgy tűnt - általános törvényszerűséget sikerült találni. A cikk a törvény érvényességének felderítésére irányuló vizsgálatok legutóbbi tapasztalatait foglalja össze, majd hazai fafajok faállomány-adatainak felhasználásával bemutatja, hogy a gyérülés mértéke nem független a fatermési osztálytól, hanem azok között a határegyenes helyzetében lényeges különbségek lehetnek. A cikk nem foglalkozik a gyérülési folyamat elemzésével, s a termőhelynek erre a folyamatra történő hatásával.

**KULCSSZAVAK:** gyérülés, fatermési osztály, termőhely, kocsányos tölgy, bükk, kocsánytalan tölgy.

## **ABSTRACT**

Self-thinning is a basic process in tree stands, about which a rule, namely, the "self-thinning rule", seemed to apply. This article summarizes the results of the latest findings based on stand and yield table data of several species in Hungary. It was found that self-thinning was dependent on yield class (site quality), i.e., the self-thinning line greatly differs between yield classes. The process of self-thinning and the effect of site on this process is not covered.

**KEY WORDS:** self-thinning, yield class, site, pedunculate oak, sessile oak, European beech.

## **BEVEZETÉS**

Tapasztalati megfigyelés, hogy az egykorú, elegyetlen faállományok az őket alkotó egyedek növekedésével párhuzamosan egyre sűrűbbé válnak. Ennek a besűrűsödésnek a következménye az, hogy az egymás mellett növekvő egyedek mindinkább egymás konkurenseivé válnak. A rendelkezésre álló erőforrásokért (fény, víz, tápanyag stb.) folyó küzdelemben a versenyt nem bíró egyedek idővel elpusztulnak; ilyenkor az állomány sűrűsége átmenetileg csökken. A megmaradt fáknek így egy ideig újból elegendő lehetőség áll rendelkezésre az életükhöz

szükséges anyagok és a fényenergia megszerzésére, de az idő előrehaladtával az állomány újból besűrűsödik, és újabb fák pusztulnak el.

Ezt a folyamatot, amikor tehát az állományt alkotó fák egyedszáma az egyedek közti versengés miatt időről-időre, természetes úton csökken, *gyérülésnek* nevezzük. A gyérülés minden növényi populációban megfigyelhető, általánosan érvényesülő jelenség. Minél pontosabb ismerete faterméstani szempontból azért fontos, mert a gyérülés során keletkező száradék csökkenti a felhasználható faanyag mennyiségét, s az állomány sűrűsége meghatározó a növekedésre nézve.

A gyérülés azonban erdőművelésileg is fontos jelenség. A gyakorlati erdőgazdálkodás során alkalmazott tisztításokkal és gyérítésekkel mesterségesen csökkentjük a fák egyedszámát, s ezzel próbáljuk megelőzni, vagy éppen ellenkezőleg - e műveletek elhagyásával - kihasználni és szabályozottan érvényre juttatni a természetes törzsszámcsökkenést. Ezeknek az erdőművelési beavatkozásoknak az időpontja és mértéke is nagymértékben függ az állományban lezajló besűrűsödési folyamatok jellegétől és mértékétől.

A gyérülés megismerésére külföldön sok vizsgálat történt (pl. *Yoda et al., 1963; White, Harper, 1970; Lonsdale, Watkinson, 1983; Zeide, 1985; White, 1985*), sőt gyakorlati felhasználására is sor került (*Newton, Weetman, 1993; Newton, Weetman, 1994*). Hazánkban e témakörrel még kevesen foglalkoztak (*Béky, 1981; Mendlik, 1986*). A korábbi, a témakört érintő munkák (pl. *Majer, 1965; Szappanos, 1965*) elsősorban az erdőgazdálkodási munkák racionalizálása érdekében végzett vizsgálatokat ismertetik, és hangsúlyozzák, hogy tisztítási korú állományban nem érdemes sok energiát ölni a törzsszámcsökkentésbe, hanem hagyni kell, hogy a természetes szelekció érvényesülhessen, s a törzsszám a gyérülés hatására természetes úton csökkenjen.

A gyérülés kialakulásának és lefolyásának leírása nem egyszerű feladat, bonyolultabb, mint azt korábban gondolták. Nem elég pl. "meghatározni azt a körlapösszeget, aminek elérésekor megkezdődik a száradék képződése" (*Mendlik, 1986*). Ugyanakkor az eddigi vizsgálatok jó alapul szolgálhatnak a további kutatásokhoz, hiszen helyesnek tűnő, bár még bizonyítatlan eredményeket hoztak. Ilyen pl. az, hogy a gyérülés sebessége függvénye a fatermési osztálynak, vagyis - áttételesen - a termőhelynek (*Mendlik, 1986*).

A gyérüléssel kapcsolatos eddigi hipotézisek jórészt a gyérülés jelenségét leíró "gyérülési szabállyal", az ún. "3/2 hatványtörvénnyel" kapcsolatosak. E hipotézisek döntő többsége azonban figyelmen kívül hagyja a fatermési osztály - és így áttételesen a termőhely - hatását a gyérülésre. A gyérülési szabály kritikai elemzésével, bizonyos elvek tarthatatlanságának bizonyításával, továbbá új megfigyelések közreadásával e cikk megkísérli, hogy mélyebb összefüggéseiben értsük meg a fák gyérülését szabályozó törvényszerűségeket.

### A "3/2 HATVÁNYTÖRVÉNY"

A bevezetőben használt "sűrűség" fogalom bizonyos értelemben relatív és arra utal, hogy az egyedek az általuk elért méretekhez képest már túl közel találhatók. Ez az állítás megfordítva, úgy is megfogalmazható, hogy az egyedek egymástól való távolsága valamilyen módon korlátozza az egyedek méretét: az egyedek egymástól való távolságának függvényében a növények mérete nem haladhat meg egy bizonyos nagyságot, mert ennek elérése előtt egyes fák a sűrűs állás miatt kipusztulnak, az állomány kiritkul.

Arra vonatkozóan, hogy mekkora ez a maximális méret és hogy nagysága mitől függ, vagyis hogy hogyan lehet a gyérülés jelenségét kvantifikálni és magyarázni, külföldön és idehaza is már több kísérletet tettek. Ezek áttekintése előtt azonban szükséges konkrétan definiálni két, a faállományok sűrűségének jellemzésére használható, különbözőképpen mérhető és használható "sűrűség"-fogalmat. Az egysősűrűség a területegységre eső egyedszámot adja meg. Ez tehát nem azonos a fatermésstanban hagyományosan használt fatérfogat-sűrűség fogalmával, amely egy konkrét faállomány fatérfogatának és a fatermési táblákból megállapítható fatérfogatának az aránya.

A egysősűrűség és a faméretetek közötti összefüggések egyik első vizsgálója Reinecke volt (*Assmann, 1961; Zeide, 1985*). Ő a fák átlagátmérője ( $D$ ) és egységnyi területen található darabszáma ( $N$ ) között az alábbi összefüggést találta:

$$\ln N = k - a \cdot \ln D \quad (1)$$

Az  $a$  koefficiens értékét az általa vizsgált fafajokra Reinecke 1.605-ben állapította meg. Később azonban kimutatták, hogy  $a$  értéke alacsonyabb a toleránsabb, árnytűrőbb fafajokra és magasabb a fényigényes, intoleráns fajokra (*Zeide, 1985*).

*Yoda et al. (1963)* mások sejtései és saját vizsgálataik alapján egykorú elegenden növényi populációkat vizsgálva egy hasonló jellegű, de a növényi populációkra általánosabban is érvényes törvényszerűséget hittek megtalálni a gyérülési jelenség leírására. E törvényszerűség szerint amennyiben a növényegedek életlehetőségeit csak az őket körülvevő egyedek korlátozzák, vagyis pl. nincsen aszály, nem lépnek fel biotikus károsítók stb., akkor az egyedek átlagos biomasszája ( $b$ , g/egyed), és az egysősűrűség ( $N$ , db/m<sup>2</sup>) között az alábbi lineáris összefüggés áll fenn:

$$\log b = \alpha \cdot \log N + \beta \quad (2)$$

Erre az összefüggésre gyakran "gyérülési szabály" (angolul self-thinning rule) néven is hivatkoznak. Mivel  $\alpha$  értékére *Yoda et al.* fajtól függetlenül mindig -3/2-hez közeli értéket kaptak, a törvényszerűséget "3/2 hatványtörvény"-nek is nevezik.

$\beta$  értéke  $\alpha$ -tól eltérően fajonként változik, s a fenti mértékegységeket használva többnyire 3.5 és 4.4 közé esik (White, 1981).

Ennek a kvantifikált összefüggésnek az általános érvényességét két érv támogatja. Az egyik, hogy Yoda *et al.* szerint a fenti egyenes iránytangensének értéke sok vizsgált elegyetlen növénypopulációban, a kistermetű lágyszárúaktól a nagyméretű fáig közel  $-3/2$ . Gorham (1979) 29 faj 65 populációjára átlagosan szintén  $-1.49$ -es iránytangenset kapott, s a fajok között fák és lágyszárúak egyaránt voltak. Ez utóbbi vizsgálat eredményei azért is figyelemre méltóak, mert az átlagos növénytömeg értékei 7, a darabszámé pedig 5 nagyságrendet ölelnek fel. A másik érv, hogy  $\alpha$ -ra egyes állományokban is hasonlóan  $-1.5$  körüli értékek adódnak, akár eltekintünk a fajtól, akár fajonként külön-külön grafikonra hordjuk fel az adatokat (Weller, 1987).

A "gyérülési szabály" létezését a közelmúltban sokan igyekeztek bizonyítani. Az összefüggést egy ideig annyira érvényesnek hitték, hogy törvénynek fogadták el, mégpedig (eladdig) "a növényökológia egyetlen törvényének", sőt, "az ökológia első alapvető törvényének" (Weller, 1987) nevezték.

Már régóta felmerültek azonban a "törvény" érvényességét cáfoló érvek is. White, Harper (1970) pl. az általuk vizsgált populációkban  $\alpha$ -ra  $-1.72$  és  $-1.82$  közötti értékeket kaptak, ami elég jelentősen eltér a  $-3/2$ -től. Később Zeide (1985), majd Weller (1987) már súlyosabb érveket hoztak fel e törvény létezése ellen.

Az egyik, viszonylag szubjektív ellenérv, hogy az erdészeti gyakorlati megfigyelések alapján nehéz elhinni, hogy a világ valamennyi erdejében, amelyek oly sok mindenben különböznek egymástól, ugyanaz a konstans szabályozná a gyérülést (Zeide, 1985). Ennél egzaktabb azonban az az ellenvetés, hogy az egyenes helyzetének megállapításához gyakran nem megfelelő adatokat használtak fel, ami nem eredményez torzítatlan becslést. Ilyen, torzítást előidéző adatokat kapunk, ha a gyérülést nem kizárólag sűrűségfüggő tényezők idézték elő. Az egyenes meghatározásának módszere is fontos; erre ugyanis nem a legmegfelelőbb a széles körben használt lineáris regresszió alkalmazása, hanem jobb az ún. principal components analysis (Weller, 1987).

Talán a legfontosabb ellenérv azonban az, hogy a törvény eredeti megfogalmazásában  $\log(b)$  és  $\log(N)$  között teremt összefüggést, ami statisztikailag értelmezhetetlen (Weller, 1987). Ez azért van így, mert  $b$  számításához az összes biomasszán ( $B$ ) kívül felhasználjuk  $N$  értékét is:

$$b = \frac{B}{N} \quad (3)$$

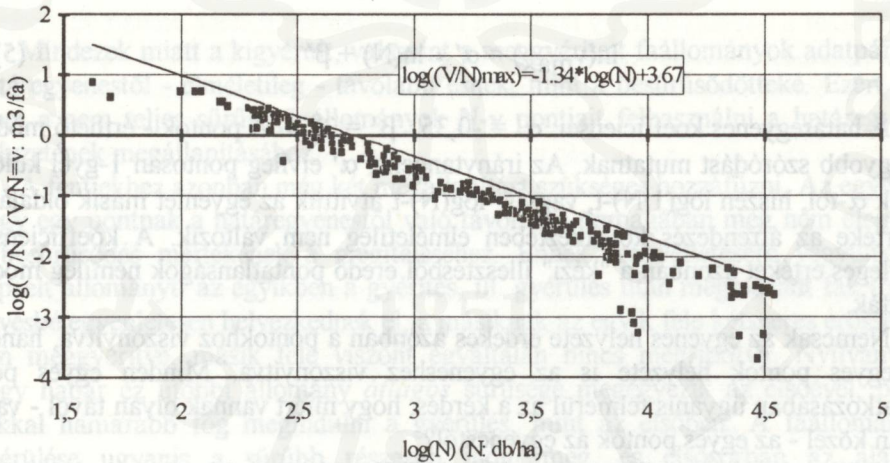
így aztán nem csoda, hogy  $\log(N)$  és  $\log(B/N)$  között szoros összefüggést találunk. Weller (1987) ad példákat arra nézve, hogy a  $\log(B) - \log(b)$  transzformáció milyen megtévesztő hatású lehet.

## A BIOMASSZA-EGYEDSŰRŰSÉG ÖSSZEFÜGGÉS ELEMZÉSE NÉHÁNY HAZAI FAJAJRA

Az alábbiakban néhány hazai fafajra elemezzük a biomassza és az egyedsűrűség összefüggését a "gyérülési szabállyal" kapcsolatban felmerült különböző matematikai formákat felhasználva. Mindegyik esetben, a rendelkezésre álló adatok által szabott korlátok miatt a biomasszát ( $b$ , ill.  $B$ ) a földfeletti fatérfogattal ( $v$ , ill.  $V$ ) mérjük, és csak elegendően, egykorú állományokkal foglalkozunk. Az összefüggéseket konkrét állományokból, ill. fatermési táblákból (Kiss, Somogyi, Juhász, 1987; Béky, 1987; Mendlik, 1986 a) származó adatok felhasználásával elemezzük. Az állományadatok az ERTI ún. hosszúlejárátú fatermési parcelláinak és erdőművelési kísérleti sorainak a megfigyeléseiből származnak (Birck et al. 1962; Kiss, 1965; Kiss, Somogyi, Juhász, 1987).

### Faállományok adatai alapján

Először az összefüggés eredeti, Yoda et al. által felírt formáját elemezzük. Az 1. ábra kocsányos tölgy faállományokban létesített fatermési és erdőnevelési kísérleti parcellák adatai alapján készült. Látható, hogy a pontok viszonylag szabályosan, egy vonal mentén helyezkednek el.



1. ábra. A kocsányos tölgy öngyérülési határegyenese kísérleti parcellák adatai alapján,  $\log(N)$  -  $\log(V/N)$  tengelyeken

*Self-thinning border line of pedunculata oak based on experimental plot data,  $\log(N)$  -  $\log(V/N)$  axes*

Bár az ábra csak egy egyenest mutat, egyenest két helyen is meg lehetne húzni. Az egyik a pontokon át húzódó, a legkisebb négyzetek elvét felhasználó regresz-

szíóval vagy a már említett módon (Weller, 1987) előnyösebben principal component analysis-szel számítható, s az eredeti (Yoda-féle) vonalnak felelne meg. A másik egyenes - az ábrán ez látható - a pontsört csak érinti, mégpedig felülről, vagyis valódi határegyenes. Ez az egyenes a  $\log(N)$ - $\log(v)$  síkot két részre osztja, és a pontok csak az egyik félsíkba eshetnek. Mivel a "gyérülési törvény" elve egy határegyeneset jelöl ki, ezért ennek becsléséhez csak azokat az adatpárokat szabad felhasználni, amelyekről jobbra és felfelé más pont már nem esik. Másképpen fogalmazva, a "gyérülés törvényét" eredetileg (itt térfogatot használva biomassza helyett) az alábbi alakban kellett volna helyesen megadni:

$$\ln(v_{\max}) = \alpha * \ln(N) + \beta \quad (4)$$

ahol  $v_{\max}$  az  $N$ -hez tartozó maximális átlagos egyedtérfogatot jelöli.

Kocsányos tölgy esetében az ábra szerint a határegyenes iránytangensére  $-1.34$  adódott. Ez eltér a "törvény" által megadott  $-1.5$ -től. Az egyenes "illesztése" manuális úton, nem pedig statisztikai elvek alapján történt. Ezért szignifikancia-vizsgálatot természetesen nem lehet végezni. A  $\beta$ -ra kapott  $3.67$ -es érték megfelel az eddigi tapasztalatoknak.

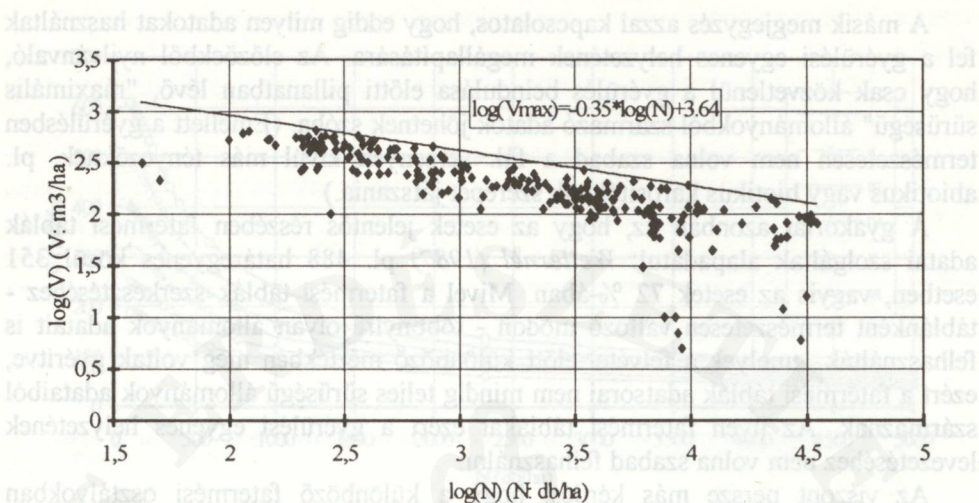
Ha nem  $v$ -t, hanem  $V$ -t ábrázoljuk  $N$  függvényében (2. ábra), akkor  $V$  helyére  $V_{\max}$ -ot kell írunk:

$$\ln(v_{\max}) = \alpha' * \ln(N) + \beta' \quad (5)$$

A határegyenes koeficiensei:  $\alpha' = -0,35$ ,  $\beta' = 3,64$ . A pontok - érthető módon - nagyobb szóródást mutatnak. Az iránytangens,  $\alpha'$  elvileg pontosan  $1$ -gyel különbözik  $\alpha$ -tól, hiszen  $\log(1/N)$ -t, vagyis  $-\log(N)$ -t átvittük az egyenlet másik oldalára.  $\beta$  értéke az átrendezés következtében elméletileg nem változik. A koeficiensek tényleges értékét azonban a "kézi" illesztésből eredő pontatlanságok némileg módosították.

Nemcsak az egyenes helyzete érdekes azonban a pontokhoz viszonyítva, hanem az egyes pontok helyzete is az egyeneshez viszonyítva. Minden egyes pont vonatkozásában ugyanis felmerül az a kérdés, hogy miért vannak olyan távol - vagy olyan közel - az egyes pontok az egyenestől?

Faállományok esetében az adott időpillanatban mérhető egyedsűrűséget alapvetően két tényező befolyásolja: egyrészt a gyérülés, másrészt a már említett tisztítások és gyéritések. A gyérülés során elpusztult egyedek száma függ az utolsó gyérités időpontjától és erélyétől, a termőhelytől, valamint a besűrűsödés éveinek időjárásától és a legyengült egyedeken megjelenő másodlagos károsítók mennyiségétől. Az elpusztult egyedek, továbbá a helyesen elvégzett gyéritések egy ideig a megmaradó egyedek túlnyomó többségét kedvező helyzetbe hozzák, így a gyérülés néhány évig nem, vagy alig jelentkezik.



2. ábra. A kocsányos tölgy öngyérülési határegyenese kísérleti parcellák adatai alapján,  $\log(N) - \log(V)$  tengelyeken

*Self-thinning border line of pedunculate oak based on experimental plot data,  $\log(N) - \log(V)$  axes*

Mindezek miatt a kigyérült, valamint a meggyérített faállományok adatpárjai a határegyenestől - elméletileg - távolabb esnek, mint a besűrűsödöttéké. Ezért nem lehet a nem teljes sűrűségű állományok  $N-v$  pontjait felhasználni a határegyenese helyzetének megállapításához.

A fentiekhez azonban még két megállapítást szükséges hozzáfűzni. Az egyik az, hogy egy pontnak a határegyenestől való távolsága önmagában még nem elegendő a besűrűsödés mértékének a megítéléséhez. Ennek szemléltetésére vegyünk két képzelt állományt: az egyikben a gyérítés, ill. gyérülés után megmaradt fák többé-kevésbé egyenletesen helyezkednek el, a másikkban az egyik fele kétszeres erősséggel van meggyérítve, másik fele viszont egyáltalán nincs megritkítva. Nyilvánvaló, hogy habár ez utóbbi állomány *átlagos* sűrűsége megegyezik az elsőével, benne sokkal hamarabb fog megindulni a gyérülés, mint az elsőben. A faállományok gyérülése ugyanis a sűrűbb részekben indul meg, és elsősorban az alá- és közbeszorult fákat érinti. Ezért van az is, hogy még egy - átlagosan - mégoly erősen meggyérített állományban is egy-két évvel a gyérítés után már találni egy-egy kiszáradt fát. Egyenletesen ugyanis nem lehet állományokat gyéríteni (kivéve a teljesen szabályos hálózatban nevelt ültetvényeket). Az sem mindegy, hogy a gyérítés mikor "segít meg" egy-egy fát: ha a segítség túl későn érkezik, a fa a segítség ellenére elpusztulhat. A nem sűrűségfüggő tényezők is hozzájárulhatnak a gyérüléshez, még a jól kigyérített állományokban is.

A másik megjegyzés azzal kapcsolatos, hogy eddig milyen adatokat használtak fel a gyérülési egyenes helyzetének megállapítására. Az előzőekből nyilvánvaló, hogy csak közvetlenül a gyérülés beindulása előtti pillanatban lévő, "maximális sűrűségű" állományokból származó adatok jöhetnek szóba. (Emellett a gyérülésben természetesen nem volna szabad a fák versenyén kívül más tényezőknek, pl. abiotikus vagy biotikus károsítóknak szerepet játszania.)

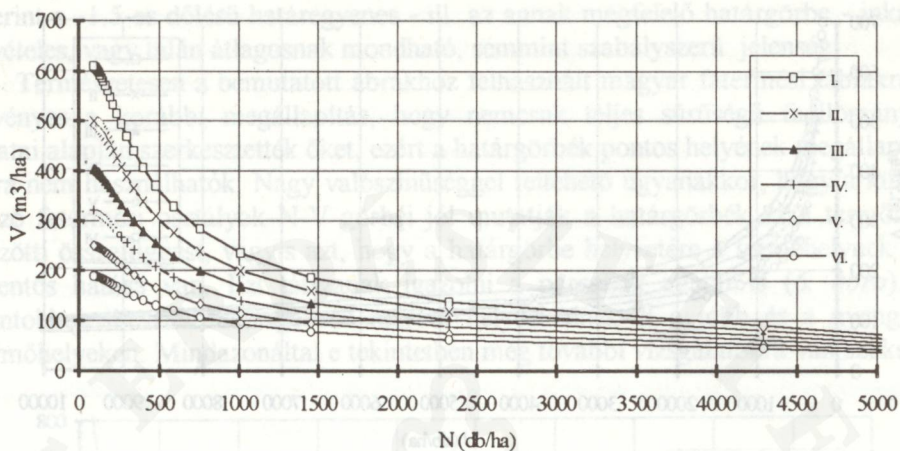
A gyakorlat azonban az, hogy az esetek jelentős részében fatermési táblák adatai szolgálták alapadatul: *Wellernél (1987)* pl. 488 határegyenes közül 351 esetben, vagyis az esetek 72 %-ában. Mivel a fatermési táblák szerkesztéséhez - táblánként természetesen változó módon - többnyire olyan állományok adatait is felhasználták, amelyek a felvétel előtt különböző mértékben meg voltak gyériteve, ezért a fatermési táblák adatsorai nem mindig teljes sűrűségű állományok adataiból származnak. Az ilyen fatermési táblákat ezért a gyérülési egyenes helyzetének levezetéséhez nem volna szabad felhasználni.

Az viszont persze más kérdés, hogy a különböző fatermési osztályokban modellezett állományok egymáshoz képest hogyan viselkednek, s ezek határegyenesei *egymáshoz képest* hogyan helyezkednek el. A következőkben ezt vizsgáljuk meg.

### *Fatermési táblákból származó adatok alapján*

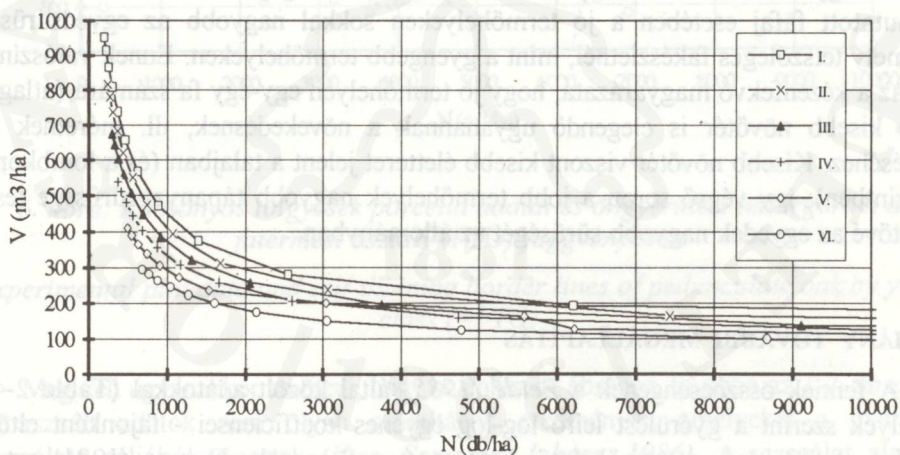
Először a kocsányos tölgy fatermési táblákat elemezve, azok adatait ábrázolva - ha a fatermési osztályt figyelmen kívül hagynánk - a 2. ábrához hasonló képet kapnánk. Ez az ábra azonban nem adna kellő felvilágosítást az adatok szóródásáról. Érdekes ezért az adatokat nem a logaritmus tengelyeken, hanem valódi értékükkel ábrázolni. Az adatokat a leggyakoribb méret- és sűrűség-dimenziókban mutatja a 3. ábra. Itt már jelentkezik az adatok szóródása, de a fatermési osztály és a határgörbék közötti összefüggés kiderítése érdekében össze is kötöttük az egyes fatermési osztályokhoz (I-VI.) tartozó adatokat. Látható, hogy a különböző fatermési osztályok adatai különböző görbék mentén helyezkednek el, amelyek egymástól kisebb-nagyobb távolságra vannak. Ebből egyértelműen látható, hogy a fatermési osztálynak jelentős hatása van a törzsszám és a fatérfogat egymáshoz való viszonyának kialakulásában.

Hasonló összefüggések láthatók a bükk-adatokat (*Mendlik, 1986 b*) mutató 4. ábrán. 1000 db/ha-os törzsszám mellett az I. fatermési osztályú állomány fatérfogata kb. 450, a VI. osztályúé viszont csak 250 m<sup>3</sup>/ha. Megfordítva, ugyanolyan fatérfogatot - 200 m<sup>3</sup>/ha - feltételezve az I. (a legjobb termőhelyet jellemző) fatermési osztályban közel 6 ezer, a VI. (legrosszabb termőhelyű) fatermési osztályban azonban csak mintegy 1600 fa található hektáronként. Ugyanígy összefüggéseket mutat a kocsánytalan tölgy fatermési tábla (*Béky, 1981*) alapján készített 5. ábra is: a különböző fatermési osztályokhoz különböző görbék tartoznak.



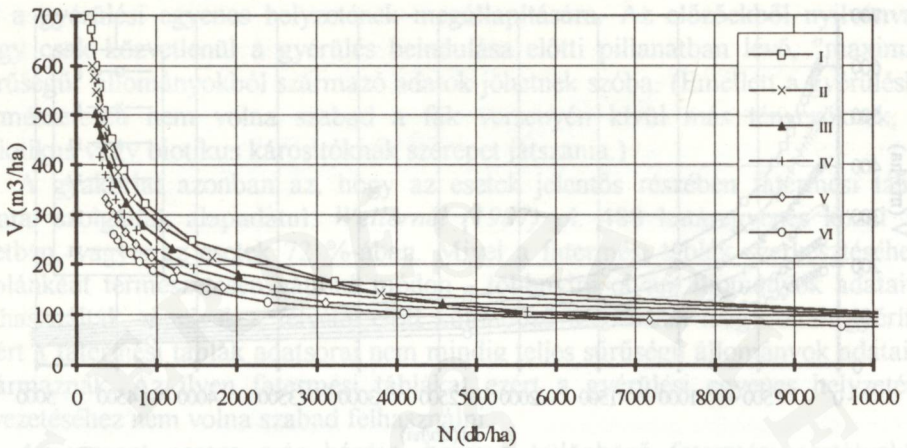
3. ábra. Kocsányos tölgyesek törzsszáma és fatérfogata közötti összefüggések fatermési osztályonként(I-VI.), fatermési táblából

Relationships between stem number and volume of pedunculate oak by yield class (I-VI.) based on yield table data



4. ábra. Bükkösök törzsszáma és fatérfogata közötti összefüggések fatermési osztályonként(I-VI.), fatermési táblából

Relationships between stem number and volume of European beech by yield class (I-VI.) based on yield table data



5. ábra. Kocsánytalan tölgyesek törzsszáma és fatérfogata közötti összefüggések fatermési osztályonként (I-VI.), fatermési táblából

*Relationships between stem number and volume of sessile oak by yield class (I-VI.) based on yield table data*

Az egyes fatermési osztályok közötti eltérések elég jelentősek, s mindhárom bemutatott faj esetében a jó termőhelyeken sokkal nagyobb az egyedsűrűség bármely tetszőleges fakészletnél, mint a gyengébb termőhelyeken. Ennek valószínűleg az a kézenfekvő magyarázata, hogy jó termőhelyen egy-egy fa számára (átlagosan) kisebb növőtér is elegendő ugyanannak a növekedésnek, ill. méretnek az eléréséhez. Kisebb növőtér viszont kisebb életteret jelent a talajban (és a lombkoronaszintben); így végső soron a jobb termőhelyek nagyobb tápanyagsűrűsége teszi lehetővé az egyedek nagyobb sűrűségét az állományban.

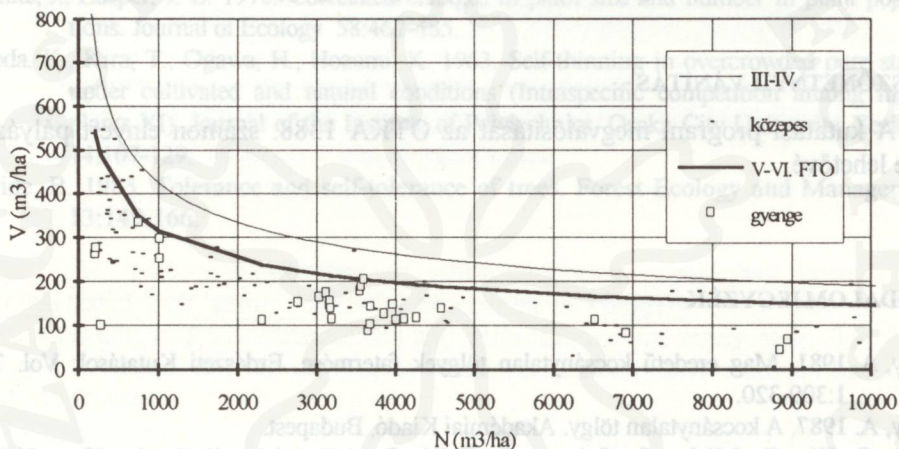
#### NÉHÁNY TOVÁBBI MEGÁLLAPÍTÁS

A fentiek összecsengenek a Zeide (1985) által közölt adatokkal (Table 2-4), amelyek szerint a gyérülést leíró log-log egyenes koefficiensei - fajonként eltérő módon ugyan, de - a termőhelytől határozottan függenek. Furnas (1981) azt is megmutatta, hogy a trágyázás hatására megváltozhat az egyenes helyzete.

Érdekes itt megemlíteni Weller (1987) és Zeide (1985) a fényigény-árnyéktűrés és az egyenes helyzete közötti összefüggéseivel kapcsolatos megállapításait is. Ezek szerint a határegyenes iránytangense nem konstans - ahogyan azt Yoda et al. (1963) állították -, hanem szoros összefüggést mutat a fényigénnyel, ill. árnytűréssel.

Tekintettel a fentiekre, elfogadhatónak tűnik Zeide (1985) azon állítása mely szerint a -1.5-es dőlésű határegyenes - ill. az annak megfelelő határgörbe - inkább kivételes, vagy talán átlagosnak mondható, semmint szabályszerű jelenség.

Természetesen a bemutatott ábrához felhasznált magyar fatermési táblákra is érvényes a korábbi megállapítás, hogy nemcsak teljes sűrűségű faállományok adatai alapján szerkesztették őket, ezért a határgörbék pontos helyének megállapítására nem használhatók. Nagy valószínűséggel feltehető ugyanakkor, hogy a különböző fatermési osztályok N-V görbéi jól mutatják a határgörbék és a termőhely közötti összefüggést, vagyis azt, hogy a határgörbe helyzetére a termőhelynek (is) jelentős hatása van. Ezt látszanak igazolni a parcellák adatai is (6. ábra). A pontokhoz illesztett határgörbék máshol helyezkednek el a jobb és a gyengébb termőhelyeken. Mindazonáltal e tekintetben még további vizsgálatokra van szükség.



6. ábra. Kocsányos tölgyesek parcella adatai és öngyérülési határgörbéi a fatermési osztály (FTO) függvényében

*Experimental plot data and self-thinning border lines of pedunculate oak by yield class (=FTO)*

Meg kell ugyanakkor említeni, hogy az ehhez az ábrához, továbbá az 1-2. ábrához felhasznált adatok nem olyan számítások eredményei, amelyeket a gyérülés vizsgálata céljából végeztek (Kiss, Somogyi, Juhász, 1986). A vizsgálat alapját olyan parcellaadatok képezték, amelyek tartalmazzák a parcellákon álló elszáradt fák adatait is. E fák figyelembe vétele nélkül az adatképek némileg máshol helyezkednének el, s így a határgörbék helyzete is máshol volna. A parcella-adatoknak a faegyed-szintű mérésekből történő újraszámolása a további kutatások elengedhetetlen feltétele. A termőhely és a gyérülés jobb megértéséhez szükséges ugyanakkor

további, teljes sűrűség faállományok megfigyelésbe vonása, mégpedig úgy, hogy egyúttal a faállomány termőhelyi viszonyairól is minél többet tudjunk.

A fatermési osztályokba ugyanakkor nemcsak a termőhely határozza meg a növekedést és a kompetíciós viszonyokat, hanem az is, hogy a különböző fatermési osztályokban az állományokat máshogyan kezelik. Az eltérő gyérítési szisztémák hatása azonban feltehetően nem befolyásolja lényegesen a gyérüléssel kapcsolatos fenti megállapításokat.

Végezetül szükséges leszögezni azt is, hogy a határgörbe nem ad semmilyen felvilágosítást sem arra vonatkozóan, hogy egy-egy konkrét állományban milyen sűrűségnél kezdődik meg a gyérülés, sem arra nézve, hogy a gyérülés milyen mértékű lesz. A határgörbék kizárólag azt mutatják meg, hogy mi az a maximális sűrűség, amelynél a gyérülés feltétlenül bekövetkezik. A gyérülés lefolyásának jobb megismeréséhez tehát még további és más jellegű megfigyelések szükségesek.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatási program megvalósítását az OTKA 1388. számon elnyert pályázat tette lehetővé.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Béky, A. 1981. Mag eredetű kocsánytalan tölgyek fatermése. Erdészeti Kutatások Vol. 74. 1:309-320.
- Béky, A. 1987. A kocsánytalan tölgy. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Birck, O., Kiss, R., Márkus, L., Solymos, R., Tallós, P. 1962. A hosszúlejárátú erdőnevelési és faterméstani kísérleti területek kitzésének, felvételének és fenntartásának irányelvei. Erdészeti Kutatások Vol. 58:217-259.
- Furnas, R. E. 1981. A resource theory of self-thinning in plant populations. Dissertation. Cornell University, Ithaca, New York, USA.
- Kiss, R. 1965. Fatermési vizsgálatok kocsányos tölgyesekben. Egyetemi doktori disszertáció.
- Kiss, R., Somogyi, Z., Juhász, Gy. 1987. Kocsányos tölgy fatermési tábla /1985/. Erdészeti Kutatások Vol. 75:265-282.
- Lonsdale, W. M., Watkinson, A. R. 1983. Plant geometry and self-thinning. Journal of Ecology 71:285-297.
- Majer, A. 1965. Erdőművelési eljárások egyszerűsítése, különös tekintettel a bükkösök nevelésére. Az EFE Tudományos Közleményei 1-2:69-90.
- Mendlik, G. 1986 a. A hazai bükkösök fatermése, növedéke és erdőnevelése. Kandidátusi disszertáció, Sopron.
- Mendlik, G. 1986 b. A bükk. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Newton, P. F., Weetman, G. F. 1993. Stand density management diagrams and their development and utility in black spruce management. The Forestry Chronicle 69. 4:421-430.

- Newton, P. F., Weetman, G. F. 1994. Stand density management diagram for managed Black Spruce stands. *The Forestry Chronicle* 70. 1:65-74.
- Somogyi, Z. 1987. A növedékmeghatározás néhány elméleti és gyakorlati kérdése. Kandidátusi disszertáció, Budapest.
- Szappanos, A. 1965. Új eljárás a léces és rudaskorú kocsánytalan tölgyek neveléséhez. *Az EFE Tudományos Közleményei* 1-2:112-142.
- Weller, D. E. 1987. A reevaluation of the  $-3/2$  power rule of plant self-thinning. *Ecological Monographs* 57(1):23-43.
- White, J. 1981. The allometric interpretation of the self-thinning rule. *Journal of Theoretical Biology* 89:475-500.
- White, J. 1985. The thinning rule and its application to mixtures of plant populations. In: White, J. (ed.) *Studies on plant demography*. A Festschrift for John L. Harper. Academic Press, London.
- White, J., Harper, J. L. 1970. Correlated changes in plant size and number in plant populations. *Journal of Ecology* 58:467-485.
- Yoda, K., Kira, T., Ogawa, H., Hozumi, K. 1963. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions (Intraspecific competition among higher plants XI). *Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University, Series D* 14:107-129.
- Zeide, B. 1985. Tolerance and self-tolerance of trees. *Forest Ecology and Management* 13:149-166.

The forestry significance of white and grey poplar has greatly exceeded their actual territorial proportion in Hungary. They play an important role in afforestations and reforestations on sandy soils. The improvement of their growing is based on selecting new cultivars and provenances.

The reported results of research on white poplar selection provide valuable information for the forest management practice, too.

*Keywords:* *Populus alba*, provenance trial

1851

BEVEZETÉS

A fehér (szürke) nyírfák (a továbbiakban fehérnyírfák) erdőgazdasági jelentősége, valamint a természetvédelemben és a környezetfejlesztésben betöltött szerepük messze túlnyúl a nagkozmetikus 2. és 3. területarányuknál.

A Duna-Tisza közén tenyésző fehérnyírfák termesztés-fejlesztésével összefüggő integrált kutatómunka intenzívebb mértékű több tényező indokolja.

A fatermesztést alapvetően befolyásoló ökológiai tényezők egy része kedvezőtlenebbé válik (pl. minimális mennyiségű vegetáció időszakbeli csapadékhullás, a talajvízszint mélyebbé húzódása stb.). Mindez előtérbe helyezte új, a megváltozott ökológiai feltételekhez is alkalmazkodni tudó fajták (származások) előállításának és termesztésbe vonásának szakszerűségét.

Weller, D. E. 1987. A reevaluation of the -3/2 power rule of plant self-thinning. *Ecological Monographs* 57(1): 23-43.

White, J. 1981. The allometric prediction of the self-thinning rule. *Journal of Theoretical Biology* 90: 273-290.

White, J. 1983. The allometric rule and its application to mixtures of plant populations. In: *White, J. (ed.) Studies on plant demography*. BA Tashkent, 100-101. K. Harinchi Akademiya Press, London. Akadémiai Kiadó Budapesttel együtt.

White, J., Harper, J. L. 1970. Competition changes in plant size and number in plant populations. *Journal of Ecology* 58: 467-487.

Yoda, K., Iida, T., Ogawa, H., Hozumi, K. 1963. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. (Intraspecific competition among higher plants. I) *Journal of Botany of Tokyo University* Osaka City University Series D 14: 107-129.

Zsidi, B. 1985. Tolerancia és self-thinning of trees. *Forest Ecology and Management* 13: 149-166.

IRODALOMJEGYZÉK

Béky, A. 1981. Mag erdei kocsányos tölgy erdők hazánkban. *Erdészeti Kutatások* Vol. 7: 109-120.

Béky, A. 1987. A kocsányos tölgy állományok felmérése. Budapest.

Bíró, O., Kiss, R., Márkus, S., Solymos, K., Tóth, P. 1982. A kocsányos tölgy erdők állománytani kísérleti vizsgálata. *Erdészeti Kutatások* Vol. 8: 217-252.

Furnas, R. E. 1981. A resource theory of thinning in plant populations. Dissertation, Cornell University, Ithaca, New York, USA.

Kiss, R. 1965. Paternesi vizsgálatok kocsányos tölgyesekben. Egyetemi doktori értekezés.

Kiss, R., Somogyi, Z., Juhász, Gy. 1987. Kocsányos tölgy állományok felmérése. *Erdészeti Kutatások* Vol. 15: 265-282.

Landsale, W. M., Watkinson, A. B. 1983. Plant geometry and self-thinning. *Journal of Ecology* 71: 285-297.

Majer, A. 1963. Erdőművelési eljárások egyszerűsítése, különös tekintettel a bükkösök nevelésére. Az EFE Tudományos Közleményei 1-2: 69-90.

Mendlik, G. 1984 a. A hazai bükkösök fatermése, nevelése és erdőnevelése. Kandidátusi értekezés. Sopron.

Mendlik, G. 1984 b. A bükk. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Newton, P. F., Weetman, G. F. 1993. Stand density management diagrams and their development and utility in black spruce management. *The Forestry Chronicle* 69: 4: 421-430.

# IGÉRETES FEHÉR NYÁR (*POPULUS ALBA* L.) SZÁRMAZÁSOK FATERMÉSE A DUNA-TISZA KÖZI HOMOKHÁTON

RÉDEI KÁROLY

## ÖSSZEFOGLALÓ

A fehér (szürke) nyárasok erdőgazdasági jelentősége messze túlnő jelenlegi területi arányukon. Kiemelt szerepük van a homokterületek erdőtelepítéseinél és erdőfelújításainál. Termesztés-fejlesztésük egyik alapja a többoldalú kivánalmaknak legjobban megfelelő új fajták (származások) kiválasztása.

A fehér nyár szelekciós kutatásával kapcsolatosan közölt eredmények a gyakorló erdőgazdálkodók számára is fontos információkat szolgáltatnak.

**KULCSSZAVAK:** fehér nyár, származási kísérlet.

## ABSTRACT

The forestry significance of white and grey poplar has greatly exceeded their actual territorial proportion in Hungary. They play an important role in afforestations and reforestations on sandy soils. The improvement of their growing is based on selecting new cultivars and provenances.

The reported results of research on white poplar selection provide valuable information for the forest management practice, too.

**KEY WORDS:** *Populus alba* L., provenance trial.

## BEVEZETÉS

A fehér (szürke) nyárasok (a továbbiakban fehéryárasok) erdőgazdasági jelentősége, valamint a természetvédelemben és a környezetfejlesztésben betöltött szerepük messze túlnő a megközelítőleg 2 %-os területarányuknál.

A Duna-Tisza közén tenyésztő fehéryárasok termesztés-fejlesztésével összefüggő integrált kutatómunka intenzívebbé tételét több tényező indokolja.

A fatermesztést alapvetően befolyásoló ökológiai tényezők egy része kedvezőtlené vált (pl. minimális mennyiségű vegetációs időszakbeli csapadékhullás, a talajvízszint mélyebbre húzódása stb). Mindez előtérbe helyezte új, a megváltozott ökológiai feltételekhez is alkalmazkodni tudó fajták (származások) előállításának és termesztésbe vonásának szükségességét.

A Duna-Tisza közti homoki termőhelyek egy jelentős részén tenyésző erdeifenyvesekben mind nagyobb gondot okoz a gyökérrontó tapló (*Heterobasidion annosus* (Fr.) Bref.) növekvő károsítása. Ezen fenyvesek, valamint a gyengébb termőképességű termőhelyeken álló nemes nyárasok fafajcserés felújításakor jelentős szerepe lehet a szelektált fehér nyár fajtáknak.

Végül nagy valószínűséggel növekedni fog a mezőgazdaságilag rentábilisan nem művelhető földterületek erdészeti hasznosításának, az erdőtelepítéseknek nagysága is. Ezen területek egy része a fehér nyár termesztés számára un. határtermőhelyeket képvisel, ahol csak a szélsőségesebb körülményekhez is alkalmazkodni képes fajtákkal folytatható többnyire mérsékeltébb eredményességű nyárfatermesztés.

A bemutatandó származási kísérlet fő célkitűzése a fehér nyár számára határtermőhelyi viszonyok között a legjobb növekedésű és törzsalakú származások kiválasztása és klónos elszaporítása.

A dolgozat ezen származások 10 éves kori átfogó értékelésének legfontosabb eredményeit adja közre.

## A FEHÉR NYÁR NEMESÍTÉSÉNEK TÁJI VONATKOZÁSAI

### *A fehér nyár nemesítése a Duna-Tisza közti homokháton*

A táji fehér nyár termesztés-fejlesztés egyik alapkérdése a többségükben leromlott genetikai értékű fehér nyár állományok minőségi feljavítása (Koltay, Kopecky, 1954, 1956). Ennek elérésére többféle lehetőség is kínálkozik: mesterséges hibridek (klónok) előállítás (Kopecky, 1962), illetve kiváló genetikai tulajdonságú populációk szelektált egyedével magplántázs létesítése (Bartha, 1993).

A mesterséges hibridek közül a "Favorit" elnevezésű fehér nyár kapott ezidéig fajta-elismerést, táji termesztésbe vonása azonban nem volt sikeres.

A Kecskemét-Juniperus csemetékertben lévő fehér nyár törzsgyűjteményből szelektált klónok közül várhatóan több is fajtajelölt lehet, ha termesztési kísérleteink ezt igazolni tudják (Rédei, 1991, 1994).

Az Olaszországból honosított "Villafranca" fehér nyárról ugyancsak kevés tapasztalattal rendelkezünk. Ily módon e fajta valós termesztési értékét a Duna-Tisza közti homokhátnak a fatermesztés szempontjából előnytelenül megváltozó termőhelyi adottságai között még nem tudjuk értékelni.

A fajtakiválasztó klónkísérletekben, továbbá a későbbiek során részletesen bemutatásra kerülő származási kísérletben elhelyezett klónok, illetve származások vizsgálata az alábbi szempontokra terjed ki:

- termőhelyi igény, illetve termőhelytűrés (nagyobb mennyiségű szénsavas meszet, esetleg fenoltalein-lúgosságot is tartalmazó homoktalajok erdősírtési lehetőségei);

- növekedési tulajdonságok, a törzs- és koronaalak, valamint az ágasság (ágasodási hajlam) értékelése;
- egészségi állapot (biotikus és abiotikus károsításokkal szembeni ellenálló képesség), gesztzíneződés;
- természetési jelleg meghatározása ( faállományszerű nevelésre vagy fásítási célra való alkalmasság).

### **A származási kísérletek erdőművelési jelentősége**

Származáson általánosságban egy mag- vagy csemetetétel földrajzi származási helyének vagy a szaporítóanyag-tételnek a megjelölését értjük. Biológiai jelentés-tartalmát tekintve a származás többé-kevésbé a helyi populációval egyenértékű, része az alfajnak, a változatnak vagy az ökotípusnak.

A legjobb származás(ok) meghatározásának fontos erdőgazdasági jelentősége van. A jó genetikai tulajdonságú faállományokból gyűjtött magból nevelt csemetéknek az átlaggal szembeni növekedési előnyét számos példa bizonyítja (Kopecky, 1962; Tompa, Sziklai 1981). Mindezek arra utalnak, hogy a fafajokon belül létező változatok, ökotípusok klónos elszaporításával jelentősebb mértékben fokozhatjuk erdeink fatermő képességét.

A származási kísérletekbe egy-egy fafajnak általában azok a származásai kerülnek, amelyek valamely erdőgazdasági tájban vagy annak meghatározó termőhelyi csoportján ígéretesnek mutatkoznak. A legjobb származások felkutatásának tehát elsősorban gyakorlati célja van: elkülöníteni azokat a populációkat vagy származásokat, amelyek egy adott táj termőhelyi viszonyaihoz jól alkalmazkodó és ott az átlagosnál nagyobb fatermést adó faállományokat szolgáltatnak.

Fentiek alapján a származáskutatást tekinthetjük erdeink minőségi és részben mennyiségi feljavítását szolgáló egyik legfontosabb, tudományos igényességet feltételező eszközének.

### **A VIZSGÁLATOK HELYE ÉS MÓDSZERE**

A Kiskunsági EFAG Kerekegyházi Erdészetének Kunbaracs 41 D erdőrészletében 1982 tavaszán Halupa Lajos irányításával létesített kísérletben 11 fehér nyár származást helyeztek el (1. táblázat).

A kísérlet véletlen blokk elrendezésű, kivitelezéskor hat ismétlést terveztek. Az ültetési hálózat 2,5 x 2,0 m volt.

Az erdőrészlet termőhelyitípus-változata: erdős-sztyepp klíma, többletvízhatástól független, humuszos homok, sekély termőréteg, homok.

Az ültetési anyag megtermelésére szolgáló magforrások az alábbi helyekről származtak (a törzsfák számát a helység, illetve a táj megnevezése utáni számok jelölik):

1. táblázat. A vizsgált fehér nyár származások

Sorszám	Származás (magforrás) megnevezése	Rövidítések
1.	Bugac-264	-
2.	Nyárlőrinc-259	N-259
3.	Kerekegyháza-246	-
4.	Kerekegyháza-245	K-245
5.	Homokhátság-14	-
6.	Nyárlőrinc-258	N-258
7.	Homokhátság-13	H-13
8.	Bugac-15	B-15
9.	Izsák-243	I-243
10.	Kerekegyháza-244	K-244
11.	Kunpeszér-11	KU-11

A kísérlet első értékelésére 10 éves korban került sor. Törzsenkénti felvétellel értékeltük az egyes származások növekedését és törzsmínőségi viszonyait.

A legfontosabb faállomány-szerkezeti és fatermési tényezők meghatározásánál a famagassági-görbés, illetve a  $V=GHF$  alapösszefüggésre épülő számítási eljárást alkalmaztuk.

A fák magasság szerinti osztályozására négy (kimagasló, uralkodó, közbeszorult, alászorult fa), míg az erdőnevelési faosztályozás során három csoportot (javafa, segítő fa, kivágandó fa) használtunk. Ez utóbbi osztályozás csak elméleti jellegű volt, mivel az egyes parcellákban található törzsszám egyetlen esetben sem indokolta még a tényleges nevelővágás-jelölést.

A törzsmínőség meghatározása során a következő osztályozást alkalmaztuk: egyenes, egészséges törzs (1), enyhén síkgörbe, egészséges vagy kisebb mértékben károsodott törzs (2), sík- és/vagy térgörbe, maradandóan károsodott törzs (3), száradó félben lévő vagy már elszáradt törzs (4). A törzsmínőség értékek súlyozott számtani átlagából határoztuk meg a faállomány-minőségi jelzőszámot.

A származások legfontosabb törzsalakra vonatkozó jellemzőit három-három kijelölt törzsfá minősítése alapján határoztuk meg.

Az egyes származások nemesítési (szelekciós) értéktöbbletének kimutatása során az átlagfa-fatérfogat és a faállomány-minőségi jelzőszám értékeket vettük figyelembe. Viszonyítási alapnak mindkét esetben a kísérleti átlagot tekintettük. Az eltérések százalékban megadott eltérése adta a relatív teljesítményt.

A kísérlet egy részén döntően termőhelyi okok miatt kipusztultak a fák, így az 1., 3. és 5. származás értékelését nem tudtuk elvégezni. A többi származás esetében három-három ismétlés parcelláinak állandósítására és azok faállományainak fentiek szerinti felvételére és értékelésére volt lehetőségünk.

## AZ EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

### *A vizsgálatba vont fehér nyár származások rövid törzsalaki jellemzése*

**Nyárlőrinc-259** jelű származás: a törzs egyenes vagy enyhén íves, a koronában bomlik ágakra; az ágak szórt elhelyezkedésűek, a lombzat tömött; a kéreg kb. 1,0 m-ig gyengén barázdált, e felett sima, szürkés zöld; általános egészségi állapota jó;

**Kerekegyháza-245** jelű származás: a törzs egyenes, legfeljebb a korona felső harmadában bomlik ágakra; az ágak inkább álörves elhelyezkedésűek, a lombzat középtömött; a kéreg végig sima, ezüstös tónusú, szürkés zöld; általános egészségi állapota jó;

**Nyárlőrinc-258** jelű származás: a törzs egyenes, a koronában végig követhető; az ágak szórt elhelyezkedésűek, a lombzat középtömött; a kéreg kb. 1,0-1,5 m-ig közepmélyen barázdált, e felett nagyrészt sima, szürkés zöld; általános egészségi állapota jó;

**Homokhátság-13** jelű származás: a törzs enyhén íves, a koronában ágakra bomlik; az ágak szórt elhelyezkedésűek, a lombzat laza, középtömött; a kéreg kb. 1,5-2,0 m-ig közepmélyen barázdált, e felett sima, szürkés zöld; általános egészségi állapota jó;

**Bugac-15** jelű származás: a törzs enyhén íves, a koronában ágakra bomlik; az ágak inkább szórt elhelyezkedésűek, a lombzat középtömött; a kéreg kb. 1,0 m-ig közepmélyen barázdált, e felett nagyrészt sima, szürkés zöld; általános egészségi állapota jó;

**Izsák-243** jelű származás: a törzs enyhén görbült, a koronában végig követhető; az ágak inkább szórt elhelyezkedésűek, a lombzat középtömött; a kéreg kb. 1,0-1,5 m-ig közepmélyen barázdált, e felett sima, enyhén szürkés zöld; általános egészségi állapota jó;

**Kerekegyháza-244** jelű származás: a törzs általában egyenes, a koronában vékony oldalágakra bomlik; az ágak inkább szórt elhelyezkedésűek, a lombzat közep-tömött; a kéreg sima, ezüstös tónusú, zöldes mélyszürke; általános egészségi állapota jó;

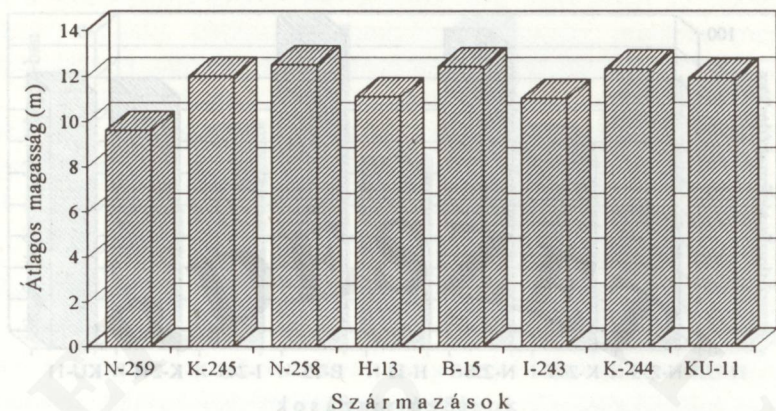
**Kunpeszér-11** jelű származás: a törzsek többsége görbült, a koronában ágakra bomlik; az ágak szórt elhelyezkedésűek, a lombzat középtömött; a kéreg kb. 1,0-1,5 m-ig mélyen barázdált, e felett nagyrészt sima, szürkés zöld; általános egészségi állapota jó.

### A vizsgálatba vont fehér nyár származások faállomány-szerkezete, fatermése és faállomány-minősége

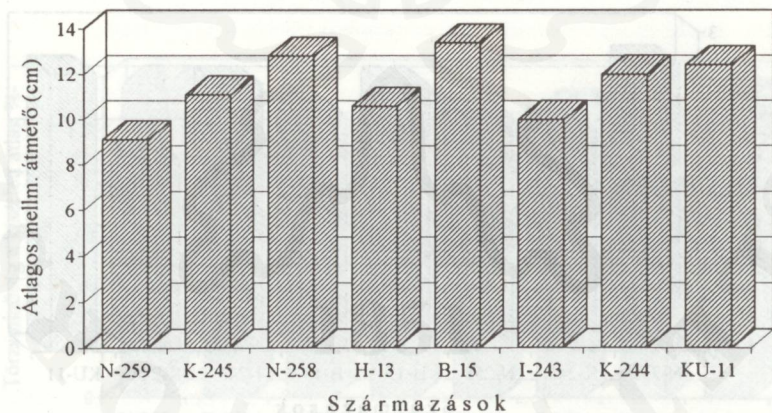
A faállomány-szerkezeti és fatermési adatok (2. táblázat, 1-3. ábra) alapján a Nyárlőrinc-258, a Bugac-15 és a Kunpeszér-11 jelű, a faállomány-minőségi jelzőszám (2. táblázat, 4. ábra) alapján pedig a Kerekegyháza-244, Kerekegyháza-245, a Nyárlőrinc-258 és a Bugac-15 jelű származások bizonyultak a legjobbakkak.

2. táblázat. A fehér nyár származások faállomány-szerkezeti és faállomány-minőségi mutatói (kor: 10 év)

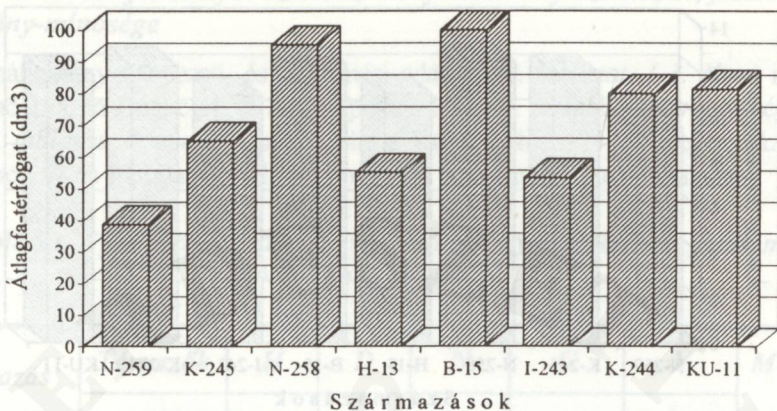
Származás	Tényezők	H	D	N	G	V	Minőség (1-4)
	Ismétlés	m	cm	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	
Nyárl.-259	1	11,1	9,9	1102	8,49	53,5	2,9
	2	8,4	6,9	1306	4,88	25,4	2,9
	3	9,3	10,6	859	7,57	41,7	2,4
Kegyh.-245	1	12,0	11,4	653	6,67	44,7	2,2
	2	12,4	11,7	1250	13,44	92,7	2,0
	3	11,5	10,2	1183	9,67	62,8	2,0
Nyári.-258	1	15,1	16,0	1061	21,34	168,6	2,5
	2	11,5	10,5	979	8,48	55,1	2,0
	3	11,0	12,0	1257	14,22	89,6	2,1
Htáts.-13	1	12,6	13,5	898	11,2	77,3	1,7
	2	9,8	9,0	1387	8,82	51,2	2,9
	3	10,8	9,4	1510	10,48	65,0	2,9
Bugac-15	1	14,6	15,3	1224	22,51	173,3	2,1
	2	11,7	13,6	1542	22,41	145,6	2,3
	3	11,0	11,4	1632	16,66	105,0	2,3
Izsák-243	1	12,8	12,8	1178	15,16	106,1	2,1
	2	9,8	7,8	1754	8,38	48,6	2,9
	3	10,4	9,4	1387	9,63	59,7	2,5
Kegyh.-244	1	13,3	13,8	1102	16,49	117,1	1,4
	2	13,0	13,1	1265	16,79	119,2	2,0
	3	10,7	9,0	1795	11,42	70,8	2,1
Kunpesz.-11	1	11,8	12,9	694	9,07	59,7	2,7
	2	10,6	10,6	1020	9,00	54,9	2,7
	3	13,3	13,6	1306	19,02	136,6	2,3



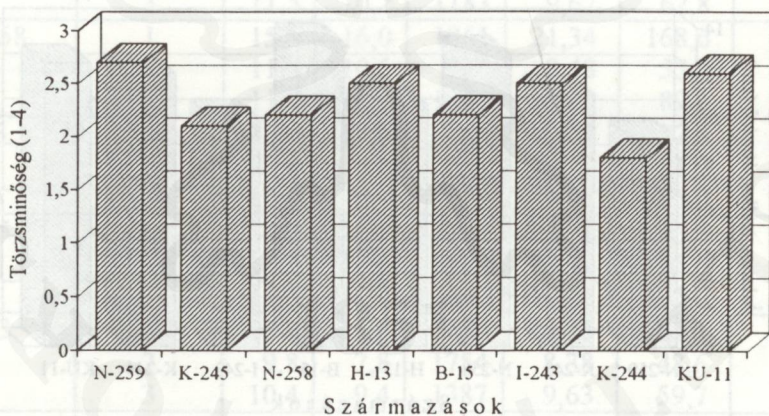
1. ábra. Fehér nyár származások 10 éves kori átlagos magassága  
Mean height of *Populus alba* L. provenances at 10



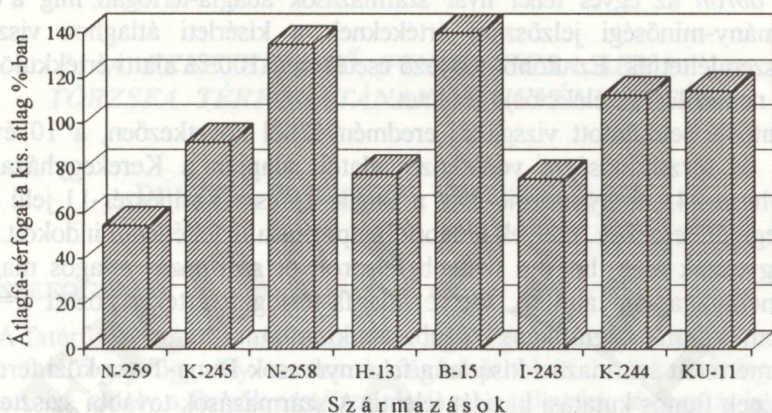
2. ábra. Fehér nyár származások 10 éves kori átlagos mellmagassági átmérője  
Mean DBH of *Populus alba* L. provenances at 10



3. ábra. Fehér nyár származások 10 éves kori átlagfa térfogata  
 Mean tree volume of *Populus alba* L. provenances at 10

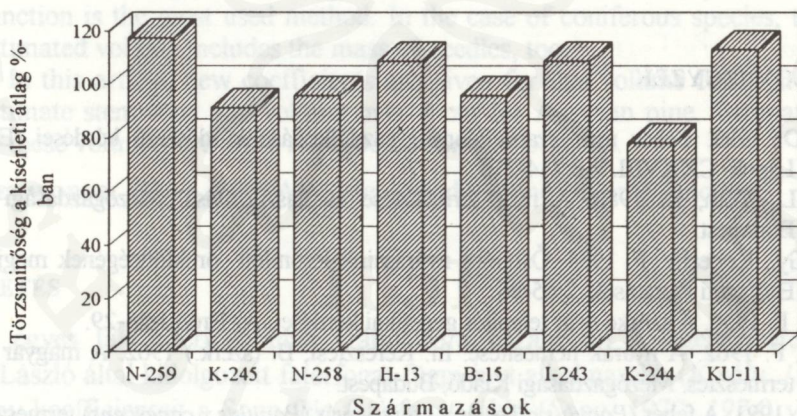


4. ábra. Fehér nyár származások 10 éves kori törzsminősége  
 Mean stem quality of *Populus alba* L. provenances at 10



**5. ábra.** Fehér nyár származások 10 éves kori relatív átlagfa-térfogata (a kísérleti átlag %-ában kifejezve)

Relative mean tree volume of *Populus alba* L. provenances at 10 (in percent of the mean of the experiment)



**6. ábra.** Fehér nyár származások 10 éves kori relatív törzsmínősége

Relative stem quality of *Populus alba* L. provenances at 10 (in percent of the mean of the experiment)

Az 5. ábrán az egyes fehér nyár származások átlagfa-térfogati, míg a 6. ábrán a faállomány-minőségi jelzőszám értékeknek a kísérleti átlaghoz viszonyított eltérését szemléltetjük. Ez utóbbi tényező esetében a 100 % alatti értékkülönbségek jelentik a nemesítési (szelekciós) többletet.

A fentebb bemutatott vizsgálati eredményekből következően, a 10 éves kori fatermési és törzsminőségre vonatkozó adatok alapján a Kerekegyháza-244, a Kerekegyháza-245, a Nyárlőrinc-258, a Bugac-15 és a Kunpeszér-11 jelű származások a legígéretesebbek, melyek klónos elszaporítása is feltétlenül indokolt.

Itt jegyezzük meg, hogy a fentebb felsorolt öt származás átlagos magassági, átlagos mellmagassági átmérő, illetve átlagfa-térfogati értékei között P=5 %-os szinten nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni.

Az ismertetett származási kísérlet a fehérnyárasok Duna-Tisza közti természetfejlesztésének fontos kutatási bázisát jelenti. A származások további szisztematikus értékelésével, az ígéretesnek mutatkozó vegetatív úton történő szaporítási technológiáinak kidolgozásával lehetőség nyílik a bevezetőben említett kívánalmaknak mindinkább megfelelő fajtajelöltek kiválasztására és termesztésbe vonására.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatásokat az OTKA (témaszám: 1384) anyagi támogatásával végeztük.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Bartha, D. 1993. Fehér nyár szaporítóanyag-gazdálkodásunk időszerű kérdései. Erdészeti Lapok CXXVIII. 7-8:214-215.
- Halupa, L., Tóth, B. 1988. A nyár termesztése és hasznosítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Koltay, Gy., Kopecky, F. 1954. Őshonos nyárasaink leromlott öröklöttségének megjavítása. Erdészeti Kutatások 2:65-86.
- Kopecky, F. 1956. A szürke nyár telepítés genetikai kérdései. Az Erdő 1:23-29.
- Kopecky, F. 1962. A nyárak nemesítése. In: Keresztesi, B. (szerk.) 1962. A magyar nyárfa-termesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Rédei, K. 1991. A fehér (*Populus alba*) és a szürke nyár (*Populus x canescens*) termesztésének fejlesztési lehetőségei Magyarországon. Erdészeti Kutatások Vol. 82-83:345-352.
- Rédei, K. 1994. A fehér nyár termesztésének fejlesztési lehetőségei a Duna-Tisza közti homokháton. Erdészeti Lapok CXXIX. 3:72-74.
- Szodtfridt, I. 1978. A fehér és a szürke nyár termőhelyigénye. In: Keresztesi B. (szerk.) 1978. A nyárak és fűzek termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Tompa, K., Sziklay, O. 1981. Erdészeti növény-nemesítés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Dreyfus, Veperdi: A feketefenyő törzsfájának térfogatának függvényesítése

## A FEKETEFENYŐ (*PINUS NIGRA* ARN.) TÖRZSFA TÉRFOGATÁNAK FÜGGVÉNYESÍTÉSE

DREYFUS, PHILIPPE,\* VEPERDI GÁBOR

### ÖSSZEFOGLALÓ

A fatérfogat számítására hazánkban legelterjedtebben használt Király-féle fatérfogat-függvény az összes vágáslap feletti bruttó fatérfogatot adja meg, amely a fenyők esetében ráadásul a tűlevelek térfogatát is tartalmazza.

A jelen cikkben a feketefenyőre kidolgozásra kerültek a Király-féle fatérfogat függvény új koefficiensei, amelyek a gyakorlat által jobban igényelt törzsfaj, illetve vastagfa térfogatának becslésére szolgálnak.

**KULCSSZAVAK:** feketefenyő, törzsfaj, vastagfa, fatérfogat-függvény.

### ABSTRACT

For calculating total above-ground wood volumes, the Király's volume function is the most used method. In the case of coniferous species, the estimated volume includes the mass of needles, too.

In this article, new coefficients are given for this volume function to estimate stemwood and volume over 7 cm for Austrian pine. Estimates of these volumes are more required by forestry practice.

**KEY WORDS:** *Pinus nigra* Arn., stemwood volume, volume function.

### BEVEZETÉS

Az egyes fák fatérfogatának számítására hazánkban a legelterjedtebben a Király László által kidolgozott fatérfogat-függvényt alkalmazzák (Király, 1978). A függvény koefficienseit a Sopp-féle fatérfogat tábla (Sopp, 1970, 1974) vágáslap feletti összes (vastag+vékony) fa adataira történt illesztés útján állapították meg.

A fenyők esetében ez a bruttó fatérfogat a tűleveleket is tartalmazza. A fatérfogat-tábla készítésekor alkalmazott xilometrálas során nem volt mód a tűlevelek eltávolítására. Ennek következtében a vágáslap feletti összes fatérfogat a vágáslap feletti biomaszát tartalmazza egyenlő.

Ez a fatérfogat-adat a gyakorlat számára azonban nem a legmegfelelőbb, mivel a fahasználat során inkább az értékesítés szempontjából számba vehető vastagfa-

\* Laboratoire de Recherches Forestières Méditerranéennes, Avignon

térfogatot célszerű számítani, illetve nyilvántartani. Szükség van a vastagfa (a 7 cm-nél vastagabb) térfogatának ismeretére is.

A bruttó fatérfogatot más országokban is ritkán használják, ugyanis a külföldön használatos fatérfogat-számítási módszerek, ennek következtében a fatermési táblák, erdőnevelési modellek és erdészeti nyilvántartások a törzsfá (vastagfa) adatokat tartalmazzák. Néhány fontosabb erdészeti adatunkat - pl. előfakészlet, növedék stb. - tehát csak hozzávetőlegesen tudjuk a megfelelő külföldi adatokkal összehasonlítani.

Mindenképpen indokolt tehát a Sopp-féle fatérfogat-tábla adataiból kiindulva a Magyarországon leginkább használatos Király-féle fatérfogat-függvényhez azokat a koefficienseket is kiszámítani, melyekkel a törzsfá, illetve a vastagfa térfogata is megadható.

A jelen munka keretében e koefficienseket a feketefenyőre vezettük le, ám a közeljövőben - a fentiekhez hasonló okok miatt - célszerű a többi hazai állományalkotó fenyőfajra, a továbbiakban pedig a főbb lombos fafajokra is meghatározni azokat.

## MÓDSZEREK

A Király-féle fatérfogat függvény alakja a következő:

$$v_t = d_{1,3}^2 \cdot h^{P_0+1} \cdot (P_1 \cdot d_{1,3} \cdot h + P_2 \cdot d_{1,3} + P_3 \cdot h + P_4) / ((h-1,3)^{P_0} \cdot 10^8) \quad (1)$$

ahol:

- $v_t$  = a törzs térfogata (m<sup>3</sup>),
- $d_{1,3}$  = a törzs mellmagassági átmérője (cm),
- $h$  = a fatörzs magassága (m),
- $P_0 - P_n$  = koefficiensek.

A törzsfá térfogatának ismerete mellett szükség van a 7 cm-nél vastagabb törzsrész (vastagfa) ismeretére is. A feketefenyő törzs 7 cm átmérőnél vékonyabb csúcsrészének térfogat-százaléka az alábbi függvénnyel modellezhető:

$$v_{cs} = b_1 \cdot (1/v_t) + b_2 \cdot (1/v_t)^2 \quad (2)$$

ahol:

- $v_{cs}$  = a törzs 7 cm-nél vékonyabb csúcsrészének hányada,
- $v_t$  = a törzs térfogata (m<sup>3</sup>),
- $b_1, b_2$  = koefficiensek.

A fenti képlet segítségével természetesen a vastagfa-hányad is közvetlenül kiszámítható, az alábbi módon:

$$v_v = v_t \cdot (1 - v_{cs}) \quad (3)$$

vagyis

$$v_v = v_t \cdot (1 - (b_1 \cdot (1/v_t) + b_2 \cdot (1/v_t)^2)) \quad (4)$$

ahol:

- $v_v$  = vastagfa (7 cm-nél vastagabb törzsrész) hányada,
- $v_t$  = törzsfá térfogata ( $m^3$ ),
- $v_{cs}$  = vékonyfa (7 cm-nél vékonyabb csúcsrész) hányada.
- $b_1, b_2$  = koefficiensek.

## EREDMÉNYEK

A Király-féle függvény (1) feketefenyő törzsfára általunk számított koefficiensei az alábbiak:

$$P_0 = 1$$

$$P_1 = -0,0647$$

$$P_2 = -19,2045$$

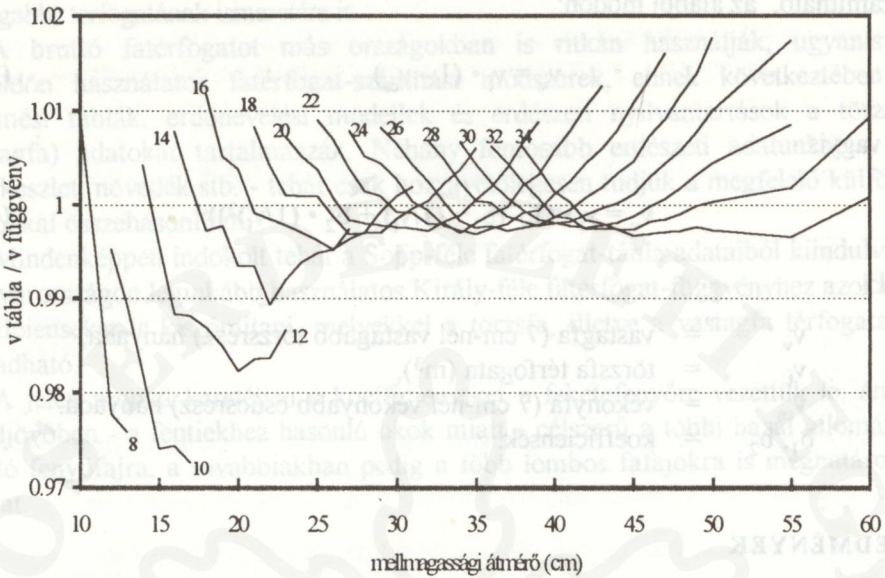
$$P_3 = 11,2436$$

$$P_4 = 3914$$

A fenti koefficiensekkel becsült értékek illeszkedése a Sopp-tábla adataihoz igen szorosnak mondható ( $r = 0,969$ ).

Az illeszkedés jellegét az 1. ábra szemlélteti. Az egyes görbék az azonos magasságú, de különböző átmérőjű törzsek adatait képviselik. Az 1. ábrán jól látható, hogy a tábla- és függvény-adatok közötti eltérés többnyire az 1 %-on belül, illetve a legszélsőségesebb esetekben is 3 %-on belül marad.

A függvény illesztése a Sopp-tábla feketefenyő törzsfá adataihoz (Sopp, 1970), illetve a koefficiensek kiszámítása lineáris, többszörös regressziós eljárás alkalmazását igényelte.



1. ábra. A Sopp-tábla feketefenyő törzsfatérfogat adatainak és a függvény által számított értékeknek a hányadosa a mellmagassági átmérő és a magasság függvényében (a magasság: 8 m-től 34 m-ig, 2 méterenként)

Ratio of stemwood volumes of the Sopp-table and those estimated using the function, plotted against DBH (x axis) and height (from 8 to 34 m in two-metre intervals)

A vékonyfa fatérfogat-függvény (2) koeficiensei:

$$b_1 = 0,003054$$

$$b_2 = 0,00006553$$

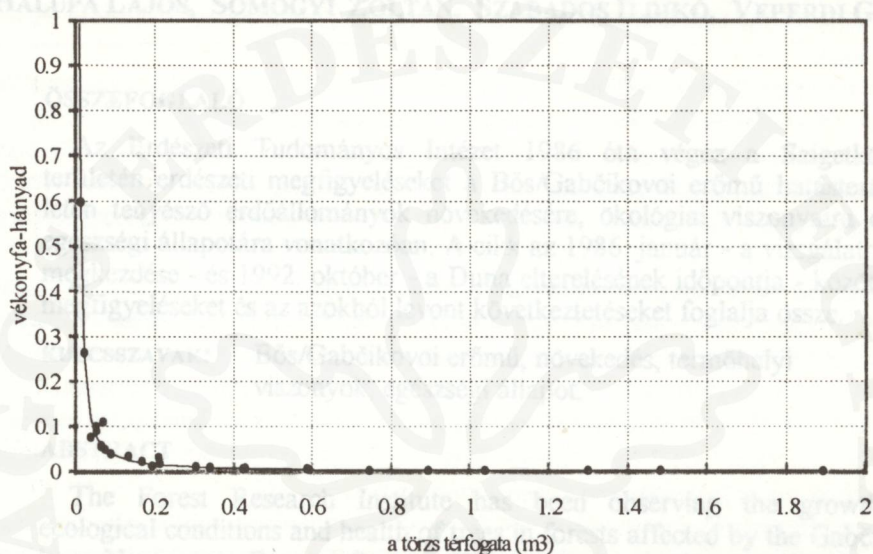
Ugyanezek a koeficiensek alkalmazhatók a vastagfa hányad (3), (4) számításához is.

E koeficienseket szintén lineáris többszörös regressziós eljárással számítottuk. Az alapadatokat - 35 feketefenyő törzs részletes adatsorát - a francia-magyar erdőművelési együttműködési program ("Balaton '94") keretében Philippe Dreyfus tudományos főmunkatárs bocsátotta rendelkezésre. Az ágörvenként mért átmérőadatokat felhasználva kiszámítottuk a törzs teljes térfogatát, illetve a 7 cm-nél vékonyabb csúcsrész térfogatát.

A összefüggés itt is igen szorosnak mondható ( $r = 0,992$ ).

A függvénygörbét a 2. ábra szemlélteti. A folyamatos vonal: a függvény görbéje, a pontok pedig a számítások alapját képező csúcsrészek térfogatát jelölik a törzsfaterfogatának függvényében.

Jelen esetben nem végeztünk az előbbihez hasonló eltérés-vizsgálatot, mivel az illesztés nem már eleve kiegyenlített adatokhoz történt, mint a Sopp-tábla esetén.



2. ábra. A feketefenyő vékonyfa (7 cm-nél vékonyabb csúcsrész) hányada a törzsfaterfogatának függvényében

*Proportion of thin stem volume (top diameter under 7 cm) of Austrian pine in the function of total stemwood volume*

## IRODALOMJEGYZÉK

- Király, L. 1978. Új eljárások a hosszúlejárátú erdőgazdasági üzemtervek készítésében. Kandidátusi értekezés. Budapest.
- Sopp, L. 1970. Fatömegszámítási táblázatok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Sopp, L. 1974. Fatömegszámítási táblázatok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

A függvénygörbét a 2. ábra szemlélteti. A folyamat követően a függvénygörbét a pontok pedig a számlálók alapján képezett csúcsrészek térbeli eloszlását jelölik a töltes térképeken. A függvénygörbét a 2. ábra szemlélteti. A folyamat követően a függvénygörbét a pontok pedig a számlálók alapján képezett csúcsrészek térbeli eloszlását jelölik a töltes térképeken.



2. ábra. A feketeerdőben a feketeerdő törzsi térfogatának a függvénygörbéje a törzsi térfogatok alapján képezett csúcsrészek térbeli eloszlását jelölik a töltes térképeken. A függvénygörbét a pontok pedig a számlálók alapján képezett csúcsrészek térbeli eloszlását jelölik a töltes térképeken.

Proportion of stemwood volume (for diameter under 5 cm) of forest stands in the function of total stemwood volume

$$b_1 = 0.00015526$$

$$b_2 = 0.00015526$$

Ugyanezek a koefficiensek a következőképpen alakulnak: (3)  $b_1 = 0.00015526$ , (4)  $b_2 = 0.00015526$

Az eredmények alapján a feketeerdő törzsi térfogatának a függvénygörbéje a törzsi térfogatok alapján képezett csúcsrészek térbeli eloszlását jelölik a töltes térképeken. A függvénygörbét a pontok pedig a számlálók alapján képezett csúcsrészek térbeli eloszlását jelölik a töltes térképeken.

Az eredmények alapján a feketeerdő törzsi térfogatának a függvénygörbéje a törzsi térfogatok alapján képezett csúcsrészek térbeli eloszlását jelölik a töltes térképeken.

**ERDÉSZETI VIZSGÁLATOK A BŐS/GABČIKOVOI ERŐMŰ  
HATÁSTERÜLETÉN KIALAKÍTOTT MEGFIGYELŐRENDSZERBEN.  
I. 1986 - 1992.**

**HALUPA LAJOS, SOMOGYI ZOLTÁN, SZABADOS ILDIKÓ, VEPERDI GÁBOR**

**ÖSSZEFOGLALÓ**

Az Erdészeti Tudományos Intézet 1986 óta végez a Szigetköz területén erdészeti megfigyeléseket a Bős/Gabčíkovi erőmű hatásterületén tenyésző erdőállományok növekedésére, ökológiai viszonyaira és egészségi állapotára vonatkozóan. A cikk az 1986. január - a vizsgálatok megkezdése - és 1992. október - a Duna elterelésének időpontja - közötti megfigyeléseket és az azokból levont következtetéseket foglalja össze.

**KULCSSZAVAK:** Bős/Gabčíkovi erőmű, növekedés, termőhelyi viszonyok, egészségi állapot.

**ABSTRACT**

The Forest Research Institute has been observing the growth, ecological conditions and health of trees in forests affected by the Gabčíkovo-Nagymaros Barrage System. The article summarizes the measurements and conclusions drawn from the observations during spring 1986, the beginning of the monitoring, and fall 1992, when the Danube was diverted.

**KEY WORDS:** Gabčíkovo-Nagymaros Barrage System, growth, health, site conditions.

**BEVEZETÉS**

A Bős-Nagymaros vízerőműrendszer hatásvizsgálatára 1986-ban egy több szakterületet magába foglaló megfigyelő rendszert alakítottak ki. Az Erdészeti Tudományos Intézet ennek részeként kezdte meg, és azóta is folyamatosan végzi a Szigetközben a dunamenti területek faállományviszonyainak és termőhelyi adottságainak vizsgálatát (*Halupa, Szendrene, 1988*).

A Szigetközben természetesen korábban is folytak különböző hosszútávú, de más jellegű és célú erdészeti kutatások. Az ismertető megfigyelések elsődleges célja az erőműrendszer építése és működtetése következtében esetlegesen fellépő termőhelyi változások, s ezek fanövekedésre gyakorolt hatásainak vizsgálata volt. E cikkben a vizsgálatok kezdetétől, 1986-tól a Duna eltereléséig, 1992-ig terjedő

időszak főbb adatait közöljük, amelyek bázisul szolgálnak a későbbi megfigyelésekkel való összehasonlításához.

A fanövekedés és a többé-kevésbé állandó környezeti tényezők összefüggéseinek feltárása önmagában sem egyszerű. Különösen nehéz a növekedést befolyásoló környezeti tényezők megváltozásának hatásaként jelentkező fanövekedés-változások felderítése. Ennek egyik fő oka az, hogy a megfigyelésekre a fák több tíz, ill. száz éves életkorához képest viszonylag rövid idő áll rendelkezésre, és a nagy számú környezeti tényezőtől kell kiszűrni azokat, amelyeknek döntő hatásuk lehet a faállomány életére.

Egy adott faállomány növekedését ugyanakkor az ökológiai viszonyok, továbbá az ismert és kontrollálható erdészeti beavatkozások mellett az állományt alkotó fafajok genetikai adottságai is meghatározzák. Ezek legegyszerűbben a különböző növekedésmenetekkel jellemezhetők. A növekedésmenet egy olyan függvény, amely egy faegyed vagy faállomány valamely mérhető értékének (pl. magasság, a törzs mellmagassági átmérője vagy kerülete, hektáronkénti körlapösszeg, fatérfogat stb.) változását az idő függvényében adja meg. Megkülönböztethetők az egész termesztési időtartamra (az ún. vágásfordulóra), továbbá az életciklus különböző időszakaira, több vagy egy évre vonatkozó növekedésmenetek.

Az általunk végzett vizsgálatok a fák és faállományok növekedésmenetének a meghatározására, az éves méretnövekedésnek és a hetenkénti vastagsági növekedésnek a mérésére, továbbá a növekedést meghatározó ökológiai viszonyokban bekövetkező változások nyomon követésére irányultak.

Az erdészetben a fák növekedését leginkább meghatározó ökológiai tényezők összefoglaló elnevezésére a termőhelyi viszonyok kifejezés vált általánossá. Egy adott terület termőhelyi viszonyainak jellemzése a terület klímájának, a hidrológiai adottságainak és talajának bizonyos kategóriákba történő besorolással történik. A fanövekedés-vizsgálatok és eredmények ismertetése előtt szükséges a Szigetköz ily módon leírható termőhelyi viszonyainak általános ismertetése.

## A SZIGETKÖZ ÁLTALÁNOS TERMŐHELYI VISZONYAI

A szigetközi hullámtéri kistáj olyan ökológiai rendszer, amelyet védgáttal, vízszabályozásokkal az emberi tevékenység tart fenn, és a Duna vízjárásától való függése miatt rendkívül labilis. A szigetközi hullámtér geomorfológiai felépítését, hidrológiai viszonyait, az erdőtársulások összetételét és fatermőképességét a folyamszabályozás keretei között döntően a Duna vízjárása határozza meg.

Egy adott terület hidrológiai viszonyait a terület ún. magassági fekvése határozza meg, vagyis a területnek az átlagos Duna-vízszint feletti magassága, ez ugyanis kihat a talajvízszint mélységére, valamint az elöntések gyakoriságára és időtartamára (Halupa, Csókáné, 1994). A nagyon magas, magas (együtt 2 %, elöntés időtartama néhány nap) és középmagas (20 %, elöntés időtartama 1 hét -1 hónap)

fekvésű hullámterek csak nagyon nagy vagy nagy árvíz esetén kapnak előntést, és akkor is csak viszonylag rövid ideig. Legnagyobb területi aránnyal a középmély fekvésű hullámterek fordulnak elő, 71 %-ban. Ezek állandó vízhatású területek, ahol a vízborítás a tenyészidőszak hatodától harmadáig terjed; itt állnak a Szigetköz legnagyobb fatermőképességű nemesnyár faállományai. A mély és nagyon mély fekvésű területek 10 %-ot tesznek ki, vízzel borítottak vagy felszínig nedves hidrológiai adottságúak, s kedvező termőhelyek a fűzek számára.

A Kisalföld makroklímáját tekintve az erdőkre nézve kedvezőtlen erdőssztyep klímátípusba tartozik. Itt jó növekedésű, megfelelő fatermést adó erdő csak ott tud fennmaradni, ahol a csapadék mellett valamilyen többletvízforrás - mint például a talajvíz - még rendelkezésre áll. A Szigetköz azonban makroklimatikusan sem egységes, két klímakörzetre osztható, amelyek az átlagos évi hőmérsékletben is (Mosonmagyaróvár 9,6 °C, Győr 10,4 °C) és az utolsó néhány évben a csapadék évi összegében is eltérnek.

A hullámtér a Duna és a mellékágak nagy vízfelülete miatt mezoklimatikusan az erdő számára már kedvezőbb, de még mindig a száraz kocsányos tölgyes, illetve cseres klímátípusba sorolható. A Szigetköz északnyugati részén az erdők már a kedvezőbb gyertyános tölgyes klímátípusba való átmenete is megjelenik.

A hullámtér talajai újholocén friss öntésből alakultak ki. A középmély magassági fekvésű területeken a humuszos öntések és azok kombinációi az uralkodók. Jellemző fizikai talajféleség a homok és az iszapos homok. Az előntések hordaléka állandó tápanyag-utánpótlást jelent, évente átlagosan 2 cm lerakódás tapasztalható. A szigetközi talajokra jellemző a különböző mélységben kezdődő kavics vagy durva homokos kavicsréteg. Előfordulása mozaikszerűen változik. A területek legnagyobb részén a kavicsréteg a talajfelszínhez közel - 100-150 cm-en belül, sőt akár 50 cm-en belül is - fordul elő.

A Duna eredeti vízjárásánál ez a kavicsréteg nem volt hátrányos, és pl. az árhullámok vizének levezetésében fontos szerepet játszott. Az árhullámoknak a Duna elterelése miatti elmaradásával azonban jelentős talajhibává vált.

A dunai hordaléknak a mésztartalma az iszaptartalomtól függően változik. Ez nem jelent talajhibát mindaddig, míg az árhullámok rendszeresek, és a talaj nedvességtartalma megfelelő. Az árhullámok elmaradása következtében fellépő szárazság esetén azonban ez növeli az aszály mértékét.

## A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

A vizsgálatokat 1986-ban fatermési kísérleti területek kijelölésével, a faállomány-felvételek elvégzésével, és a parcellák termőhelyének meghatározásával kezdtük. A kezdeti 50 parcella az elvégzett véghasználatok és a kutatás pénzügyi korlátai miatt a későbbiekben 30-ra csökkent. A parcellák mérete 0,1-0,25 ha nagyságú, 84 %-ban nemesnyár fajták találhatók rajtuk. A többi parcella főfafaja

kocsányos tölgy, éger vagy fűz (Halupa, 1987.). Ebben a 30 parcellából álló mintában a nemesnyárok részaránya ugyan meghaladja a szigetközi 65 %-os arányt, de ezek a fajták viszonylag érzékenyen és jól mérhető módon reagálnak a környezeti változásokra.

A kísérleti területeken minden évben a vegetációs időszak befejeződése után megmértük valamennyi (sorszámozással megjelölt) fának a magasságát és a mellmagassági átmérőjét. (A magasságot 0,5 m, a mellmagassági átmérőt 0,1 cm pontossággal mérjük.) Ezen adatok alapján az erdészeti kutatásokban szokásos módszerekkel számítottuk ki a parcellákra az átlagos magasságot, az átlagos átmérőt, a hektáronkénti körlapösszeget, a hektáronkénti fatérfogatot, valamint a törzsszámot fő-, mellék- és egészállomány megbontásában. (Egy-egy gyérités alkalmával kikerülő fák alkotják a mellékállományt, a gyérités után megmaradó állományrész képezi a főállományt, s a kettő együttese az egészállomány.)

A fák egészségi állapotát minden évben augusztus végén vagy szeptember elején vizsgáltuk. A felvételek az erdészetben kialakított és ma is folytatott erdővédelmi monitoring rendszer módszere alapján történtek. E módszer szerint a károsítások és betegségek terepen szemmel megfigyelhető jegyei alapján szemrevételezéssel állapítják meg a károsítókat és a károsítások mértékét (MEM Erdőrendezési Szolgálat, 1987).

Az évenkénti faállomány felvételek csak részben teszik lehetővé a különböző ökológiai tényezők és a faállomány szerkezete közötti összefüggések feltárását. Ezért 1988-ban 6 erdőrészletben összesen 11 fafaj, illetve fajta átlagosan 10-10 egyedének hetenkénti kerületnövekedését mértük a törzsre mellmagasságban elhelyezett dendrométer-szalaggal (Halupa, 1988).

Mindezekon kívül 10 helyen rendszeresen mértük a talajvíz mélységét, továbbá a faállományok produkciójával és az ökológiai viszonyokkal kapcsolatos néhány egyéb folyamatot is nyomonkövettünk. (Egyebek mellett mértük még az intercepciót, vagyis a törzsön lefolyó és a koronán át lehulló csapadék arányát, valamint a lehullott levél, gally, rügy, és termés mennyiségét.) Ezekkel együtt évente több mint 10 000 adat és megfigyelés gyűlt össze.

## A FAÁLLOMÁNYOK FATERMÉSE

A kísérleti parcellákon minden fára mért adatokból - mint említettük a következő, 1 ha faállományra vonatkozó adatokat számítottunk: átlagos átmérő (D), átlagos magasság (H), törzsszám (N), körlapösszeg (G) és fatérfogat (V). Ezekből az adatokból számíthatók aztán a különféle növedékek (Z), amelyek egy méret adott időszak alatt bekövetkező változását (növekedését) mutatják. A leggyakrabban alkalmazott folyónövedék-adat egy konkrét év növedékét jelenti. Az egyes kísérleti területek az említett, fontosabb faállomány szerkezeti adatai az 1. táblázatban találhatóak.

1. táblázat. A kísérleti területek fő fafajainak fontosabb állományszerkezeti adatai

Mérés ideje	Kor év	Egészállomány							Összfatermés		D	H
		Dg	Hg	N	G	V	Z átlag	Z folyó	V	Z átlag	növedéke	
év, hó	év	cm	m	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	m <sup>3</sup> /ha/év	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	cm/év	m/év
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Dunakiliti 14 E1, 'I-214'</b>												
8605	11	23,0	19,0	313	13,0	120,0	10,9	0,0	120,0	10,9	0,0	0,0
8704	12	24,8	19,7	313	15,1	146,0	12,2	26,0	146,0	12,2	1,8	0,7
8710	13	27,4	20,1	288	16,9	171,0	13,2	31,0	177,0	13,6	2,2	0,3
8901	14	30,5	21,8	206	15,1	160,0	11,4	27,0	204,0	14,6	1,6	1,1
9001	15	33,2	23,0	206	17,9	205,0	13,7	45,0	249,0	16,6	2,7	1,2
9010	16	34,6	24,3	206	19,5	235,0	14,7	30,0	279,0	17,4	1,4	1,3
9202	17	37,1	25,1	206	22,4	280,0	16,5	45,0	324,0	19,1	2,5	0,8
9302	18	38,3	25,3	206	23,8	296,9	16,5	16,9	340,7	18,9	1,2	0,2
<b>Dunakiliti 14 E2, 'I-214'</b>												
8705	12	27,3	24,8	473	27,6	325,0	27,1	0,0	325,0	27,1	0,0	0,0
8710	13	28,6	25,5	473	30,3	364,0	28,0	39,0	364,0	28,0	1,3	0,7
8901	14	32,3	27,1	287	23,5	298,0	21,2	50,0	414,0	29,6	2,3	1,2
9001	15	34,5	27,6	286	26,9	358,0	23,9	60,0	474,0	31,6	2,2	0,5
9010	16	35,7	28,6	286	28,8	391,0	24,4	33,0	507,0	31,9	1,2	1,0
9202	17	37,5	29,1	287	31,8	453,0	26,6	62,0	569,0	33,5	1,8	0,5
9302	18	38,8	29,5	287	34	493,7	27,4	40,7	609,7	33,9	1,3	0,4
<b>Dunakiliti 21 D, 'I-214'</b>												
8605	5	16,7	14,3	708	15,5	114,0	22,8	0,0	114,0	22,8	0,0	0,0
8705	6	19,5	16,4	708	22,2	178,0	29,7	64,0	178,0	29,7	2,8	2,1
8801	7	22,6	18,4	600	24,2	222,0	31,7	60,0	238,0	34,0	2,3	1,8
8901	8	27,0	19,9	341	19,6	195,0	24,4	51,0	289,0	36,1	2,4	1,2
9001	9	29,1	21,3	333	22,3	233,0	25,9	39,0	328,0	36,4	1,9	1,3
9009	10	30,8	22,6	333	24,8	291,0	29,1	58,0	386,0	38,6	1,7	1,3
9203	11	33,6	24,1	292	25,9	309,0	28,1	35,0	420,0	38,2	1,8	1,3
9302	12	35,3	24,4	267	26,2	316,1	26,3	25,1	444,7	37,1	1,3	0,1
<b>Dunasziget 34 A, 'I-214'</b>												
8705	14	40,8	30,5	275	36,0	538,0	38,4	0,0	538,0	38,4	0,0	0,0
8801	15	41,7	31,3	275	37,2	577,0	38,5	39,0	577,0	38,5	0,9	0,8
8902	16	44,1	31,9	206	31,5	495,0	30,9	35,0	612,0	38,2	1,1	0,7
9001	17	44,9	32,8	206	32,6	528,0	31,1	33,0	645,0	37,9	0,8	0,9
9010	18	46,9	33,0	206	33,1	583,0	32,4	55,0	700,0	38,9	2,0	0,2
9203	19	47,7	33,4	206	33,6	611,3	32,2	28,3	728,3	38,3	1,1	0,4
9302	20	48,9	33,7	194	36,5	612,2	30,6	17,6	745,9	37,3	0,5	0,1

Megjegyzés: Dg: átlagos mellmagassági átmérő, Hg: átlagos magasság, N: hektáronkénti törzsszám, G: hektáronkénti körlapösszeg, V: hektáronkénti élófaterfogat, Z: növedék

1. táblázat (folytatás)

Mérés ideje	Kor év	Egészállomány							Összfatermés		D	H
		Dg	Hg	N	G	V	Z átlag	Z folyó	V	Z átlag	növedéke	növedéke
év, hó	év	cm	m	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	m <sup>3</sup> /ha/év	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	cm/év	m/év
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Dunasziget 7 K, 'I-214'</b>												
8604	17	16,2	14,5	725	15,0	111,0	6,5	0,0	111,0	6,5	0,0	0,0
8705	18	17,0	15,0	725	16,4	124,0	6,9	13,0	124,0	6,9	0,8	0,5
8802	19	17,4	15,4	725	17,2	136,0	7,2	12,0	136,0	7,2	0,4	0,4
8902	20	17,9	15,8	712	17,8	147,0	7,4	12,0	148,0	7,4	0,5	0,4
9001	21	18,6	16,4	650	17,9	152,0	7,2	10,0	158,0	7,5	0,3	0,4
9009	22	18,7	16,6	650	18,0	153,0	7,0	1,0	159,0	7,3	0,1	0,2
9203	23	18,7	16,7	650	18,8	159,0	6,9	6,0	165,0	7,2	0,0	0,1
9302	24	19,6	16,9	612	18,6	158,5	6,6	5,5	170,5	7,1	0,3	0,2
<b>Dunasziget 11 D, 'I.214'</b>												
8705	7	16,0	16,2	794	16,0	132,0	18,8	0,0	132,0	18,8	0,0	0,0
8802	8	17,3	17,4	794	18,8	165,0	20,6	33,0	165,0	20,6	1,3	1,2
8901	9	20,9	18,5	581	19,9	183,0	20,3	31,0	196,0	21,8	1,5	1,4
9001	10	22,5	20,5	581	23,3	231,0	23,1	48,0	244,0	24,4	1,6	2,0
9010	11	23,4	22,0	581	24,9	267,0	24,3	36,0	280,0	25,5	0,9	1,5
9203	12	26,5	22,7	387	21,5	238,0	19,8	14,0	294,0	24,5	0,7	0,1
9302	13	29,3	23,4	256	17,2	200	15,4	23	317	24,4	1,4	0,7
<b>Dunasziget 15 A, 'I-214'</b>												
8605	5	4,4	5,7	1359	2,1	10,0	2,0	0,0	10,0	2,0	0,0	0,0
8705	6	7,2	7,4	1359	5,5	31,0	5,2	5,0	31,0	5,2	2,8	1,7
8802	7	10,0	9,9	1192	9,3	55,0	7,7	27,0	58,0	8,3	2,4	1,9
8901	8	14,4	12,1	742	12,0	79,0	9,9	36,0	95,0	11,9	3,2	1,6
9001	9	16,7	14,5	742	16,3	120,0	13,3	41,0	136,0	15,1	2,3	2,4
9010	10	18,7	16,8	742	20,4	168,0	16,8	48,0	184,0	18,4	2,0	2,3
9203	11	20,3	19,3	742	24,1	228,0	20,7	60,0	244,0	22,2	1,6	2,5
9303	12	21,9	21,7	717	26,7	278,8	23,2	53,8	299,8	25	1,4	2,3
<b>Ásványráró 6 G, 'I-214'</b>												
8604	17	26,4	23,3	408	22,3	250,0	14,7	0,0	250,0	14,7	0,0	0,0
8704	18	27,5	23,8	408	24,2	278,0	15,4	28,0	278,0	15,4	1,1	0,5
8801	19	28,8	25,4	408	26,7	324,0	17,1	46,0	324,0	17,1	1,3	1,6
8901	20	29,9	25,5	408	28,7	352,0	17,6	28,0	352,0	17,6	1,1	0,1
9001	21	31,1	25,6	408	31,0	382,0	18,2	30,0	382,0	18,2	1,2	0,1
9010	22	34,0	25,8	256	23,3	308,0	14,0	39,0	420,0	19,1	1,2	0,1
9203	23	35,1	26,4	256	24,9	324,0	14,9	16,0	436,0	19,0	1,1	0,6
9303	24	36,2	26,7	224	23,0	303,8	12,7	14,8	450,8	18,8	0,8	0,3

Megjegyzés: Dg: átlagos mellmagassági átmérő, Hg: átlagos magasság, N: hektáronkénti törzszám, G: hektáronkénti körlapösszeg, V: hektáronkénti élőfaterfog, Z: növedék

1. táblázat (folytatás)

Mérés ideje	Kor	Egészállomány							Összfatermés		D	H
		Dg	Hg	N	G	V	Z átlag	Z folyó	V	Z átlag	növedéke	
év, hó	év	cm	m	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	m <sup>3</sup> /ha/év	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	cm/év	m/év
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Lipót 4 A1, 'Pannónia'</b>												
8804	2	3,0	3,9	1600	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8901	3	6,0	7,3	1600	4,6	22,0	7,3	0,0	22,0	7,3	3,0	3,4
9001	4	9,9	9,7	1600	12,8	75,0	18,8	53,0	75,0	18,8	3,9	2,4
9009	5	12,9	12,6	1000	13,2	89,0	17,8	40,0	115,0	23,0	2,5	2,8
9202	6	15,0	14,5	1000	17,8	132,0	22,0	43,0	158,0	26,3	2,1	1,9
9303	7	17,1	16,2	1000	23,0	191,5	27,4	59,5	217,5	31,1	2,1	1,7
<b>Lipót 4 A2, 'Agathe-F'</b>												
8804	2	2,9	4,3	1416	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8901	3	6,5	7,2	1467	4,9	23,0	7,7	0,0	23,0	7,7	3,6	2,9
9001	4	9,8	10,0	1467	11,1	65,0	16,2	42,0	65,0	16,2	3,3	2,8
9009	5	13,1	11,8	900	12,2	79,0	15,8	36,0	101,0	20,2	2,8	1,8
9202	6	16,3	14,7	900	18,9	143,0	23,8	64,0	165,0	27,5	3,2	2,9
9303	7	18,6	16,9	891	24,1	204,7	29,2	61,7	226,7	32,4	2,3	2,2
<b>Lipót 4 A3, 'Kocepczy'</b>												
8804	2	1,6	2,8	1600	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8901	3	4,0	5,4	1640	2,1	9,0	3,0	0,0	9,0	3,0	2,4	2,6
9001	4	7,2	8,4	1640	6,9	37,0	9,3	28,0	37,0	9,3	3,2	3,0
9009	5	10,0	11,1	1040	8,2	51,0	10,2	27,0	64,0	12,8	2,4	2,6
9202	6	13,1	13,0	1040	14,2	98,0	16,3	47,0	111,0	18,5	3,1	1,9
9303	7	15,4	14,6	1040	19,5	146,4	20,9	48,4	159,4	22,8	2,3	1,6
<b>Lipót 4 A4, 'I-214'</b>												
8804	2	1,8	2,6	1420	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8901	3	4,3	5,3	1480	2,2	9,0	3,0	0,0	9,0	3,0	2,5	2,7
9001	4	7,3	7,9	1480	6,1	35,0	8,8	26,0	35,0	8,8	3,0	2,6
9009	5	10,6	11,0	990	8,8	54,0	10,8	30,0	65,0	13,0	2,9	3,0
9202	6	13,0	13,2	990	13,3	92,0	15,3	38,0	103,0	17,2	2,4	2,2
9303	7	15,8	15,4	990	19,4	151,2	21,6	59,2	162,2	23,2	2,8	2,2
<b>Lipót 4 A5, 'H-328'</b>												
8804	2	2,4	3,2	1650	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8901	3	5,4	5,6	1720	4,0	17,0	5,7	0,0	17,0	5,7	3,0	2,4
9001	4	9,1	8,6	1720	11,1	62,0	15,5	45,0	62,0	15,5	3,7	3,0
9009	5	13,1	11,9	990	13,4	88,0	18,0	49,0	110,0	22,0	3,4	3,0
9202	6	15,5	13,9	990	18,7	136,0	22,7	48,0	158,0	26,3	2,4	2,0
9303	7	17,9	16,1	990	24,8	202,3	28,9	66,3	224,3	32,0	2,4	2,2

Megjegyzés: Dg: átlagos mellmagassági átmérő, Hg: átlagos magasság, N: hektáronkénti törzszám, G: hektáronkénti körlapösszeg, V: hektáronkénti élőfaterfogat, Z: növedék

1. táblázat (folytatás)

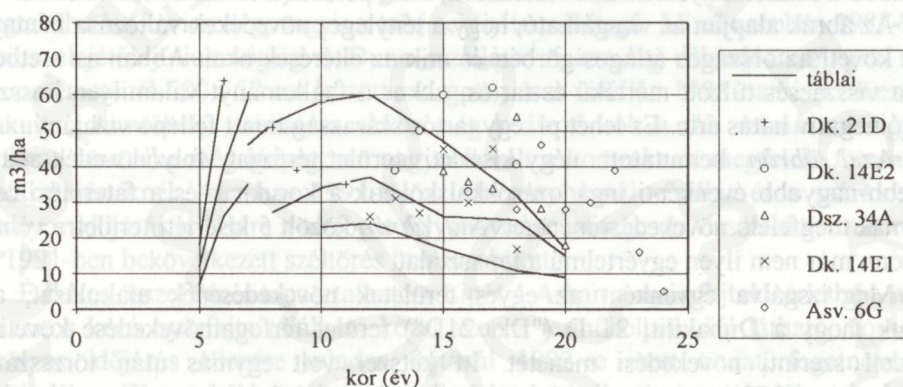
Mérés ideje	Kor	Egészállomány							Összfatermés		D	H
		Dg	Hg	N	G	V	Z átlag	Z folyó	V	Z átlag	növedéke	
év, hó	év	cm	m	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	m <sup>3</sup> /ha/év	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/év	cm/év	m/év
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Lipót 4 A6, 'I-45'</b>												
8804	2	2,7	4,4	1650	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8901	3	6,5	6,8	1680	5,5	25,0	8,3	0,0	25,0	8,3	3,8	2,4
9001	4	9,2	10,7	1680	10,9	66,0	16,5	41,0	66,0	16,5	2,7	3,9
9009	5	12,1	13,2	1060	12,4	86,0	17,2	42,0	108,0	21,6	2,5	2,4
9202	6	15,1	15,6	1060	19,0	149,0	24,8	63,0	171,0	28,5	3,0	2,4
9303	7	17,0	18,2	1060	24,0	216,4	30,9	67,4	238,4	34,1	1,9	2,6
<b>Lipót 4 A7, 'H-528'</b>												
8804	2	2,1	3,6	1562	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8901	3	5,6	6,5	1588	3,9	17,0	5,7	0,0	17,0	5,7	3,5	2,9
9001	4	9,5	9,7	1588	11,4	66,0	16,5	49,0	66,0	16,5	3,9	3,2
9009	5	13,5	12,7	962	14,0	95,0	19,0	52,0	118,0	23,6	3,6	2,9
9202	6	16,4	14,9	962	20,4	156,0	26,0	61,0	179,0	29,8	2,9	2,2
9303	7	18,8	16,9	962	26,8	225,3	32,2	69,3	248,3	35,5	2,4	2,0
<b>Lipót 4 A8, 'Kornik'</b>												
8804	2	2,2	3,9	1620	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8901	3	6,0	7,4	1630	4,7	22,0	7,3	0,0	22,0	7,3	3,8	3,5
9001	4	9,1	10,6	1630	10,8	65,0	16,3	43,0	65,0	16,3	3,1	3,2
9009	5	12,5	12,3	990	12,2	81,0	16,2	37,0	102,0	20,4	2,7	1,6
9202	6	15,3	14,5	990	18,3	136,0	22,7	55,0	157,0	26,2	2,8	2,2
9303	7	17,0	16,6	1020	23,1	194,2	27,7	58,2	215,2	30,7	1,7	2,1

Megjegyzés: Dg: átlagos mellmagassági átmérő, Hg: átlagos magasság, N: hektáronkénti törzszám, G: hektáronkénti körlelapösszeg, V: hektáronkénti élőfaterfog, Z: növedék

Az 'I-214' olasznyár és a Lipót 4 A erdőrésztletben lévő kísérleti területek főbb adatait az 1. táblázat tartalmazza. A táblázatban szereplő legutolsó mérés dátuma rendszerint 1993. év koratavasza. Ezek az adatok a faállományok 1992. őszi állapotát tükrözik. Megállapítható, hogy a szigetközi faállományok produkciója évente átlagosan 20-60 m<sup>3</sup> hektáronként, ami jóval több, mint az országos átlagos érték (6-7 m<sup>3</sup>/ha/év).

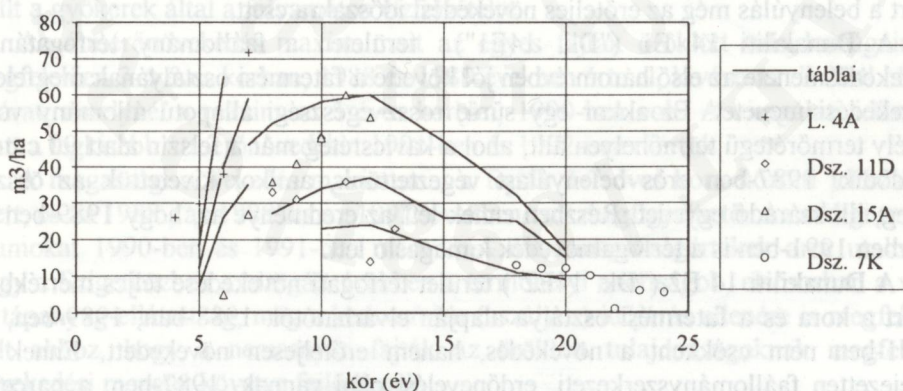
Az ökológiai viszonyokban bekövetkező esetleges kedvezőtlen hatásokat leggyorsabban, legszembetűnőbben a növedékatadatokban, mégpedig elsősorban az ún. faterfogot folyónövedékben bekövetkező nagymértékű negatív változás jelezni. Az éves növedékatadatok azonban e hatásokon kívül több más tényező is befolyásolhatja, mint például a gyéritések, illetve a mérés hibája. Az állományfelvételek pontosságára különösen idős állománynál kell nagy gondot fordítani.

A mért növedékadatok értékelésének egyik módszere, hogy a mért adatokat összehasonlítjuk egy átlagos értékeket szolgáltató növedései modellel, leggyakrabban egy ún. fatermési táblával. Az 1. és 2. ábrán az 'I-214' olasz nyár általunk mért térfogati folyónövedéke és egy ilyen fatermési tábla folyónövedéke közötti összefüggés látható. A folytonos vonalak az 'I-214' olasz nyár fatermesz-tési modell 2. típusának térfogati folyónövedék adatai az I., a II., és a III. fatermési osztályokban (Halupa, Kiss, 1978). (A fatermési osztály a faállományok növekedésének mértékére, s így áttételesen a termőhely jóságára utaló, hat osztályos skálán megadott szám; az I. a legjobb, a VI. a leggyengébb növekedést jelzi.) Az egyes vizsgálati helyek fatérfogatanak folyónövedékét a parcellák azonosító számával, és a parcella faállománya fatermési osztályának megjelölésével adtuk meg.



1. ábra. 'I-214' nyár folyónövedéke öt kísérleti parcellán, illetve a fatermési tábla szerint

Current annual increment of 'I-214' poplar from the yield table (-) and on five plots



2. ábra. 'I-214' nyár folyónövedéke négy kísérleti parcellán, illetve a fatermési tábla szerint

Current annual increment of 'I-214' poplar from the yield table (-) and on four plots

A fatermési modell folyónövedék görbéje egy kiegyenlített vonal, ahol a növedék az első nevelővágás időpontjáig folyamatosan nő, és az első kulminációs pont 5-9 év között van, a fatermési osztálytól függően. A nevelővágás után a növedék átmenetileg visszaesik, majd 12 éves kor körül újból kulminál, végül ezt követően folyamatosan és egyenletesen csökken. Ez a görbe a kor függvényében genetikailag meghatározott lefutású; az egyes korokhoz tartozó növedék tényleges nagyságát elsősorban a termőhely minősége határozza meg.

Az egyes vizsgálati helyek tényleges évenkénti folyónövedékének értékei, továbbá ezek és a fatermési tábla megfelelő növedékértékei között jelentős eltérések lehetnek. Az eltéréseknek számos oka van. Ezek: az egyes évek időjárása, ezen belül a terület mindenkor vízellátottsága (ami a talaj nedvességtartalmában jelentkezik), továbbá a faállományszerkezeti változások, mint például a törzszámcsökkentés.

Az ábrák alapján az vizsgálható, hogy a tényleges növedékek változása mennyiben követi az országos átlagos görbét, és mik az eltérések okai. Abban az esetben, ha a visszaesés túlzott mértékű és tartós, akkor a faállományt valamilyen hosszán tartó negatív hatás érte. Ez lehet pl. egy tartós szárazság miatt fellépő vízhiány.

Az 1. ábrán bemutatott négy kísérleti terület térfogat folyónövedék-adatai kisebb-nagyobb évenkénti ingadozásokkal követik a koroknak és a fatermési osztálynak megfelelő növekedési menetet. A 2. ábrán közölt 5 kísérleti területre vonatkozóan már nem ilyen egyértelmű a tapasztalat.

Megvizsgálva egyenként az egyes területek növekedésének alakulását, azt látjuk, hogy a Dunakiliti 21 D ("Dk. 21D") terület térfogatnövekedése követi a modell szerinti növekedési menetet. Itt kétszer volt egymás után törzszámcsökkentés. 1989-ben volt egy visszaesés a térfogatnövekedésben, de az állomány még így is megfelelt a II. fatermési osztályúnak. Az 1990. évben a kiemelkedő térfogatnövekedés szintén elsősorban faállományszerkezeti okokkal, mégpedig a korán, 7 éves korban végzett erős nevelővágás kedvező hatásával magyarázható, mert a belenyúlás még az erőteljes növekedési időszakra esett.

A Dunakiliti 14 E1 ("Dk. 14E1") területen a faállomány térfogatának növekedésmenete az első három évben jól követte a fatermési osztályának megfelelő növekedési menetet. Ez akkor egy sűrű, rossz egészségi állapotú állomány volt, sekély termőrétegű termőhelyen állt, ahol a kavicsréteg már a felszín alatt 90 cm-re kezdődik. 1987-ben erős belenyúlást végeztünk, amikor kivetettük az összes beteg, ill. száradó egyedet. Részben ennek lett az eredménye az, hogy 1989-ben és részben 1991-ben is a térfogatnövedék kimagasló lett.

A Dunakiliti 14 E2 ("Dk. 14E2") terület térfogati növekedése teljes mértékben eltért a kora és a fatermési osztálya alapján elvárhatótól. 1988-ban, 1989-ben, és 1991-ben nem csökkent a növekedés, hanem erőteljesen növekedett. Ennek is kifejezetten faállományszerkezeti, erdőnevelési okai vannak. 1987-ben, a parcella kitűzésének időpontjában a tényleges törzszám lényegesen nagyobb volt, mint ami az adott korban és az adott termőhelyi viszonyok mellett optimális lett volna. Ezért még abban az évben egy nagyon erős nevelővágást végeztünk, amelynek során

kivették a törzsszám 40, a fatérfogat 32 %-át. Ennek lett a következménye az újabb erőteljes növekedés.

Egyébként ez is igazolja azt a gyakorlati tapasztalatot, hogy a szigetközi nemesnyárasokban korábban helyenként jelentkezett, az említetthez hasonló, az átlagosnál gyengébb egészségi állapotnak nem volt köze a vízlépcső építéséhez, illetve a termőhelyi viszonyokhoz. Ezekben az esetekben az egészségi állapot romlásának elsődleges oka és a leromlási folyamat elindítója az indokolt nevelővágások elmaradása, illetve az optimálisnál lényegesen nagyobb törzsszám volt.

A fentiekhez hasonló okokkal magyarázható a Dunasziget 34 A ("Dsz 34A") területen 1990-ben jelentkezett kiemelkedő térfogatnövedék is.

Az Ásványráró 6 G területen a fák térfogatnövekedése lényegesen eltért a kornak és a fatermési osztálynak megfelelőitől. Itt a felszínhez közel, már 70-90 cm-en megtalálható a kavicsréteg, vagyis a talaj sekély termőrétegű. Mivel azonban 1987-ben június elejétől július végéig a Duna vízállása viszonylag állandóan magas volt (Dunaremeténél 500-550 cm között mozgott), és a vízállás 1988-ban is kedvezően alakult, a termőhely vízellátása akkor még kedvező volt a fák számára és így a térfogat növedéke még lényegesen nagyobb volt a korszaknak megfelelő fatermési táblabeli értéknél. Azonban 1991-től az alacsony dunai vízállás és a száraz, sőt aszályos időjárás hatására a térfogat folyónövedék erőteljesen visszaesett, amit még az 1991-ben bekövetkezett széltörés is súlyosbított.

Érdekes összefüggés tapasztalható a Lipót 4 A-ban a nyár fajtakísérletben, ahol 8 azonos korú nyárfajta található közel azonos termőhelyen. Jól látható, hogy az aszályos időjárás ellenére minden fajtánál 1992-re esett a fatérfogatnövedék maximuma. Ezen adatok értékelésénél figyelembe kell venni az általában kedvező termőhelyi adottságokat, ami a vastag, jó fizikai összetételű termőrétegben, a kavicsréteg 2 m alatti elhelyezkedésében és abban mutatkozik meg, hogy a talajvíz az említett év április, május és június hónapjaiban 2 m-en belül volt és így lehetőség nyílt a gyökerek által a folyamatos vízfelvételre.

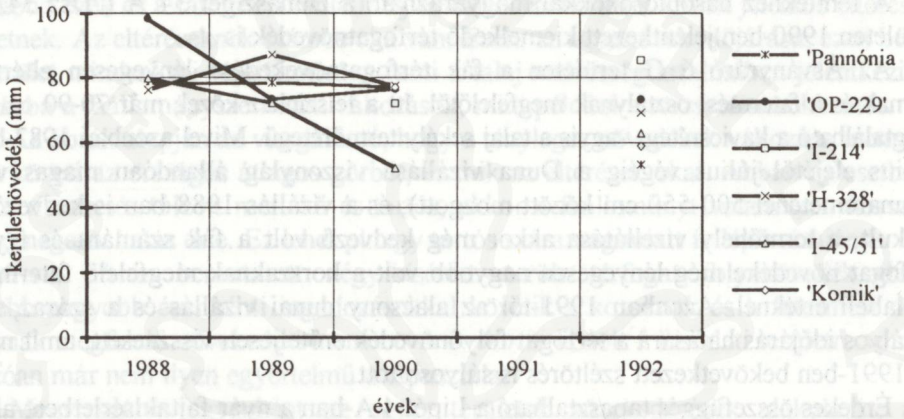
Az átmérőnövekedés maximumait az egyes fajták öröklött tulajdonságainak megfelelően 3-4 éves korban, 1988 és 1989 években érte el, kivéve az 'I-214' olasz nyárat, amelynél a maximum 5 éves korban, 1990-ben volt. A vizsgálati időszak alatt a legkisebb átmérőnövedéket 1991-ben és 1992-ben mértük.

A magassági növekedés maximumai a fajták 3-7 éves kora közötti időszakra esett, és az 1988., az 1989. és az 1992. években volt megfigyelhető. Az eddigi minimumokat 1990-ben és 1991-ben mértük. A mért magasságértékek arra utalnak, hogy a Szigetközben a vizsgált években a termőhelyi adottságok, elsősorban a víz- és tápanyag-ellátottság, még a kedvezőtlen (aszályos) időjárás ellenére is megfelelő volt ahhoz, hogy a nemesnyár fajták az öröklött tulajdonságoknak megfelelő növekedési menetet követve fejlődjenek.

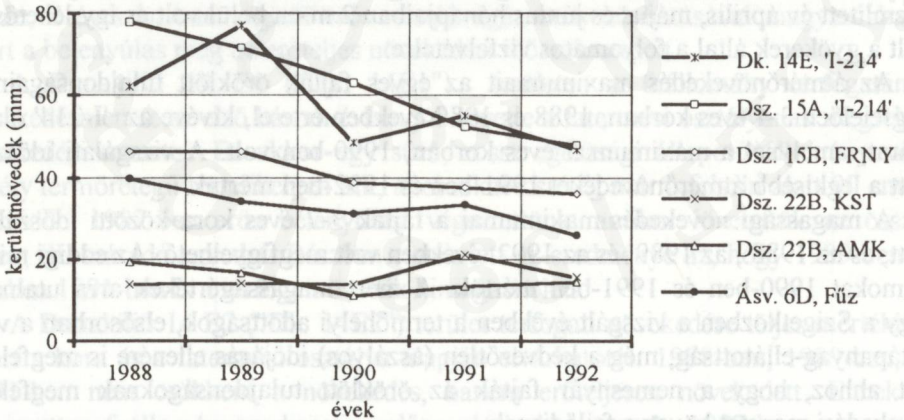
Az aszályos időjárás kedvezőtlen hatása elsősorban a vízhatástól független sekély termőrétegű, esetleg az időszakos vízhatású termőhelyeken mutatkozott meg, mint amilyen a Dunasziget 7 K ("Dsz. 7K") és az Ásványráró 6 G ("Asv. 6G").

**AZ EGYES FÁK KERÜLETNÖVEKEDÉS-MENETE**

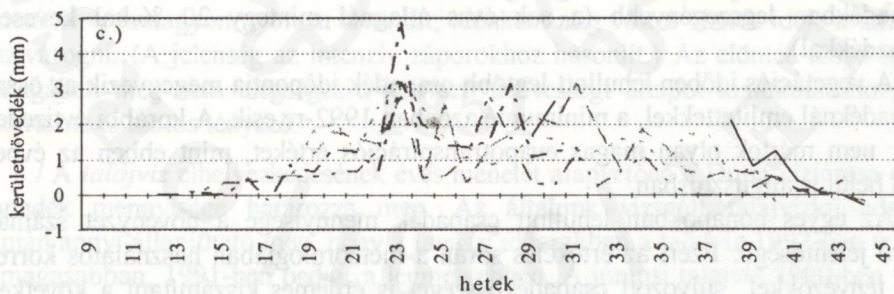
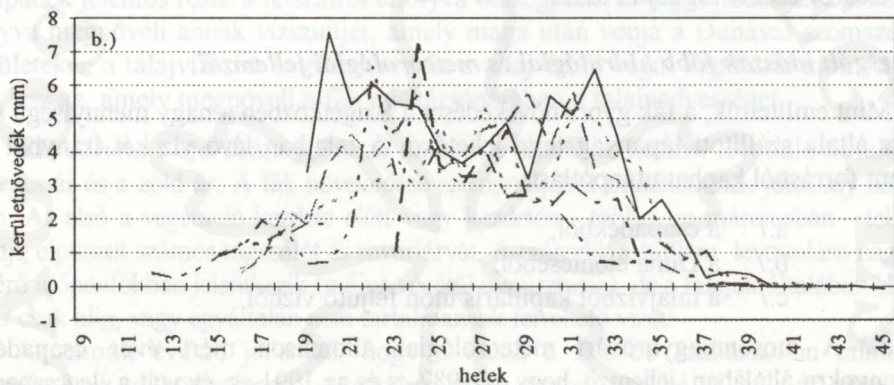
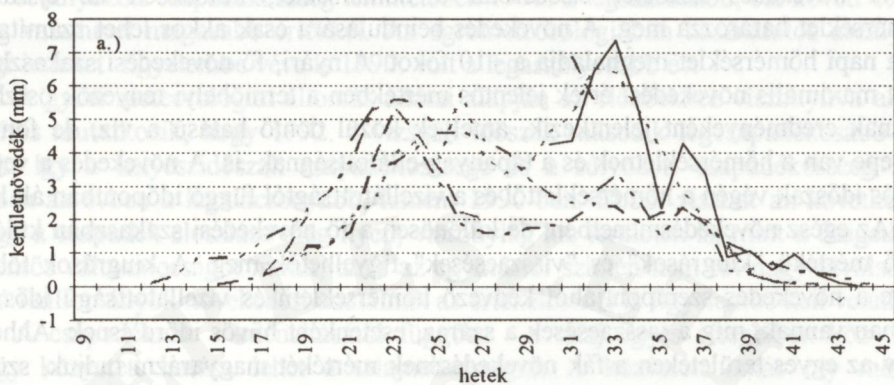
Az egyes területeken hetenként, 10-10 egyeden mért kerületváltozási adatokat átlagoltuk, s ezekből megszerkesztettük a több éves időszakot átfogó (3-4. ábra), ill. az éven belüli kerületnövekedési menetek grafikonjait (5. ábra). A növekedési időszak hossza és a növekedési mintázatok egy-egy év termőhelyi viszonyaitól függően nagymértékben különbözőek lehetnek.



3. ábra. Különböző nyár-klónok venkenti kerületnövekedése, Lipót 4 A  
 Annual girth growth of poplar clones on plot Lipót 4 A



4. ábra. Évenkénti kerületnövekedés hat kísérleti területen  
 Annual girth growth of different tree species on 6 plots



— 1988. - - - 1989. ····· 1990. - - - 1991. - - - 1992.

5. ábra. Heti kerületnövekedés 1988-1992. években:

a.) Lipót 4 A, 'OP-229'; b.) Dunasziget 15 A, 'I-214'; c.) Ásványráró 6 D, fűz

Weekly girth growth between 1988 and 1992 on plots and for species:

a.) Lipót 4 A, 'OP-229'; b.) Dunasziget 15 A, 'I-214'; c.) Ásványráró 6 D, willow

A növekedés kezdetét elsősorban a hőmérséklet, különösen az éjszakai hőmérséklet határozza meg. A növekedés beindulására csak akkor lehet számítani, ha a napi hőmérséklet meghaladja a +10 fokot. A nyári, fő növekedési szakaszban elért maximális növekedési érték jelentős mértékben a termőhelyi tényezők összhatásának eredményeként jelentkezik, amelyek közül döntő hatása a víz, de fontos szerepe van a hőmérsékletnek és a tápanyag-ellátottságnak is. A növekedés a vegetációs időszak végén a hőmérséklettől és a vízellátottságtól függő időpontban áll le.

Az egész növekedésmenetben, de különösen a fő növekedési szakaszban különböző mértékű "kiugrások" és "visszaesések" figyelhetők meg. A kiugrások többnyire a növekedés szempontjából kedvező hőmérsékletű és vízellátottságú időszakokban vannak, míg a visszaesések a száraz, esetenként hűvös időre esnek. Ahhoz, hogy az egyes területeken a fák növekedésének mértékét magyarázni tudjuk, szükséges a hidrológiai és meteorológiai viszonyok részletes ismerete, ezért az alábbiakban először ezeket foglaljuk össze.

### *A vizsgált időszak főbb hidrológiai és meteorológiai jellemzői*

Mint említettük, a fák gyors növekedését a Szigetközben a nagy mennyiségű víz és az általa szállított tápanyag teszi lehetővé. A talajban lévő víz két irányból és három forrásból kaphat utánpótlást:

- a./ a csapadékból,
- b./ a Duna elöntéséből,
- c./ a talajvízből kapilláris úton feljutó vízből.

a./ A mosonmagyaróvári meteorológiai állomáson mért éves csapadékviszonyokra általában jellemző, hogy az 1987-es és az 1991-es év volt a legcsapadékosabb (a sok éves átlagot 10-20 %-kal meghaladó vízmennyiséggel), 1989. pedig a csapadékban legszegényebb (a sok éves átlagnál mintegy 20 %-kal kevesebb csapadékkal).

A vegetációs időben lehullott legtöbb csapadék időpontja megegyezik az összes csapadéknál említettekkel, a minimumé azonban 1992-re esik. A korábbi évtizedekben nem mértek olyan magas evapotranspirációs értéket, mint ebben az évben, ezen belül is augusztusban.

Az egyes hónapokban lehullott csapadék mennyisége a növényzet számára eltérő jelentőségű. Ezért az értékelés során a meteorológiában használatos korrekciós tényezőkkel súlyozott csapadékösszeget is érdemes kiszámítani a következő súlyszámokkal: október 0,1; november 0,4; decembertől ápriliséig 0,5; május 0,8; június 1,2; július 1,6; augusztus 0,9 (Pálfai, 1991.). Ezek a súlyszámok a csapadéknak az őszi - téli - kora tavaszi időszakban felhalmozódó hányadát, illetőleg késő tavasszal és nyáron a növényzet vízigényét fejezik ki. Az átlagost jóval meghaladó súlya a júliusi csapadéknak van, mert ekkor igénylik a növények a legtöbb vizet, ugyanakkor ez a leginkább aszályra hajlamos hónapunk.

A súlyozott csapadékösszeg tekintetében 1990. a legszárazabb, ezt követi 1992. alig valamivel magasabb értékkel. Az agrometeorológiában használatos aszályossági indexet figyelembe véve is 1990. volt a legaszályosabb év.

A győri meteorológiai állomás adatai alapján az előzőekhez viszonyítva annyi eltérés mutatkozik, hogy 1992. a vizsgált időszak második legcsapadékosabb éve volt, így a tenyészidőszak csapadékösszege és a súlyozott csapadékösszeg sem ebben az évben a legalacsonyabb, hanem 1990-ben. Ebből viszont az következik, hogy a csapadék eloszlása még ilyen, viszonylag kis területen is, mint a Szigetköz, jelentős változatosságot mutat, amit az egymástól szintén nem túl nagy távolságra álló faállományok növekedési adatainak az értékelésénél is figyelembe kell venni.

A csapadéknak - intenzitásától függően - a talaj egyes rétegeiben közvetlen vagy közvetett hatása lehet a talajnedvességre. A közvetett hatás oly módon jelentkezik, hogy a nagy területi kiterjedésű vízgyűjtőben lehulló nagy mennyiségű csapadék jelentős része a felszínről elfolyva összegyűlik a vízgyűjtőben és a Dunába folyva megnöveli annak vízszintjét, amely maga után vonja a Dunával szomszédos területeken a talajvízszint emelkedését. Itt a talajvízből végül kapilláris úton feljutó víz lesz az, amely megnöveli a fák gyökérzónájában a talajnedvességet.

b./ *A Duna vízjárására jellemző az évente általában kétszer levonuló árhullám: a jeges ár és a zöld ár. A fák növekedése szempontjából mindkettőnek jótékony hatása van. Az első a vegetáció kezdete előtt vagy kezdetén - többnyire márciusban - telíti a talajt, elpusztít számos rágcsálót és rovarlárvét. A második árhullám levonulása nagyon eltérő időpontokban jelentkezik (május végétől augusztusig), de a talajok általában ekkor már csak alig, vagy egyáltalán nem tartalmaznak felvehető vizet.*

Az elmúlt évekre jellemző, hogy a Duna a felsőbb szakaszokon található vízerőművek működtetése következtében egyre szeszélyesebbé vált: az árvíz magas vízszinttel érkezett - 1991-ben minden idők legmagasabb vízszintjét mérték Dunaremeténél -, és nagyon gyorsan levonult, időnként alig volt a víznek ideje a talajba beszivárogni. (A jelenség az intenzív záporokhoz hasonlít.) Az elöntés ténye tehát önmagában még nem elégséges a kedvező nedvességi állapot kialakulásához, az időtartama is fontos tényező.

c./ *A talajvíz elhelyezkedésének éves menetét alapvetően a Duna vízjárása és a csapadék mennyisége határozza meg. Az általunk vizsgált talajvízkút- adatok alapján annyi állapítható meg, hogy a tavaszi időszakban a talajvíz 1992-ben volt a legmagasabban, 1991-ben pedig a legmélyebben. A júniusi talajvíz 1990-ben volt minimális, és ezt követően is az egész nyár folyamán nagyon alacsony volt, de legmélyebbre július-augusztus hónapokban 1992-ben került; ugyanezen időben maximális 1991-ben volt. Az éves átlagos talajvízszint 1989-ben érte el a legmagasabb szintet.*

A talaj 50 cm alatti rétegeinek víztartalma és a talajvíz között igen szoros összefüggés van. A talaj nedvességtartalmának csökkenése vagy közvetlenül, vagy kicsit megkéssve követi a talajvíz szintjének ingadozását.

### ***A kerületnövekedés-mérések néhány fontosabb tapasztalata***

A különböző hosszúságú időszakok növekedésmenetének vizsgálata különböző kérdésekre adhat választ. Ezért tapasztalatainkat időszakonkénti megbontásban foglaljuk össze.

***Évenkénti összes növekedés (3-4. ábra):*** A vizsgálat 7 éve egy faállomány életében rövid időszakot ölel át ahhoz, hogy pontos kapcsolatokat találjunk a növekedés és a környezeti tényezők között. A minimális és maximális növekedés időpontjára ezért egyértelmű megállapítást nem lehet tenni, csupán csak valószínűsíthető tendenciákat lehet megállapítani. Mindezt figyelembe véve csak annyi állapítható meg, hogy 1990. és 1992., vagyis a két legaszályosabb év kisebb vastagodást eredményezett, míg a csapadékos 1991-ben az említett két évnél nagyobb volt a növekedés.

***A vegetációs (növekedési) időszak kezdete:*** A növekedés valamennyi területen 1992-ben indult legkorábban, és a fák többségénél 1990-ben a legkésőbb. Ez a jelenség a hőmérsékleti értékekkel áll szoros kapcsolatban.

***A növekedés befejezésére való felkészülés kezdete:*** Augusztus végén - szeptember elején kezdődött meg az éves növekedést befejező szakasz, amely a növekedési menetben egyértelmű és erőteljesen csökkenő görbeként jelentkezik. A két aszály (1990. és 1992.) a talajban olyan hidrológiai viszonyokat teremtett, hogy a talaj nedvességtartalma a holt víz érték körül volt, a növények számára tehát nem volt felvehető víz, és nagyon korán - esetenként már július elején-közepén - megkezdődött a növekedés leállása. Emellett a levelek kezdtek sárgulni és hullani; ezt a külső jegyek alapján az őszi lombhulláshoz hasonló jelenséget aszálymentesítő lombhullásnak hívjuk.

***A vegetációs időszak hossza:*** A vizsgált faegyedek számára ez - az időjárástól és fafajtól, ill. fajtától függően - március elejétől szeptember végéig, október elejéig tartott. A nyárvégi kedvező hidrológiai viszonyok és az ún. indiánnyar a vegetációs ciklus hosszát akár október közepéig is meghosszabbíthatják, mint ahogy erre 1991-ben több példa is volt.

***Általános növekedési jellemzők:*** Az éves növekedési menetekre általában jellemző, hogy két csúcsponttal rendelkeznek; az első tavasszal (május vége-június eleje), a második egy nagyjából két-három hetes pihenési szakasz után - árhullámtól és hidrológiai viszonyoktól függően - júliusban vagy augusztus elején jelentkezik. Nagy szárazság idején ez a második intenzív növekedési szakasz el is maradhat, mint ahogy 1992-ben erre számos példa található.

***Különböző fafajok és fajták növekedési tulajdonságai és termőhely-érzékenységei:*** Az egyes fafajok növekedési intenzitásának összehasonlítását nemcsak az eltérő termőhelyi viszonyok, hanem az eltérő kor is nagyban nehezíti. A Lipót 4A

erdőrészletben lévő nemesnyár fajtakísérleti területen szerencsére azonos korú, többé-kevésbé azonos termőhelyen álló állományok vannak, ahol ez nem jelent problémát. Általában megállapítható, hogy a gyorsan növekvő fajok sokkal érzékenyebben (gyorsabban és relatíve nagyobb mértékben) reagálnak a környezeti változásokra, mint a lassan növekvők. A különböző nemesnyár klónok kerületnövekedés-menetében nagyon kevés eltérés figyelhető meg, talán csak az OP-229 ('Agathe F') nagyobb kerületnövekedése tűnik ki.

## A VIZSGÁLT FAÁLLOMÁNYOK EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTÁNAK ÉRTÉKELÉSE

1988-tól évenként vizsgáltuk az egyes parcellákon a fák egészségi állapotát. Az eddigi megfigyelések alapján általában megállapítható, hogy a vizsgált időszakban az állományok lényegében egészségesek, egészségi állapotukban jelentős romlás nem következett be. A gyakoribb károsítások, ill. betegségek közül az alábbiak érdemelnek említést:

- A leggyakoribb károsítás a kéregfekély (*Cryptodiaporthe*) volt, amely a nyárak tipikus megbetegedése, és szinte minden nyár parcellán jelen volt. A megbetegedés azonban nem erős mértékű.
- A törzsön gyakori volt még a farontó bogarak károsítása, ami a törzseknek több mint 20 %-án fordult elő.
- A lombrágó rovarok (*Melasma populi*, *Agelastica alni*) kártétele évenként, és ezen belül parcellánként is változó volt. Lombrágó rovarok által okozott jelentősebb károsítás a vizsgált időszakban a Szigetköz hullámtéri részén nem volt.

Erőteljes volt az aszály következtében fellépő lombhullás 1990-ben és 1992-ben.

## AZ 1986 - 1992 KÖZÖTTI ERDÉSZETI MEGFIGYELÉSEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A Szigetközben az egyes területek fatermőképességét és az éven belüli növekedési ritmust elsősorban a Duna vízjárásával összefüggő sajátos hidrológiai adottságok, a területek magassági fekvése, a kavicsréteg elhelyezkedése, továbbá a talaj víztartóképesége együttesen határozzák meg. A talajvíz szintje a hullámtéren nem csapadékkal vagy a talaj fizikai összetételével, hanem elsősorban a Duna vízjárásával van összefüggésben. Az esetleges elöntések határozzák meg elsősorban a felvehető víz mennyiségét és a faállomány növekedését. A vizsgált időszakban a Duna vízjárása minden évben biztosította az erdő, illetve a faállomány kedvező növekedéséhez szükséges víz mennyiségét. Ezért az aszályos időjárás kedvezőtlen hatása csak a magas fekvésű, sekély termőrétegű száraz termőhelyeken jelentkezett. A vízhatástól függetlenül a fák gyökérzete nem tudja hasznosítani a

talajvizet, ha a gyökér által feltárt rétegben a talaj nedvességtartalma 150 mm-nél kevesebb. Az ilyen helyeken csak egy sztyeppe-i ligetes, minimális növekedésű folyamatosan száradó, csökkenő törzsszámú faállomány marad fenn.

A Szigetközben a kedvező termőhelyi adottságok, elsősorban a jó víz- és a tápanyag-ellátottság lehetővé tette, hogy az egyes fafajok és fajták, elsősorban a nemesnyárok az öröklött növekedési tulajdonságoknak megfelelő növekedésmenetet követve fejlődjenek és kedvező, nagy növedéket adjanak. A faállományok növedéke számos tényező együttes hatásának az eredménye. Ebben, a termőhelyi adottságokon kívül az adott fafaj, fajta öröklött tulajdonságainak és a faállomány szerkezeti viszonyainak is fontos szerepük van. A növedéket a faállományok törzsszáma is jelentősen befolyásolja. Ezért, a megfelelő időben végzett nevelővágás, az optimális növtér biztosítása döntő jelentőségű. A nagy törzsszám, az optimálisnál kisebb növtér a fő oka az egyes közép- és véghasználati korú nemesnyárasokban észlelt csúcscsúszadásnak, és a fák kiszáradásának.

Az éves kerületnövekedés-menet kezdete elsősorban a hőmérsékleti tényezőktől függően március végén vagy április hónapban van. A fő növekedési időszak az egyes fafajoknál illetve fajtáknál eltérő: az 'I-214' nyárnál általában április vége május elejétől augusztus második feléig tart; a fehérynárnál viszont május közepétől vagy június elejétől augusztus végéig. 1992-ben az aszályos időjárás következtében ez az intenzív növekedési szakasz mindenütt rövidebb ideig, általában július végéig tartott. A növekedés szeptemberben, de legkésőbb október közepén áll le. A legkisebb kerületnövedék minden vizsgálati területen az aszályos 1992-es évben volt, ami igazolja a víz fontosságát, a száraz aszályos időjárás kedvezőtlen hatását.

Egy fán esetenként egyszerre több károsítás is megtalálható. A leggyakoribb károsítás a kéregfekély, ami a nyárok tipikus megbetegedése. Ez szinte minden nyár parcellában jelen van, a károsítás azonban nem erős mértékű. Aszály következtében fellépő lombhullás 1990-ben és 1992-ben, vagyis a száraz években volt megfigyelhető. A vizsgált időszakban tapasztalt - egyébként természetes mértékű - gyakori károsítások ellenére az állományok lényegében egészségesek, egészségi állapotukban jelentős romlás a vizsgált időszakban nem következett be.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szigetközi erdészeti megfigyelés és adatgyűjtés sok közreműködő szervezett munkáját igénylő csapatmunka. Köszönet illeti áldozatos munkájukért az Erdészeti Tudományos Intézet erdésztechnikusait: Hunyadi Lászlót, Juhász Györgyöt és Török Miklóst, valamint a Szigetközben dolgozó kerületvezető erdész kollégákat: Kiss Istvánt, May Imrét és Szabó Lászlót. Egyúttal köszönetünket szeretnénk kifejezni a KTM-nek és a Kisalföldi Erdőgazdaság Rt-nek munkánk készsége támogatásáért.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Halupa, L., Szendreiné Koren E. 1988. A szigetközi hullámtéri erdők ökológiai viszonyainak feltárása. ERTI jelentés. Budapest.
- Halupa, L., Csókáné Szabados I. 1994. A Kisalföld erdei. Hidrológiai Közlöny 5:269-279.
- Halupa, L. 1987. A területi észlelőrendszer kialakítása, az alapadatok mérése, feldolgozása és továbbítása. ERTI jelentés. Budapest.
- Útmutató az erdők egészségi állapotának felméréséhez. MÉM Erdőrendezési Szolgálat. 1987. Budapest.
- Halupa, L. 1988. A GNV hatásterületén a hullámtéri és öblzeti erdők fatermőképessége és az ökológiai adottságok közötti kapcsolat reprezentatív vizsgálata. ERTI jelentés. Budapest.
- Halupa, L., Kiss, R. 1978. A nyárasok fatömege, fatermése és termesztési modellje. In Keresztesi B. (szerk.). A nyárasok és fűzök termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Pálfai, I. 1991. Az 1990. évi aszály Magyarországon. Vízügyi Közlemények LXXIII. 2:117-133.

...a bükk természetes felújítása annak elősegítése és megvalósítása hosszú évek óta egyik kiemelt feladata.

...szavak: *Fagus sylvatica*, természetes felújítás

### ZUSAMMENFASSUNG

Im Bundesland Hessen (Deutschland) ist die natürliche Jungung der Buche aus ökologischen und finanziellen Gründen ein zentrales waldbauliches Thema. Gebietsweise tritt jedoch einerseits auf lößlehmbeeinflussten Quaternärsteinstandorten und andererseits auf Basaltstandorten seit Jahren Verjüngungsprobleme auf. Angesichts dieser Situation liegt vielen Jahren eine Aufgabe der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt auf dem Gebiet der Forstplanung und Erhaltung der Kiefernaturverjüngung.

...szavak: *Fagus sylvatica*, természetes felújítás

### BEVEZETÉS

Németország Hessen tartományában a bükk a leggyakoribb, legalkább elterjedt fafaj. Az erdőterület 34 %-át foglalja el és az országnyi erdőből csaknem feletermészetes. Gazdasági értelemből a fő- és elegyes állományokban nélkülözhetetlen. A bükk adja meg számos állomány jellegét és képét.

A bükk természetes felújítása ökológiai és pénzügyi okokból központi erdőművelési kérdés. A természethez közelálló és természetközvetlen végzett erdőgazdálkodás esetében ma Hessenben ez különösen mértékben érvényes.

A különböző tájakon azonban, egyrészt a löszös vályog által befolyásolt terü-

\* Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Németország

talajvizet, ha a gyökér által feltárt rétegben a talaj nedvességtartalma kevesebb. Az ilyen helyeken csak egy szepességi ligetes, minimális nedvességtartalomban álló szubstrátumot lehet találni.

A Szigetközben a kedvező természeti viszonyok miatt a szubstrátumot a talaj nedvességtartalma alapján lehet megkülönböztetni. A talaj nedvességtartalma a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni. A talaj nedvességtartalma a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni.

Az erdőterületek nedvesség- és hőmérsékletviszonyait a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni. A talaj nedvességtartalma a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni. A talaj nedvességtartalma a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni.

Az erdőterületek nedvesség- és hőmérsékletviszonyait a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni. A talaj nedvességtartalma a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni. A talaj nedvességtartalma a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni.

Az erdőterületek nedvesség- és hőmérsékletviszonyait a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni. A talaj nedvességtartalma a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni. A talaj nedvességtartalma a talajszelvények alapján lehet megkülönböztetni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szigetközi erdőszelvények és állományok és közreműködő szervezet munkáját igénylő cs. partnereink. Köszönetet mondunk az Erdészeti Tudományos Intézet erdőszelvénykutatóinak: Hunyadi László, Juhász György és Török Mihály, valamint a Szigetközben dolgozó kerületvezető erdőszelvénykutatóknak: Kisházy István, May Imrét és Szabó László. Együttal köszönetünket szeretnénk kifejezni a KTM-nek és a Kisalföldi Erdőgazdaság Rt-nek munkánk készséges támogatásáért.

# A TERMÉSZETES BÜKKÚJULAT MEGTEREMTÉSÉNEK ÉS MEGTARTÁSÁNAK TÉNYEZŐI

BRESSEM, ULRICH\*

## ÖSSZEFOGLALÓ

A bükk természetes felújítása ökológiai és pénzügyi okokból központi erdőművelési kérdés Hessenben (Németország). A különböző tájakon, egyrészt a löszös vályog által befolyásolt tarka homokkő termőhelyeken, másrészt a bazalt termőhelyeken évek óta felújítási problémák jelentkeznek. Tekintettel a vázolt helyzetre a Hesseni Erdészeti Kísérleti Intézetnek a bükk természetes felújítása, annak elősegítése és megóvása hosszú évek óta egyik kiemelt feladata.

**KULCSSZAVAK:** *Fagus silvatica*, természetes felújítás.

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Bundesland Hessen (Deutschland) ist die natürliche Verjüngung der Buche aus ökologischen und finanziellen Gründen ein zentrales waldbauliches Thema. Gebietsweise treten jedoch einerseits auf löblehmbeeinflussten Buntsandsteinstandorten und andererseits auf Basaltstandorten seit Jahren Verjüngungsprobleme auf. Angesichts dieser Situation liegt seit vielen Jahren eine Aufgabe der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt auf dem Gebiet der Förderung und Erhaltung der Buchennaturverjüngung.

**SCHLÜSSELWÖRTER:** *Fagus silvatica*, Naturverjüngung.

## BEVEZETÉS

Németország Hessen tartományában a bükk őshonos, leginkább elterjedt fafaj. Az erdőterület 34 %-át foglalja el és ezt az arányt több okból célszerű fenntartani. Gazdasági érdekből a fő- és elegyes állományban nélkülözhetetlen. A bükk adja meg számos állomány jellegét és képét.

A bükk természetes felújítása ökológiai és pénzügyi okokból központi erdőművelési kérdés. A természethez közelálló és természetszerűen végzett erdőgazdálkodás esetében ma Hessenben ez különös mértékben érvényes.

A különböző tájakon azonban, egyrészt a löszös vályog által befolyásolt tarka

\* Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Németország

homokkő termőhelyeken, másrészt a bazalt termőhelyeken évek óta felújítási problémák jelentkeznek. E problémák okai a termőhelyektől függően nagyon különfélék. A *bazalton*, de részben tarka homokkővön is döntő szerepet játszik:

- a légszennyeződés és a kényszerhasználatok miatti koronagyérülés eredményeként talajra jutó nagy mennyiségű fény, továbbá
- a magas nitrogénterhelés.

Ezek eredményezik ugyanis a mértéktelen, újulást gátló fű- és lágyszárú növényzet elburjánzását.

A gyenge pufferképességű *tarka homokkővön* a feltalaj elsavanyodása, az abból adódó stresszhelyzet és életképesség-csökkenés fontos tényező az újulat elmaradása ill. elpusztulása terén, hiszen ezen körülmény gyakran a károsítók fokozottabb fellépését teszi lehetővé.

Tekintettel a vázolt helyzetre, a Hesseni Erdészeti Kutatóintézetnek a bükk természetes felújítása, annak elősegítése és megóvása hosszú évek óta egyik kiemelt feladata.

## A BÜKKMAKKTERMÉS

Régóta ismeretes, hogy a makktermést megelőző év időjárása döntő mértékben járul hozzá a virágképződéshez. Az előző évi június és július hónapok magas, a sokévi átlagot legalább 1,5 °C-kal meghaladó hőmérséklete elősegíti a virágrügyek képződését. Az eredményes virágzás és termés tekintetében döntő továbbá a kései fagyok nélküli, enyhe tavasz és egy lehetőleg szárazság nélküli hűvös-nedves nyár bekövetkezése.

Egy makktermő év erős fiziológiai igénybevétellel jár együtt a tápanyagtartalékok hasznosítása miatt. Az utóbbi években az állományok (túl) gyakori makktermése volt megfigyelhető, ami gyakran csak szórványos vagy közepes termést eredményez. A bükknek ezen gyakori makktermő éveit stresszhelyzetekkel is kapcsolatosak lehetnek, amelyeket a légszennyeződés sokrétű hatásai válthatnak ki.

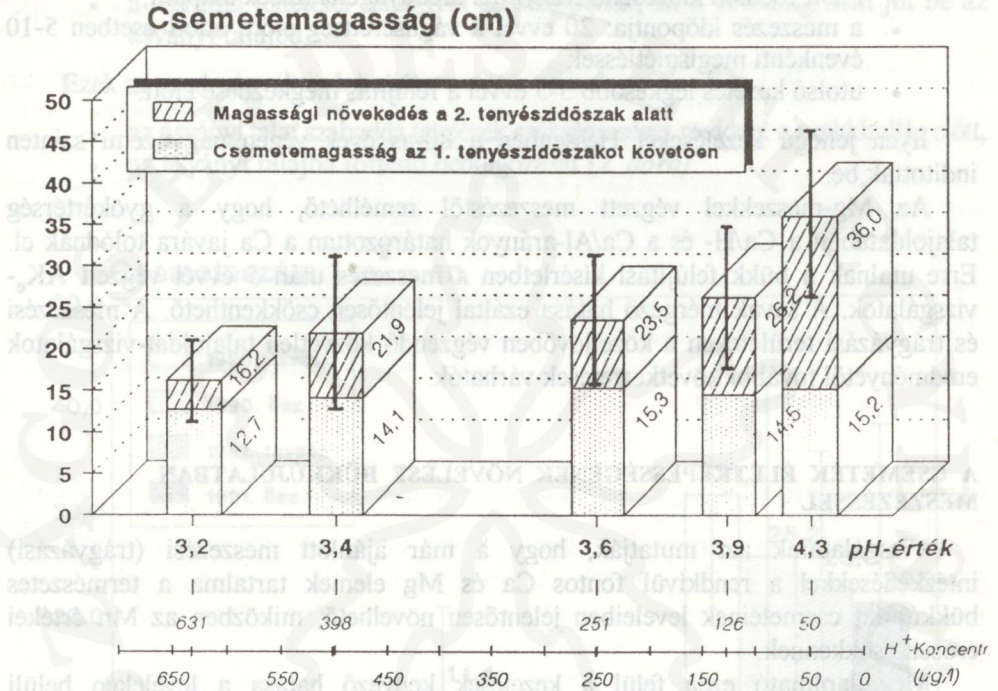
Sok idős bükkfa vetőmagja azonban - a látható károsodásuk ellenére - minőségileg nem rosszabb, mint a kevésbé vagy egyáltalán nem károsodott fáké.

## A TALAJOK KÉMIAI ÁLLAPOTA

A vizsgált *bazalt* termőhelyek talajának kémiai állapota alapján véve még lényegesen kedvezőbbnek ítélnélhető, mint a löszös vályog által befolyásolt tarka homokkő termőhelyeké. Feltételezhető, hogy a *bazalton* elsősorban nem a talaj jelenlegi kémiai állapota az a tényező, amely a felújulást kizárja, bár már itt is savanyodási tendenciák mutathatók ki.

Más a helyzet a *tarka homokkő* termőhelyeken. Itt a felújítási problémák egyik

lényeges okát a talaj kémiai állapotában, különösen a feltalaj elsavanyodásában kell látnunk. Ebben mértékadó tényező a talaj pH-ja. A tarka homokkő feltalajában és a humuszban gyakran mérünk 3,2-es vagy ennél kisebb pH-t (KCI). Ez a bükkmakk csírázására és az újulat fejlődésére kedvezőtlen, de már a 4,3-5,0 pH kedvező. Erre vonatkozóan laboratóriumi, növényházi és számos szabadföldi kísérlet vizsgálati eredményeivel rendelkezünk (1. ábra).



1. ábra. Bükkcsemeték magassági növekedése a talaj pH-értékétől függően (megfigyelési időszak: két tenyészidőszak)

*Der Höhenwachstum der Buchenverjüngung in Abhängigkeit von des pH-Wertes des Bodens (Beobachtungsverlauf: zwei Vegetationsperiode)*

Hasonló eredményeket közölt Gussone (1982), Ulrich (1975), Gehrman (1984) és Koss (1988).

Ezen túlmenően a kationcserekapacitás ( $AK_c$ ) is döntő szerepet játszik, mivel ebből következtetések vonhatók le a talajoldat kémiai viszonyaira és a bükk csíranövények gyökereinek savtoxicitás által lehetséges veszélyeztetettségére vonatkozóan. A nem szennyezett tarka homokkőes területek feltalajaiában a savas kationok (különösen a H és Al) részaránya az  $AK_c$ -n belül gyakran 85-95 %-os. A talajoldat megnövekedett H<sup>+</sup>- (és/vagy Al<sup>3+</sup>-) tartalmának mérgező hatásai ilyen

feltételek között nem zárhatók ki, kivált akkor, ha egyidejűleg nagyon alacsony Ca-mennyiség figyelhető meg.

A tarka homokkőves termőhelyeken ennek következtében megfelelő időben végzendő kémiai talajkezelés (kiegyenlítő meszezés, adott esetben trágyázás) ajánlható, a következő feltételekkel:

- kb. 3 t/ha Mg-mész (legalább 15 %  $MgCO_3$ );
- adott esetben kiegészítő trágyázás tápanyagelemzések alapján;
- a meszezés időpontja: 20 évvel a vágásérettség előtt, adott esetben 5-10 évenkénti megismétléssel;
- utolsó kezelés legkésőbb 3-5 évvel a felújítás megkezdése előtt.

Ilyen jellegű kezeléseket Hessenben a 80-as évek végén nagyüzemi szinten indítottak be.

Az Mg-meszekkel végzett meszezéstől remélhető, hogy a gyökértérség talajoldatában a Ca/H- és a Ca/Al-arányok határozottan a Ca javára tolnak el. Erre utalnak a bükk felújítási kísérletben a meszezés után 5 évvel végzett  $AK_e$ -vizsgálatok. A savak mérgező hatása ezáltal jelentősen csökkenthető. A meszezési és trágyázási területeken a közeljövőben végzendő közvetlen talajoldat-vizsgálatok eredményétől további következtetések várhatók.

#### A CSEMETÉK ÉLETKÉPESSÉGÉNEK NÖVELESE BÜKKÚJULATBAN MESZEZÉSSEL

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a már ajánlott meszezési (trágyázási) intézkedésekkel a rendkívül fontos Ca és Mg elemek tartalma a természetes bükkújulat csemetéinek leveleiben jelentősen növelhető, miközben az Mn értékei erősen csökkennek.

Megállapítható ezen felül a kezeléseket kedvező hatása a leveleken belüli tápanyagviszonyokra (pl. a N/Mg-arányra) is.

A meszezés ill. a trágyázás pozitív hatása kimutatható továbbá a csemeték fejlődése (magasság, levélméret stb.) alapján is.

#### TALAJMEGMUNKÁLÁS A TERMÉSZETES BÜKKÚJULAT ELŐSEGÍTÉSÉRE

Az értékes bükk vetőmag túlnyomó része a makkok áttelelése során az erdőtalajon elpusztul. Ez a tarka homokkő és a bazalt termőhelyekre egyaránt vonatkozik. Mértékadó károsító tényezők az alábbiak:

- gombásodás,
- egerek,
- madarak,
- vad (vaddisznó, őz),

- túl korai csírázás,
- kései fagyok,
- kiszáradás, stb.

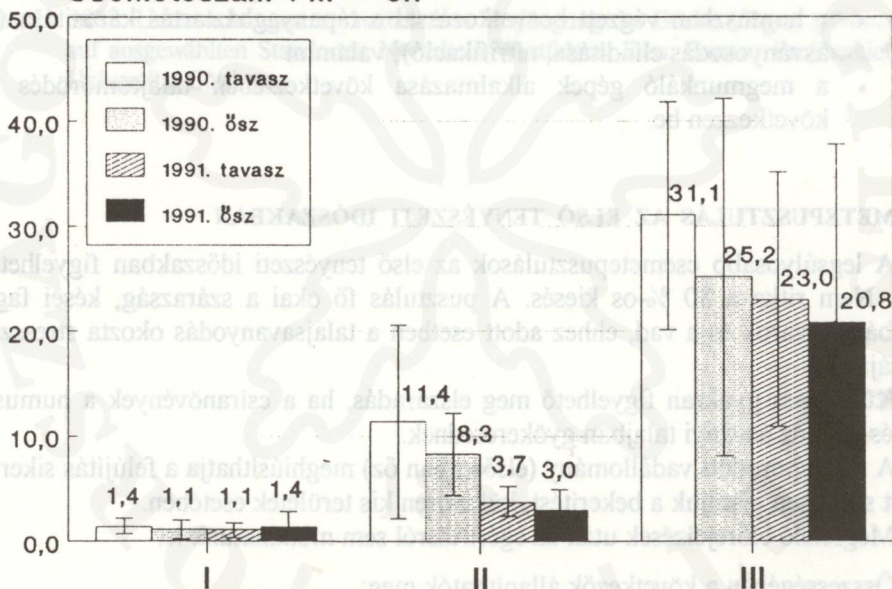
A felsoroltakkal kapcsolatban végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy

- a makkok a humuszos feltalajjal érintkezve rothadást okozó gombákkal fertőződnek, ezek a vetőmag csírázókéességét jelentősen csökkentik;
- a csírázás feltételei rendkívül kedvezőtlenek, ha a vetőmag nem jut be az ásványi talajba.

Ezek az eredmények indokolják:

- az ásványi talaj szabaddá tételének szükségességét röviddel a makkhullás előtt,
- az ásványi talajba történő bedolgozását (2. ábra).

### Csemeteszám 1 m<sup>2</sup> - en



2. ábra. Négyzetméterenkénti csemeteszám a kezelésektől függően  
(I: kontroll, II: avar- és humusz réteg felszaggatása,  
III: II. és a lehullott makk ásványi talajba való bedolgozása)

Die Steckenzahl pro Quadratmeter in Abhängigkeit von der Behandlung  
(I: Kontrol; II: Aufreißen der Laubdeckenschicht und der Humusschicht;  
III: II plus Einarbeitung der abgefallenen Eicheln in den Mineralboden)

Ami a munka technikáját illeti, ajánlható az ásványi talaj szabaddá tétele keskeny, kb. 1 m széles sávokon. A munkamélység legyen rendkívül csekély (csak az A<sub>1</sub>-szintig). Erre alkalmas munkaeszközök például a sávos eke vagy egy középerős tolólemezes traktor keskenyített tolólemezzel. Rendkívül fontos a makk bedolgozása a megmunkált sávokba, ez keskeny tárcsás boronákkal vagy többszöri talajlazítással végezhető el.

Az ilyen intenzív talajmegmunkálással:

- csökkenthető a makkvesztés;
- a makk megőrzi csírázóképességét, a csírázás feltételei kedvezőek;
- csökken a csemetepusztulás, a csemeték kedvezően fejlődnek.

Vitatottak a talajmegmunkálás mellékhatásai. Természetes, hogy a munkát az erdőtalajok sokrétű megterhelésére való tekintettel a lehető legkíméletesebben kell elvégezni. Ennek során fontos szempont, hogy

- a humuszban végzett beavatkozással a tápanyagháztartás károsítása (az ásványosodás elindítása, nitrifikáció); valamint
- a megmunkáló gépek alkalmazása következtében talajtömörödés ne következzen be.

## CSEMETEPUSZTULÁS AZ ELSŐ TENYÉSZETI IDŐSZAKBAN

A legsúlyosabb csemetepusztulások az első tenyészeti időszakban figyelhetők meg. Nem ritka a 80 %-os kiesés. A pusztulás fő okai a szárazság, kései fagy, gombák, rovarok és a vad, ehhez adott esetben a talajsavanyodás okozta stressz is hozzájárul.

Különösen gyakran figyelhető meg elszáradás, ha a csíranövények a humuszban és nem az ásványi talajban gyökeresednek.

A túlszaporodott vadállomány (elsősorban őz) meghiúsíthatja a felújítás sikerét. Ezért sürgősen ajánljuk a bekerítést, különösen kis területek esetében.

Megfelelő előrejelzések után az egérintásról sem mondhatunk le.

Összességében a következők állapíthatók meg:

Gyenge pufferképességű, feltalajukban erősen elsavanyodott termőhelyeken (pl. löszös vályog által befolyásolt tarka homokkövön) rendkívül fontos a savak puffereolására megfelelő időben elvégzett kompenzációs meszesítés.

A vizsgált termőhelyeken (tarka homokkő és bazalt), várható magtermés esetében az alábbi intenzív talajmegmunkálás ajánlott:

- az ásványi talaj szabaddá tétele röviddel a makkhullás előtt és
- a makk gondos bedolgozása az ásványi talajba.

A makk- és csemetepusztulás túlszaporodott vadállományok esetében olyan súlyos lehet, hogy kerítés építése okvetlenül szükséges.

Ha csak egyetlen döntő tényezőt is elhanyagolunk, úgy nagyon kérdésessé válik a bükk természetes felújulásának elősegítésére tett törekvések eredményessége.

## ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

### IRODALOMJEGYZÉK

- Gussone, H. A. 1982. Vorbereitungen zur Ausnutzung der Buchenmast 1982. Forst- u. Holzwirt 37, S. 389-391.
- Ulrich, B. 1975. Die Umweltbeeinflussung des Nährstoffhaushaltes eines bodensauren Buchenwaldes. Forstw. Cbl. 94, S. 280-287.
- Gehrmann, J. 1984. Einfluss von Bodenversauerung und Kalkung auf die Entwicklung von Buchenverjüngungen (*Fagus sylvatica* L.) im Wald. Diss. Forstw. Fachbereich der Universität Göttingen.
- Koss, H. 1988. Untersuchungen zur natürlichen Verjüngung der Buche (*Fagus sylvatica* L.) auf ausgewählten Standorten Nordrhein-Westfalens. Diss. Forstw. Fachbereich der Universität Göttingen.

1851

/1866/

A makk- és csemetepusztulás túlzásodott vadállományok esetében olyan mértékű lehet, hogy a területtel szembe kell lépni a kármentesítés érdekében. A kármentesítés célja a pusztulás megakadályozása, az állományok megmentése, a területtel szembe kell lépni a kármentesítés érdekében. A kármentesítés célja a pusztulás megakadályozása, az állományok megmentése, a területtel szembe kell lépni a kármentesítés érdekében.

BRODALOMGYŰJESZ

Grassano H. A 1982. Vörszórásról és a kármentesítésről. Erdészeti Kutatások 1982. Vol. 84. No. 1. 1-10. o.

Hotz W. 1984. Die Bedeutung der Waldschäden durch Mäuse. Erdészeti Kutatások 1984. Vol. 84. No. 2. 1-10. o.

Ulrich B. 1975. Die Auswirkungen der Waldschäden durch Mäuse. Erdészeti Kutatások 1975. Vol. 84. No. 3. 1-10. o.

Germann J. 1984. Einfluss von Bodenbearbeitung und Kallung auf die Fällleistung von Buchen im Winter. Erdészeti Kutatások 1984. Vol. 84. No. 4. 1-10. o.

Kozár H. 1982. Untersuchungen zur Nahrungszusammensetzung von Mäusen im Winter. Erdészeti Kutatások 1982. Vol. 84. No. 5. 1-10. o.

SEMTEPUSZTULÁS AZ ÉLSŐ TERVEZÉSI IDŐSZAKBAN

A leg súlyosabb csemetepusztulások az első tervezési időszakban figyelhetők meg. Nem ritka a 50-60%-os pusztulás. A pusztulás fő oka a szárazság, később pedig a gombák, rovarok és a vadállomány okozta sérülések okozta stressz is hozzájárul.

Különböző gyakran figyelhető meg elszáradás, ha a csemeték gyökereiben a tápanyaghiány miatt gyökéresednek.

A túlzásodott vadállomány (először az) megújítható a felújítás sikerét. Ezért sürgős ajánljuk a bekerítést a károsított területek esetében.

Megfelelő ellátások után az egérirtásról sem mondhatunk le.

Összességében a következők állapíthatók meg:

Gyenge puffertoleranciájú, feltalálható az erdei csemetepusztult termőhelyeken (pi löszös vályog által befolyásolt tarka homokos) rendkívül fontos a savak puffertoleranciára megfelelő időben elvégzett kompenzációs mészezés.

A vizsgált termőhelyeken (tarka homokos és bazalt), várható magtermés esetében az alábbi intenzív talajmunkák ajánlott:

- az ásványi talaj szabadon tétele röviddel a makkhullás előtt és
- a makk gyors bedolgozása az ásványi talajba

# ERDÉSZETI GÉNFORRÁSOK FENNTARTÁSA ÉS REZISZTENCIA- NEMESÍTÉS A SZŐR PÉLDÁJÁN

## ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

JANSEN ALWEP

### ÖSSZEFOGLALÓ

A genetikai veszélyesség a betegségek és károsítók tartós megjelenése miatt is veszélyes lehet. Erre egyik példaként a szőket érintő betegségeket, melyek fennmaradásukban a nem sokkal az első világháború előtt Európába behurcolt holland szőlfabetegségek, az elmúlt évtizedekben veszélyes szerepet játszottak Hessen tartományban az 50-es évektől fogva foglalkoznak a gombával szemben ellenálló szők nemesítésével.

**KULCSSZAVAK:** Ulmus ssp., génmegőrzés, rezisztenciánemesítés

### ZUSAMMENFASSUNG

Gefährdungen der genetischen Vielfalt können auch durch Krankheiten oder durch die Seitenheit bestimmter Arten auftreten. Ein Beispiel hierfür sind die Ulmen, die durch die kurz vor dem Ersten Weltkrieg nach Europa eingeschleppte Holländische Ulmenkrankheit inzwischen in ihrem Vorkommen gefährdet sind. Im Bundesland Hessen (Deutschland) wird die Ulme seit den 50er Jahren züchterisch bearbeitet.

**SCHLÜSSELWÖRTER:** Ulmus ssp., Genhaltung, Resistenzzüchtung

### BEVEZETÉS

A sok évezredes evolúciós alkalmazkodás során sok faj kialakult, más fajok újonnan keletkeztek. A 19. században a genetikai variáció az első lépés a genotípusok elvesztése, valamint mutációk által genetikai heterozigotusok elvesztésében megváltozott.

Néhány évezred óta az ember beavatkozása a természetet megváltoztatta, mert:

- a legjobb termőhelyeken károsította az erdőket,
- a nem őshonos fajok telepítésével megváltoztatta a természetes fajösszetételt,
- az erdészetileg érdektelen fajok elterjesztésével,
- az őshonos fajok nem hazai származásának telepítésével megváltoztatta az erdők genetikai sokféleségét és szerkezetét.

\* Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Németország

ERDÉSZETI NEMESÍTÉS



# **ERDÉSZETI GÉNFORRÁSOK FENNTARTÁSA ÉS REZISZTENCIA-NEMESÍTÉS A SZILEK PÉLDÁJÁN**

**JANSSEN, ALWIN\***

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

A genetikai sokféleség a betegségek és bizonyos fajok ritkasága miatt is veszélybe kerülhet. Erre egyik példaként a szileket említhetjük, melyek fennmaradásukban a nem sokkal az első világháború előtt Európába behurcolt holland szilfabetegségek miatt időközben veszélyeztetetté váltak. Hessen tartományban az 50-es évek óta foglalkoznak a gombával szemben ellenálló szilek nemesítésével.

**KULCSSZAVAK:** *Ulmus* ssp., génmegőrzés, rezisztencianemesítés.

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Gefährdungen der genetischen Vielfalt können auch durch Krankheiten oder durch die Seltenheit bestimmter Arten auftreten. Ein Beispiel hierfür sind die Ulmen, die durch die kurz vor dem Ersten Weltkrieg nach Europa eingeschleppte Holländische Ulmenkrankheit inzwischen in ihrem Vorkommen gefährdet sind. Im Bundesland Hessen (Deutschland) wird die Ulme seit den 50er Jahren züchterisch bearbeitet.

**SCHLÜSSELWÖRTER:** *Ulmus* ssp., Generhaltung, Resistenzzüchtung.

## **BEVEZETÉS**

A sok évezredes evolúciós alkalmazkodás során sok faj kihalt, más fajok újonnan keletkeztek. A fajokon belüli genetikai variáció az allélek ill. genotípusok elvesztése, valamint mutációk általi genetikai információk nyérése következtében megváltozott.

Néhány évezred óta az ember is pótlólagos evolúciós tényezőként lépett fel, mert:

- a legjobb termőhelyeken kiirtotta az erdőket,
- a nem őshonos fafajok telepítésével megváltoztatta a természetes fafajösszetételt,
- az erdészetileg érdektelen fafajokat visszaszorította, végül
- az őshonos fafajok nem hazai származásainak telepítésével megváltoztatta az erdők genetikai sokféleségét és szerkezetét.

\* Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Németország

Körülbelül egy évszázad óta a különböző légszennyező anyagok hatásai is pótlólagos szelekciós tényezőként léptek fel az erdei fáknál,

- hiszen a fák vagy az egész állományok elhalása következtében a genetikai információk közvetlen elvesztésére került sor,
- és mert a légszennyező anyagok negatív hatásai az utódállományok genetikai szerkezetét már a szaporodási fázisban megváltoztatják.

A megmaradáshoz az erdei fák populációinak nagyfokú genetikai variabilitásra van szükségük. A nagy genetikai sokféleséggel rendelkező populációk alkalmazkodóképessége nagyobb, mint a kisebb genetikai variációjú populációké. A genetikai sokféleség nemcsak ahhoz szolgál alapul, hogy az erdei fák a megváltozott környezeti feltételekhez alkalmazkodni tudjanak, hanem az erdők nagyobb teljesítőképességéhez és létképességéhez is.

A genetikai sokféleség a betegségek és bizonyos fajok ritkasága miatt is veszélybe kerülhet. Erre egyik példaként a szileket említhetjük, melyek fennmaradásukban a nem sokkal az első világháború előtt Európába behurcolt holland szilfa-betegségek miatt időközben veszélyeztetetté váltak.

## A SZILFAJOK

Európában három különböző szilfafaj fordul elő. Elterjedési területük határait az 1. ábra mutatja.

A vénic-szil (*Ulmus laevis* Pall.) előfordulása lényegében Közép- és Kelet-Európára korlátozódik. Mint a patakok és folyók kísérője az ártéri erdőtársulásokban terjedt el. Nem nő olyan magasra, mint a másik két szilfafaj.

A mezei szil (*Ulmus minor* Mill.) a sík és a dombvidék fája. Ritkán hatol 600 m-nél magasabbra. A vénic-szilhez hasonlóan gyakran vegetatív úton, gyökér- és tuskósarjakkal terjed és főleg ártéri erdőtársulásokban található, itt mindenesetre az uralkodó koronaszintbe tartozik.

A hegyi szil (*Ulmus glabra* Huds.) messzebbre hatol északra, mint az előbb említett két faj. Az Alpokban a montán lépcsőn 1400 m-es magasságokig fordul elő. Nemcsak ártéri erdőkben terjedt el, hanem elegyfajként tápanyagokban gazdag, jó vízellátottságú bükkösökben, különösen szurdokerdő-társulásokban található.

Mindhárom szilfafaj közös vonása a korai, bőséges és gyakori virágzás. A vetőmag mindenesetre csak rövid ideig csírázóképes. A gyorsan hanyatló magassági növekedés miatt a szilek nagyon hamar alulmaradnak a többi fafajjal folytatott versenyben, ezért Németország erdeiben rendszerint csak kisebb-nagyobb csoportokban fordulnak elő.



-----▲ *Ulmus glabra* Huds.

-----• *Ulmus laevis* Pall.

————▲ *Ulmus minor* Mill.

1. ábra. A három szilfaj elterjedési területének határai

*Die Grenzen des Verbreitungsgebietes der 3 Ulmenarten*

A szilék erdőn kívüli előfordulása éppen az észak-német térségben tájalakító jellegű. A faszorok és a porták fáinak nagy része - közülük sok már elpusztult - szilfa volt, rendszerint mezei szil. Dániában a szilfavész fellépése előtt az erdőn kívüli tájban előforduló fák fele szil volt.

A szilék felvétele- és meghatározásakor problémát okoz, hogy a mezei és a hegyi szil természetes úton kereszteződik. Nagyon sok átmeneti típus fordul elő.

**A HOLLAND SZILFABETEGSÉG**

A szilfavészt a tömlős gombák közé tartozó *Ceratocystis ulmi* (Buism.) C. Moreau váltja ki. A gomba eredetét még nem sikerült végérvényesen tisztázni,

nagyon valószínű, hogy Kelet-Ázsiából származik. Ott ellenálló szilfajok találhatók (*U. pumila* L., *U. japonica* (Rehd.) Sarg., *U. parvifolia* Jacq., *U. Wallichiana* Planch.), ami a gazdanövény és a gomba között kialakult biológiai egyensúlyra utal.

Európában a *Ceratocystis ulmi*-t 1920-ban először Schwarz izolálta Hollandiában (innen a név!). Ekkor azonban a szilfavész már Hollandiában, Belgiumban és Franciaország északi részén széleskörűen elterjedt. A legidősebb megtámadott évyűrűk keletkezési évét Hollandiában és Angliában 1912-ben határozták meg. Európa északnyugati részéről a holland szilfabetegség 1921-ben Németországra, 1928-ban Ausztriára, 1930-ban Olaszországra, 1936-ban az európai Oroszországra és 1939-ben Üzbekisztánra is áttért.

Skandináviában szintén megtalálták a gombát, de itt nem került sor a szilek tömeges pusztulására, valószínűleg azért, mert az éghajlati feltételek a szilszijácsszúnak nem kedveznek.

Angliában az első járvány idején, 1927 és 1960 között, a szil populációnak mintegy 10-20 %-a pusztult el.

A hatvanas évek végén Angliában egy újabb betegségi hullám kezdődött egy agresszívebb gombatorzsszel, amelyet a sziklaszil (*Ulmus thomasi* Sarg.) furnér-rönkjeivel Kanadából hurcoltak be. 1971 és 1978 között Dél-Anglia mintegy 22 millió szilfájának kb. 70 %-a esett a betegségnek áldozatul. Ezt az agresszívebb törzset Németalföldön először 1972-ben, Németországban és Franciaországban pedig 1973-ban sikerült izolálni. Oroszország délkelet-európai részéről az agresszív törzsnek egy eurázsiai fajtája terjedt 1968-tól nyugat felé.

## A KÓROKOZÓ ÉS TERJEDÉSE

A fertőzés után a gomba először főleg élesztőszerűen elágazó sejteket képez a legfiatalabb évyűrű korai-fa-edényeiben. Az udvaros gödörkéken át a szomszédos edényekbe nyomul előre. A vízszállítás által a gomba a fában gyorsan terjed. Mérgező anyagok kiválasztásával a gomba az edényekkel szomszédos parenchima-sejteket kollabálásra készíteti. Ez erőteljes tilliszképződésre vezet a vízvezető pályákban, valamint fenolos anyagok lerakódásához, aminek következtében június közepétől a koronában hervadási tünetek mutatkoznak:

- a levelek sárgulnak és barnulnak,
- a levelek besodródznak,
- egyes ágak lombozata elszárad.

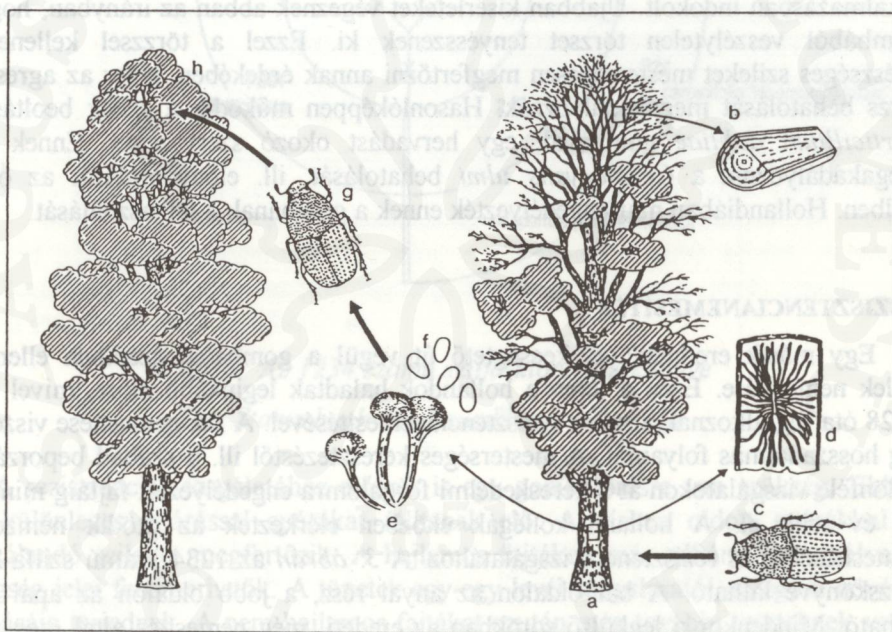
Egyetlen tenyészidőszakon belül a megtámadott fa teljesen elhalhat.

A betegséget (2. ábra) szilszijácsszúk, főleg a *Scolytus scolytus* F. és a *S. multistriatus* Marsh. terjesztik tovább (c). A szilszijácsszúk a betegeskedő vagy már elhalt szilek törzsein vagy vastagabb ágain telepednek meg (a). A bogár a háncsrétegben költő- és táplálkozó járatokat létesít, miközben a legfiatalabb év-

gyűrűnek a gomba által fertőzött fáját is érinti (b, d). A járatokban a gomba szaprofita módon fejlődik (e). Kifejlődésük után a fiatal bogarak a rájuk tapadó gombaspórákkal együtt júniustól októberig kirepülnek (g). Egészséges szilek fiatal hajtásainak ághónaljaiban érlelőrágást végeznek, miáltal ezeket a szileket megfertőzik (h).

Az átvitelnek ezen módja mellett a gomba gyökérösszenövéseiken át közvetlenül szomszédos szilekbe is előnyomulhat.

A *C. ulmi*-t malátaagaron végzett tenyészetekben lehet kimutatni. A fertőzött ágak arról ismerhetők fel, hogy a legfiatalabb évgyűrű vízvezető pályái sötétten elszíneződnek. Az ilyen ágak részeit Petri-csészékben malátaagarra helyezik. A gomba néhány nap múlva jellegzetes növekedést mutat. A gomba nem agresszív és agresszív törzsei e gombatenyészetek külső képe és a különböző hőmérsékleten mutakozó eltérő növekedés alapján különböztethetők meg egymástól.



2. ábra. A károsítás folyamata

Der Schädigungsprozeß

## VÉDEKEZÉSI LEHETŐSÉGEK

A védekezési lehetőségek közül a megbetegedett szilek azonnali kivágása áll első helyen. Ezt követően ehhez tartozik a bogarak költésére alkalmas anyag maradéktalan megsemmisítése, erre az elégetés felel meg a legjobban. Mindenesetre

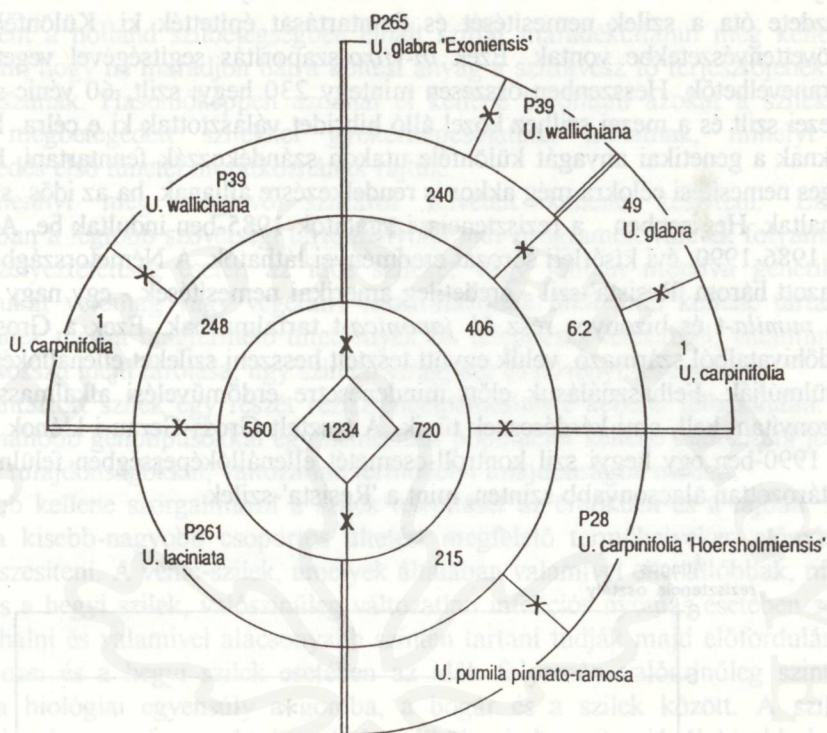
tisztában kellene lennünk azzal, hogy valamennyi elhalt szilfa azonnali eltávolításával az elhalt szilfához kötött valamennyi élő szervezet már csak kevés anyagot talál túléléséhez, ha a szilre vannak specializálva.

A bogár elleni védekezésre különféle lehetőségek vannak. Többek között rovarölő szerekhez nyúlhatunk. Mivel még nincsen a szilzijácsszúra ható fajlagos készítmény, ilyen módszerekkel sok más szervezetet is terhelünk, ha nem is öljük meg teljesen. Másfelől a feromoncsapdákkal vagy az úgynevezett fogófákkal lehetőségünk van arra, hogy a szilzijácsszút tervszerűen befogjuk. A csekély populációsűrűség miatt azonban ez a módszer nem ígér nagyobb eredményt.

A gombát magát antagonisztikusan ható ellenfelek segítségével a fában fékezhetjük meg. Rendkívül nagy ráfordítást kíván azonban az, hogy az ellenszert kielégítően nagy adagban hosszú időn át egy veszélyeztetett vagy megbetegedett szilfába bevigyük. Ugyanez vonatkozik a gombaölő szerekre is. Mindkét intézkedés a nagy költségek miatt csak értékes faegyedek esetében, nem pedig tömeges alkalmazásban indokolt. Újabban kísérleteket végeznek abban az irányban, hogy a gombából veszélytelen törzset tenyészessenek ki. Ezzel a törzssel kellene az egészséges szileket mesterségesen megfertőzni annak érdekében, hogy az agresszív törzs behatolását megakadályozzák. Hasonlóképpen működik a szilek beoltása a *Verticillium dahliae* gombával, egy hervadást okozó szervezettel. Ennek kell megakadályoznia a *Ceratocystis ulmi* behatolását, ill. előnyomulását az oltott szilben. Hollandiában már engedélyezték ennek a gombának a felhasználását.

## REZISZTENCIANEMESÍTÉS

Egy másik eredménnyel kecsegtető út végül a gombával szemben ellenálló szilek nemesítése. Ezen a téren a hollandok haladtak leginkább előre, mivel már 1928 óta foglalkoznak a szilek rezisztencianemesítésével. A fák nemesítése viszonylag hosszadalmas folyamat. A mesterséges keresztezéstől ill. a szabad beporzástól különféle vizsgálatokon át a kereskedelmi forgalomra engedélyezett fajtaig mintegy 20 év telik el. A holland kollégák eközben elértek az ötödik nemzedék nemesítéséhez és rezisztenciavizsgálatához. A 3. ábrán az 1234 számú szilfa-klón törzskönyve látható. A bal oldalon az anyai rész, a jobb oldalon az apai rész látható. Mindenkor a legkülső sorokban az eredeti, még nemesítés által meg nem változtatott keresztezési partnerek találhatók. Ezek olyan fák, amelyeket az egész világról gyűjtőutak során hordtak össze. Az előttünk fekvő példában a hegyi és a mezei szil mellett a Himalája-térségből hozott *Ulmus wallichiana*, valamint a szibériai-japán térségből származó *U. pumila* és *U. laciniata* áll. Az ázsiai szilfajok bekeresztetésének előnye abban van, hogy ezek már az evolúció során egyensúlyi állapotot alakítottak ki a gombával, és gombával szembeni ellenállóképességgel rendelkeznek. Ezt az ellenállóképességet kívánják az európai szilfajokkal végzett keresztezések által az utódokra átvinni.



3. ábra. Az 1234 számú szilfa-klón törzskönyve

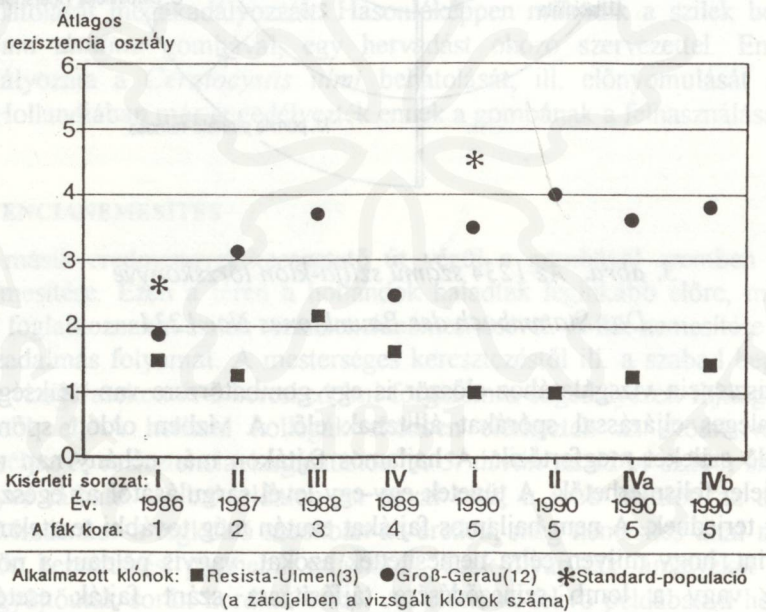
*Das Stammbuch des Baumklones No. 1234*

A rezisztencia vizsgálatához először is egy gombatörzsre van szükség. Ebből egy különleges eljárással spórákat állítanak elő. A vízben oldott spórákkal a vizsgálandó szilékot megfertőzik. A hajlamos fajtákon már néhány nap múlva a betegség jelei felismerhetők. A tünetek egy-egy levél sárgulásától az egész növény elhalásáig terjednek. A nem hajlamos fajtákat ezután még további teszteknek vetik alá, aszerint, hogy milyen célra nemesítették azokat, vagyis például a növekedés formájára vagy a lomb színeződésére tájfásításra szánt fajták esetében és erdőművelési alkalmasságra erdei fák esetében.

Hollandiában ez ideig 9 szilfajta kereskedelmi forgalmazását engedélyezték. Mindenesetre a szilékot út menti vagy tájfásítási fáknek a Hollandiában adott éghajlati viszonyok között nemesítették ki. Ezért ezek a fajták más feltételek közötti telepítésre - pl. Észak-Amerikában - nem feltétlenül alkalmasak.

Hesszen tartományban az 50-es évek óta foglalkoznak a szil nemesítésével. Először a jó növekedésű hegyi szilékéből ültetvényt létesítettek vetőmag előállítására.

céljából. Ezt időközben a szilfavész szintén veszélyezteti. Továbbá a 80-as évek kezdete óta a szilek nemesítését és fenntartását építették ki. Különféle szileket szövettényészetekbe vontak. Ezek *in-vitro*-szaporítás segítségével vegetatív úton újrannevelhetők. Hesszenben összesen mintegy 230 hegyi szilt, 60 vénic-szilt és 30 mezei szilt és a mezei szilhez közel álló hibridet választottak ki e célra. Ezeknek a fáknek a genetikai anyagát különféle utakon szándékozzák fenntartani, hogy esetleges nemesítési célokra még akkor is rendelkezésre álljanak, ha az idős szilek már elhaltak. Hesszenben a rezisztenciavizsgálatok 1985-ben indultak be. A 4. ábrán az 1986-1990. évi kísérleti sorozat eredményei láthatók. A Németországban forgalmazott három 'Resista'-szil - eredetileg amerikai nemesítések - egy nagy részarány *U. pumila*-t és bizonyos rész *U. japonica*-t tartalmaznak. Ezek a Gross-Gerau-i erdőhivatalból származó, velük együtt tesztelt hesszeni szileket ellenállóképességben felülmúlják. Felhasználásuk előtt mindenesetre erdőművelési alkalmasságukat is bizonyítani kell, ami kérdésesnek tűnik. A tesztelt Gross-Gerau-i klónok 1986-ban és 1990-ben egy hegyi szil kontroll-csemetét ellenállóképességben felülmúltak, de határozottan alacsonyabb szinten, mint a 'Resista'-szilek.



4. ábra. Az 1986-1990. évi kísérleti sorozat eredményei

Die Ergebnisse der Versuchsserie zwischen 1986 und 1990

## ÖSSZEFOGLALÁS

Elsőként a holland szilbetegségben elhalt szilfát maradéktalanul meg kellene semmisíteni, hogy ne maradjon hátra költési anyag a szilfavész fő terjesztőjének, a szilszijácsszúnak. Hasonlóképpen azonnal el kellene távolítani azokat a szileket, amelyek megbetegedett szilekkel gyökérkapcsolatban állhatnak, mihelyt a megbetegedés első tünetei mutatkoznának rajtuk.

Valamennyi még meglevő szilfáról felvételt kellene készíteni. Ezzel kapcsolatban a legtöbb szövetségi tartományban már programok vannak folyamatban. Veszélyeztetettség esetén az idős szileket vagy jobban mondva genetikai potenciáljukat vetőmag vagy vegetatív leszármazottak által fenn kellene tartani. Szóba jönnek még a magtermelő ültetvények ill. telepítések létesítései, valamint a vetőmag hosszú idejű tárolása, úgy szintén virágpore és növényi részeké is.

A fenntartott szilek egy részét rezisztencianemesítésre kellene felhasználni. A talált ellenállóbb genotípusokkal egy nemesítési populációt kellene kialakítani jobb ellenállási tulajdonságokkal, változatlan termőhelyi tulajdonságok mellett.

Tovább kellene szorgalmazni a szilek telepítését az erdőkben és a tájban. Az erdőben a kisebb-nagyobb csoportos ültetést megfelelő termőhelyeken előnyben kellene részesíteni. A vénic-szilek, amelyek általában valamivel ellenállóbbak, mint a mezei és a hegyi szilek, valószínűleg változatlan infekciós nyomás esetében sem fognak kihalni és valamivel alacsonyabb szinten tartani tudják majd előfordulásukat. A mezei és a hegyi szilek esetében az idők folyamán valószínűleg szintén kialakul a biológiai egyensúly a gomba, a bogár és a szilek között. A szilek populációjának nagysága emberi segítség nélkül mindenestre jóval kisebb lesz, mint a mai előfordulás esetében.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Brasier, C. M. 1983. The future of Dutch elm disease in Europe. In Burdekin, D.A. (ed.). Research on Dutch elm disease in Europe. Forestry Commission Bulletin 60, Proc. of the E.E.C. Research Seminar, Guernsey, Channel Islands, 30th March - 1st April, 1982, 96-104.
- Brasier, C. M. 1990. China and the origins of Dutch elm disease: an appraisal. *Plant Pathology* 39:5-16.
- Bohnsens, J. und Janssen, A. 1992. Arterhaltung und Resistenzzüchtung: Ulme - Baum des Jahres 1992. *Allg. Forstz.* 47:636-638.
- Butin, H. 1989. *Krankheiten der Wald- und Parkbäume.* Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 172 S.
- Froehlich, H.-J. 1988. Ulmenkostbarkeit am Rhein? *Allg. Forstz.* 43:1348.
- Hegi, G. 1957. *Flora von Mitteleuropa.* Band III/1 Dicotyledones, Verlag Carl Hanser, München, 452 S.

- Heybroek, H. M. 1983. Resistant elms for Europe. In Burdekin, D.A. (ed.). Research on Dutch elm disease in Europe. Forestry Commission Bulletin 60., Proc. of the E.E.C. Research Seminar, Guernsey, Channel Islands, 30th March - 1st April 1982, 108-113.
- Heybroek, H. M. 1992. Erfahrungen mit der Ulmenresistenzzüchtung - ein zusammenfassender Überblick. Vortrag anlässlich des 1. Ulmensymposiums am 21. und 22. Mai 1992 in Hann. Münden.
- Hess. Min. für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, 1991. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Jahresbericht 1990. Hann. Münden, 56 S.
- Hess. Min. für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, 1992. Forst-Warndienst 1., Hann. Münden, 5 S.
- Nikodemus, A. 1990. Identifikation mikrovermehrter Ulmenhybriden (*Ulmus* x *hollandica* MILLER) anhand von Frühjahrsaustrieb, blattmorphologischen Merkmalen und Isozymanalysen. Dipl. Arb., Fachhochschule Hildesheim/Holzminde, Fachbereich Forstwirtschaft, Göttingen, 86 S.
- Ruetze, M., Heybroek, H.M. 1986. Ulmensterben. In: Butin, H., König, E., Schütt, P. (Hrsg.): Waldschutzmerkblatt 11, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Schütt, P., Schuck, H.J., Stimm, B. (Hrsg.) 1992. Lexikon der Forstbotanik. Ecomed-Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, 581 S.
- Stipes, R. J. and Campana, R.J. (eds.) 1981. Compendium of Elm Diseases. American Phytopathological Society 96 S.
- Weisgerber, H. 1990. Beiträge zur genetischen Variation der Waldbäume und Gefahren der Genverarmung durch Pflanzenzüchtung. Forstliche Forschungsberichte, München, 107:191 S.

ADATOK TÓLGYEKEN ÉLŐ GUBACSDÁRAZSOK  
(HYMENOPTERA: CYNIPIDAE) MAGYARORSZÁGI  
ELTERJEDÉSÉRE ÉS TÁPNOVÉNYVÁLASZTÁSÁRA

ERDŐVÉDELEM

CSÖRKE GYÖNGY

ÖSSZEFOGALOM

E közleményben 1989 és 1993 között gyűjtött, 68 gubacsdráza által okozott 80 gubacsfajta, 109 helyen és 10 *Quercus* tápnövényen származás, elterjedési és tápnövény adatait ismertetem. A 80 gubacsfajta mintegy 2/3-a az összes ismert magyarországi tölgy cynipida gubacsfajta. Leggyakoribb gubacsok az *Andricus lignicola* és az *Andricus kollari* agam gubacsok, 87 illetve 72 előfordulással.

KEY WORDS: Cynipidae, gubacsdrázasok, tölgyek, *Quercus*, magyarországi elterjedés, tápnövények

ABSTRACT

This article reports occurrence and hostplant data (gathered between 1989 and 1993) of 80 cynipid gall types formed by 68 species of gall wasps on 10 species of oaks at 109 different locations in Hungary. These 80 types represent 66% of all catergated ones known in Hungary. The most frequent gall types were the agamic *Andricus lignicola* and *A. kollari*. These galls were found at 87 and 72 locations, respectively.

KEY WORDS: gall wasps, *Quercus*, oak trees

BEVEZETÉS

A tölgyeken élő gubacsdrázasok tulajdonságaitól függően, egy-egy bizonyos meghatározható gubacsot képez tápnövényen bizonyos típusú. Ezen képződmények hosszabb-rövidebb ideig - egyesek több évig is - illékony állatokként is igen szorosan kötődnek a tápnövényhez. E ténynek állatökológiai és taxonómiai szempontból is megkülönböztetési jelentősége lehet. Nevezetesen az, hogy a szaxszilis gubacs előfordulása egy adott tápnövényen vagy területen sokkal jobban értelmezhető és értékelhető információt szolgáltat, mint egy nem helyhez kötött állat hasonló adata. Valóis állatokkal, például Lepidoptorákkal, igen gyakran olyan területeken, illetve tápnövényeken is találkozhatunk, ahol, illetve amik megtelepedni, szaporodni nem

- Heybroek, H. M. 1980. Resistant elms for Europe. In Burdick, D.A. (ed.): Research on Dutch elm disease in Europe, Forestry Commission Bulletin 60., Proc. of the E.E.C. Research Seminar, Guernsey, Channel Islands, 30th March - 1st April 1982, 108-113.
- Heybroek, H. M. 1992. Erfahrungen mit der Ulmenresistenzzüchtung - ein zusammenfassender Überblick. Vortrag anlässlich des 1. Ulmenkongresses am 21. und 22. Mai 1992 in Hann. Münden.
- Hess. Min. für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, 1991. Hessische Forstliche Versuchsanstalt: Jahresbericht 1990. Hann. Münden, 56 S.
- Hess. Min. für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, 1992. Forst-Walddienst 1, Hann. Münden, 35 S.
- Nikodemus, A. 1990. Identifikation nekrotischer Ulmenbrände (*Ulmus x hollandica* MILL.) anhand von Frühjahrsaustrieb, blattmorphologischen Merkmalen und Isoenzymtypen. Dipl. Arb., Fachhochschule Hildesheim/Verzimden, Fachbereich Forstwirtschaft, Göttingen, 56 S.
- Ruetze, M., Heybroek, H.M. 1986. Ulmenzüchtung. Butin, H., König, E., Sauer, P. (Hrsg.): Waldschutzmerkblatt 11, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Schubert, E., Schuck, H.J., Sturm, B. (Hrsg.) 1992. Lexikon der Forstbotanik. Beamed-Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, 581 S.
- Sipes, S. J. and Carpenter, R.J. (eds.) 1981. Compendium of Elm Diseases. American Phytopathological Society, 26 S.
- Wagner, H. 1979. Beiträge zur genetischen Variation der Waldulme und Genetica der Genvererbung durch Pflanzenzüchtung. Forstliche Forschungsberichte, München, 107/191 S.

1851

/1866/

**ADATOK TÖLGYEKEN ÉLŐ GUBACSDARAZSAK  
(HYMENOPTERA: CYNIPIDAE) MAGYARORSZÁGI  
ELTERJEDÉSÉRE ÉS TÁPNÖVÉNYVÁLASZTÁSÁRA  
VONATKOZÓAN**

**CSÓKA GYÖRGY**

**ÖSSZEFOGLALÓ**

E közleményben 1989 és 1993 között gyűjtött, 68 gubacsdarázs faj által okozott 80 gubacs fajta, 109 helyről és 10 *Quercus* tápnövényről származó elterjedési és tápnövény adatait ismertetem. A 80 gubacs fajta mintegy 2/3-a az összes ismert magyarországi tölgy cynipida gubacsnak. Leggyakoribb gubacsok az *Andricus lignicola* és az *Andricus kollari* agam gubacsok, 87, illetve 72 előfordulással.

**KULCSSZAVAK:** *Cynipidae*, gubacsdarazsak, tölgyek, *Quercus*, magyarországi elterjedés, tápnövények.

**ABSTRACT**

This article reports occurrence and hostplant data (gathered between 1989 and 1993) of 80 cynipid gall types formed by 68 species of gall wasps on 10 species of oaks at 109 different locations in Hungary. These 80 types represent 66 % of all oak-related ones known in Hungary. The most frequent gall types were the agamic *Andricus lignicola* and *A. kollari*. These galls were found at 87 and 72 locations, respectively.

**KEY WORDS:** gall wasps, *Quercus*, host trees.

**BEVEZETÉS**

A tölgyeken élő gubacsdarazsak túlnyomó többsége fajspecifikus, egyértelműen meghatározható gubacsot képez tápnövénye bizonyos részein. Ezen képződmények hosszabb-rövidebb ideig - egyesek több évig is - fizikai értelemben is igen szorosan kötődnek a tápnövényhez. E ténynek állatföldrajzi és rovarökológiai szempontból is megkülönböztetett jelentősége lehet. Nevezetesen az, hogy a szesszilis gubacs előfordulása egy adott tápnövényen vagy területen sokkal jobban értelmezhető és értékelhető információt szolgáltat, mint egy nem helyhez kötött állat hasonló adata. Vagilis állatokat, például Lepidoptérákat, igen gyakran olyan területeken, illetve tápnövényeken is találhatunk, ahol, illetve amin megtelepedni, szaporodni nem

lennének képesek. Ha tehát ezeket az eseteket nem kezeljük kellő óvatossággal, akkor esetenként valótlan alapadatokra építjük fel vizsgálódásainkat. Ezzel szemben a gubacsdarazsak esetében a normális méretű, kifejtett, biztonsággal meghatározható gubacs egyértelműen utal arra, hogy a kérdéses faj a területet „lakja”, illetve az adott tápnövényen tenyészik. Éppen ez a „megbízhatóság” az, ami miatt a gubacsdarazsak kedvelt célpontjai a rovar- tápnövény interakciók kutatásnak, valamint az állatföldrajzi vizsgálatoknak.

Magyarországon számos faunisztikai közlemény szolgáltat adatokat a tölgyeken élő cynipidák elterjedésére vonatkozóan. (A teljesség igénye nélkül: Szépliget, 1890; Méhes, 1922; Moesz, 1938; Balás, 1941; Ambrus, 1962, 1964, 1974; Csóka, 1991, 1992 a,b; Csóka, Melika, 1993). Ezek azonban területileg többnyire nem egyenletes eloszlásúak, főként néhány kedvezményezett helyre koncentrálnak. Ebből fakadóan megfelelően ismerjük jónéhány hazai arborétum faunáját, ugyanakkor jóval kevesebbet tudunk például az Északi-Középhegység tölgyeken élő gubacsdarazsairól.

Ugyancsak szükséges tápnövény-adatok felfrissítése, illetve kibővítése is, mivel a korábbi munkák ilyen irányú közlései hiányosak és nem is mindenkor értelmezhetők egyértelműen.

Jelen közleményben 5 év (1989-1993) alatt összegyűlt elterjedési, és tápnövény-adatokat ismertetek, melyek túlnyomó többsége saját adatom. Ahol nem csak saját gyűjtéseimet sorolom fel, ott mindenkor egyértelműen utalok az adat származási helyére.

## MÓDSZER

Gyűjtéseim során az időpont, a lelőhely mellett mindenkor feljegyeztem azt is, hogy a gubacsokat milyen tápnövényen találtam. Helykímélés céljából a gyűjtések időpontjait itt nem ismertetem. Gubacsok esetében ennek egyébként sincs számottevő jelentősége, hiszen többségük hosszabb ideig megtalálható a tápnövényén.

Mivel a heterogóniás gubacsdarazsak esetében az agam és a biszexuális nemzedék különböző gubacsokat képez, a dolgozatban egyaránt használok a „faj”, illetve a „gubacsfajta” kifejezéseket is. Ez utóbbi egy adott faj valamely nemzedékének - mely esetenként az egyetlen ismert nemzedék is lehet - gubacsát jelenti.

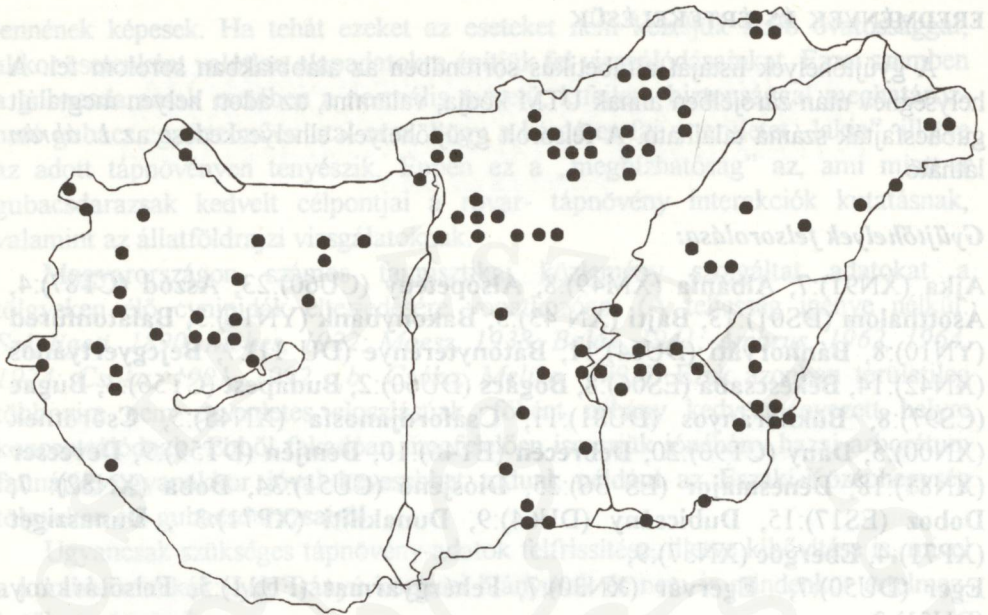
A gyűjtött gubacsfajták felsorolásánál, a nevek után, zárójelben megadom a gyűjtőhelyek számát. Azoknál, melyeket 10, vagy annál több helyen észleltem, ismertetem a tápnövények relatív gyakoriságát is. Erre azért van szükség, mert a tápnövények egyszerű felsorolása nem jellemezheti megfelelően a herbivor rovar tápnövény-együttesét, hiszen abban az egyes tápnövények jelentősen eltérő gyakorisággal ezáltal tehát eltérő jelentőséggel szerepelhetnek.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A gyűjtőhelyek listáját alfabetikus sorrendben az alábbiakban sorolom fel. A helységnev után zárójelben annak UTM kódja, valamint, az adott helyen megtalált gubacsfajták száma található. A felsorolt gyűjtőhelyek elhelyezkedése az 1. ábrán látható.

*Gyűjtőhelyek felsorolása:*

Ajka (XN91):7, Albánfa (XM49):8, Alsópetény (CU60):23, Aszód (CT87):4, Ásotthalom (DS01):13, Bajti (XN 43):5, Bakonybánk (YN16):3, Balatonfüred (YN10):8, Bánhorváti (DU64):11, Bánytereny (DU 11):7, Bejczygyertyános (XN42):14, Békéscsaba (ES06):8, Bogács (DU60):2, Budapest (CT56):3, Bugac (CS97):8, Bükkaranyos (DU81):11, Csáfordjánosfa (XN45):5, Csörötnek (XN00):5, Dány (CT96):20, Debrecen (ET46):10, Demjén (DT59):9, Devecser (XN81):18, Dénesmajor (ES 36):25, Diósjenő (CU51):34, Doba (XN82): 7, Doboz (ES17):15, Dubicsány (DU64):9, Dunakiliti (XP71):3 , Dunasziget (XP71):4, Ebergőc (XN37):9, Eger (DU50):7, Egervár (XN30):7, Fehérgyarmat (FU11):5, Felsőtárkány (DU51):2, Fót (CT67):33, Galgamácsa (CT78):14, Galyatető (DU10):3, Gödöllő (CT77):76, Guth (ET77):2, Gyomaendrőd (DS89):7, Gyula (ES26):17, Halászi (XP70):16, Hortobágy (ET17):4, Huszárokélopuszta (YN04):4, Isaszeg (CT76):26, Jánkmajtis (FU21):8, Jászberény (DT16):17, Kapuvár (XN57):6, Karcag (DT94):8, Kazincbarcika (DU74):6, Kecskemét (DS09):11, Kelebia (CS91):5, Keléd (XN61):7, Kemendollár (XM49):11, Kerecsend (DT59):20, Kiskunhalas (CS84):8, Kondorfa (XM09):6, Kondó (DU73):7, Kópháza (XN27):4, Környe (BT96):2, Kunmadaras (DT85):6, Kunszentmáron (DS48): 13, Lakitelek (DS29):4, Letenye (XM34):3, Makó (DS51):5, Mátrafüred (DT 29):16, Mátraháza (DT 20):18, Mátrászentimre (DU10):8, Mezőhék (DT50):8, Mezőtúr (DT70):8, Miskolc (DU82):21, Nagyhuta (EU36): 6, Nógrád (CU50): 14, Ópusztaszer (DS25):7, Öcsöd (DS59):11, Önböly (ET98):13, Öttömös (CS92):7, Parád (DU20):5, Pécel (CT76):8, Pusztamonostor (DT06):11, Pusztavacs (CT82):4, Pusztavám (BT95):6, Püspökladány (ET04):10, Recsk (DU31):5, Regéc (EU26):3, Sajómercse (DU54):5, Sarkad (ES27):8, Sárvár (XN43):4, Sirok (DU30):5, Sopron (XN18):71, Sósartyán (DU02):17, Szajol (DT42):11, Szarvas (DS69):21, Szár (CT16):15, Szeghalom(ET10):13, Szentgál (YN02):10, Szentkút (DU01):20, Szob (CT49):11, Tardona (DU63):14, Telkibánya (EU27):4, Tizsakürt (DS39):10, Tósokberénd (XN91):15, Úrkút (YN01):1, Várpalota (BT83):20, Visegrád (CT49):10, Vöckönd (XM49):5, Zalaegerszeg (XM48):4.



1. ábra. A gyűjtőhelyek elhelyezkedése

Location of collecting places

Legtöbb gubacsfajta Gödöllőn (76), és Sopronban (70), került elő. E két gyűjtőhely elsőségének egyik legfontosabb oka a többi helyet lényegesen meghaladó gyűjtési intenzitás. Gödöllő gyakorlatilag folyamatosan, Sopronban pedig évente 2-3 alkalommal végzek cynipida gyűjtéseket. Ez teszi lehetővé, hogy a kevésbé feltűnő, illetve csak rövidebb ideig gyűjthető gubacsfajták is előkerüljenek. Az azonban az átlagon felüli gyűjtési intenzitástól függetlenül is elmondható, hogy Gödöllő és Sopron is egyaránt fajgazdag terület.

**Gyűjtött gubacsfajták:**

A gyűjtőhely neve utáni zárójelben lévő rövidítés arra a fafajra utal, melyen az adott gyűjtőhelyen az adott gubacsfajta megtaláltam. A rövidítések jelentései:

- |      |   |
|------|---|
| CS   | <i>Quercus cerris</i> L.                |
| HART | <i>Quercus hartwisiana</i> STEVEN       |
| HAT  | <i>Quercus pedunculiflora</i> C. KOCH   |
| KST  | <i>Quercus robur</i> L.                 |
| KTT  | <i>Quercus petraea</i> (MATT.) LIEBL    |
| LIB  | <i>Quercus libani</i> OLIV.             |
| MAC  | <i>Quercus macranthera</i> FISH. & MEY. |
| MAT  | <i>Quercus frainetto</i> TEN.           |

MOT *Quercus pubescens* WILLD.

OLT *Quercus virgiliana* (TEN.)TEN.

***Andricus aestivalis* GIR. bisexual (6)**

Gödöllő (CS), Szentkút (CS), Sopron (CS), Szár (CS), Tiszakürt (CS), Várpalota (CS).

***Andricus ambiguus* TROTTER agam (16)**

Ásotthalom (KST), Dány (KST), Demjén (OLT), Dénesmajor (KST), Doboz (KST), Fót (MOT), Gödöllő (KST, KTT), Gyula (KST), Isaszeg (KST), Miskolc (KST, KTT), Ömböly (KST), Parád (KST), Sopron (KST, KTT, MOT), Szarvas (KST), Szeghalom (KST), Vésztő (KST).

Tápnövényeinek általam tapasztalt relatív gyakorisága: KST-70 %, KTT-15 %, MOT-10 %, OLT-5 %.

***Andricus amblycerus* GIR. agam (4)**

Alsópetény (MOT), Gödöllő (KST), Kerecsend (KST), Sopron (MOT).

***Andricus amenti* GIR. agam (1)**

Gödöllő (KTT).

***Andricus aries* GIR. agam (15)**

Alsópetény (KST), Ásotthalom (KST), Bejcgvertványos (KTT), Diósjenő (MAT), Doboz (KST), Ebergöc (KST), Fót (MOT), Gödöllő (KST), Gyula (KST), Halászi (KST), Kunszentmárton (KST), Öcsöd (KST), Sopron (KST, KTT, MOT), Szeghalom (KST), Visegrád (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-65 %, KTT-12 %, MAT-6 %, MOT-17 %.

***Andricus caliciformis* GIR. agam (12)**

Diósjenő (KST), Fót (MOT), Gödöllő (KST), Halászi (KST), Isaszeg (KST), Mátrafüred (MOT), Sopron (MOT), Sósartyán (KTT), Szentgál (MOT), Szentkút (MOT), Tardona (KST), Visegrád (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-42 %, KTT-8 %, MOT-50 %.

***Andricus callidoma* HTG. agam (1)**

Dénesmajor (KST).

***Andricus caputmedusae* HTG. agam (15)**

Alsópetény (MOT), Bánhorváti (KTT), Bejcgvertványos (KTT), Dubicsány (KTT), Fót (MOT), Galgamácsa (KTT, MOT), Gödöllő (KST, KTT), Kerecsend (OLT), Mátrafüred (MOT), Sopron (KTT, MOT), Szár (MOT), Szentgál (MOT), Várpalota (KTT), Visegrád (MOT), Vöckönd (KTT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-6 %, KTT-44 %, MOT-44 %, OLT-44 %.

***Andricus conglomeratus* GIR. agam (17)**

Bejczygyertyános (KTT), Csörötnek (KTT), Demjén (KTT), Devecser (KTT), Diósjenő (KTT), Ebergőc (KST), Gödöllő (KTT), Halászi (KST), Karcag (KST), Kecskemét (KST), Kondorfa (KTT), Mátraháza (KTT), Nógrád (KTT), Önböly (KST), Sopron (KTT), Sósartyán (KTT), Tardona (KST).

A tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-35 %, KTT-65 %.

***Andricus conificus* HTG. agam (11)**

Bükkaranyos (KTT), Diósjenő (MAT), Fót (MOT), Gödöllő (KTT), Huszárokélpusztá (MOT), Isaszeg (KST), Kerecsend (MOT), Kondó (KTT), Sopron (MOT), Szár (MOT), Visegrád (MOT).

Tápnövények relatív gyakorisága: KST-9 %, KTT-27 %, MAT-9 %, MOT-55 %.

***Andricus coriarius* HTG. agam (18)**

Alsópetény (KTT), Aszód (KTT), Bánhorváti (KTT), Bejczygyertyános (KTT), Demjén (OLT), Diósjenő (KTT, MAT), Fót (KST, MOT), Galgamácsa (MOT), Gödöllő (KST, KTT), Kerecsend (KTT, MAT, OLT), Mátrafüred (MOT), Mátraháza (KTT), Sopron (KTT, MOT), Sósartyán (KTT), Szentgál (MOT), Szentkút (MOT), Várpalota (KTT, MOT), Visegrád (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-8 %, KTT-44 %, MAT-8 %, MOT-32 %, OLT-8 %.

***Andricus coronatus* GIR. agam (12)**

Alsópetény (MOT), Demjén (OLT), Diósjenő (MAT), Fót (MOT), Galgamácsa (MOT), Kerecsend (OLT), Nógrád (KTT), Sopron (MOT), Szár (MOT), Szentgál (MOT), Szentkút (MOT), Várpalota (KTT, MOT).

A tápnövények relatív gyakorisága: KTT-15 %, MAT-8 %, MOT-62 %, OLT-15 %.

***Andricus corruptrix* SCHLDL. agam (16)**

Alsópetény (KTT), Devecser (KTT), Dénesmajor (KST), Eger (KTT), Galgamácsa (MOT), Gödöllő (KST, KTT), Guth (KST), Isaszeg (KST), Jászberény (KST), Karcag (KST), Ópusztaszer (KST), Sopron (KTT, MOT), Szentkút (MOT), Szarvas (KST), Várpalota (MOT), Visegrád (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-44 %, KTT-28 %, MOT-28 %.

***Andricus curator* HTG. agam (13)**

Bükkaranyos (KTT), Dénesmajor (KST), Gödöllő (KST, KTT), Gyula (KST), Jászberény (KST), Mátrafüred (KTT), Mátraháza (KTT), Pusztavám (CS), Sopron (KTT), Sósartyán (KTT), Sirok (KTT), Szár (MOT), Szentgál (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: CS-7 %, KST-29 %, KTT-50 %, MOT-14 %.

***Andricus curator* HTG. bisexual (19)**

Bugac (KST), Bükkaranyos (KTT), Diósjenő (KTT), Eger (KTT), Jászberény (KST), Gödöllő (KST, KTT), Gyula (KST), Kazincbarcika (KTT),

Kerecsend (KTT), Kondó (KTT), Mátrafüred (KTT), Mátraháza (KTT), Mátraszentimre (KTT), Nógrád (KTT), Regéc (KTT), Sopron (KTT), Sósartyán (KTT), Szár (MOT), Telkibánya (KTT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-20 %, KTT-75 %, MOT-5 %.

***Andricus cydoniae* GIR. bisexual (2)**

Gödöllő (CS), Sopron (CS).

***Andricus dentimitratus* REJTŐ agam (1)**

Sopron (KST).

***Andricus fecundatrix* HTG. bisexual (1)**

Gödöllő (KST, KTT).

***Andricus fecundatrix* HTG. agam (62)**

Alsópetény (KST), Aszód (KST), Ásotthalom (KST), Bajti (KST), Balatonfüred (KST), Bánhorváti (KTT), Bányterenye (KST), Békéscsaba (KST), Budapest (KST), Bugac (KST), Bükkaranyos (KTT), Csáfordjánosfa (KST), Dány (KST), Debrecen (KST), Devecser (KST), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KTT), Doboz (KST), Fehérgyarmat (KST), Gödöllő (KST, KTT\*), Guth (KST), Gyomaendrőd (KST), Gyula (KST), Halászi (KST), Isaszeg (KST), Jánkmajtis (KST), Jászberény (KST), Karcag (KST), Kecskemét (KST), Kelebia (KST), Keléd (KST), Kemendollár (KST), Kiskunhalas (KST), Kondorfa (KTT), Kunmadaras (KST), Kunszentmárton (KST), Lakitelek (KST), Makó (KST), Mesterszállás (KST), Mezőhegyes (KST), Mezőhék (KST), Mezőtúr (KST), Miskolc (KST), Nagyhuta (KST), Ópusztaszer (KST), Öcsöd (KST), Önböly (KST), Öttömös (KST), Pécel (KST), Pusztamonostor (HAT), Pusztavacs (KST), Püspökladány (KST), Sajómercse (KST), Sarkad (KST), Sárvár (KST), Sopron (KST), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szeghalom (KST), Tardona (KST), Tósokberénd (KST), Vésztő (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-1.5 %, KST-97 %, KTT-1.5 %.

Ambrus (1974) szerint: „Faunánkban valamennyi tölgyön él, de főleg kocsányos tölgyön gyűjthető.” A fenti adatok alapján e megállapítást szigorítani kell. A meglehetősen nagyszámú előfordulási adat 97 %-a *Quercus robur*-ról származik. Egyetlen adata ismert *Quercus pedunculiflora*-ról (Pusztamonostor). E faj a *Q. robur*-tól morfológiai jegyek alapján alig különíthető el. A „\*”-gal jelzett tápnövény adat a Gödöllői Arborétum *Quercus petraea* var. *mespilifolia* egyedeiről származik. Ez a tölgy változat cecidológiai szempontból igen érdekes, tipikusan *Q. robur* és tipikusan *Q. petraea* gubacsok egyaránt találhatóak rajta.

***Andricus galaeatus* GIR. agam (7)**

Dénesmajor (KST), Fót (MOT), Gödöllő (KST, MOT), Huszárokélpusztá (MOT), Sopron (MOT), Sósartyán (KTT), Szentkút (MOT).

***Andricus gallaetinctoriae* OLIV. agam (31)**

Alsópetény (KST), Dány (KST), Debrecen (KST), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KTT), Doboz (KST), Ebergőc (KST), Eger (KTT), Fót (KST), Gödöllő (KST, KTT), Guth (KST), Gyula (KST), Isaszeg (KST), Jászberény (KST), Kapuvár (KST), Kemendollár (KST), Kondó (KTT), Kunszentmárton (KST), Makó (KST), Mátraháza (KTT), Mesterszállás (KST), Nógrád (KTT), Ópusztaszer (KST), Önböly (KST), Pécel (KST), Pusztamonostor (HAT), Sopron (KST), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szob (KST), Tardona (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-3 %, KST-81 %, KTT-16 %.

***Andricus gemma* GIR. agam (7)**

Eger (KTT), Fót (MOT), Gödöllő (KST, MOT), Isaszeg (KST), Kazincbarcika (KTT), Kondó (KTT), Sopron (KTT).

***Andricus giraudianus* DT. et KFFR. agam (2)**

Gödöllő (KST), Sopron (MOT).

***Andricus glandulae* SCHENK agam (1)**

Mátraháza (KTT).

***Andricus glutinosus* GIR. agam (14)**

Bánhorváti (KTT), Bejczygyertyános (KTT), Bükkaranyos (KTT), Diósjenő (KTT), Galyatető (KTT), Gödöllő (KST, KTT), Kondorfa (KTT), Mátrafüred (KTT), Mátraháza (KTT), Mátraszentimre (KTT), Nógrád (KTT), Regéc (KTT), Sopron (KTT), Várpalota (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-7 %, KTT-86 %, MOT-7 %.

***Andricus grossulariae* GIR. bisexual (6)**

Dány (CS), Gödöllő (CS), Miskolc (CS), Sopron (CS), Szár (CS), Tizsakürt (CS).

***Andricus hartigi* MARSCHAL agam (8)**

Diósjenő (MAT), Galgamácsa (MOT), Sirok (KTT), Sopron (MOT), Sósartyán (KTT), Szár (MOT), Szentkút (MOT), Várpalota (KTT, MOT),

***Andricus hungaricus* HTG. agam (51)**

Alsópetény (KST), Ásotthalom (KST), Balatonfüred (KST), Bátortereny (KST), Békéscsaba (KST), Bugac (KST), Csáfordjánosfa (KST), Dány (KST), Debrecen (KST), Devecser (KST), Dénesmajor (KST), Doboz (KST), Dubicsány (KST), Ebergőc (KST), Gödöllő (KST, KTT\*), Gyomaendrőd (KST), Halászi (KST), Hortobágy (KST), Isaszeg (KST), Jánkmajtis (KST), Jászberény (KST), Karcag (KST), Keléd (KST), Kemendollár (KST), Kerecsend (KST), Kiskunhalas (KST), Környe (KST), Kunmadaras (KST), Kunszentmárton (KST), Lakitelek (KST), Mesterszállás (KST), Mezőhék (KST), Mezőtúr (KST), Miskolc (KST), Ópusztaszer (KST), Öcsöd (KST), Önböly (KST), Öttömös (KST), Parád (KST), Pécel (KST), Pusztavám (KST), Püspökladány (KST), Sarkad (KST), Sopron

(KST), Sóshartyán (KST), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szob (KST), Tiszakürt (KST), Tósokberénd (KST), Vésztő (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-98 %, KTT-2 % (a „\*”-gal jelzett adat *Quercus petraea* var. *mespilifolia*). Ez alapján az *Andricus fecundatrix* agam gubacsával együtt monofág *Q. robur* gubacsnak tartom, annak ellenére, hogy *Ambrus* (1974), valószínűleg korábbi irodalmi adatokra alapozva más tölgyekről is említi.

***Andricus hystrix* TROTTER agam/ *Andricus serotinus* GIR. agam (5)**  
Gödöllő (HAR, KTT, MOT), Isaszeg (KST), Pécel (KST), Sopron (KTT, MOT), Várpalota (MOT).

*Ambrus* (1974) külön fajként említi őket, rendkívül hasonló gubacsaik alapján azonban nem választhatók szét megnyugtató módon. Imágóik elkülönítésére sem áll rendelkezésre megfelelő kulcs. Ebből kiindulva együtt tárgyalom őket.

***Andricus inflator* HTG. agam (3)**  
Diósjenő (KTT), Gödöllő (KST), Jászberény (KST).

***Andricus inflator* HTG. bisexual (27)**  
Ásotthalom (KST), Bajti (KST), Bejcgertyános (KTT), Dány (KST), Dénesmajor (KST), Ebergőc (KST), Gödöllő (KST, KTT, MOT), Gyula (KST), Halászi (KST), Isaszeg (KST), Jánkmajtis (KST), Jászberény (KST), Karcag (KST), Kecskemét (KST), Kunszentmárton (KST), Mátrafüred (KTT), Ópusztaszer (KST), Önböly (KST), Öttömös (KST), Pusztamonostor (HAT), Sopron (KST), Szeghalom (KST), Szentkút (MOT), Tardona (KST), Tósokberénd (KST), Várpalota (MOT), Visegrád (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-3 %, KST-73 %, KTT-10 %, MOT-14 %.

***Andricus kollari* HTG. agam (72)**

Ajka (KST, KTT), Albánfa (KST), Alsópetény (KST), Aszód (KTT), Ásotthalom (KST), Bakonybánk (KST), Balatonfüred (KST), Bánhorváti (KTT), Bátorfyerénye (KST), Bejcgertyános (KTT), Békéscsaba (KST), Bugac (KST), Csáfordjánosfa (KST), Csörötnek (KTT), Dány (KST), Debrecen (KST), Demjén (OLT), Devecser (KST, KTT), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KST, KTT), Doboz (KST), Dubicsány (KTT), Dunakiliti (KST), Ebergőc (KST), Felsőtárkány (KTT), Fót (KST, MOT), Galgamácsa (MOT), Gödöllő (KST, KTT, MAC), Guth (KST), Gyomaendrőd (KST), Gyula (KST), Halászi (KST), Huszárokölőpuszta (MOT), Isaszeg (KST), Jánkmajtis (KST), Jászberény (KST), Kapuvár (KST), Karcag (KST), Kecskemét (KST), Kelebia (KST), Keléd (KST), Kemendollár (KST), Kerecsend (KST), Kiskunhalas (KST), Kondorfa (KTT), Kunmadaras (KST), Kunszentmárton (KST), Lakitelek (KST), Letenye (KST), Mátraháza (KTT), Mátraszentimre (KTT), Mesterszállás (KST), Mezőtúr (KST), Miskolc (KST, KTT, MOT), Ópusztaszer (KST), Öcsöd (KST), Önböly (KST), Öttömös

(KST), Pustavacs (KST), Püspökladány (KST), Recsk (KTT), Sajómercse (KST), Sarkad (KST), Sirok (KTT), Sopron (KST, KTT, MOT), Szarvas (KST), Tardona (KST), Tiszakürt (KST), Tósokberénd (KST), Várpalota (KTT, MOT), Vésztő (KST), Zalaegerszeg (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-69 %, KTT-22 %, MAC-1 %, MOT-7 %, OLT-1 %.

***Andricus kollari* HTG. bisexual (7)**

Ajka (CS), Devecser (CS), Gödöllő (CS), Isaszeg (CS), Miskolc (CS), Sopron (CS), Tiszakürt (CS).

***Andricus lignicola* HTG. agam (87)**

Ajka (KST, KTT), Alsópetény (KST), Aszód (KTT), Ásotthalom (KST), Bakonybánk (KST), Balatonfüred (KST), Bánhorváti (KTT), Bátortereny (KST), Bejczygyertyános (KTT), Békéscsaba (KST), Bugac (KST), Bükkaranyos (KTT), Csáfordjánosfa (KST), Csörötnek (KTT), Dány (KST), Debrecen (KST), Devecser (KST, KTT), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KST, KTT), Doba (KST), Doboz (KST), Dubicsány (KST), Dunakiliti (KST), Ebergöc (KST), Eger (KTT), Egervár (KST), Fehérgyarmat (KST), Felsőtárkány (KTT), Fót (KST), Galyatető (KTT), Gödöllő (HAR, KST, KTT, MAC, MOT), Guth (KST), Gyomaendrőd (KST), Gyula (KST), Halászi (KST), Isaszeg (KST), Jánkmajtis (KST), Jászberény (KST), Kapuvár (KST), Karcag (KST), Kecskemét (KST), Kelebia (KST), Keléd (KST), Kemendollár (KST), Kerecsend (KTT, KST), Kiskunhalas (KST), Kondorfa (KTT), Kunmadaras (KST), Kunszentmárton (KST), Lakitelek (KST), Letenye (KST), Mátrafüred (KTT), Mátraháza (KTT), Mátraszentimre (KTT), Mesterszállás (KST), Mezőhegyes (KST), Mezőhék (KST), Mezőtúr (KST), Miskolc (KST, KTT, MOT), Nagyhuta (KST), Nógrád (KTT), Ópusztaszer (KST), Ócsöd (KST), Önböly (KST), Öttömös (KST), Pécel (KST), Pustamonostor (HAT), Pustavacs (KST), Püspökladány (KST), Recsk (KTT), Sarkad (KST), Sárvár (KST), Sirok (KTT), Sopron (KST, KTT, MOT), Sósartyán (KST), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szár (MOT), Szeghalom (KST), Szentkút (MOT), Szob (KST), Tardona (KST), Tiszakürt (KST), Tósokberénd (KST), Visegrád (KTT), Vésztő (KST), Zalaegerszeg (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-1 %, HAR-1 %, KST-70 %, KTT-24 %, MAC-1 %, MOT-3 %.

***Andricus lignicola* HTG. bisexual (1)**

Gödöllő (CS).

Habár agam nemzedékének gubacsa egyik legközönségesebb és legelterjedtebb gubacsunk, a kétivarú nemzedék gubacsát korábban nem gyűjtötték Magyarországon (Ambrus, 1974). Ennek oka minden bizonnyal az, hogy a kétivarú gubacs igen kicsi, a rügy belsejében fejlődik, észrevenni nagyon nehéz. Nagyon valószínű, hogy e gubacs cseres- tölgyeseinkben mindenütt gyakori, hiszen ahol a

faj agam gubacsa jelen van, ott a kétivarúnak is elő kell fordulnia. Talán éppen az *Andricus lignicola* a legjobb példa arra, hogy egy gubacsfajta gyakorisági kategóriáit milyen nehéz meghatározni, hiszen az igen kevés ismert előfordulási hely sem jelenti feltétlenül azt, hogy az adott gubacs kevéssé elterjedt, vagy ritka.

***Andricus lucidus* HTG. agam (38)**

Albánfa (KST), Alsópetény (KST, MOT), Bánhorváti (KTT), Bejcgertyános (KTT), Budapest (KST), Dány (KST), Devecser (KST, KTT), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KTT), Doba (KST), Ebergöc (KST), Fót (KST, MOT), Galgamácsa (KTT, MOT), Gödöllő (KST, KTT, MOT), Gyula (KST), Halászi (KST), Isaszeg (KST), Jászberény (KST), Kecskemét (KST), Keléd (KST), Kemendollár (KST), Kerecsend (KST, OLT), Kondorfa (KTT), Kunmadaras (KST), Mátraháza (KTT), Mátraszentimre (KTT), Mesterszállás (KST), Mezőhék (KST), Nógrád (KTT), Parád (KST), Sopron (KST, KTT), Sósartyán (KST), Szeghalom (KST), Szentkút (MOT), Szob (KST), Tardona (KST), Tósokberénd (KST), Várpalota (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-62 %, KTT-24 %, MOT-11 %, OLT-3 %.

***Andricus mayri* WACHTL. agam (6)**

Gödöllő (KST), Nagyhuta (KST), Pusztamonostor (HAT), Püspökladány (KST), Sopron (KST), Szob (KST).

***Andricus mitratus* MAYR agam (7)**

Bejcgertyános (KTT), Diósjenő (KTT), Fót (MOT), Gödöllő (KST, KTT), Mátraháza (KTT), Mátraszentimre (KTT), Sopron (KTT).

***Andricus multiplicatus* GIR. bisexual (15)**

Alsópetény (CS), Dány (CS), Diósjenő (CS), Fót (CS), Gödöllő (CS, LIB), Isaszeg (CS), Kazincbarcika (CS), Mátrafüred (CS), Miskolc (CS), Sopron (CS), Szarvas (CS), Szeghalom (CS), Szentkút (CS), Tiszakürt (CS), Visegrád (CS).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: CS-94 %, LIB-6 %.

***Andricus nudus* ADLER agam (6)**

Fót (MOT), Gödöllő (KST), Kunszentmárton (KST), Mátraszentimre (KTT), Sopron (KTT), Szob (KST).

***Andricus ostrea* HTG. agam (19)**

Ásotthalom (KST), Dénesmajor (KST), Diósjenő (MAT), Dunasziget (KST), Fót (MOT), Gödöllő (KST, KTT), Kazincbarcika (KTT), Kemendollár (KST), Mátraháza (KTT), Mesterszállás (KST), Miskolc (KST, KTT), Öcsöd (KST), Pusztamonostor (HAT, KST), Sopron (KTT), Szajol (KST), Szeghalom (KST), Szentgál (MOT), Tósokberénd (KST), Várpalota (KTT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-5 %, KST-54 %, KTT-27 %, MAT-5 %, MOT-9 %.

***Andricus panteli* KFFR. agam (3)**

Fót (MOT), Gödöllő (KST), Kapuvár (KST),

***Andricus paradoxus* RAD. agam (1)**

Gödöllő (KST).

***Andricus polycerus* GIR. agam (4)**

Isaszeg (KST), Sopron (MOT), Szár (MOT), Várpalota (MOT).

***Andricus pseudoinflator* TAVARES bisexual (3)**

Ásotthalom (KST), Dénesmajor (KST), Várpalota (MOT)

***Andricus quadrilineatus* HTG. agam (1)**

Gödöllő (KST).

***Andricus quercuscalicis* BURGSD. agam (61)**

Ajka (KST), Albánfa (KST), Alsópetény (KST), Ásotthalom (KST), Bakonybánk (KST), Balatonfüred (KST), Bátorfyerenye (KST), Békéscsaba (KST), Budapest (KST), Bugac (KST), Csáfordjánosfa (KST), Dány (KST), Devecser (KST), Dénesmajor (KST), Doba (KST), Doboz (KST), Dubicsány (KST), Dunakiliti (KST), Egervár (KST), Fehérgyarmat (KST), Fót (KST), Gödöllő (KST, KTT\*), Guth (KST), Gyomaendrőd (KST), Gyula (KST), Halászi (KST), Isaszeg (KST), Jánkmajtis (KST), Jászberény (KST), Kapuvár (KST), Kerecsend (KST), Kiskunhalas (KST), Környe (KST), Kunmadaras (KST), Kunszentmárton (KST), Lakitelek (KST), Mesterszállás (KST), Mezőhék (KST), Mezőtúr (KST), Miskolc (KST), Nagyhuta (KST), Öcsöd (KST), Önböly (KST), Parád (KST), Pécel (KST), Pusztamonostor (HAT, KST), Pusztavacs (KST), Püspökladány (KST), Sajómerce (KST), Sárvár (KST), Sopron (KST), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szeghalom (KST), Tardona (KST), Telkibánya (KST), Tiszakürt (KST), Tósokberénd (KST), Vésztő (KST), Vöckönd (KST), Zalaegerszeg (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-1.5 %, KST-97 %, KTT-1.5 % (a „\*“-gal jelölt adat *Q. petraea* var. *mespilifolia*).

***Andricus quercuscalicis* BURGSD. bisexual (9)**

Ajka (CS), Devecser (CS), Dány (CS), Gödöllő (CS), Isaszeg (CS), Miskolc (CS), Sopron (CS), Szarvas (CS), Zalaegerszeg (CS).

***Andricus quercusradicis* FABR. agam (1)**

Gödöllő (KST).

***Andricus quercusradicis* FABR. bisexual (8)**

Devecser (KST), Dénesmajor (KST), Ebergöc (KST), Gödöllő (CS, KST, KTT), Mátrafüred (MOT), Sopron (KTT), Sósartyán (KST), Tiszakürt (KST).

***Andricus quercusramuli* HTG. bisexual (3)**

Fót (MOT), Mátraháza (KTT), Sopron (MOT).

***Andricus quercustozae* HTG. agam (4)**

Gödöllő (KST), Kerecsend (KST, OLT), Sopron (KTT, MOT), Várpalota (KTT),

***Andricus seckendorffii* WACHTL agam (3)**

Albánfa (KST), Gödöllő (KST), Sopron (KST).

***Andricus semiationis* GIR. agam (1)**

Gödöllő (KST).

***Andricus singulus* MAYR agam (2)**

Gödöllő (CS), Sopron (CS).

***Andricus solitarius* FONSC. agam (18)**

Alsópetény (MOT), Bejczygyertyános (KTT), Bükkaranyos (KTT), Demjén (OLT), Diósjenő (KTT, MAT), Dubicsány (KTT), Fót (MOT), Galgamácsa (MOT), Gödöllő (KST, KTT, MOT), Kerecsend (KTT), Mátrafüred (KTT), Mátraháza (KTT), Mesterszállás (KST), Miskolc (KTT, MOT), Nógrád (KTT), Sopron (KTT, MOT), Szár (KTT), Szentkút (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-10 %, KTT-52 %, MAT-4 %, MOT-30 %, OLT-4 %.

***Andricus superfetationis* GIR. agam (3)**

Gödöllő (KST), Szentgál (MOT), Tósokberénd (KST).

***Andricus testaceipes* HTG. agam (3)**

Gödöllő (KST), Mátraháza (KTT), Tardona (KST).

***Andricus tinctoriusnostrus* STEF. agam (1)**

Gödöllő (KST, KTT).

***Andricus truncicola* GIR. agam (9)**

Bükkaranyos (KTT), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KST), Egervár (KST), Fót (KST, MOT), Galgamácsa (MOT), Gödöllő (KST, KTT), Sopron (MOT), Várpalota (KTT, MOT).

***Andricus vindobonensis* MÜLLN. bisexual (3)**

Miskolc (CS), Sopron (CS), Szár (CS).

***Aphelonyx cerricola* GIR. agam (26)**

Ajka (CS), Alsópetény (CS), Bogács (CS), Dány (CS), Devecser (CS), Demjén (CS), Diósjenő (CS), Egervár (CS), Fót (CS), Galgamácsa (CS), Gödöllő (CS), Huszárokélopuszta (CS), Isaszeg (CS), Kapuvár (CS), Keléd (CS), Kópháza (CS), Mátrafüred (CS), Miskolc (CS), Reck (CS), Sopron (CS), Sóshartyán (CS), Szarvas (CS), Szár (CS), Szentkút (CS), Tiszakürt (CS), Tardona (CS).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: CS-100 %.

***Biorhiza pallida* OLIV. agam (33)**

Albánfa (KST), Alsópetény (KTT, MOT), Ásotthalom (KST), Bajti (KST), Bejcgvertyanos (KTT), Dány (KST), Devecser (KST), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KTT, MAT), Doba (KST), Dubicsány (KST), Fót (KST, MOT), Gödöllő (KST, KTT), Gyula (KST), Halászi (KST), Jánkmajtis (KST), Kerecsend (OLT), Mátrafüred (KTT, MOT), Mátraháza (KTT), Mezőhegyes (KST), Miskolc (KST), Nógrád (KTT), Önböly (KST), Öttömös (KST), Pusztamonostor (HAT), Sósartyán (KST), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szár (MOT), Szentgál (MOT), Szentkút (MOT), Tósokberénd (KST), Zalaegerszeg (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-3 %, KST-61 %, KTT-19 %, MAT-3 %, MOT-11 %, OLT-3 %.

***Callirhytis glandium* GIR. agam (4)**

Fót (KST, MOT), Gödöllő (KST), Halászi (KST), Sopron (CS).

***Chilaspis nitida* GIR. agam (8)**

Dány (CS), Egervár (CS), Gödöllő (CS), Kópháza (CS), Miskolc (CS), Recsk (CS), Sopron (CS), Várpalota (CS).

***Chilaspis nitida* GIR. bisexual (7)**

Dány (CS), Diósjenő (CS), Gödöllő (CS), Huszárokölőpuszta (CS), Kópháza (CS), Miskolc (CS), Sopron (CS).

***Cynips agama* HTG. agam (9)**

Bejcgvertyanos (KTT), Csörötnek (KTT), Diósjenő (KTT), Gödöllő (KST, KTT), Guth (KST), Kazincbarcika (KTT), Kecskemét (KST), Mátrafüred (KTT), Sopron (KTT).

***Cynips cornifex* HTG. agam (3)**

Fót (MOT), Sopron (MOT)\*, Szentkút (MOT).

A „\* ”-gal jelölt adat Dr. George Melika barátomtól származik. A gubacs mindhárom helyen molyhos tölgyről került elő, Ambrus (1974) is csak ez a tápnövényét említi.

***Cynips disticha* HTG. agam (8)**

Bánhorváti (KTT), Diósjenő (KTT), Fót (MOT), Gödöllő (KST, KTT), Hortobágy (KST), Mátrafüred (KTT), Nógrád (KTT), Sopron (KTT).

***Cynips divisa* HTG. agam (7)**

Debrecen (KST), Gödöllő (KST), Isaszeg (KST), Kecskemét (KST), Önböly (KST), Sopron (KST), Tardona (KST).

***Cynips longiventris* HTG. agam (34)**

Bajti (KST), Békéscsaba (KST), Dány (KST), Devecser (KST), Debrecen (KST), Dénesmajor (KST), Doboz (KST), Dunasziget (KST), Fehérgyarmat (KST), Fót (KST), Gödöllő (KST), Gyomaendrőd (KST), Gyula (KST), Halászi (KST),

Hortobágy (KST), Isaszeg (KST), Karcag (KST), Kecskemét (KST), Kemendollár (KST), Kunszentmárton (KST), Mezőtúr (KST), Miskolc (KST), Ócsöd (KST), Önböly (KST), Pusztavám (KST), Püspökladány (KST), Sarkad (KST), Sopron (KST), Sósartyán (KST), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szeghalom (KST), Szob (KST), Vésztő (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-100 %.

***Cynips longiventris* HTG. sex (4)**

Jászberény (KST), Kiskunhalas (KST), Tardona (KST), Tósokberénd (KST).

***Cynips quercus* FOURCR. agam (13)**

Diósjenő (KTT), Fót (MOT), Galgamácsa (KTT), Gödöllő (HAR, KST, KTT), Mátrafüred (KTT), Mátraháza (KTT), Nógrád (KTT), Regéc (KTT), Sopron (KTT), Sósartyán (KTT), Szentgál (MOT), Szentkút (MOT), Telkibánya (KTT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAR-7 %, KST-7 %, KTT-66 %, MOT-20 %.

***Cynips quercusfolii* L. agam (56)**

Alsópetény (KST), Ásotthalom (KST), Balatonfüred (KST), Bánhorváti (KTT), Bánytereny (KST), Békéscsaba (KST), Bükkaranyos (KTT), Dány (KST), Debrecen (KST), Devecser (KST), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KTT, MAT), Doboz (KST), Fehérgyarmat (KST), Fót (KST), Gödöllő (KST, KTT, MOT), Guth (KST), Gyomaendrőd (KST), Gyula (KST), Halászi (KST), Isaszeg (KST), Jászberény (KST), Kecskemét (KST), Kelebia (KST), Kemendollár (KST), Kerecsend (KTT, OLT), Kiskunhalas (KST), Kondó (KTT), Kunszentmárton (KST), Makó (KST), Mátrafüred (MOT), Mátraháza (KTT), Mátraszentimre (KTT), Mesterszállás (KST), Mezőhék (KST), Mezőtúr (KST), Miskolc (KST), Nógrád (KTT), Ócsöd (KST), Önböly (KST), Öttömös (KST), Pécel (KST), Pusztamonostor (HAT, KST), Pusztavám (KST), Püspökladány (KST), Sarkad (KST), Sirok (KTT), Sopron (KST, KTT, MOT), Sósartyán (KST), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szeghalom (KST), Szob (KST), Tósokberénd (KST), Vésztő (KST), Vöckönd (KTT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-2 %, KST-71 %, KTT-18 %, MAT-2 %, MOT-5 %, OLT-2 %.

***Cynips quercusfolii* L. bisexual (2)**

Gödöllő (KST), Sopron (KST).

***Dryocosmus cerriphilus* GIR. agam (1)**

Sopron (CS).

***Neuroterus laeviusculus* SCHENK agam (31)**

Albánfa (KST), Alsópetény (KST), Bükkaranyos (KTT), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KTT, MAT), Doba (KST), Eger (KTT), Fót (KST, MOT), Gödöllő (KST), Guth (KST), Hortobágy (KST), Isaszeg (KST), Jászberény (KST), Kecskemét (KST), Kunszentmárton (KST), Mezőhék (KST), Nógrád (KTT),

Öcsöd (KST), Pécel (KST), Pusztamonostor (HAT), Sopron (KST), Sósartyán (KST), Szajol (KST), Szeghalom (KST), Szentgál (MOT), Szentkút (MOT), Szob (KST), Telkibánya (KTT), Tósokberénd (KST), Várpalota (MOT), Visegrád (MOT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-3 %, KST-64 %, KTT-15 %, MAT-3 %, MOT-15 %.

***Neuroterus laeviusculus* SCHENK bisexual (2)**

Alsópetény (KST), Dénesmajor (KST).

***Neuroterus lanuginosus* GIR. agam (7)**

Csörötnek (CS), Diósjenő (CS), Isaszeg (CS), Pusztavám (CS), Recsk (CS), Sopron (CS), Várpalota (CS).

***Neuroterus macropterus* HTG. agam (5)**

Bejczyertyános (CS), Devecser (CS), Gödöllő (CS), Sopron (CS), Várpalota (CS).

***Neuroterus minutulus* GIR. agam (2)**

Gödöllő (CS), Sopron (CS).

***Neuroterus numismalis* OLIV. agam (20)**

Albánfa (KST), Bugac (KST), Dány (KST), Debrecen (KST), Devecser (KST), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KTT), Doba (KST), Doboz (KST), Egervár (KST, KTT), Gödöllő (KST, KTT), Gyula (KST), Kemendollár (KST), Makó (KST), Nagyhuta (KST), Püspökladány (KST), Sopron (KST, KTT), Szarvas (KST), Tósokberénd (KST), Vésztő (KST).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-83 %, KTT-17 %.

***Neuroterus numismalis* OLIV. bisexual (16)**

Bánhorváti (KTT), Dénesmajor (KST), Doboz (KST), Dunasziget (KST), Fót (KST, MOT), Gödöllő (KST), Gyula (KST), Halászi (KST), Kerecsend (KTT, MAT), Mesterszállás (KST), Sajómercse (KST), Sárvár (KST), Sopron (KST, KTT), Szarvas (KST), Úrkút (KTT), Vöckönd (KST, KTT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: KST-63 %, KTT-26 %, MAT-5.5 %, MOT-5.5 %.

***Neuroterus obtectus* WACHTL bisexual (1)**

Sopron (CS)\*. Dr. George Melika gyűjtése.

***Neuroterus petioliventris* HTG. bisexual (7)**

Alsópetény (MOT), Demjén (OLT), Devecser (KST), Doboz (KST), Gödöllő (KST), Kerecsend (KTT), Szarvas (KST).

***Neuroterus quercusbaccarum* L. agam (58)**

Albánfa (KST), Alsópetény (KTT, MOT), Ásotthalom (KST), Balatonfüred (KST), Bánhorváti (KTT), Bányterenyé (KST), Békéscsaba (KST), Bugac

(KST), Bükkaranyos (KTT), Dány (KST), Debrecen (KST), Devecser (KST), Dénesmajor (KST), Diósjenő (KTT, MAT), Doba (KST), Doboz (KST), Dubicsány (KTT), Dunasziget (KST), Eger (KTT), Egervár (KST), Fót (KST, MOT), Galgamácsa (KTT, MOT), Galyatető (KTT), Gödöllő (KST, KTT), Guth (KST), Gyula (KST), Isaszeg (KST), Jászberény (KST), Kazincbarcika (KTT), Kelebia (KST), Kemendollár (KST), Kerecsend (KTT, OLT), Kiskunhalas (KST), Kondó (KTT), Kunszentmárton (KST), Makó (KST), Mesterszállás (KST), Mezőhék (KST), Mezőtúr (KST), Miskolc (KST), Nógrád (KTT), Öcsöd (KST), Parád (KST), Pusztamonostor (HAT, KST), Pusztavám (KST), Püspökladány (KST), Sajómercsse (KST), Sarkad (KST), Sopron (KST, KTT), Szajol (KST), Szarvas (KST), Szeghalom (KST), Szentkút (MOT), Szob (KST), Tósokberénd (KST), Várpalota (MOT), Vésztő (KST), Vöckönd (KTT).

Tápnövényeinek relatív gyakorisága: HAT-1.5 %, KST-65 %, KTT-23 %, MAT-1.5 %, MOT-7.5 %, OLT-1.5 %.

***Neuroterus quercusbaccarum* L. bisexual (9)**

Balatonfüred (KST), Doboz (KST), Dubicsány (KTT), Gödöllő (KST, KTT), Gyula (KST), Kerecsend (KTT), Miskolc (KST), Sopron (KST, KTT), Szarvas (KST).

***Neuroterus saliens* GIR. agam (3)**

Diósjenő (CS), Gödöllő (CS), Sopron (CS).

***Neuroterus saliens* GIR. bisexual (5)**

Dénesmajor (KST), Diósjenő (CS), Gödöllő (CS, KST), Jánkmajtis (KST), Sopron (KST, KTT).

Ezt a gubacsot korábbi munkák *Neuroterus glandiformis* néven említik. Néhány éve derült ki róla, hogy a *N. saliens* faj kétivarú nemzedéke.

***Synphorus politus* HYG. bisexual (15)**

Bajti (CS), Bogács (CS), Demjén (CS), Devecser (CS), Diósjenő (CS), Galgamácsa (CS), Gödöllő (CS), Isaszeg (CS), Keléd (CS), Kópháza (CS), Miskolc (CS), Sopron (CS), Szarvas (CS), Szentkút (CS), Tardona (CS).

100 %-os monofág *Q. cerris* gubacs.

***Trigonaspis synaspis* HTG. bisexual (1)**

Sopron (KTT).

***Trigonaspis megalptera* PANZ. bisexual (2)**

Gödöllő (KST), Sopron (KTT).

**KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A tölgyeken élő gubacsdarazsakkal kapcsolatos vizsgálataimat az OTKA 5090. számú pályázat támogatja. Ezen anyagi támogatás nélkül gyűjtéseimet, és egyéb vizsgálataimat nem, vagy sokkal kisebb intenzitással végezhetném.

Köszönet illeti Dr. George Melika-t adatai átengedéséért. Köszönettel tartozom Dr. Bordács Sándornak a *Quercus virgiliana* és *Q. pedunculiflora* egyedek meghatározásáért.

A terepi munkák során sokan nyújtottak segítséget. A teljesség igénye nélkül néhányukat említve: Dr. Ambrus András, Bényei Sándor, Dobrosi Dénes, Frank Tamás, Hajdu Tibor, Kovács Tibor, Peer László. Önzetlen, jóbaráti segítségüket ezúton is köszönöm.

A kézirat átnézéséért Dr. Szontagh Pálnak mondok köszönetet.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Ambrus, B. 1962. Adatok a hazai gubacsfauna ismeretéhez IV. A szegedi Tiszameder zoocididumai. *Folia Entomologica Hungariae* XV:205-219.
- Ambrus, B. 1964. A Zirci Arborétum cecidiumai. *Botanikai Közlöny* LI. 2-3:87-94.
- Ambrus, B. 1974. Cynipida gubacsok. A *Fauna Hungariae* sorozat 116. kötete. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Balás, G. 1941. Pótlás. Magyarország gubacsaihoz. *Borbásia Nova* 6.
- Csóka, Gy. 1991. Oak Cynipid Galls in the Gödöllő Arborétum. *Erdészeti Kutatások* Vol. 82-83:94-99.
- Csóka, Gy. 1992 a. Adatok néhány kevésbé gyakori Cynipida-gubacs magyarországi elterjedéséhez (*Hymenoptera*). *Folia Entomologica Hungariae* LIII:251-259.
- Csóka, Gy. 1992 b. Adatok Vas, Győr-Sopron-Moson megye rovargubacsainak ismeretéhez. Kutatási jelentés.
- Csóka, Gy., Melika, G. 1993. The oak gall-maker Cynipidofauna (*Hymenoptera: Cynipidae*) of the upper (Transcarpathia) and the lower (North Hungary) Tisa river. *Proceedings of the International Conference on the East Carpathians Fauna*. Uzhgorod, 1993. 241-245.
- Méhes, Gy. 1922. Hazánk tölgyfa gubacsai. *Botanikai Közlöny* XX. 4-6:140-144.
- Moesz, G. 1938. Magyarország gubacsai. A Magyar Természettudományi Társulat kiadása.
- Szépliget, Gy. 1890. Adatok a gubacsok elterjedésének ismeretéhez különös tekintettel Budapest környékére. *Természettudományi Füzetek* XIII:12-25.

# A KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK HATÁSA A FEKETEFENYŐ HAJTÁSPUSZTULÁS KIALAKULÁSÁBAN

KOLTAY ANDRÁS

## ÖSSZEFOGLALÓ

Az utóbbi években egyre nagyobb arányokat ölt a feketefenyő állományok pusztulása. Elsősorban a gyenge termőhelyekre, dolomit és mészkőkopárokra, valamint homoki talajokra telepített erdők azok, amelyek leginkább veszélyeztetettek.

A kiváltó okok között első helyen az évek óta tartó csapadékhiány szerepel. A fiziológiailag legyengült állományokban a gyengültségi kórokozók, károsítók sikeresen megtelepednek, ami a további egészségi állapot romlásához vezet. Elsősorban a *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (Syn. *Diplodia pinea* Desm.) mikrogomba megjelenése okozza a hajtások tömeges elhalását, vörösödését. Ezt követően rövid időn belül megjelennek a másodlagos, majd harmadlagos károsítók, elsősorban különböző szű fajok, cincérek. Ezek együttes hatására hamarosan bekövetkezik az állományok teljes pusztulása.

**KULCSSZAVAK:** feketefenyő, hajtáspusztulás, *Sphaeropsis sapinea*, *Diplodia pinea*, szárazság.

## ABSTRACT

An increasing decline of *Pinus nigra* stands and shoot-decay has been occurring in the latest years in Hungary. Stands of poor site with shallow soils developed on dolomite or limestone bedrock and those growing on sandy soils were the most exposed.

The long-lasting water shortage (since 1982) is considered as the main predispositional factor in this phenomenon. Its direct effect as a physiological weakening can be followed by the invasion of pathogens and pests. In case of the shoot-decay, the major pathogen is the *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (Syn. *Diplodia pinea* Desm.). Following the infection of this micro fungus, secondary and third-degree pests, mainly wood-bore species and long-horned beetles, appear within a short time. As a result, the complete decay of stands is bound to happen soon.

**KEY WORDS:** *Pinus nigra*, shoot-decay, *Sphaeropsis sapinea*, *Diplodia pinea*, drought.

## BEVEZETÉS

A feketefenyő hazai elterjedése a múlt századra tehető, amikor kifejezetten azzal a céllal telepítették, hogy az igen gyenge, másra nem használható területeken erdőt neveljenek. Így a dolomit és mészkő kopárokon, valamint az alföldi homokterületeken megjelent a feketefenyő. A hetvenes években újabb nagy lökést kapott a fenőtelepítési program az akkori fafajpolitikai koncepciók révén.

Jelenleg a magyarországi feketefenyő állomány 66 882 ha, ami az országos erdőterületek 4,3 %-a. Korosztályi viszonyait tekintve meglehetősen egyenetlen és jól tükrözi a nagy telepítési hullámokat, mivel a 20 év alatti állományok 46 %-ot tesznek ki. Területi eloszlás szerint az állományok mintegy kétharmada az Alföldi homokterületeken található, míg egyharmada a Dunántúli-középhegység dolomit és mészkőkopáros területeire esik.

Az eddigiekből is kitűnik, hogy nem őshonos fafajról van szó, és ültetésekor elsődleges szempontot játszott a fafaj jó tűrőképessége a szélsőséges termőhelyi tényezőkkel szemben.

Erdővédelmi szempontból viszonylag stabil kultúráknak számítanak, bár az irodalmi adatok szerint a negyvenes évek végén és a hatvanas évek elején a feketefenyő állományok egy részében epidémia jellegű pusztulásokat észleltek. (1962-ben a 16 000 ha feketefenyő állományból 2 200 ha-t érintett a pusztulás.) Az akkori vizsgálatok szerint egyértelmű volt a kapcsolat a klimatikus tényezők szélsőséges alakulása, valamint az epidémiát feltehetően közvetlenül kiváltó gombafaj megjelenése között.

A nyolcvanas évek végén több erdészettől kaptunk olyan információkat, hogy pusztulnak az idősebb feketefenyő állományok. 1992-re ez a jelenség országossá vált. Az Erdészeti Figyelő-Jelző Szolgálati Rendszer adatai szerint 1993-ban 3.000 ha-on észleltek erős vagy közepes mértékű pusztulást. Elsősorban a Dunántúli-középhegység területén lévő feketefenyő állományokat sújtotta a betegség, és itt is gyakorlatilag csak a 20-30 évnél idősebb korosztályt.

## VIZSGÁLATI HELY, ANYAG, MÓDSZER

Az előzetes megfigyeléseket követően a részletes vizsgálatokat 1993 tavaszán tudtuk elindítani az ERTI Gödöllői arborétumában, valamint a Budai hegység és a Balatonfelvidék területén. Első lépésként meghatároztuk az epidémiát közvetlenül kiváltó kórokozót. Ezzel egyidejűleg leírtuk a jellegzetes elhalási tüneteket és ezek időbeni kialakulását. A gomba biológiájának és fertőzésmenetének meghatározását is célul tűztük ki, szabadföldi és mesterséges körülmények között végzett oltások és megfigyelések révén. Ennek során közel száz provokációs fertőzést végeztünk középkorú állományokban, valamint kétéves csemetéken.

A Gödöllői arborétum két közepesen fertőzött feketefenyő állományában. 1992 óta folyamatosan működő nyolc darab, különböző magasságokba telepített spóracspdával meghatároztuk a spóraszóródás évi menetét.

Mindhárom tájegységről összegyűjtöttük és elemeztük az elmúlt évek időjárási adatait, és összevetettük a Pressler-fúróval vett minták évyűrű adataival. Különös figyelmet fordítottunk a környezeti tényezők és a pusztulás jellegének, mértékének összefüggéseire. Vizsgáltuk a gazdanövénynek és a kórokozónak az éghajlati tényezők változásával mutatott kapcsolatát.

## VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A részletes egészségügyi vizsgálatok során kiderült, hogy a jellegzetes hajtáselhalási tüneteket egy eddig hazánkban alig ismert mikrogomba a *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (Syn. *Diplodia pinea* Desm.) idézi elő.

A kórokozó tavasszal és kora nyáron a piknospórák révén terjed és fertőzi a fiatal, még teljesen ki nem fejlődött tűleveleket vagy tobozokat. A megtámadott hajtások növekedése leáll, a tűlevelek az átlagosnál rövidebbek maradnak, és a fertőzést követően néhány héttel fakózzá válnak, majd barnászörössé válnak. Az előző évi tűlevelek zöldek maradnak, és így kialakul a jellegzetes "bojtos" levélforma.

Az elhalt tűleveleken és a fertőzött tobozokon általában még ugyanabban az évben, vagy a következő év tavaszán megjelennek a gomba termőteste apró, többnyire 0,5-1 mm átmérőjű fekete félgömb alakú piknidiumok formájában. A spóracspadázás adatai azt mutatják, hogy spóraszóródás egész évben történik, de intenzitása évszakonként változó, és szoros összefüggést mutat a csapadékkal.

Az eddigi megfigyelések szerint a kórokozó a már teljesen kifejlődött tűleveleket nem képes fertőzni. Ezek későbbi elhalása feltehetően egyéb szaprofita, illetve parazita szervezetek megjelenése folytán következik be.

A *Sphaeropsis sapinea* okozta ágelhalás a fertőzés mértékétől függően 3-4, vagy szélsőséges esetben akár 1-2 év alatt is olyan mértékű lombvesztést és csökkent fiziológiai állapotot idézhet elő, amely a fa pusztulásához vezethet.

Hogy miért pont az utóbbi években és miért pont a feketefenyő állományokban jelentkezett egy ilyen jelentős pusztulás, annak okait nehéz egyértelműen meghatározni.

Ismert, hogy egy gombakárosítás nagyarányú kibontakozásának elsőrendű feltétele, hogy jelen legyen a kórokozó, és tömegesen találjon a fertőzésével szemben fogékony egyedeket. A fogékonyágon ebben az esetben az egyedek fiziológiai állapotában bekövetkezett változást értjük. Egy fafaj valamely kórokozóval szemben lehet eredetileg is fogékony de a hajlamosság fokozódása gyakorlatilag inkább a környezeti tényezők változásával van összefüggésben. Ilyen változások következhetnek be, például, az optimális viszonyoktól erősen eltérő körülmények közé való telepítéssel. Mivel a hazai feketefenyő állományok az őshonos elterjedési területein kívül lettek ültetve, feltételezhetjük, hogy az időjárás minden olyan változása, ami ezeket a különbségeket fokozza károsan hat a feketefenyő fiziológiai állapotára. Az így adódó éghajlati különbségekből, másrészt az időjárásnak az elmúlt években halmozottan jelentkező egyéb általánosan is kedvezőtlennek ismert

változásaiból kiindulva számbavehetőek azok a tényezők, amelyek valószínűleg kedvezőtlenül hatottak a feketefenyőkre, és elősegítették az epidémia kialakulását.

Természetesnek vehetjük, hogy az egyes környezeti tényezők önmagukban nem képesek az állományok fiziológiai leromlását előidézni, ha azonban az időjárás úgy alakul, hogy több tényező kedvezőtlen hatása egyszerre, vagy sorozatban egymás után hosszabb távon érvényesül, már elképzelhető, hogy az együttes összehatás olyan kedvezőtlen, hogy a fafaj azt megsínyli.

Mindemellett azt is meg kell vizsgálni, hogy az adott kórokozóra hogyan hatnak a környezet változásai. Ha ugyanis a gazdanövény hajlamossága növekszik a fertőzéssel szemben, de e mellett a kórokozó agresszivitása is jelentősen csökken, akkor az epidémia kialakulásának lehetősége is kisebb. Abban az esetben azonban, amikor a gazdanövény fogékonysága a környezeti tényezők változása miatt jelentősen nő, és a parazita agresszivitása is ennek megfelelően növekszik, akkor az epidémia kialakulásának veszélye hatványozottan jelentkezik.

A kimutathatóan 1983 óta tartó száraz időjárási periódus (Pálfai, 1991, 1993) az 1990-ben és 1992-ben jelentkező rendkívüli aszályal meghatározóvá vált az erdőállományok egészségi állapotának alakulásában.

Az extrém száraz dolomit és mészkő kopárokra telepített feketefenyő állományok, bár jó a szárazságtűrő képességük, megsínylették ezt az időszakot. Erről tanúskodnak a különböző korú állományokból Pressler-füróval vett minták évgyűrű elemzése is. Jól nyomon követhetőek a csapadékhiányos időszak kezdetei az évgyűrű szélességek gyakran drasztikus csökkenése révén. Ez nyilvánvalóan a fiziológiai állapot romlását vonta maga után. E lassú és egy bizonyos ideig kompenzálható leromlási folyamat a kilencvenes évek kezdetén felgyorsult, ami feltehetően a jóval átlag alatti csapadékkal van összefüggésben. 1990 májusa, de különösen 1993 tavasza, igen száraz csapadékban szegény volt, ami párosult egy, az átlagosnál gyorsabb és nagyobb mértékű felmelegedéssel.

Ezt azért lényeges kiemelni, mivel a feketefenyő eredeti mediterrán élőhelyén is nagy jelentősége van a tavaszi csapadék maximumnak, ami ebben a két évben szinte teljesen elmaradt. Mindemellett, az eredeti élőhelyhez képest a hazai viszonyok között lényegesen hidegebb a tél vége, és kora tavasszal egy gyors hőmérséklet emelkedés figyelhető meg. Ennek üteme az említett két évben igen gyors volt, ami abból a szempontból jelentős, hogy a talaj hőmérséklete sokkal lassabban emelkedik, mint a levegőé, tehát egy késői hirtelen kitavasodás megfelelő vízutánpótlás nélküli erős transpirációra készíti a feketefenyőt. Ez természetesen ugyancsak erős stresszhatással van a fákra.

A további gyengítő tényező abból adódik, hogy a feketefenyő nem rendezkedik be olyan mértékű téli nyugalmi állapotra, mint kontinentális éghajlathoz szokott más fánk. Életműködésük a téli hónapokban is viszonylag magas szinten marad, így az elmúlt években gyakori téli csapadékhiányt, a hirtelen felmelegedéseket és az ezt követő lehüléseket nehezen viselték.

A felsorolt éghajlati anomáliák mellett feltétlenül beszélni kell azokról az egyéb tényezőkről, amelyek közvetve vagy közvetlenül befolyással vannak az állományok fiziológiai állapotának alakulására.

Ilyen tényező a talaj vízellátottsága és vízgazdálkodása. A dolomit és mészkőkopárokra telepített fenyőállományok egyértelműen talajvíz nélküliak, csak a légköri nedvességre utalt állományok. Ebben az esetben döntően befolyásolja a vízellátottságot az, hogy mennyi csapadék hullott, és ebből mennyi képes beszivárogni a talajba. A lehulló csapadék egy részét a korona fogja fel, míg egy másik jelentős részét a vastag bomlatlan alomtakaró nyeli el, és közvetlenül elpárologtatja. Dr. Lengyel György vizsgálatai szerint a korona és az alomtakaró által együttesen visszatartott vízmennyiség 15-20 mm-nek felel meg. Ha figyelembe vesszük ezt az értéket, nyilvánvalóvá válik, hogy az esetenként hulló néhány mm csapadék jelentős része nem jut le a gyökér régióba. A növény számára felvehető víz mennyisége tehát jóval kevesebb mint a lehulló csapadék értékek.

Tovább fokozza a szárazság hatását a kitettség. Igen gyakran megfigyeltük, hogy a déli, dél-nyugati kitettségű állományokban a pusztulás előbb jelentkezik, és intenzitása is nagyobb, mint a hasonló körülmények között lévő, ám északi kitettségű erdőrészekben.

Mindezek mellett a termőhely minősége és az állományok kora, valamint a megbetegedések előfordulása között is bizonyos összefüggések mutatkoznak. Úgy tűnik, hogy minél gyengébb a termőhely és minél idősebb az állomány, annál nagyobb százalékos arányban következik be a megbetegedés.

Az tény, hogy a hajtáspusztulás az idősebb, általában 30 év feletti állományokban fordul elő. Ezt az irodalom a nagyszámú fertőző tobozok jelenlétével magyarázza, de ez a jelenlegi kutatások szerint csak az egyik oka lehet e jelenség magyarázatának. A fenyőállományokban és a csemetéken végzett mesterséges fertőzési kísérletek ugyanis azt mutatják, hogy a fiatal egyedek hajtásai legalább olyan érzékenyek a *Sphaeropsis sapinea* fertőzésével szemben, mint az idős fáké. Ennek alapján várható lenne, hogy megfelelő fertőzési nyomás esetén a fiatalabb állományokban is fellép a pusztulás. E kérdés számos más problémával együtt még nyitott, a választ az elkövetkező időszak kutatásai adhatják meg.

Eddig a környezeti tényezők és a feketefenyő kölcsönhatásait vizsgáltuk, most nézzük az említett kórokozó és az éghajlati tényezők kapcsolatát.

Az elmúlt évek aszályai, valamint a szokásosnál jóval szárazabb és melegebb tavaszi időjárás nagyon kedvezett a gomba terjedésének, mivel a *Sphaeropsis sapinea* fertőzési erélye annál nagyobb, minél magasabb a hőmérséklet. Csírázási optimuma 24 °C-on van, míg a csíratömlő növekedésének optimuma 28 °C (Peterson, 1977), tehát ideális feltételek voltak a kórokozó számára mind 1991, mind 1993 rendkívül meleg tavaszán.

Mint már az előzőekben utaltam rá, a gomba a fiatal, még teljesen ki nem fejlődött hajtásokat képes csak fertőzni. A tavaszi spóraszóródás intenzitása alatta marad a nyári maximuménak, ám jelentősége mégis sokkal nagyobb, hisz a fertőzés

ebben az időszakban történik. A piknospórák megtelepedése a tűleveleken és a hajtásokon a spóraszóródás intenzitásának függvénye. A spórákilökődés szoros összefüggést mutat a csapadékkal, de bebizonyosodott, hogy az érett piknidiumokból való kilökődéshez 1-2 mm csapadék elegendő. Ennek alapján valószínűsíthető, hogy az epidémia kialakulásában nagyobb szerepe van a szokásosnál melegebb hőmérsékletnek, mint a csapadéknak.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Lengyel, Gy. 1963. A feketefenyő hajtáspusztulása Magyarországon az 1960-1962. években. Erdészeti Kutatások Vol. 59. 3:55-75.
- Pálfai, I. 1991. Az 1990. évi aszály Magyarországon. Vízügyi Közlemények LXXIII. 2:117-135.
- Pálfai, I. 1993. Az 1992. évi aszály Magyarországon. Vízügyi Közlemények LXXV. 3:223-237.
- Peterson, G.W. 1977. Infection, epidemiology and control of *Diplodia* blight of Austrian, *Ponderosa* and Scots Pines. *Phytopathology* 67:511-514.
- Szalai, S. 1990-1993. Időjárás-havijelentés. Országos Meteorológiai Szolgálat.

**GYAPJASLEPKE (*LYMANTRIA DISPAR* L.) POPULÁCIÓK  
FLUKTUÁCIÓS MINTÁZATAI 1963-1993 KÖZÖTTI IDŐSZAKBAN  
MAGYARORSZÁGON**

**LESKÓ KATALIN, SZENTKIRÁLYI FERENC,\* KÁDÁR FERENC\***

**ÖSSZEFOGLALÓ**

A szerzők a gyapjaslepke populációk hosszútávú (1963-1993) fluktuációs mintázatait elemezték magyarországi idősorokon. Az elemzésekhez az erdészeti fénycsapdahálózat éves fogásainak, valamint a tojásrakás és a kártétel mértékének adatsorait használták fel. Kvalitatív és kvantitatív módszerekkel leírták a fluktuációs mintázatok jellemzőit, a populációk térbeli szinkronizáltságát, a gradációk térbeli és időbeli gyakoriságát. Megerősítették, hogy a gyapjaslepke gradációk kialakulása az aszályos évekhez kötődik.

**KULCSSZAVAK:** gyapjaslepke, *Lymantria dispar* L., fluktuációs mintázat, aszály, szinkronizáció, gradáció.

**ABSTRACT**

The authors analysed the long-term fluctuation patterns of gypsy moth population using time series (1963-1993) in Hungary. The data included yearly catches of the forestry light trap network, as well as observations on egg-laying and damages in forests. The characters of fluctuation patterns, spatial synchronisation of populations, and spatial and temporal frequency of outbreaks, respectively, are described by qualitative and quantitative methods. It was found that the outbreaks of gypsy moth correlate well with drought periods.

**KEY WORDS:** gypsy moth, *Lymantria dispar* L., fluctuation pattern, drought effect, outbreak, synchronisation.

**BEVEZETÉS**

A *Lymantria dispar* L. (gyapjaslepke) az egyik legsúlyosabb erdészeti károkat okozó rovar. Károsítása az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb területekre terjed ki. Polifág faj, fő tápnövénye elsősorban a cser és a kocsányos tölgy, de gyakran előfordul nemes nyár és fűz állományokban is, esetenként az erdeifenyőt sem kíméli (Györfi, 1960; Varga, 1964; Szontagh, 1977; Leskó, 1986). Hosszútávú

\* MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest

populációdinamikájára általában jellemző, hogy egyedsűrűsége évekig alacsony marad (latencia), majd ez hirtelen megnövekszik (erupció) és olyan magas szintet ér el (kulmináció), amely együtt jár a hernyórágás okozta teljes lombvesztéssel (defoliáció). Ez a magas denzitás egy, esetleg két évig tart, majd különböző mortalitási okok miatt (pl.: éhezés, a tápnövény defenzív mechanizmusai, predátorok, parazitoidok, patogének) a populáció hirtelen egy év alatt összeomlik (kollapszus), és ismét látens fázisba kerül. A gyapjaslepke populációk 1962-1975 közötti időszakban mutatott ingadozásairól jó áttekintést ad Szontagh cikke (*Szontagh, 1977*). A kedvezőtlen termőhelyen lévő állományoknál mostoha időjárás mellett, a tarrágás a növedékvesztésen túl (pl. az ártéri kocsányos tölgyesekben hosszantartó magas vízállás esetén gyökérfulladás következik be), a fák pusztulásához vezethet (*Varga, 1964; Varga és Palotás 1981; Leskó, 1986*). A legyengült állományokban a tarrágások veszélyességét fokozhatják a kárláncolatban fellépő további károsítók (*Szontagh, 1985; Varga és Palotás 1981*). A 80-as évektől a Magyarországon tapasztalható aszályos évek növekvő gyakorisága jelentősen fokozta a gyapjaslepke gradációk által okozott kárt, ami maga után vont a környezetkímélő védekezéssel kapcsolatos kutatások intenzívebbé válását is (*Leskó, 1981, 1989; Leskó et al. 1982*). A gyapjaslepkének jelenleg, 1993-1994-ben, az utóbbi három évtized egyik legnagyobb mértékű (mintegy 34 ezer ha) országos tömegszaporodását tapasztalhattuk. Ez indokolja az egyes hazai tájegységekre vonatkozóan a gyapjaslepkére jellemző hosszútávú populációingadozások összehasonlító elemzését.

Jelen vizsgálatunkban mintegy három évtized gyapjaslepke populációingadozásait elemezzük az Erdővédelmi Figyelő Jelzőszolgálat hosszútávú adatsorain keresztül. Az adatsorok az erdészeti fénycsapdák által fogott hímek egyedszámaira, a jelentett kártételi nagyságokra, és a lerakott petecsomók becsült sűrűségére vonatkoztak. Elemzéseinkben első közelítésben arra kerestünk választ, hogy: (a) milyen fluktuációs mintázatok jellemzik tájegységenként a gyapjaslepke populációkat, (b) mennyiben hasonlók a három mintavételi módszerből származó mintázatok, (c) kimutatható-e valamilyen mértékű szinkronitás a lokális fluktuáció mintázatokban, (d) a fluktuációk (különösen a gradációk kitörése) kapcsolatban vannak-e valamilyen klímaváltozóval.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *A populációváltozás mintavételi módszerei*

**Fénycsapdázás:** Az erdészeti fénycsapdahálózatban egységesen az ún. Jermy-féle terelőlemez nélküli csapdatípust használják. Fényforrásként az állomások többségénél 100 W normál, fehérfényű izzó, míg néhány helyen 125 W-os higanygőzlámpa üzemel. Az izzók a talaj felszíne felett 2 m-re helyezkednek el. A csapdákat az

egész év folyamán naponta ürítik, kivéve a fagyos időszakokat. A hálózat által jelenleg működtetett 25 csapda közül a legalább 15 éve folyamatosan üzemelők adatsorait használtuk fel elemzéseinkben. Az éves fogásokat az eredeti fénycsapda naplók napi adataiból képeztük.

**Kártétel felvételezése:** Az erdészetek évente a Figyelő Jelzőszolgálat által előírt módon, a területükön előfordult gyapjaslepke hernyórágásokat három, százalékos fokozatban (gyenge, közepes, erős) megbecsülve, ha-ban kifejezett területnagysággal adták meg.

**Lerakott petecsomók felvételezése:** Az erdészetek a gyapjaslepke által fertőzött állományokban, 0,1 ha-on belül a fatörzseken található lerakott petecsomókat leszámolva, három előírt fokozatban, ha-ban adták meg a fertőzött erdőterületek nagyságát.

Az utóbbi két változó típus esetében is az eredeti jelentések adatait használtuk fel elemzéseinkben a szükséges korrekciók elvégzése mellett.

### ***A vizsgált idősorok hossza***

Az elemzések céljára a fénycsapda adatsorokat 1962-től, az éves kártételi és peterakási adatokat pedig 1963-tól használtuk fel 1993-ig bezárólag.

### ***A vizsgált erdőállományok***

A gyapjaslepke fő tápnövényeinek megfelelően az adatok túlnyomó többsége a cseres, cseres-kocsánytalan tölgyes és kocsányos tölgyes, kisebb mértékben nemes nyár- és fűz állományokra vonatkozik. A károsított cseresek, cseres-kocsánytalan tölgy állományok elsősorban a hegy és dombvidékeinken, a síkvidéki kocsányos tölgyesek az Ormánságban, a Bodroghözben, Szatmár-Beregi síkon, Nyírségben, Hajdúságban, Körösök vidékén, Belső-Somogyban és az Alföld déli részein fordulnak elő. A nyárasok főként a Kisalföldön, a Duna-Tisza-közén, a Duna ártéri területein találhatók.

### ***Adatkezelés, statisztikai eljárások***

#### ***A fénycsapda adatok***

A gyapjaslepke populációkból a csapdák csak a hímeket gyűjtik be. Noha a hímek nem repülnek igazán jól a fényre (intenzív rajzás ugyanis a kora délutáni órákra esik és az esti szürkületi időszak után az aktivitás leáll), mégis a csapdádba került példányok viszonylag magas évi összegyedszámából következtetni lehet a helyi populációk méretének évről évre történő változásaira. Mivel a gyapjaslepke univoltin faj, a napi fogások évi összegét használtuk fel elemzéseinkben. Célunk a

lokális populáció-fluktuációk karakterisztikáinak vizsgálata volt. Ellentétben más tanulmányokkal, még tájegységi szinten sem átlagoltuk az egyes fénycsapda adatsorokat. Számos elővizsgálattal eldöntöttük, hogy az adatokat nem simítjuk és transzformálatlanul használjuk az elemzésekben - legalábbis első közelítésben - mivel a látszólag zajszintet növelő kisebb másodlagos fogási csúcsoknak is van biológiai, populációváltozást reprezentáló jelentése.

### *Kártételi adatok*

A kártételi adatokat minden egyes jellemző tájegységre csoportosítottuk, majd a rágási fokozatnak megfelelő %-os értékkel besoroztuk az adott fokozathoz tartozó összes károsított terület ha-ban kifejezett nagyságát. Végül a három fokozatnál így kiszámolt értékeket összegeztük. Ezzel az eljárással egy, a kérdéses tájegységre jellemző értéket kaptunk, amely arányos volt a gyapjaslepke populációk nagyságával az adott területen.

### *Petecsomó adatok*

A kártételi adatokhoz hasonlóan a gyenge, közepes, és erős fokozatokhoz tartozó, hektáronként lerakott petecsomók számának a fertőzöttségi kategóriára jellemző középértékét vettük. Ezekkel a közepes petecsomószámokkal megszoroztuk a hozzájuk tartozó összterület nagyságát, majd a három fokozatra kiszámolt értékeket összegeztük. Így egy-egy tájegységre megkaptuk a bejelentett területekre eső összes lerakott petecsomó számát, amely a helyi gyapjaslepke populációk méretével szorosan összefüggnek.

### *A klímaváltozók*

A klímaváltozók közül elsősorban azokat használtuk elemzéseinkben, amelyek kapcsolatba hozhatók az aszályos időszakokkal. Így főként a szezonon belüli különböző időtartamra eső csapadékösszegeket, valamint a hőmérséklet és csapadék együttes alakulását figyelembe vevő szárazsági indexeket. A csapadék idősorokat az OMSZ megfelelő állomásairól nyertük, figyelembe véve, hogy azok a lehető legközelebbiek legyenek a fénycsapda állomásokhoz. A havi csapadékösszegekből képeztük a tavaszi (márc.-máj.), a nyári (jún.-szept.) és az erdők vízellátottsága szempontjából legfontosabb időszak, az őszi-téli (okt.-febr.) csapadékhozamokat. A havi hőmérsékleti közepek és csapadékösszegek alapján kiszámoltuk állomásonként a Szeljanyinov-féle hidrotermikus hányadost, amely az erdőklímára is nagyon jól alkalmazható (Walter, 1955). Az elemzésekhez még felhasználtuk az évenként és országos szinten bejelentett erdei aszálykárokat is. Ebben az esetben is az aszály mértékéül használt fokozattal súlyoztuk azt a hozzá tartozó terület nagyságával, így egy jó mutató számot kaptunk az aszály intenzitására. Az aszálykárnak egyéb klímaváltozókkal való összefüggéseit már máshol kimutattuk (Szentkirályi et al. 1994).

### *A statisztikai eljárások*

A korrelációanalízis megfelelő eljárásait használtuk az egyes idősorok közötti szinkronitás mértékének a megállapítására, illetve a fluktuációk periodicitásának a vizsgálatára. Az adatsorokban rejlő esetleges tendenciák kimutatására a trendanalízis regressziós módszerét alkalmaztuk.

## **EREDMÉNYEK**

### *Fluktuációs mintázatoknak a mintavételi módszerek közötti hasonlósága*

Ahhoz, hogy a gyapjaslepke hosszútávú populációs ingadozásairól megbízható leírást kapjunk első lépésben megállapítottuk minden egyes tájegységre vonatkozóan az egyes módszerek által nyert idősorok közötti hasonlóságot, azaz a szinkronitás mértékét. A nyert idősorokat sorozatkorrelációval az alábbi párosításban elemeztük: fénycsapda-károsítás, károsítás-petecsomó, petecsomó-fénycsapda. A szinkronitás mértékét jelző korrelációs együtthatók ( $r$ ) a károsítás-petecsomó összevetésben időeltolás nélkül, a Duna-Tisza közét kivéve, valamennyi tájegységben közepes, vagy erős összefüggést mutattak ( $r$ : 0,46-0,97). Ez azt is jelenti, hogy a kétféle becslési mintavételből származó adatok megbízhatóan használhatók a valós populációváltozások leírására. A legalább 15 éves fénycsapda adatsorokat az állomás helye szerinti tájegységben felvett kártételi és pete adatokkal vetettük össze. Az összevetésekből azok a tájegységek kimaradtak ahol nem, vagy csak rövidebb ideig működtek a csapdák. A peterakás mértékével történő összehasonlításban a fénycsapdás idősorok közepes vagy erős korrelációt ( $r > 0,4$ ) mutattak a Szatmár-Beregi síkságon, a Tiszántúl középső vidékén (Karcag), Duna-Tisza köze déli felén (Tomba), az Északi- és Dunántúli-középhegységben, Somogyi-dombságon a Duna alsó szakaszának ártéri területein. A károsítási adatokkal a következő tájegységekben mutattak a fogások közepes vagy erős szinkronitást: Északi- és Dunántúli-középhegységben, Somogyi- és Zalai-dombságon, a Duna ártéren, a Tiszántúl északkeleti részén és a Duna-Tisza köze déli részén. A többi esetben a korrelációs értékek alacsonyak voltak. A legmagasabb korrelációkat többnyire a leghosszabb fénycsapda adatsorok esetében kaptuk.

### *A fluktuációs mintázatoknak a tájegységek közötti szinkronitása*

Mind a három módszer esetében az összes lehetséges tájegységi párosításra kereszt-korrelációkat számoltunk, és megállapítottuk a gyapjaslepke populáció ingadozásai közötti szinkronizáció mértékét.

A hosszútávú populációingadozásokat erősen szinkronizáltak tekintettük, ha  $r$  értéke 0,6 felett volt, közepesnek 0,4 és 0,6 között. A korrelációs mátrix alapján a

következő tájegységekben voltak erősen vagy közepesen szinkronizáltak a gyapjaslepke populáció-fluktuációi az egyes módszerek esetében:

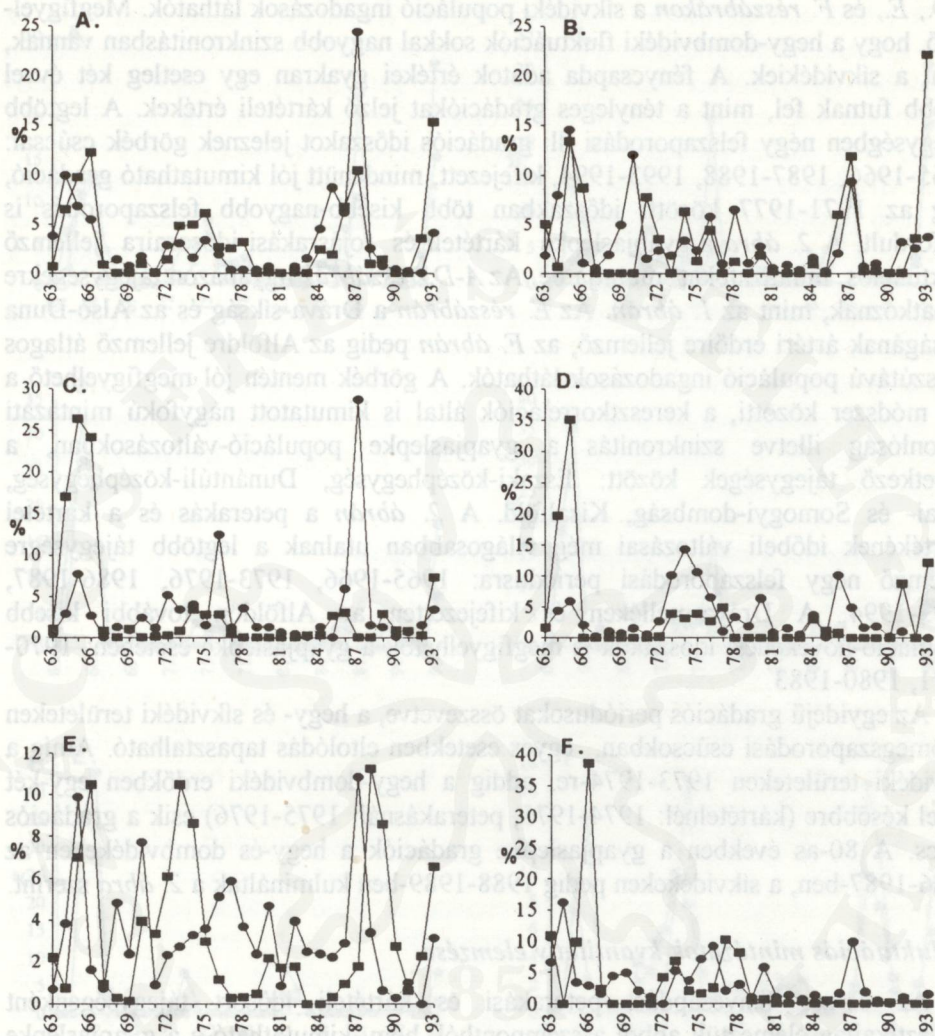
**Károsítás:** Erős szinkronizáció volt az Északi- és Dunántúli-középhegység között, a Somogyi-dombság, Kisalföld, Duna-Tisza köze déli része és a Dráva-síkság között. Az Alsó-Duna szakaszán tapasztalható fluktuáció jelentős korrelációt mutatott a Dráva-síksággal, a Mecsek- és Villányi-hegységgel, a Duna-Tisza köze és a Tiszántúl középső vidékeivel. Közepes szinkronizációt találtunk az Északi-, Dunántúli-középhegység és a Somogyi-dombság a Mecsek-Villányi-hegység és a Dráva-síkság, a Kisalföld-, Dráva-síkság, az Alsó-Tisza vidéke és a Tiszántúl középső része, valamint ez utóbbinak a Duna-Tisza köze északi felével. A Felső-Tisza vidék, a Körösök-vidéke és a Zalai-dombság adatai csak gyenge korrelációt adtak más tájegységek idősoraihoz képest.

**Petecsomó felvételezés:** E módszer alapján is a gyapjaslepke populációk erősen szinkronizáltak voltak az Északi- és Dunántúli-középhegység között. Az Északi-középhegység adatai erősen korreláltak a Dunántúli-dombság és a Mecsek-Villányi-hegységből származó adatsorokkal is. Egymással erős vagy közepes szinkronizációt kaptunk az összes dunántúli tájegységre vonatkozóan, kivéve a Dunántúli-középhegységet. Az alföldi tájegységek laza külön csoportot alkottak a szinkronizációk tekintetében: a Felső-Tisza vidéke a Duna-Tisza köze déli részével erős szinkronizációt, a Körösök vidéke pedig gyengébb kapcsolatot mutatott. A Közép és Alsó-Tisza vidékén a gyapjaslepke peterakása közepes korrelációban volt egymással.

**Fénycsapdázás:** Ebben az esetben a hosszabb adatsorokkal rendelkező állomásokat vettük figyelembe. A tájegységeken belüli fénycsapdás fogások fluktuációi többé-kevésbé erősen vagy közepesen szinkronizáltak voltak. Így pl. az Északi-középhegységi csapdák között erős korrelációt kaptunk (Felsőtárkány, Répáshuta, Mátraháza). Erős szinkronitást mutatott Jánkmajtis adatsora Makkoshottykával, a középhegységi a tolnai és a tompai idősorokkal is. Általában egymástól távol eső csapdák idősorai is gyakran közepes korrelációban álltak egymással. Ugyanakkor egyes állomásokon tapasztalt fluktuációs mintázatok elkülönültek, nem mutattak más fénycsapdás idősorokkal szinkronitást. Ilyen állomások voltak Sopron, Gerla, Farkasgyepű.

### *Tájegységi, hosszútávú fluktuációs mintázatok kvalitatív leírása*

Az 1. és 2. ábra módszerként párosítva mutatja be a gyapjaslepke populációk hosszú időtávú évi ingadozásából összeálló fluktuációs mintázatait. A különböző módszerekkel nyert idősorok összevethetősége érdekében az elemzett időszakra vonatkozó relatív értékeket ábrázoltuk. Az 1. ábra a fénycsapdás és kártételi idősorokat tartalmazza a főbb tájegységekre vonatkozóan. Abban az esetben, amikor egy tájegységről több fénycsapdás adatsort használtunk fel, akkor azok átlagértékeit ábrázoltuk. Az A. B. és C. alábrákon a hegy- és dombvidéki, míg



1. ábra. A gyapjaslepke hosszútávú populáció fluktuációi a fénycsapda (—●—) és a kártételi (—■—) adatok alapján  
 (Az éves értékek az adatösszességek %-ában adóttak. A = É-középhegység, B = Dunántúli-középhegység, C = Dunántúli-domság és Mecsek-Villányi-hegység, D = Kisalföld, E = Tiszántúl, F = Duna-Tisza köze)

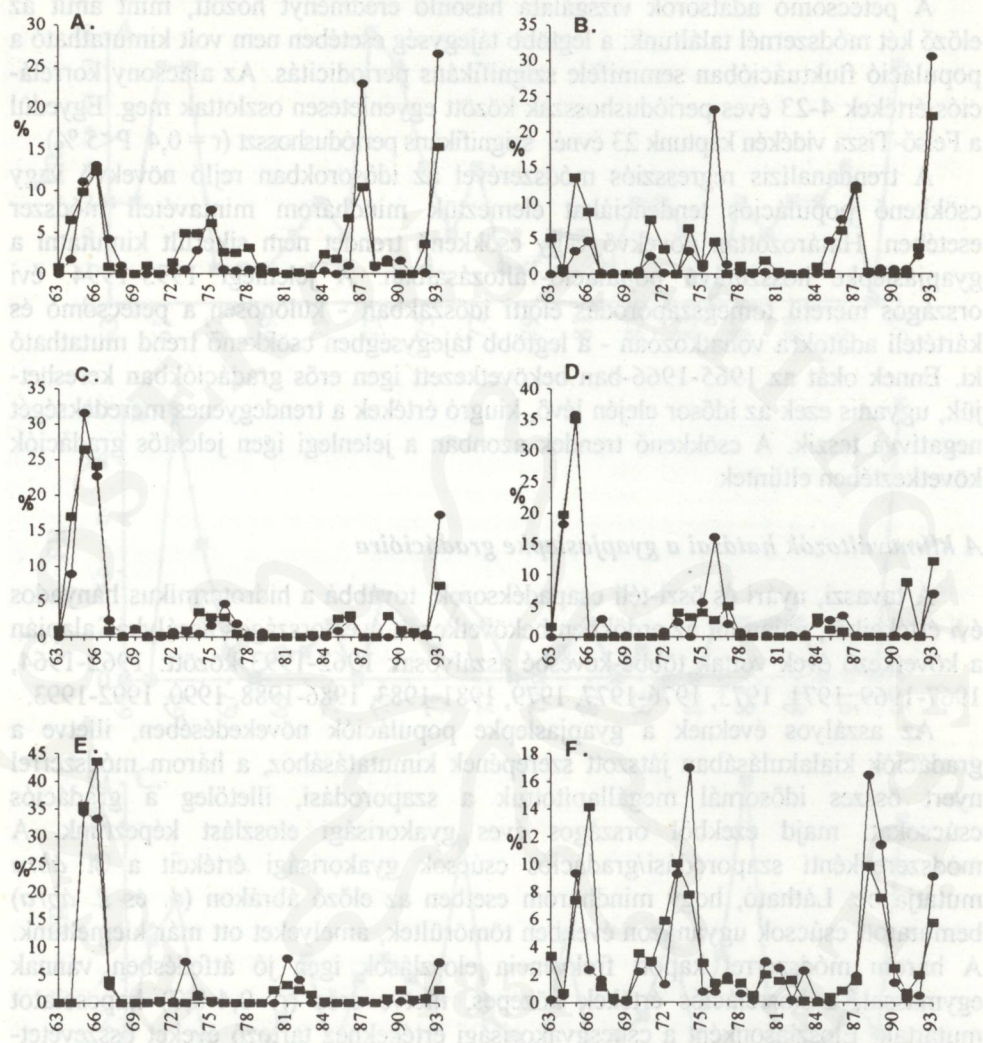
Long-term fluctuations of gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) populations on the basis of the data of light-traps (—●—) and damage caused (—■—).  
 (Annual values are expressed in percent of all data.  
 A: North Mountains; B: Transdanubian Mountains; C: Transdanubian Hills and Mecsek-Villányi Mountains; D: Little Plain; E: Area east of river Tisza; F: Area between rivers Danube and Tisza)

a *D.*, *E.*, és *F.* részábrákon a síkvidéki populáció ingadozások láthatók. Megfigyelhető, hogy a hegy-dombvidéki fluktuációk sokkal nagyobb szinkronitásban vannak, mint a síkvidékiek. A fénycsapda adatok értékei gyakran egy esetleg két évvel ellőbb futnak fel, mint a tényleges gradációkat jelző kártételi értékek. A legtöbb tájegységben négy felszaporodási ill. gradációs időszakot jeleznek görbék csúcsai: 1965-1966, 1987-1988, 1993-1994, kifejezett, mindenütt jól kimutatható gradáció, míg az 1971-1977 közötti időszakban több kisebb-nagyobb felszaporodás is előfordult. A 2. ábra a gyapjaslepke kártételi és tojásrakási idősoraira jellemző fluktuációs mintázatokat mutatja be. Az *A-D.* részábrák ugyanazon tájegységekre vonatkoznak, mint az 1. ábrán. Az *E.* részábrán a Dráva-síkság és az Alsó-Duna síkságának ártéri erdőire jellemző, az *F.* ábrán pedig az Alföldre jellemző átlagos hosszútávú populáció ingadozások láthatók. A görbék mentén jól megfigyelhető a két módszer közötti, a keresztkorrelációk által is kimutatott nagyfokú mintázati hasonlóság illetve szinkronitás a gyapjaslepke populáció-változásokban, a következő tájegységek között: Északi-középhegység, Dunántúli-középhegység, Zalai- és Somogyi-dombság, Kisalföld. A 2. ábrán a peterakás és a kártétel mértékének időbeli változásai még világosabban utalnak a legtöbb tájegységre jellemző négy felszaporodási periódusra: 1965-1966, 1973-1976, 1986-1987, 1993-1994. A Dráva-mellékén és kifejezetten az Alföldön további kisebb populáció-növekedési időszakok is megfigyelhetők a gyapjaslepke esetében: 1970-1971, 1980-1983.

Az egyidejű gradációs periódusokat összevetve, a hegy- és síkvidéki területeken a tömegszaporodási csúcsokban, egyes esetekben eltolódás tapasztalható. Amíg a síkvidéki területeken 1973-1974-re, addig a hegy-dombvidéki erdőkben egy-két évvel későbbre (kártételnél: 1974-1975, peterakásnál: 1975-1976) esik a gradációs csúcs. A 80-as években a gyapjaslepke gradációk a hegy-és dombvidékeken az 1986-1987-ben, a síkvidékeken pedig 1988-1989-ben kulmináltak a 2. ábra szerint.

### *A fluktuációs mintázatok kvantitatív elemzése*

Az összes fénycsapdás, peterakási és kártételi idősort tájegységenként statisztikailag elemeztük abból a szempontból, hogy kimutatható-e a gyapjaslepke populáció fluktuációjában, illetve a gradációk fellépésében valamilyen periodicitás. A fénycsapdás adatsorok/sorozatok korrelációs elemzésénél egyetlen esetben (Tolna) találtunk 11 éves szignifikáns (95 %-os konfidencia szinten) periódushosszt. A többi állomásnál nem volt kimutatható szignifikáns periodicitás, bár 9-13 éves periódushosszak tartományában (11-12 évnél egy csúccsal) megfigyelhető a nagyobb (de nem szignifikáns) korrelációs koefficiens értékek gyakoriságának növekedése. A kártételi adatsorok esetében egyetlen szignifikáns periódushosszt sem tudtunk kimutatni. Az alacsony korrelációs koefficiens értékek egyenletesen oszlottak meg 2 és 22 év között.



2. ábra. A gyapjaslepke hosszútávú populáció fluktuációi a peterakási (—●—) és a kártételi (—■—) adatsorok alapján

(Az éves értékek az adatösszegek %-ában adóttak. A = É-középhegység, B = Dunántúli-középhegység, C = Dunántúli-dombság, Mecsek és Villányi-hegység, D = Kisalföld, E = Dráva-síkság, Duna ártér, F = Alföld)

Long-term fluctuations of gipsy moth (*Lymantria dispar* L.) populations on the basis of data series of egg-laying (—●—) and damage caused (—■—). (Annual values are expressed in percent of all data.)

A: North Mountains; B: Transdanubian Mountains; C: Transdanubian Hills and Mecsek-Villány Mountains; D: Little Plain; E: Dráva Plain, Floodplain of the Danube; F: Great Plain)

A petecsomó adatsorok vizsgálata hasonló eredményt hozott, mint amit az előző két módszerrel találtunk: a legtöbb tájegység esetében nem volt kimutatható a populáció fluktuációban semmiféle szignifikáns periodicitás. Az alacsony korrelációs értékek 4-23 éves periódushosszak között egyenletesen oszlottak meg. Egyedül a Felső-Tisza vidékén kaptunk 23 évnél szignifikáns periódushosszt ( $r = 0,4$   $P < 5\%$ ).

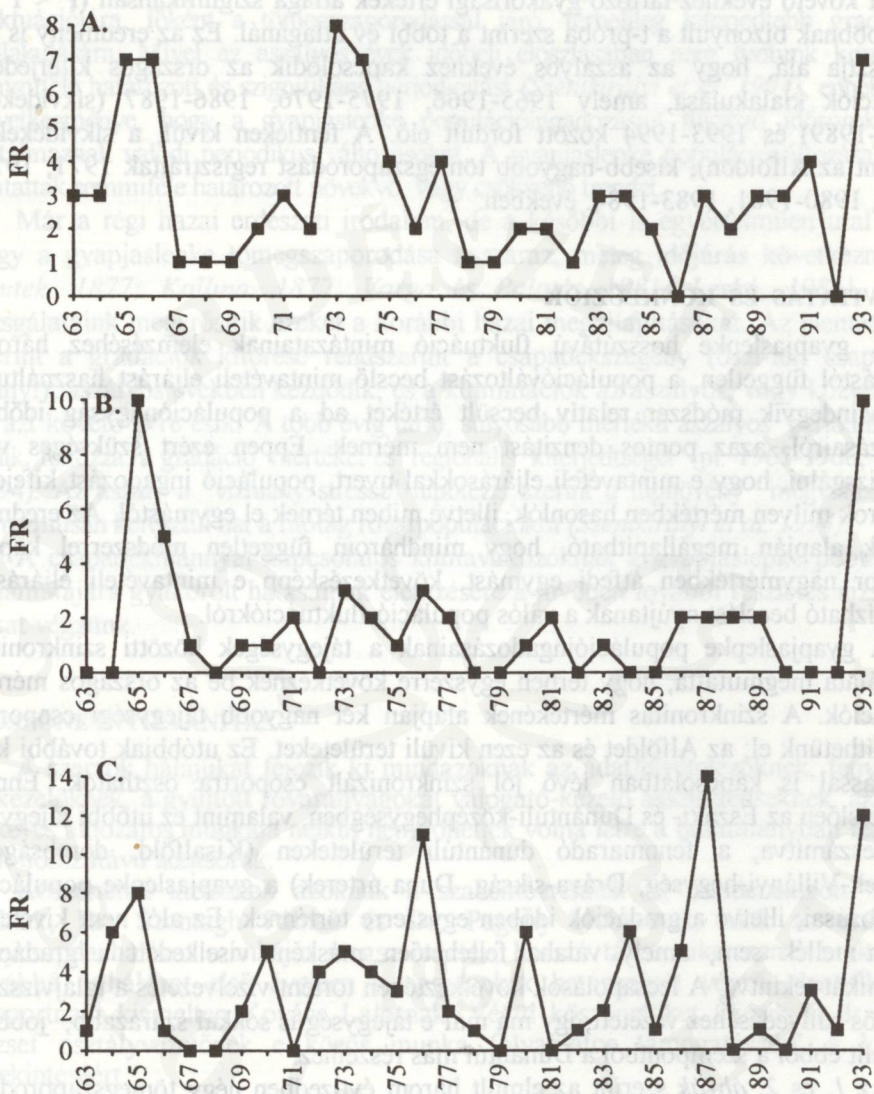
A trendanalízis regressziós módszerével az idősorokban rejlő növekvő vagy csökkenő populációs tendenciákat elemeztük mindhárom mintavételi módszer esetében. Határozottan növekvő vagy csökkenő trendet nem sikerült kimutatni a gyapjaslepke hosszútávú populáció-változásaiban. A jelenlegi 1993-1994. évi országos méretű tömegszaporodás előtti időszakban - különösen a petecsomó és kártételi adatokra vonatkozóan - a legtöbb tájegységben csökkenő trend mutatható ki. Ennek okát az 1965-1966-ban bekövetkezett igen erős gradációkban kereshetjük, ugyanis ezek az idősor elején lévő, kiugró értékek a trendegyenes meredekségét negatívvá teszik. A csökkenő trendek azonban a jelenlegi igen jelentős gradációk következtében eltűntek.

### *A klímaváltozók hatásai a gyapjaslepke gradációira*

A tavaszi, nyári és őszi-téli csapadéksorok, továbbá a hidrotermikus hányados évi értékeiből, valamint az erdőkben bekövetkezett éves országos aszálykár alapján a következő évek voltak többé-kevésbé aszályosak 1962-1993 között: 1962-1964, 1967-1969, 1971, 1973, 1976-1977, 1979, 1981-1983, 1986-1988, 1990, 1992-1993.

Az aszályos éveknél a gyapjaslepke populációk növekedésében, illetve a gradációk kialakulásában játszott szerepének kimutatásához, a három módszerrel nyert összes időszornál megállapítottuk a szaporodási, illetőleg a gradációs csúcspontokat, majd ezekből országos éves gyakorisági eloszlást képeztünk. A módszerenkénti szaporodási/gradációs csúcspontok gyakorisági értékeit a 3. ábra mutatja be. Látható, hogy mindhárom esetben az előző ábrákon (1. és 2. ábra) bemutatott csúcspontok ugyanazon években tömörültek, amelyeket ott már kiemeltünk. A három módszerrel kapott frekvencia eloszlások igen jó átfedésben vannak egymással, a korrelációs értékek közepes, illetve erős ( $r: 0,4-0,7$ ) kapcsolatot mutattak. Eloszlásonként a csúcsgyakorisági értékekhez tartozó éveket összevetettük az aszályos évekkel, és egyértelműen megállapíthattuk, hogy a gradációk tetőzése mindig az aszályos vagy az azt követő évre esett.

Ez az összefüggés mindhárom módszer esetében kimutatható. Ha több, erősen aszályos év követte egymást, akkor többnyire a száraz periódus végére esett a gradációs tömegszaporodás. A gradációknak az aszálytól való függését statisztikailag is megvizsgáltuk. A 3. ábra görbeinél elkülönítettük az aszályos, illetve az azt követő első év gradációs gyakoriságát, és összevetettük a maradék évekhez tartozó gyakorisági értékekkel. E három eloszlás esetében az aszályos vagy



3. ábra. A populációcsúcsok évi gyakoriság-eloszlása az összes tájegységre vonatkozóan  
(Jelmagyarázat: A= kártétel, B= petecsomó, C= fénycsapda, FR= frekvencia)

Annual frequency distribution of population peaks in all regions  
(A: damage caused; B: heaps of ovule; C: light trap; Fr: frequency)

az azt követő évekhez tartozó gyakorisági értékek átlaga szignifikánsan ( $P < 1\%$ ) nagyobbak bizonyult a t-próba szerint a többi év átlagánál. Ez az eredmény is azt támasztja alá, hogy az aszályos évekhez kapcsolódik az országos kiterjedésű gradációk kialakulása, amely 1965-1966, 1975-1976, 1986-1987 (síkidéken: 1988-1989) és 1993-1994 között fordult elő. A fentiekén kívül, a síkidékeken (főként az Alföldön), kisebb-nagyobb tömegszaporodást regisztráltak 1971, 1973-1974, 1980-1981, 1983-1984. években.

## MEGVITATÁS ÉS KONKLÚZIÓK

A gyapjaslepke hosszútávú fluktuáció mintázatainak elemzéséhez három, egymástól független, a populációváltozást becsülő mintavételi eljárást használtunk fel. Mindegyik módszer relatív becsült értéket ad a populációnagyság időbeli változásairól, azaz pontos denzitást nem mérnek. Éppen ezért szükséges volt megvizsgálni, hogy e mintavételi eljárásokkal nyert, populáció ingadozást kifejező idősorok milyen mértékben hasonlók, illetve miben térnek el egymástól. Az eredményeink alapján megállapítható, hogy mindhárom független módszerrel kapott adatsor nagymértékben átfedi egymást, következésképp e mintavételi eljárások megbízható becslést nyújtanak a valós populáció fluktuációkról.

A gyapjaslepke populációingadozásainak a tájegységek közötti szinkronitás vizsgálata megmutatta, hogy térben egyszerre következnek be az országos méretű gradációk. A szinkronitás mértékének alapján két nagyobb tájegységi csoportot különíthetünk el: az Alföldet és az ezen kívüli területeket. Ez utóbbiak további két, egymással is kapcsolatban lévő jól szinkronizált csoportra oszthatók. Ennek megfelelően az Északi- és Dunántúli-középhegységben, valamint ez utóbbi tájegységet leszámítva, a fennmaradó dunántúli területeken (Kisalföld, dombságok, Mecsek-Villányi-hegység, Dráva-síkság, Duna árterek) a gyapjaslepke populációingadozásai, illetve a gradációk időben egyszerre történnek. Ez alól nem kivétel a Dráva-mellék sem, amely valaha feltehetően másként viselkedett a gradációdinamikát tekintve. A lecsapolások következtében történt vízelvezetés a talajvízszint jelentős süllyedéséhez vezetett, így ma már e tájegység is sokkal szárazabb, jobban hasonlít ebből a szempontból a Dunántúl más részeihez.

Az 1. és 2. ábrák szerint az elmúlt három évtizedben négy tömegszaporodási periódus fordult elő a gyapjaslepke esetében. Ezek közül a legkiterjedtebb és legerősebb mértékű az 1965-1966 és a jelenlegi 1993-1994. évi volt. A gradációk az Alföldön gyakrabban jelentkeznek mint más tájegységeken. Itt az országos gradációkon kívül kisebb mértékű lokális felszaporodások is előfordultak két-három alkalommal az adott időszakban. Ennek okát az Alföld klímájában kereshetjük, melyre jellemző a pontuszi kontinentális klíma. Ez azt jelenti, hogy itt gyakrabban, mintegy három évenként lép fel többé-kevésbé aszályos év. A sztyeppéveknek ez a gyakori megjelenése jelentős nyári aszályal (500 mm alatti évi csapadékösszeggel) jár.

A száraz, aszályos éveknél döntő hatásuk van a gyapjaslepke populációk időbeli fluktuációjára, főként a tömegszaporodással járó, térbelileg kiterjedtebb gradációk kialakulására. Mivel az aszályos évek időbeli eloszlásában nem tudunk kimutatni semmiféle határozott és szignifikáns periodicitást (Szentkirályi et al. 1994), ennek az a következménye, hogy a gyapjaslepke populációingadozásait tükröző idősorok sem tartalmaznak valódi periodikus változásokat. A gyapjaslepke populációváltozásai nem mutattak semmiféle határozott növekvő, vagy csökkenő trendet.

Már a régi hazai erdészeti irodalom, de a későbbi is egyértelműen utal arra, hogy a gyapjaslepke tömegszaporodása a száraz, meleg időjárás következménye (Dutk, 1877; Kallina, 1877; Varga és Palotás 1981; Leskó, 1986). Jelen vizsgálataink megerősítik ezeket a korábbi hazai megállapításokat. Az elemzéseink szerint a gradációk kitérése rendszerint a csapadékszegény (ősz-téli csapadékhiány!), aszályos években kezdődik, és a kulminációk az aszályos, vagy közvetlenül az azt követő évre esik. A több évig tartó, súlyosabb mértékű aszályos periódus, úgy tűnik, fokozza a gradáció mértékét és regionális kiterjedtségét (pl. 1965-1966, 1993-1994). Az aszály a "vízhiány stressz" hipotézis szerint a tápnövény megváltoztatott kemizmusán keresztül hat a fitofág rovarpopulációkra (Szentkirályi et al. 1994).

A csapadékhiánnyal kapcsolatos klímaváltozóknak a gyapjaslepke populációdinamikájára gyakorolt hatásainak elemzésére a jövőben további részletes vizsgálatokat végzünk.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők hálójukat fejezik ki mindazoknak az adatfelvételezőknek, fénycsapdakezelőknek, a gyűjtött rovaranyagokat válogató-kezelő asszisztenseknek, akiknek sokéves áldozatos munkája nélkül nem jöhettek volna létre a tanulmányban felhasznált hosszútávú adatsorok.

Köszönettel tartoznak azoknak a szakembereknek is, mindenekelőtt Tallós Pálnak, Dr. Szontagh Pálnak és Dr. Pagony Hubertnek, akik az erdészeti fénycsapda hálózat munkáját megszervezték, hosszú távon sikeresen irányították, továbbá a hálózat első éveiben a nagylepkek határozását végző identifikációs csoportnak, kiemelten Kovács Lajosnak. Végül köszönetüket fejezik ki dr. Tóth József osztályvezetőnek e közös munka folyamatos támogatásáért, a kézirat áttekintéséért.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Dutk, E. 1877. Hernyófalás a Dunántúlon. Erdészeti Lapok 16:609-611.  
Györfi, J. 1960. Adatok a gyapjaspille (*Lymantria dispar* L.) táplálkozási biológiájához. Erdészeti Kísérletek 56:279-291.  
Kallina, K. 1877. Hernyók irtása a gödöllői koronauradalomhoz tartozó lomberdőségekben. Erdészeti Lapok 16:604-609.

- Leskó, K. 1981. Feromon alkalmazása a *Lymantria dispar* L. elleni védekezésben. Erdészeti Kutatások Vol. 74:361-368.
- Leskó, K. 1986. Az ormánsági kocsányos tölgyesek növedésvetése a *Lymantria dispar* L. és az *Euproctis chryorrhoea* L. okozta kártétel éveiben és az azt követő időszakokban. Erdészeti Kutatások Vol. 78:369-372.
- Leskó, K. 1988. Néhány megfigyelés a szél útján elsodródott *Lymantria dispar* L. hernyókról. Növényvédelem 24. 7:302-305.
- Leskó, K. 1989. Környezetkímélő védekezés a gyapjas-, az aranyfarú és a gyűrűspille kártétele ellen. Az Erdő XXXVIII. 4:162-168.
- Leskó, K., Lukács, V., Szalay-Marzsó, L. 1982. Biológiai és vegyszeres védekezési kísérletek lombbrágó kártevők ellen a selyei tölgyesekben. Növényvédelem 18. 9:401-407.
- Szentkirályi, F., Leskó, K., Kádár, F. 1994. Jeleznek-e klímaváltozást a fénycsapdás rovargyűjtések? Erdő és Klíma Konferencia Kiadványa (kiadás alatt).
- Szontagh, P. 1977. A *Lymantria dispar* L. gradációs viszonyai Magyarországon 1962-1975 között. Állattani Közlemény 64. 1-4:165-172.
- Szontagh, P. 1985. Tölgy nagylepke károsítóinak populációdinamikája és a másodlagos károsító rovarok okozta kárláncolatok. Erdészeti Kutatások Vol. 76-77:305-314.
- Varga, F. 1964. A *Lymantria dispar* L. károsítása következtében fellépő növedékkiesés cser állományban. Az EFE Tudományos Közleményei 2:217-226.
- Varga, F., Palotás, K. 1981. A gyapjaspille (*Lymantria dispar* L.) kárláncolatok jelentősége és kihatása. Agrártudományi Közöny 40:447-453.
- Walter, H. 1955. Die Klimagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 18:331-344.

## A GYŰRŰS TUSKÓGOMBA HAZAI ELŐFORDULÁSA ÉS GAZDANÖVÉNYEI

SZÁNTÓ MÁRIA

### ÖSSZEFOGLALÓ

Az ország különböző területéről és különböző gazdanövényekről begyűjtött 70 hazai *Armillaria* izolátum meghatározása történt meg a szexuális kompatibilitási teszt segítségével. Csak az *Armillaria mellea* és az *Armillaria gallica* fajok kerültek elő ebből a gyűjteményből. Az *A. mellea* volt a leggyakoribb, de az *A. gallica* előfordulása is gyakran mondható. Mindkét faj esetében a gazdanövény legtöbbször vagy *Fagus silvatica* vagy *Quercus petraea* volt.

**KULCSSZAVAK:** *Armillaria mellea*, *Armillaria gallica*, *Quercus petraea*.

### ABSTRACT

Seventy *Armillaria* isolates from different localities and hosts in Hungary were identified using sexual compatibility test. Only *Armillaria mellea* and *Armillaria gallica* were found. *A. mellea* was the most common species, but *A. gallica* was also common. Both species occur most frequently on oaks.

**KEY WORDS:** *Armillaria mellea*, *Armillaria gallica*, *Quercus petraea*.

### BEVEZETÉS

Az erdővédelemnek mindig és mindenkor jelentős problémája volt a gyűrűs *Armilláriák* szerepének tisztázása. A kérdéskör jelentősége megnőtt az első erdőpusztulások megjelenésével és még napjainkban is csak azt tudjuk teljes biztonsággal állítani, hogy az egészségükben károsodott erdőrészekben szinte kivétel nélkül megtalálhatók. Ezért fontos lenne, hogy a problémakörnek mielőbb a végére járjunk. A témakörben az első és legjelentősebb feladat a hazánkban előforduló fajok begyűjtése és azonosítása.

Az *Armillaria* fajok azonosításának kérdésköre közel 100 éves taxonómiai és nevezéktani problémára vezethető vissza. Napjainkra azonban már sokat tisztult a kép és öt intersteril gyűrűs *Armillaria* fajt sikerült elkülöníteni Európában a morfológiai bélyegek és a szexuális kompatibilitási teszt alapján. Ezek a következők: *Armillaria borealis* Marxmüller & Korhonen, *A. cepistipes* Velenovsky, *A. ostoye*

(Romagnesi) Herink, *A. gallica* Marxmüller & Romagnesi és az *A. mellea* (Vahl:Fr.) Kummer (Korhonen, 1978; Marxmüller, 1987, 1992).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A termőtestek 1989, 1990, 1992 és 1993-ban kerültek begyűjtésre az ország 21 különböző részéről, tuskóról, beteg fáról vagy egészséges fáról és különböző gazdanövényekről (1., 2. táblázat). A tiszta tenyészetek többsége termőtestből izolált diploid tenyészet volt, de haploid egy spórás tenyészet is volt közöttük. A szexuális kompatibilitási teszt során minden izolátumot párosítottunk az *A. borealis*, *A. cepistipes*, *A. ostoyae*, *A. gallica*, *A. mellea* és az *A. tabescens* négy darab haploid teszter törzsével (a termőtestek gyűjtése során nem került ugyan begyűjtésre a gyűrű nélküli *A. tabescens*, ennek ellenére helyet kapott a teszterek között.). A teszt során 2 %-os maláta-kivonatos (Difco) táptalajra minden Petri-csészébe 2-2 párt került. Az inkubálás szobahőmérsékleten történt és három hét után került sor az első kiértékelésre, majd újabb két hét után a másodikra. A fajok meghatározása a szexuális kompatibilitási teszttel rendszerint világos, jól kiértékelhető volt, de néhány esetben - és ez mindig a diploid/haploid párosításnál fordult elő - az eredmény nem volt biztos. Ezeket a bizonytalan eredményeket a dolgozat nem tartalmazza.

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Ez az első viszonylag nagyobb gyűjtemény a hazai *Armillaria* fajok meghatározott izolátumaiból és természetesen csak erre a gyűjteményre vonatkozik minden következtetés. Csak termőtestből történt a gyűjtés, így meg kell azt is jegyezni, hogy a termőtestek megjelenése nem feltétlenül tükrözi a fajok jelenlétének gyakoriságát. Többek között ez is oka lehet, hogy ebből az anyagból nem került elő a Közép-Európában igen gyakori *A. ostoyae* (Gregory, 1985; Morrison, 1989; Rishbeth, 1982, 1984; Redfern, 1975).

A gyűjteményből kiindulva a hazánkban leggyakrabban előforduló *Armillaria* faj az *A. mellea* - a 70 izolátumból 44. Különböző gazdanövényeken volt megtalálható, egyaránt jelen volt a lombos fafajokon (*Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. cerris*, *Fagus sylvatica*, *Juglans regia*, *Tilia* sp.) és a fenyőkön (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*). A fajra jellemző, hogy az *A. ostoyae*val együtt egyike a legprominensebb kórokozónak Európában. Képes olyan gazdanövényeken is megbetegedéseket okozni, amelyekről közismert a normál körülmények közötti magas *Armillariával* szembeni rezisztencia (Davidson and Rishbeth, 1988; Gregory, 1985; Rishbeth, 1982, 1984; Shaw and Kile, 1991). Visszafertőzési kísérletek során Anselmi és Puccinelli (1992) azt találták, hogy az *A. mellea* támadta meg leggyakrabban a szárazság következtében legyengült különböző tölgy fajokat, míg a megfelelő vízellátottságú körülmények közötti azonos gazdanövényeknél jóval ritkább volt a faj jelenléte - a kísérletekben *Quercus robur*, *Q. cerris*, *Q. pubescens* és *Q. ilex* szerepelt. Közismert, hogy hazánkban az utóbbi időkben rendkívül száraz nyarakat kellett átélniük tölgyeseinknek is.

1. táblázat. A begyűjtött törzsek származási helyei, a gazdanövények és a határozás eredménye

Származási hely	Gazdanövény	Armillaria faj
1. Sopron	<i>Juglans regia</i> beteg (4) <i>Picea abies</i> egészséges (1)	<i>A. mellea</i> <i>A. mellea</i>
2. Uzsa	<i>Quercus petraea</i> egészséges (2)	<i>A. mellea</i>
3. Pápateszér	<i>Quercus petraea</i> beteg (1)	<i>A. mellea</i>
4. Lókósár	<i>Picea abies</i> beteg (1)	<i>A. gallica</i>
5. Bakonybél	<i>Fagus silvatica</i> (11) <i>Quercus sp.</i> (1)	<i>A. mellea</i> <i>A. mellea</i>
6. Szarvaskút	<i>Quercus robur</i> (3) <i>Fagus silvatica</i> (3)	<i>A. mellea</i> <i>A. mellea</i> (2) <i>A. gallica</i> (1)
7. Baj	<i>Quercus sp.</i> beteg (2)	<i>A. gallica</i>
8. Pilis	<i>Quercus petraea</i> beteg (2)	<i>A. gallica</i>
9. Szárazpatak	<i>Quercus sp.</i> egészséges (1)	<i>A. gallica</i>
10. Lajosforrás	<i>Quercus petraea</i> egészséges (1)	<i>A. gallica</i>
11. Pilisszentkereszt	<i>Pinus sylvestris</i> egészséges (5)	<i>A. mellea</i> (3) <i>A. gallica</i> (2)
12. Pilisvörösvár	<i>Quercus petraea</i> (1)	<i>A. mellea</i>
13. Dömörkapu	<i>Quercus petraea</i> egészséges (3)	<i>A. mellea</i> (2) <i>A. gallica</i> (1)
14. Pilisszentlászló	<i>Fagus silvatica</i> egészséges (2)	<i>A. gallica</i>
15. Gödöllő	<i>Quercus petraea</i> egészséges (1)	<i>A. mellea</i>
16. Szob	<i>Quercus petraea</i> beteg (2) <i>Juglans regia</i> beteg (2)	<i>A. gallica</i> <i>A. mellea</i>
17. Kömörő	<i>Quercus petraea</i> beteg (1)	<i>A. mellea</i>
18. Salgó	<i>Quercus petraea</i> beteg (2) <i>Fagus silvatica</i> beteg (2) <i>Fagus silvatica</i> egészséges (1) <i>Pinus sylvestris</i> egészséges (2)	<i>A. mellea</i> (1) <i>A. gallica</i> (1) <i>A. gallica</i> <i>A. gallica</i> <i>A. mellea</i>
19. Gútpusztá	<i>Quercus petraea</i> egészséges (4)	<i>A. mellea</i> (3) <i>A. gallica</i> (1)
20. Tamási	<i>Quercus sp.</i> beteg (1)	<i>A. gallica</i>
21. Kaszópusztá	<i>Quercus robur</i> beteg (6) <i>Quercus cerris</i> beteg (1) <i>Tilia sp.</i> (1)	<i>A. gallica</i> (4) <i>A. mellea</i> (2) <i>A. gallica</i> <i>A. mellea</i>

Megjegyzés: a zárójelbe tett számok a megvizsgált gazdanövény és az onnan begyűjtött törzsek számát jelentik.

Az *A. gallicát*, amely a második leggyakoribb fajnak bizonyult hazánkban, viszonylag gyenge patogenitású fajként kategorizálták a számos visszafertőzési kísérlet eredménye nyomán, melyeket Európában és Észak-Amerikában végeztek el (Gregory 1985, 1989; Guillaumin és Berthelay, 1981; Guillaumin et al. 1985; Morrison, 1989; Morrison et al. 1985; Rishbeth, 1982, 1984; Shaw, 1977; Siepmann and Leibiger, 1989). Néhány izolátumról kiderült, hogy tulajdonképpen nem fertőzőképes (Rishbeth, 1982). Mindazonáltal jelentek meg dolgozatok, melyek arról tudósítanak, hogy az *A. gallica* képes lehet valamely stressz hatására legyengült fa kipusztítására másodlagos kórokozóként (Gregory, 1985; Rishbeth, 1982; Shaw and Kile, 1991).

Ebből a gyűjteményből csak ez a két faj került elő, de korábbi jelzések voltak már azzal kapcsolatban, hogy az *A. cepistipes* jelen van hazánkban (Vajna, 1994), amely egyébként gyakori faj Közép Európában a hegyvidéki erdőkben. Gyenge patogenitású fajként tartják számon, melyet nagyon nehéz morfológiai bélyegei és tulajdonságai alapján elválasztani az *A. gallicától* (Guillaumin and others 1985). Kevés dolgozat számol be erről a fajról, de Morrison (1989) például alacsony fertőző képességéről ír a visszafertőzési kísérletek nyomán. Ennek ellenére a fajjal kapcsolatban Finnországban és Skóciában jelentek meg dolgozatok, melyekben összefüggést látnak jelenléte egyes fenyőállományokban és az ott előforduló gyökér-megbetegedések között (Gregory, 1989; Korhonen, 1978; Piri and others 1990; Shaw and Kile, 1991).

Az eredményekből úgy tűnik, hogy az *Armillaria* fajok egyik igen gyakori gazdanövénye valamely *Quercus* faj (2. táblázat).

2. táblázat. Az *Armillaria* fajok gazdanövényköre

<i>Armillaria mellea</i> (44)	<i>Armillaria gallica</i> (26)
<i>Fagus silvatica</i> (13)	<i>Quercus petraea</i> (8)
<i>Quercus petraea</i> (12)	<i>Fagus silvatica</i> (6)
<i>Juglans regia</i> (6)	<i>Quercus robur</i> (4)
<i>Quercus robur</i> (5)	<i>Quercus</i> sp. (4)
<i>Pinus sylvestris</i> (5)	<i>Pinus sylvestris</i> (2)
<i>Quercus</i> sp. (1)	<i>Quercus cerris</i> (1)
<i>Tilia</i> sp. (1)	<i>Picea abies</i> (1)
<i>Picea abies</i> (1)	

Megjegyzés: a zárójelbe tett számok a megvizsgált gazdanövény és az onnan begyűjtött törzsek számát jelentik.

Az is valószínűnek látszik, hogy valamilyen szerepet játszik hazánkban a tölgy-pusztulásban, de hogy milyet, az még kérdéses. Az Olaszországban végzett kísérletek eredményeként Anselmi és Puccinelli (1992) azt a következtetést vonták le, hogy az *Armillaria* fajok - az *A. mallea*, *A. bulbosa* és az *A. tabescens* szerepelt a kísérletben - másodlagos kórokozóként játszhatnak csak szerepet a tölgy-pusztulásban.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Anselmi, N., Puccinelli, P. 1992. Studies on *Armillaria* attacks on declining oak trees. International Congress. Selva di Fasano (Brindisi), Italy. September 13-18.
- Davidson, A. J., Rishbeth, J. 1988. Effect of suppression and felling on infection of oak and Scots pine by *Armillaria*. European Journal of Forest Pathology 18:161-168.
- Gregory, S. C. 1985. The use of potato tubers in pathogenicity studies of *Armillaria* isolates. Plant Pathology 34:41-48.
- Gregory, S. C. 1989. *Armillaria* species in northern Britain. Plant Pathology 38:93-97.
- Guillaumin, J. J., Berthelay, S. 1981. Determination spécifique des armillaires par la méthode des groupes de compatibilité sexuelle. Spécialisation écologique des espèces françaises. Agronomie 1:897-908.
- Guillaumin, J. J. et al. 1985. Systematique des *Armillaires* du groupe *Mellea*. Conséquences phytopathologiques. European Journal of Forest Pathology 15:268-277.
- Korhonen, K. 1978. Infertility and clonal size in the *Armillariella mellea* complex. Karstenia 18:31-42.
- Marxmüller, H. 1982. Etude morphologique des *Armillaria* ss. str. à anneau. Bulletin de la Société Mycologique de France 98:87-124.
- Marxmüller, H. 1987. Quelques remarques complémentaires sur les *Armillaires* anneelées. Bulletin de la Société Mycologique de France 103:137-156.
- Morrison, D. J. et al. 1985. Species of *Armillaria* in British Columbia. Canadian Journal of Plant Pathology 7:242-246.
- Morrison, D. J. 1989. Pathogenicity of *Armillaria* species is related to rhizomorph growth habit. In: Morrison, D.J., ed. Proceedings of the 7th International Conference on root and butt rots. 1988. August 9-16. Vernon and Victoria, BC. Victoria, BC: International Union for Forestry Research Organizations. 584-589.
- Piri, T. and others. 1990. Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed spruce stands in southern Finland. Scandinavian Journal of Forest Research 5:113-125.
- Rishbeth, J. 1982. Species of *Armillaria* in southern England. Plant Pathology 31: 9-17.
- Rishbeth, J. 1984. Pathogenicity tests for *Armillaria*. In: Kile, G.A., ed. Proceeding of the 6th International Conference on root and butt rot of forest trees. 1983. August 25-31; Melbourne, Australia. International Union of Forestry Research Organizations. 131-139.
- Shaw, C. G. III. 1977. *Armillaria* isolates from pine and hardwoods differ in pathogenicity to pine seedlings. Plant Disease Reporter 61:416-418.

Shaw, C. G. III., Kile, G. A. 1991. *Armillaria* root disease. Agricultural Handbook No. 691. Forest Service United States Department of Agriculture. Washington.

Siepmann, R., Leibiger, M. 1989. Über die Wirtsspezialisierung von *Armillaria*-Arten. European Journal of Forest Pathology 19:334-342.

Vajna, L. 1994. Az európai és a hazai erdők állapotának leromlása az 1970-1980-as években. IV. A mikológiai és patológiai vizsgálatok eredményei. *Armillaria cepistipes* Velenovsky és szerepe a kocsánytalan tölgyesek leromlásában. Növényvédelem 30. 9:401-409.

# AZ ÁLLAMI ERDŐGAZDÁLKODÁS SZERVEZETÉNEK FEJLESZTÉSI IRÁNYVÁR

## ERDÉSZETI ÖKONÓMIA

ILLYÉS BENJAMIN, NISLEEN, ERWIN ALBERT\*\*

### ÖSSZEFOGLALÓ:

Az állami erdőgazdálkodás főbb típusait a gazdálkodási és felügyeleti funkciók teljesítése és az állami költségvetéssel való kapcsolatuk alapján tárgyalja a tanulmány. Az erdészeti politika céljainak teljesítése szempontjából a jelenlegi magyar viszonyok mellett a költségvetésről célkitűzésekkel az élelmi magánjogi törvények keretében működő szervezet a legalkalmasabb az állami erdőszet működésére. A környezetvédelmi és tudományos funkciók megfelelő finanszírozási rendszerrel illeszthetők az erdészeti részvételrendszernek tevékenységük körébe.

**KEYWORDS:** állami erdőszet, szervezeti típusok, részvételrendszer, finanszírozási rendszer

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Haupttype der staatlichen Forstwirtschaft werden im Referat aufgrund der Erfüllung der Bewirtschaftungs- und behördlichen Funktionen und der Beziehung zum Budget erörtert. Aus dem Gesichtspunkt der Erfüllung der Ziele der Forstpolitik bewährt sich unter den gegenwärtigen ungarischen Umständen die innerhalb des Budgets ausgerichtete, im Rahmen der allgemeinen wirtschaftlichen Gesetze funktionierende Organisation als geeignetste für die staatliche Forstwirtschaft. Die Umwelt- und wissenschaftlichen Funktionen können dem Tätigkeitsbereich der juristischen Personengesellschaften mit einem entsprechenden Finanzierungssystem angepaßt werden.

**SCHLÜSSELWÖRTER:** Organisationstyp, Aktiengesellschaft, staatliche Forstwirtschaft, Finanzierungssystem

### AZ ERDÉSZETI POLITIKA FŐBB CELJAI

Az állami erdőgazdálkodás szervezetének korszerűsítése szakmánk egyik legaktuálisabb feladata. Európa számos országában is foglalkoznak az állami erdőszet hatékonyabb szervezetének kialakításával. Az erdővel szemben támasztott társadalmi igények megváltozása, a jövedelmességi követelmények felerősítése és

\* Az Európai Unió Coercitio programja keretében készített rész tanulmány

\*\* Ludwig Egyetem, Freiburg

- Shaw, C. G. III., Kile, G. A. 1991: *Armillaria* root disease. Agricultural Handbook No. 691. Forest Service United States Department of Agriculture, Washington.
- Siepmann, R., Leibiger, M. 1989. Über die Wirtsspezialisierung von *Armillaria*-Arten. European Journal of Forest Pathology 19:334-342.
- Vajna, L. 1994. Az európai és a hazai erdők állapotának leromlása az 1970-1980-as években. IV. A mikológiai kórokozók szerepe. *Armillaria cepistipes* Velenovsky és szerepe a kocsánytalan félévesek leromlásában. Növényvédelem 30. 9:401-409.



## **AZ ÁLLAMI ERDŐGAZDÁLKODÁS SZERVEZETÉNEK FEJLESZTÉSI IRÁNYAI\***

**ILLYÉS BENJAMIN, NIEBLEIN, ERWIN ALBERT\*\***

### **ÖSSZEFOGLALÓ:**

Az állami erdőgazdálkodás főbb típusait a gazdálkodói és hatósági funkciók teljesítése és az állami költségvetéssel való kapcsolat alapján tárgyalja a tanulmány. Az erdészeti politika céljainak teljesítése szempontjából a jelenlegi magyar viszonyok közt a költségvetéstől elkülönült, az általános magánjogi törvények keretében működő szervezet a legalkalmasabb az állami erdőszet működésére. A környezetvédelmi és üdülési funkciók megfelelő finanszírozási rendszerrel illeszthetők az erdészeti részvénytársaságok tevékenységi köréhez.

**KULCSSZAVAK:** állami erdőszet, szervezeti típusok, részvénytársaság, finanszírozási rendszer.

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Haupttype der staatlichen Forstwirtschaft werden im Referat aufgrund der Erfüllung der Bewirtschafter- und behördlichen Funktionen und der Beziehung zum Budget erörtert. Aus dem Gesichtspunkt der Erfüllung der Ziele der Forstpolitik bewährt sich unter den gegenwärtigen ungarischen Umständen die innerhalb des Budgets ausgegliederte, im Rahmen der allgemeinen privatrechtlichen Gesetze funktionierende Organisation als geeignetste für die staatliche Forstwirtschaft. Die Umweltschutz- und Erholungsfunktionen können dem Tätigkeitsbereich der forstlichen Aktiengesellschaften mit einem entsprechenden Finanzierungssystem angepaßt werden.

**SCHLÜSSELWÖRTER:** Organisationstyp, Aktiengesellschaft, staatliche Forstwirtschaft, Finanzierungssystem.

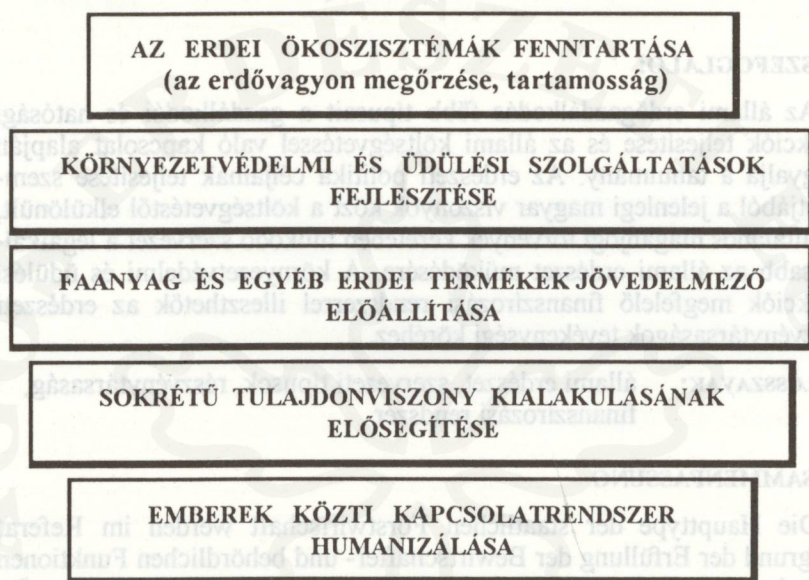
### **AZ ERDÉSZETI POLITIKA FŐBB CÉLJAI**

Az állami erdőgazdálkodás szervezetének korszerűsítése szakmánk egyik legaktuálisabb feladata. Európa számos országában is foglalkoznak az állami erdőszet hatékonyabb szervezetének kialakításával. Az erdőkkel szemben támasztott társadalmi igények megváltozása, a jövedelmezőségi követelmények felerősödése és

\* Az Európai Unió Copernicus programja keretében készült résztanulmány

\*\* Ludwig Egyetem, Freiburg

az emberi kapcsolatok humanizálására irányuló törekvések új konfliktusokat okoznak, melyek feloldása nagymértékben függ a szervezeti keretektől. Tanulmányunkban áttekintjük az állami erdészet szervezetének főbb típusait és a várható változások tendenciáit az erdészeti politika főbb céljai teljesülésének szempontjai alapján. A mellékelt 1. ábra tartalmazza azokat az összefoglaló jellegű célkitűzéseket, melyeket az elemzésnél figyelembe vettünk.



1. ábra. Az erdészeti politika főbb céljai (Illyés, Nießlein, 1994)

*Die wichtigsten Ziele der Forstpolitik*

Az erdei ökoszisztémák fenntartására való törekvés a tartamosság hagyományostól eltérő, minőségileg új értelmezéséből adódik (Illyés, 1988, 1989; Illyés, 1990, 1991; Illyés, 1992; Nießlein, 1985). Ma már nemzetközi szinten és az egyes országok határain belül is megfogalmazódtak azok az elvárások, hogy az erdőgazdálkodás őrizze meg és javítsa az erdőnek, mint bonyolult biológiai közösségnek létezési feltételeit. A tartamosságot ki kell terjeszteni a faanyag mellett az erdő valamennyi komponensére és ezek sajátos komplexumára. A tarvágások visszaszorítása, a természetközeli beavatkozások elterjesztése, értékes biotópok speciális kezelése és regenerálása, a biodiverzitás követelményeinek tudatosabb figyelembevétele a korszerű erdőgazdálkodás mindennapos teendői közé fog tartozni. Ezek a célok minőségileg mást jelentenek, mint a környezetvédelmi és üdülési szolgáltatások fejlesztése. Ami viszont közösen jellemzi e két cél halmazát,

hogy e teljesítmények nagy része nem piaci termék. A teljesítésükkel járó többlet-költségeket, hozamvesztéseket külső, társadalmi pénzügyi forrásokból kell finanszírozni. Az állami erdészeti szervezetének elő kell segíteni, hogy a szakemberek azonosuljanak e célokkal és tegyenek meg mindent a megfelelő pénzügyi források előteremtésére.

A faanyag és egyéb erdei termékek jövedelmező előállítására az erdőgazdálkodás megújulásának alapja. A fogyasztók széles köre ismeri fel ismét a fatermékek értékeit. Az erdei gyógynövények, gyümölcsök, gombák iránt is várhatóan növekszik a kereslet. Tudatos marketing munkával, a környezetkímélő és az egészséget megőrző jellegük hangsúlyozásával tovább javítható e termékek piaci helyzete. Termesztési és feldolgozási technológiájuk viszont a folytonos megújítást igényli. A szervezetnek ezeket a folyamatokat aktívan elő kell segíteni.

A sokrétű tulajdonviszony kialakításánál abból indultunk ki, hogy Magyarországon a jelenlegi állami erdőterület jelentősen nem csökken tovább. E kritérium érvényesítésénél további fontos szempont egyrészt az, hogy az állami erdővagyonat kezelő szervezet mennyire piacconform, vállalkozás- és teljesítményorientált, másrészt mennyire segíti a magánvállalkozók és magánerdő-birtokosok megerősödését. E tényező másik oldala, hogy a szervezet milyen mértékben hordozza egy központi-igazgató vezérelt, hierarchikus, bürokratikus állami irányítás jellegzetességeit. Külön szemléljük, hogy az egyes szervezeti megoldások milyen mértékben segítik elő az emberek közti kapcsolatrendszer humanizálását. Ezen belül a szubszidiaritás elveinek megvalósulását, egyéni kezdeményezés, felelősségvállalás, teljesítményorientáció, etikai követelmények érvényesülésének mértékét célszerű vizsgálni.

## AZ EURÓPAI ÁLLAMI ERDŐK SZERVEZETÉNEK TÍPUSAI

Az európai állami erdők szervezetének főbb típusai:

- Egységes erdőirányítás (német szervezet);
- Elkülönült, államigazgatási keretek közt költségvetéshez kapcsolódó gazdálkodó szervezet (osztrák);
- Elkülönült, versenyszférában gazdálkodó szervezet (magyar);
- Kombinált szervezet.

Az eltérő szervezetek jellegzetességeit a 2. ábra tartalmazza.

### 1. EGYSÉGES ERDŐIGAZGATÁS (német tartományi erdők szervezete)

- gazdálkodás állami erdőkben;
- gazdálkodás közösségi erdők nagy részében;
- támogatás a kis privát erdőkben (szaktanácsadás, pénzügyi támogatás megvalósítása);
- erdőfelügyelet a teljes erdőterületen;
- költségvetési kapcsolódás erős, közvetlen.

### 2. ELKÜLÖNÜLT GAZDÁLKODÓSZERVEZET (osztrák és német szövetségi erdők szervezete)

- gazdálkodás állami erdőkben;
  - költségvetési kapcsolódás erős, közvetlen;
- 2.1. Állami költségvetési szervezetbe integrált (osztrák).  
2.2. Pénzügyminiszternek alárendelt speciális szervezet (német szövetségi erdők).

### 3. ELKÜLÖNÜLT, VERSENYSZFÉRÁBAN GAZDÁLKODÓ SZERVEZET (magyar szervezet)

- gazdálkodás az állami erdőkben;
  - költségvetési kapcsolat gyenge és közvetett;
- 3.1. Magánjogi általános gazdasági törvények szerint kialakított szervezet (pl. részvénytársaság);  
3.2. Speciális jogi szabályozás szerint működő szervezet (pl. köztestület).

### 4. KOMBINÁLT SZERVEZET

- A hosszútávú erdővagyon gazdálkodás és az éves hozamot hasznosító szervezet elkülönítése;
- Erdővagyon gazdálkodó szervezetnél erős, éves hozamot hasznosító szervezetnél gyenge költségvetési kapcsolat.

2. ábra. Az állami erdőgazdálkodó szervezetek típusai és főbb jellemzői  
(Illyés, Nießlein, 1994)

*Die Type und Hauptmerkmale der statlichen Forstwirtschaft*

Az **egységes** erdőigazgatást jellemzi a gazdálkodói, az erdőfelügyeleti tevékenység együttes teljesítése, valamint a kis privát erdőkben folytatott szaktanácsadás, a támogatások megszervezése és ellenőrzése. E sokrétű gazdálkodói és hatósági munka miatt a költségvetéshez való kapcsolódás közvetlen és igen erős.

Az **elkülönült**, de a **költségvetéshez** kapcsolódó **gazdálkodó** szervezet már nem foglalkozik az erdőfelügyelettel és a privát erdőkkel kapcsolatos igazgatási feladatokkal. A megmaradt gazdálkodói funkció viszont erősen kötődik az állami költségvetéshez (osztrák megoldás). Ennek egyik változata a német szövetségi erdők kezelése, mely egy speciális, a Pénzügyminiszter alá rendelt szervezeten keresztül történik.

Az **elkülönült**, **versenyszférában** gazdálkodó szervezet állami költségvetéshez történő kapcsolódása gyenge és közvetett.

A **magánjogi** alapon szervezett egységek (részvénytársaságok) csak az **általános gazdasági törvények** keretei közt kerülhetnek a költségvetéssel kapcsolatba, egyébként teljes jogi és gazdasági önállósággal rendelkeznek. Lehetséges változataik területi illetékesség, illetve az erdő tulajdonlása szerint:

- az állami erdőkkel gazdaságilag és jogilag önálló, országos illetékességű szervezet, vagy több önálló szervezet (RT) gazdálkodik;
- az erdő tulajdonjoga a gazdálkodó szervezet(ek)é, illetve elkülönült ezektől.

Az országos hatáskörű és az erdő tulajdonjogával is rendelkező állami erdészetre a svéd szervezeti megoldás a jellemző. Magyarországon 21 gazdaságilag önálló részvénytársaság működik, melyek nem tulajdonosai az erdőknek, e jogot egy állami vagyonkezelő szervezet gyakorolja. Elvileg szerződés keretében hasznosítják az egyes részvénytársaságok az erdők éves hozamait.

Lehetséges még egy, a **köztisztületekre** kialakított, az általános gazdasági jogi szabályozástól eltérő, államerdészet működtetése is. Nincs tudomásunk ilyen szervezetről, jogi szabályozása még kiforratlan.

Az utóbbi években Magyarországon felmerült az erdővagyonnal hosszútávon gazdálkodó és az erdővagyon hozamát hasznosító, egymástól elkülönített, **kombinált** szervezet kialakításának gondolata. Ebben az esetben az állami erdőgazdálkodás erdővagyon gazdálkodó szervezete a költségvetéshez erősen kapcsolódik, az éves hozamot hasznosító szervezet az általános gazdasági törvények szerint gazdálkodik.

Az állami erdők szervezetének fejlődését a **3. ábrán** összefoglalt külső adottságok és tényezők is erősen befolyásolják. A jelenlegi magyar viszonyok közt e faktorok többsége változik, illetve könnyebben változtatható. Joggal feltételezhető, hogy az egységes állami erdőigazgatás szervezete (**2. ábra**, 1. szervezet) nehezen illeszthető az általános társadalmi és gazdasági fejlődési vonulatokhoz és az erdészeti kialakult adottsághoz.

A politikai szférában szinte teljes körű az egyetértés abban, hogy az állami apparátus működésének fejlesztése során el kell különíteni az igazgatási és gazdálkodói feladatokat. Az erdészeti politika szakmai céljai is jobban elérhetők, ha

egyértelműen elhatárolódnak egymástól, a törvények betartását ellenőrző és a feladatokat megvalósító szervezetek. Más jellegű a munkájuk, felelősségük is jobban konkretizálható, mint e funkciókat együttesen teljesítő szervezetben. Különösen fontos e szervezetek elválasztása a nyereségcentrikus, versenyszférában működő gazdálkodásban.

A magyarországi privatizáció befejezése után 5-10 ezer hektáros erdészeti üzemek gyakorlatilag összefüggő erdőterülettel rendelkeznek. A feladatok a munkaidejük nagy részét kitöltik. A privát szférával inkább tanácsadói és egyéb szolgáltatási jellegű kapcsolatokat építhetnek ki teljesen önkéntes alapon. Ezeknek az erdészeteknek nem szabad hatósági funkciót adni, hiszen ezzel egy sajátos monopol helyzetbe kerülnének a privátszférával szemben. A fakitermelési, szállítási és erdőfelújítási munkák privatizációja megnöveli a vállalkozók szerepét. Ez egy olyan versenyhelyzetet teremt, melyben egy oldalról érdemes lesz jó minőségű, pontos munkát teljesíteni, másoldalról a kiváló vállalkozókat megbecsülni. Ez a verseny az állami tulajdonban maradó kapacitások hatékonyabb működését is kikényszeríti. Ezek a körülmények gyorsabban fejlődnek ki egy vállalkozói jellegű szervezetben. Egységes állami erdészetnél a hatósági és vállalkozói feladatok keveredése "felpuhítja" a követelményeket mind az állami, mind a privát szférában.

Magyarországon történelmileg elvált az erdőfelügyelet és a gazdálkodói szervezet. Ennek egyesítését nem indokolja a várható fejlődési tendencia. Következésképpen el kell választani viszont a jövőben is az illetékes minisztérium feladatát a gazdálkodástól. Ennek összemosása az egyik oka volt a múltban az erdőgazdálkodásban elkövetett hibáknak.

Magyarországon a politikai szféra céltudatosan törekszik az állami tulajdon szerepének csökkentésére. A megmaradó állami tulajdon kezelésében viszont a jövőben nagyobb szerepet kívánnak adni a vállalkozásoknak, a versenyszellem érvényesülésének. Ez a nemzetközi irányzatokkal is egybeesik. Az állami erdők kezelő szervezetének korszerűsítésekor is érvényesíteni kell ezeket a törekvéseket. Itt utalunk a modern társadalom elmélet széles körben elfogadott elvének, a szubszidiaritásnak mind teljesebb érvényesítésére. Ennek lényege, hogy mindazt, amit az egyes egyének, vagy kisebb, alacsonyabb szinten szerveződött közösségek saját erejükből meg tudnak valósítani, nem szabad egy nagyobb, vagy magasabb szintű közösségre áthárítani. Az államnak soha sem szabad a társadalom kisebb szervezeti egységeit bekebelezni, bomlasztani. Tevékenységének lényegét az egyéni és kisebb közösségek törekvésének segítése - szubszidiálása - jellemezze. A szubszidiaritás elve és a demokratikus intézményrendszer akadályozza meg, hogy a hivatalok által képviselt közhatalmat bizonyos személyek, vagy csoportok érdekei szerint használják fel (Kindler, Zsolnai, 1993). A modern társadalmak ebből kiindulva szorítják vissza az állam indokolatlan szerepét és keresik az állami tulajdon működtetésének új útjait. A magyar állami erdészet szervezetének változtatásakor is fontos szempont mennyire érvényesítjük a decentralizálás elvét, ott történnek-e a döntések, ahol a szükséges információk rendelkezésre állnak? Természetesen ennek

a követelménynek az állami tulajdon képviselőjétől kiindulva az egyes konkrét munkahelyekig át kell hatnia az egész szervezetet. Így csökkenteni lehet annak lehetőségét is, hogy egyes hivatalok által képviselt hatalmat egyes személyek, vagy csoportok érdekei szerint használjanak fel. A költségvetési kapcsolatokon nyugvó, erős hierarchikus szervezet természetéből adódóan fékezne ezeket a folyamatokat.

Véleményünk szerint ugyanígy kizárható a kombinált szervezet (2. ábra, 4. szervezet) megvalósítása. A rendelkezésre álló információink szerint ez egy újabb szervezeti lépcső beiktatását jelentené az erdőfelügyelet és a meglévő gazdálkodó szervezetek közé. Ez egyrészt költségemelkedést okoz, másrészt csökkenti az éves hozamot hasznosító szervezet erdővagyon iránti felelősségét. Kelet-Európában hasonló szervezeti megoldások az erdők állapotának leromlásához vezettek.

## GAZDASÁGILAG ÖNÁLLÓ ÁLLAMI ERDÉSZET INDOKAI

A további vizsgálódást az elkülönült, állami igazgatáshoz erősen kapcsolódó (2. típus) és az elkülönült, de versenyszférában gazdálkodó (3. típus) állami erdészeti szervezetre irányítjuk. Az elemzés fő kérdése: *az erdővel az állami igazgatáson belül, az általános igazgatási szabályok szerint gazdálkodjunk-e, vagy valamilyen saját felelősségű, pénzügyileg önálló szervezet keretében?*

A közvetlen állami igazgatásból való kiemelés főbb indokai:

- A gazdálkodás gyökeresen különbözik az állami igazgatási tevékenységtől és összeegyeztethetetlen a hivatalnok gondolkodással. Az igazgatási apparátust mindig jellemzi a bürokratikus lassúság és nehézkesség, ami a gazdálkodás szférájában napjainkban megengedhetetlen.
- Az állami igazgatás keretében egy üzem létszámtervhez, pénzügyi tervhez és elszámoláshoz van kötve. Ez nem teszi lehetővé az éves szemléleten túlmutató időbeli alkalmazkodást és így akadályozza az optimális erdővagyon gazdálkodást is. Különösen veszélyes ez a megoldás az állami költségvetés nehéz helyzetében. Véleményünk szerint ebben az esetben még rosszabb feltételek lennének az ökológiai erdőgazdálkodás számára.
- A gazdálkodás ökonómiailag akkor hatékony, ha a vezető személyiségek a mindenkori teljesítményért felelősek és ezért az üzemmél és az üzletmenettel igen nagy mértékben azonosulnak. Az ilyen gazdasági felelősség az állami igazgatáson belül nehezen érhető el.
- Az állami igazgatási szervezetet természetéből adódóan egy erős hierarchikus felépítés jellemzi. Ez megnehezíti az emberi kapcsolatok humanizálását, a döntési szintek decentralizálását, az emberek teljesítménycentrikus magatartásának kibontakozását. A szubszidiaritás elvének érvényesítése is nehezebb.

### A 3. típus hátrányaiként felhozott érvelések:

- Az önálló, államigazgatástól független szervezetre a politikának és az igazgatás felső régióinak csökken a befolyása és emiatt az erdő kikerül a társadalom ellenőrzése alól. A valóságban a laikusok számára az erdőgazdálkodás áttekinthetetlen tevékenység, érdemi ellenőrzés csak a legfontosabb elvi kérdésekben kínálkozik. Ezek az elvek külön intézmények felelős szervei számára is rögzíthetők.
- Az éves nyereségorientáltság lehetetlenné teszi az erdőkkel való hosszútávú gazdálkodás céljainak elérését. Ez a veszély felléphet, ha egy üzem jövedelmi helyzete alapvetően, vagy periodikusan rossz.

Véleményünk szerint modern erdőtervekkel, az erdők kezelésére irányuló szerződésekkel rögzített kötöttségekkel és támogatásokkal, megfelelő ellenőrzéssel és a hosszútávú komplex erdőgazdálkodási célokhoz kapcsolódó pénzügyi szabályozással, az említett hátrányok jelentősen csökkenthetők, az államigazgatási rendszerből származó hátrányok (2. típus) megszüntetése viszont nem lehetséges. Ismereteink szerint jelentős szellemi erők fáradoznak számos országban azért, hogy az államerdészet kiszakadhasson a hagyományos állami igazgatási szervezetről és egy teljesen önállóan gazdálkodó, pénzügyileg is független szervezetté alakuljon. Ezek a törekvések összhangban vannak azzal az általános politikai törekvésekkel, melyek a monopol jellegű, nagy állami szervezetek radikális átalakítására irányulnak. Ennek a 3. típusba tartozó szervezetek felelnek meg a legjobban.

### KÖZJOGI ÉS MAGÁNJOGI TESTÜLETEK JELLEGZETESSÉGEI

A közvetlen állami igazgatástól elkülönülő szervezeti formák közül a köztestület (3.2. típus) és a magánjogi társaság (3.1. típus) eltéréseit elemezve megállapítható, hogy a két megoldás működése közt kevés különbség van.

A *közjogi* testületet ott kell előnyben részesíteni, ahol a társaság egyben az erdő tulajdonosa is. Ehhez a szervezetet létrehozó, speciális jogi szabályozásnak tartalmaznia kell az erdő hosszútávú fennmaradását szolgáló követelményeket és feltételeket. Magyar viszonyok közt hátrányos, hogy még nem kristályosodott ki a köztestületek általános jogi szabályozása, így az erdőkkel gazdálkodó szervezet kialakítása számos bizonytalanságot tartalmaz. A nemzetközi szakirodalomból levonható az a következtetés, hogy közcélokat szolgáló üzemek működésében erősíteni kívánják a vállalkozás jelleget és a verseny szerepét.

Abból kiindulva, hogy az erdőt tulajdonformájától függetlenül társadalmi és nemzeti-kulturális okokból sajátos kezelésben kell részesíteni, célszerű ezeket a feltételeket az erdőtörvényben rögzíteni. Az állami erdőkre vonatkozó sajátos célkitűzéseket, korlátokat és támogatásokat az erdőtörvény egy fejezetében is elő lehet írni. E szabályokat viszont az állami tulajdonos megszemélyesítője a magánjogi

társasággal kötött szerződés keretében differenciáltan is megvalósíthatja. E gondolatmenet alapján felesleges speciális jogszabállyal köztestületként létrehozni egy szervezetet.

### RÉSZVÉNYTÁRSASÁGI SZERVEZET JELLEGZETES VONÁSAI

Magánjogi alapon, az általános gazdasági törvények szerint kialakított szervezet (pl. a részvénytársaság) létrehozása során eldöntendő kérdés, hogy ez országos hatáskörrel működjék-e, vagy több önálló, egymással is versenyző szervezetek formájában (3. ábra).

Az erdők tulajdonformák szerinti aránya, területi megoszlása.

Meglévő, a szervezet szempontjából fontos kapcsolódási lehetőségek (helyi, országos és nemzetközi piaci kapcsolatok; a bankhálózattal való kapcsolatrendszer).

A történeti fejlődés és az ennek során létrejött szervezeti formák (gazdálkodás és erdőfelügyelet elkülönülése; relatíve önálló, nagyobb gazdálkodó szervezetek).

Költségcsökkentésre törekvés (indokolatlan párhuzamos erdészeti szervezetek kialakításának elkerülése; motiváció a költség csökkentésben és hozam növelésben).

Politikai adottságok (államigazgatási és gazdálkodói feladatok elkülönítése; privatizáció mértéke és formája; tartós állami tulajdon kezelésének módja; állami költségvetési politika; környezet- és természetvédelmi politika).

**3. ábra.** Az állami erdészeti szervezet fejlődésének külső tényezői  
(Illyés, Nießlein, 1994)

*Die äußeren Faktoren der Entwicklung der statlichen Forstwirtschaft*

Az önálló részvénytársaságok mellett a következő indokok szólnak:

- Korszerű műszaki lehetőségek alkalmazása az erdészeteknél nagyobb területet átfogó szervezetet igényel. A mintegy 50 ezer hektáros egységek alkalmasak megalapozott fejlesztési döntések meghozatalára. A részvénytársasági forma pótlólagos tőkebevonásra is kedvező lehetőséget teremt.
- A gazdasági döntésekkel kapcsolatos felelősségvállalás kb. 50 ezer hektáros üzem esetén elérhető. Ekkora vállalat esetében a döntések és következményeik közötti összefüggések még felismerhetők, az eltérő adottságokból származó konfliktusok is jobban kezelhetők. Erdészeti szinten a felelősségvállalás korlátozottabb, a mozgástér is kisebb. Országos szervezet esetén a helyileg távol lévő vezetők felelősség vállalása, a regionális eltérések és az időben gyorsan lezajló folyamatok miatt még inkább korlátozott, vagy formálissá válhat.
- A teljes és korlátlan felelősségvállalás egy 50 ezer hektáros üzemben még igen közel áll az erdőhöz. A kisebb területi egység (erdészet) nem képes átfogni a gazdasági folyamatok egészét, termelési szerkezete is homogénebb, így a piacnak jobban kiszolgáltatottabb. Országos, központi szervezet sohasem képes az adott erdőterület tényleges körülményeinek figyelembevételére.
- A részvénytársaságok területi háttérében jól használhatók a piacgazdálkodással kapcsolatban felhalmozott ismeretek, a helyi, országos és nemzetközi piaci és bankrendszerhez fűződő kapcsolatok. Erdészeti szinten ezek az információk nehezen és költségesen lennének előállíthatók. Országos szervezet keretében pedig bürokratikusabb és hosszabb időszükségletű piaci reagálások várhatók.
- A magyar erdészet történeti fejlődése során kialakultak azok a szervezeti struktúrák, melyek a modernizációnak alapját képezik. A meglévő szervezet felszámolása és például egy országos szervezet kialakítása jelentős költségekkel járna anélkül, hogy esély lenne a piacgazdasággal nagyobb összhangban álló, hatékonyabb szervezet létrehozására.
- Az önálló részvénytársaságok keretén belül nagyobb esély van az emberek közti kapcsolatrendszer humanizálására. Következetesebben érvényesíthető a szubszidiaritás elve, a teljesítmény-centrikusság kibontakoztatása. Tudatos törekvéssel a felelősség, az egymás iránti szolidaritás, az igazságosság hamarabb áthatják a szervezetet.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalva megállapítható, hogy az önálló erdészeti részvénytársaságok mellett számos előny szól és a jövőbeni fejlődést is biztosíthatják. Fontos feladat a megfelelő jogi szabályozás (erdőtörvény, holding létrehozása, kezelői szerződések

kialakítása és megkötése), melynek célja az erdőfelügyelet újszerű funkciójának tisztázása a természeti adottságokból származó eltérések áthidalása.

Az erdőfelügyeletnek az erdő állapotára irányuló ellenőrzése mindig racionális alapokon nyugodjék, még egyes esetekben sem válhasson bürokratikus öncéllá. Objektívebbé kell tenni az osztalék mértékének és az erdővagyon használati díjának megállapítását, az erdőművelési beavatkozások finanszírozási rendszerét. Az erdőgazdálkodás nemcsak fatermesztést jelent, hanem sokoldalú védelmi és üdülési szolgáltatások nyújtását is. A részvénytársasági formában működő erdőgazdaságok számára világos finanszírozási rendszert kell kialakítani, ha a társadalom által kívánt környezet-, természetvédelmi- és üdülési funkciókat garantálni akarják.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Illyés, B. 1990. Erdeink hasznosítása a változó igények kielégítésére. In: Erdészeti Kutatások Vol. 80-81:189-194. Előadás az "Erdő a változó világban" nemzetközi OEE rendezvényen. Budapest, 1987. okt. 6-7.
- Illyés, B. 1991. A gazdasági rendszerváltás és az erdőgazdálkodás problémái. In: Átmenetek és változások Európában a nyolcvanas, kilencvenes években. MTA Nemzetközi Tudományos Konferencia 1991. szept. 4-5. Veszprém, 225-238.
- Illyés, B. 1992. A többcélú erdőgazdálkodás ökonomiai feltételrendszere. Erdészeti Lapok CXXVII. 3:97-99.
- Illyés, B. 1993. Az erdőgazdálkodás finanszírozásának megalapozása erdőrendezési tervek segítségével. Erdészeti Kutatások Vol. 82-83. II:147-152. A cikk a IUFRO S.6.12.02. Munkacsoport ülésén elhangzott előadás alapján készült. Prága, 1992. nov. 23-25.
- Kindler, J., Zsolnai, L. szerk. 1993. A közgazdaságtan társadalmi és etikai vetületei. Nemzetközi tanácskozás a Vatikánban 1990. Egyházfórum Kiadó, Vatikánváros, 1992.-Budapest, 1993.
- Nießlein, E. 1985. Forstpolitik. Ein Grundriß sektoraler Politik. Paul Parey, Hamburg u. Berlin.



# **AZ ERDEI FELTÁRÓUTAK KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATA**

**MAROSI GYÖRGY**

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

A domb- és hegyvidéki erdők feltáró útjainak környezeti hatásvizsgálata tisztázza az út építésének és használatának a környezetre gyakorolt hatásait. Ennek alapján megfogalmazhatók azok az ökológiai minimum követelmények, amelyeket a tervezés, építés és használat során figyelembe kell venni. Az igényes tervezés, a gondos és fegyelmezett építés és használat esetén az erdei feltáróutak nem okoznak tartós és érzékelhető változást az erdő természetes egyensúlyában.

**KULCSSZAVAK:** erdőfeltárás, környezeti hatásvizsgálat.

## **ABSTRACT**

The Environment Impact Assessment of roads in forests of hilly regions and highlands reveals the effects of road construction and road-use to the environment. Based on this, ecological minimum requirements can be set up that have to be taken into consideration in the process of road planning, construction and use. In the case of particular planning and conscientious road construction and use, forest roads do not cause lasting and detectable changes in the natural balance of forests.

**KEY WORDS:** environment impact assessment, forest road.

## **BEVEZETÉS**

A súlyosbodó környezeti problémák mindinkább ráirányítják a társadalom figyelmét a természet azon elemeire, amelyek a káros hatások mérséklésében nagy szerepet játszanak. Ilyen az erdő is. Elég, ha csak a széndioxid megkötésére, a klíma-kiegyenlítő hatásra, a vízháztartásban játszott kedvező szerepre, vagy a levegőben lévő káros anyagok kiszűrésére gondolunk, de ilyen maga a faanyag is, amely semmi mással nem pótolható.

Az új társadalmi és szakmai elvárásoknak csak akkor tudunk megfelelni, ha tisztában vagyunk saját cselekedeteink hatásaival és korlátaival. Ezek ismeretében van lehetőségünk megtalálni azokat a kompromisszumokat, amelyek segítségével elkerülhető a ma, a holnap és a távolabbi jövő érdekeinek jóvátehetetlen mértékű sérelme.

Az ember és az erdő kapcsolatrendszere, az erdő kezelésének gyakorlata jelentősen megváltozott. Ezen új viszony megértéséhez szükséges ismeretek megszerzésének egyik hasznos eszköze lehet a környezeti hatásvizsgálat (KHV).

A környezetre gyakorolt hatás szempontjából fontosnak ítélt erdőgazdálkodási tevékenységeket *egyszer* célszerű alávetni egy ilyen vizsgálatnak. Az így nyerhető tapasztalatok is segítenek megtalálni azokat a kompromisszumokat, amelyek a társadalom és az erdőgazdálkodás számára egyaránt elfogadhatók. S jó esély adódik arra, hogy elkerüljük azokat a jöveteletlen károkat, amelyeket olyan szélsőséges szemléletmódok érvényesülése okoz, miszerint:

- a természeti környezet kimeríthetetlen, így a szinte korlát nélküli technikai fejlődés látványos eredményeket produkál és - törvényszerűen - pazarlóan bánik a természeti környezettel; vagy
- a természet maximális tiszteletéből adódó erős korlátok miatt nincs, vagy minimális a technikai fejlődés, ami az elvárható általános haladást hátráltatja.

Az erdei feltáró létesítmények építése és üzemeltetése jelentős változás az erdő életében. Ilyen az erdei feltáróút, amely a fatermeléstől eltérő használatot jelent meghatározatlan (de mindenképp hosszú) időre. A termőhelyi viszonyok, és a mára kialakult faállomány-szerkezet mellett a feltáró hálózat az erdő legfontosabb infrastrukturális létesítményének tekinthető. Nélküle az erdőtalajt, a növényzetet kímélő erdőgazdálkodás nehezen képzelhető el. Hiszen az utak teszik lehetővé a gyakori visszatérést egy-egy területre. A gépek a kiépített úton, s nem a terepen közlekednek mindig új, járható csapásokat keresve. Ezért nem arra kell keresnünk a választ, hogy szükség van-e az erdei feltáróutakra, hanem arra, hogy *hol szükségesek és hogyan építsük és használjuk* azokat, kielégítve a környezetvédelem jogos igényeit is.

A megfogalmazott kérdésekre adandó válaszok megalapozottságát segíti a KHV, amely számításba veszi az erdei feltáróút előnyeit és káros hatásait egyaránt. Az előbbiek tudatos kihasználása és az utóbbiak mérséklése eredményeként "zöldebb" utakat építhetünk.

A tanulmány egy szakértők (Bak Júlia okl. erdőmérnök, Bánó László okl. erdőmérnök, Papp Viktor Gábor okl. biológus, Dr. Rácz József okl. erdőmérnök) részvételével készült kutatás és az arról készült jelentés rövidített változata. A kutatási jelentést az ERTI (Marosi György) készítette az FM Erdészeti Hivatalának megbízására, annak anyagi támogatásával.

## VIZSGÁLATI HELY, MÓDSZER

Miután a feladatunk nem egy konkrét erdei feltáróút vizsgálatára korlátozódott, hanem általában az építés és használat környezetvédelmi szempontból fontos sajátosságainak felderítését céloztuk meg, elég jelentősen el is tértünk a környezeti hatásvizsgálat általános módszertanától.

Hiszen itt nem egy *tervezett* beruházás *várható* hatásait kellett számbavenni, hanem az *elkészült* és már használatban lévő út (utak) *tényleges* értékelésére volt lehetőség. Ez lényeges előny, hiszen a bizonytalanságot jelentősen csökkentette. Ugyanakkor hátrányt is jelentett, mivel a kedvezőbb megoldás érdekében elvileg változtatható összetevőket (nyomvonal, építési mód, alkalmazott anyagok, eszközök) adottnak kell elfogadunk.

Az általánosítható tapasztalatok és következtetések megbízhatóságát növeli az a tény, hogy nem egy, hanem 3 különböző időben és módon épített erdei feltáróút vizsgálatát végeztük el azonos szempontok szerint. Mindhárom esetben az összehasonlítás alapjául szolgáló kontroll-terület egyrészt maga a feltárt állomány volt, másrészt az eredményeket összevetettük egy olyan terület állapotával, ahol a közelítést és kiszállítást feltáróhálózat kiépítése nélkül, a terepen végezték el.

Következtetéseink és javaslataink megfogalmazásánál figyelembe vettük a hozzáférhető külföldi és a hazai szakirodalomban megjelent tanulmányokat, és az erdőfeltárással kapcsolatos eddigi tapasztalatokat is.

A hatástanulmányban a megszokottnál nagyobb súlyt kapott az erdőfeltárási finanszírozása és szervezete. Ezt azért tartjuk indokoltnak, mert a gyakorlat azt mutatja, hogy gyors ütemű leépülési folyamat zajlik ezen a téren. Ennek az "eredménye" már látható: az esetek többségében kényszerből elhanyagolt útfenntartás, az erdei feltáróút építés teljes leállása, a speciális szaktudással és tapasztalatokkal rendelkező erdőgazdasági útépítő részlegek felszámolása. Mindezek következtében a fel nem tárt területeken várható a csak terepi anyagmozgatás az összes kártételével és magasabb költségével együtt.

Természetesen az ökonómiai aspektusok kiemelt kezelése nem azt jelenti, hogy a természeti környezetre gyakorolt hatásokat másodlagosnak tekintenénk.

Konkrét terepi vizsgálatokat 3 út esetében végeztünk a Borsodi Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság (BEFAG) területén.

- A. Közelmúltban épített új vonalvezetésű út.  
BEFAG Hegyalja-Dornó-Nagykenyeresdomb II. o. erdőgazdasági út.
- B. Régóta használt burkolt út.  
BEFAG Mocsolyás-Békény-Lófőtisztás-Bükkzentkereszt.  
Békény-Lófőtisztás közötti szakasz II. o. erdőgazdasági út.
- C. Földúttá degradálódott régi út, amely most kapott új burkolatot.  
BEFAG Dorongós-Luga-Polgártanya.  
Luga-Kőhatár közötti szakasz II. o. erdőgazdasági út.
- D. A negyedik vizsgált terület kiépített út nélküli fakitermelés volt, LKT-val végzett, a vágásterületen túli közelítéssel.  
BEFAG Bódvavölgyi Erdészeti Igazgatóság.  
Rakonca 4 B erdőrészlet.

A tanulmány megállapításai a domb- és hegyvidéki erdők feltáró útjaira érvényesek.

## AZ EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az eredmények összegzése során nemcsak a konkrét vizsgálati eredményeket vettük számba, hanem az irodalom és a gyakorlati tapasztalatok alapján a lehetséges veszélyekre is felhívjuk a figyelmet.

### *Az út célja, indokoltsága*

Mindhárom erdei feltáróút esetében a megépítés alapvető indoka az erdőgazdálkodás érdekében történő anyagszállítás, tágabb értelemben a terület bekapcsolása a gazdálkodás rendszerébe.

Az utakkal érintett terület feltártsága (a közvetve elérhető területet is figyelembe véve):

A	18,7 fm/ha
B	7,3 fm/ha
C	5,3 fm/ha

A jelenleg érvényes erdőtervek alapján elég széles határok között mozog a közvetlenül feltárt területen a kitermelhető fatérfogat ( $2 \text{ em}^3/\text{km} - 17 \text{ em}^3/\text{km}$ ).

Meglehetősen nagy, egyéb célú igénybevétel jelentkezik ma már különösen a B és C jelű utaknál. Fontos szerepet játszanak a vadászatok megrendezésében, a vadászterületek kezelésében és üzemeltetésében. Nagy a jelentőségük a természetvédelmi feltárás, kezelés, megközelítés szempontjából. A C út természetvédelmi és erdőgazdálkodási érdekből, a gépkocsi-turizmus elől elzárt. A Bükk hegység egyik legkedveltebb kirándulóközpontját - Bükkszentkeresztet - köti össze az un. Lófőtisztással, a B jelű út, ahol gyakran vannak természetvédelmi és egyéb táborok, s tájfutó versenyeket is rendeznek itt. Ezekon túl állandó lakossági és erdészeti-igazgatási forgalom is terheli.

A hazai és a külföldi tapasztalatok hasonlóan színes képet mutatnak az erdei feltáróutak használatánál. Az erdőgazdálkodáson kívüli igénybevétel mind nagyobb részarányú. A változások egyértelműen kikényszerítik az erdőfeltárás céljának átfogalmazását. Ma már nem szabad csak az útra gravitáló fatérfogatot a tervezés során figyelembe venni. A területfeltárás kerül előtérbe, amivel azt érhetjük el, hogy ... létrehozzuk az erdészeti szállítások lebonyolítására alkalmas szállítópálya hálózatot, és az erdészeti munkák elvégzését lehetővé tevő munkaterületeket, elősegítjük az erdő közjóléti és védelmi szerepének hatékonyabb megvalósulását, megteremtjük ezek egységét úgy, hogy a talaj, az élő környezet és benne elsősorban a faállomány, valamint a táj, a lehető legkisebb mértékben károsodjon, egyben biztosítjuk az erdőterületek ökológiai terhelésének és az erdőgazdálkodás önköltségének csökkenését (Kosztka, 1993).

A megfogalmazott célból adódóan meglehetősen nehéz optimális útsűrűségről általában beszélni.

A mintegy 800 ezer hektár domb- és hegyvidéki erdőterület feltártsága jelenleg

8,6 fm/ha (Rácz et al. 1992). A növelése (aminek szükségessége nem vitatható) differenciált módon egy, a területre érvényes feltárási koncepció (Kosztka, 1993) keretében célszerű. A tulajdonviszonyoktól független, a helyi sajátosságok figyelembevételével készült terv alapján megépített utak jellemzője a használati célnak megfelelő, differenciált műszaki színvonal és az erdő elsősleges rendeltetéséből adódó útsűrűség. Ugyanakkor lehetővé teszik a terület ökológiai terhelésének csökkentését is azáltal, hogy a felkészítési munkaműveletek egy része a terepről ide áttehető. Az ebben a szemléletben megvalósuló erdőfeltárás védi az erdőt a különféle mozgások irányításával és korlátozásával is.

Lehetővé válnak a kis területű beavatkozások, gyakoribbá a visszatérések egy-egy területre, a változatos természeti feltételeket figyelembe vevő erdőgazdálkodás esélye növekszik. Az erdővédelem gépesíthető, ami által évtizedek ember-természet közös munkája menthető meg. Gondoljunk csak a közelmúlt nagy erdőtüzeire.

Az "erdőterületfeltárás" alapkonceptiója megjelent már az 1957-1968 között készült "Erdőfeltárási Alaptervekben", ami Cornides György nevéhez fűződik. Az azóta megépített feltáróutak nagyrészt ezt vették figyelembe, hiszen a burkolt utak 82,3 %-a, a földút 63,2 %-a, az összes út 70,8 %-a a javasolt nyomvonalon valósult meg (Rácz et al. 1992).

A D jelű területen időjárásbiztos út nincs. Az 1800 ha nagyságú erdőtömbben összesen 7,4 km földút található, amely csak száraz és fagyott állapotban használható. A közelítési távolságok nagyok, s így a gazdasági kényszer miatt a terepjáró autókkal az elhanyagolt, keskeny közelítő nyomokat és a szekércsapásokat kénytelenek használni. Az egész szállításra jellemző, hogy szorosan az időjárás függvénye kellene, hogy legyen. Ezt azonban a kitermelt faanyag védelme (az idő és az ember "károsító" hatásától egyaránt), és a piachoz való alkalmazkodás kényszere nem engedi meg, így a felázott földúton is szállítanak. Ez történt a vizsgált területen is, a decemberi esőben szállítottak, s később fagyott állapotban sem volt használható az út a hatalmas keréknyomok miatt.

Ma már az államerdészetben a fakitermelési munkák zömét, és az erdőművelés mind nagyobb hányadát vállalkozók végzik. Kiepitett feltáró hálózat hiányában, vagy nem vállalják a munkát, vagy a szokásosnál jóval magasabb megbízási díjért teszik tönkre az erdőterületet és saját gépeiket egyaránt. Ennél bármely útnak kisebb mértékű a káros hatása.

### *Az utak főbb adatai*

- *Nyomvonal*

Az újonnan épített feltáróút (A) igyekszik követni a terepalakulatokat, még annak az árán is, hogy a hosszirányú emelkedés mértéke helyeként meghaladja a II. o. erdei utakra jellemző mértéket. Többlet építési költséget jelentett a közúti csatlakozásnál kialakított hegyoldali forduló, amelyre egy magánterület elkerülése miatt kényszerült rá az erdőgazdaság. A nyomvonal tervezés fontos szempontja volt

több erdőgazdasági feltárá- és kiszállító út gyűjtőpontjának érintése (Darnó nyak).

A B és C jelű utak 40-50 évvel ezelőtt kialakított nyomvonalat követnek. A már a II. világháború előtt használt út (B) végig völgyfenéken halad, így a hosszirányú esésviszonyai ettől függenek. Ez a vonalvezetés nem kedvező, mert a vizet helyenként nem lehet a pályáról elvezetni, s ez jelentősen növeli a fenntartási költségeket. A völgyutak építését ma már egyenesen tévútnak tartják (Hinterstoisser, 1990 a). A háború után épített feltárást (C) már helyenként eltér a természet által felkínált nyomvonalától (völgy). Ebben már tudatos hálózati törekvések lehetnek fel.

- *Pásztaszélesség, koronaszélesség, pályaszerkezet*

A pásztaszélesség nagymértékben függ a terep keresztmetszétől. Az Erdészeti Úttervezési Irányelvek (EUTI) előírja a nöft földre kerülő koronahányadot. Mivel a töltésalapozás nem elterjedt, ezért ezt be is tartják a gyakorlatban. Ennek egyenes következménye, hogy már 20 % keresztmetszű terepen is nagy bevágással épül az út. A pásztaszélességet növeli az, hogy a földfelesleget az útkorona külső oldalára terítik a többlet mozzgatás és nagy depóniák elkerülése érdekében. Az A jelű útnál ez 1-1,5 m-rel növelte a koronaszélességet, mivel folyóméterenként 3 m<sup>3</sup> földet kellett elhelyezni. Az átlagosan közel 12 m-es útpászta km-enként 1,2 ha-ral csökkenti a termőterületet.

A korábban épült utak pásztaszélessége (s így területfoglalása is) alacsonyabb. Egyrészt a terepadottságok, másrészt az építési mód - főleg kézi erő - adott erre lehetőséget.

Az A jelű utat az általánosnak mondható paraméterekkel tervezték: burkolatszélesség 3,0 m; padka 1,0-1,0 m, s így a koronaszélesség 5,0 m. Láttuk, hogy a földfelesleg következtében a valóságban szélesebb út épült. A B és C utakra is az 5 m-es koronaszélesség a jellemző.

Az új út (A) pályaszerkezete kőből épült (A német és az osztrák szakirodalom szerint a fekete burkolatot szinte teljes egészében száműzni kell az erdőből.).

A régebbi két út felújításához "tájidegen" anyagokat (kohósalak, bitumen) is használtak. Az anyagi kényszerből beépített kohósalak a természetvédelem részéről erőteljes tiltakozást vált ki. A masszívabb pályaszerkezetet eredményező bitumen sem tudott ellenállni a víznek (B jelű út), s 10 év alatt teljesen tönkrement. Ez a vízvezetés mindent megelőző fontosságára hívja fel a figyelmet.

- *Kitérők, rakodók, depóniák, anyagnyerő helyek*

Külön kiépített kitérő, rakodó egyik út esetében sincs. Az A jelű út földfeleslege (amely tulajdonképpen depónia) 1-1,5 m-rel szélesíti a koronát, s így alkalmas arra, hogy rakodó, felkészítőhely gyanánt használják. Az osztrák és német erdőszaki szakirodalom szerint az erdei feltárástak tervezésénél nem kell a sebességet kritériumként figyelembe venni. Hasonló vélemény már a hazai szakemberek körében is megjelent (Kosztka, 1993). Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a tehergépkocsik találkozásakor az egyik leáll, míg a másik nagyon lassan elhalad mellette. Erre elég már a 4,5 m-es burkolatszélesség is, tehát kitérők építésére általában nincs szükség.

A hazai tapasztalatok azt mutatják, hogy a feltáróutak mellett megépített rakodók jó részét az eltervezett cél szerint soha sem használják. S így inkább a földfelesleg elhelyezését szolgálják.

Anyagnyerő hely egyik esetben sincs. Ez nem meglepő, mert az erdei utak (hegy- és dombvidéken) általában földfelesleggel épülnek.

- *Vízvezetés*

A pálya víztelenítését (A jelű út) az egyirányú keresztdőlés biztosítja. A hosszirányú vízvezetést a bevágási oldalon lévő szögárokkel, a keresztirányút átteresztőkkel oldották meg. Ezek 0,60 m betoncsövekből készültek aknával, előfejjel, s egymástól átlagosan 234 m-es távolságra vannak. A lefolyási viszonyokat is figyelembe véve egy-egy átteresztőhöz a víz max. 150 m-ről érkezik, s a völgy felőli oldalon a terepre jut vissza. Hasonló a helyzet a C jelű útnál, és az általános magyar útépitési gyakorlat is ennek felel meg.

A völgyfenéken vezetett út (B) vízvezetésének megoldatlanságából eredő problémákról már volt szó.

A pályaszerkezet víztelenítése alapvető fontosságú. Ezt általában az egy, vagy kétirányú keresztdőlés megoldja. A jelenlegi hazai gyakorlattól eltérő módot ajánl azonban mind a külföldi, mind a hazai (Kosztka, 1993) szakirodalom a víz összegyűjtésére és keresztirányú átvezetésére. A 30-50 m-ként nem derékszögben elhelyezett kis keresztmetszetű műanyag csövek segítségével alig változtatjuk meg az eredeti vízfolyási viszonyokat. Több szerző szorgalmazza a felszíni vízávezetési megoldásokat. Ezek kiépítése természetesen nagy gondosságot igényel, mert egyébként a pályaszerkezet romlását gyorsítja.

- *Erózió elleni védelem*

Egyik út esetében sem történt semmi, ami az erózió elleni védelmet szolgálta volna. A tapasztalatok szerint (s ezt az A jelű út is igazolta) a töltési rézsű két vegetációs idő alatt befűvesedik. A bevágási rézsűnél ez hosszabb folyamat. Irodalmi ajánlás szerint (Hinterstoisser, 1990 c) 3 évnél hosszabb ideig nem ajánlatos a rézsűt fedetlenül hagyni. A fű gyökérzetével átszőtt talaj egyenértékű 5 cm fecskendezett betonréteggel (Erlacher, 1989). A begyepesített rézsű nemcsak a talajstabilizálás szempontjából fontos, hanem a tájsebek eltüntetésében is segít, s hasznos vadtakarmány lehet.

- *Az útépités módszere, gépei*

Az új út építése a ma Magyarországon általánosnak mondható módon történt. A pászta kitermelése után a faanyagot elszállították a tuskókat robbantással forgácsolták szét, majd a földmunka következett. A dózer a humuszos réteget a tuskómaradványokkal együtt a töltés talppontja alatti része túrta. A földmű kialakítása is dózerrel történt. A föld töltés tömörítését statikus és dinamikus hengerrel végezték. A gyakorlati tapasztalat szerint ez a töltésépítési módszer nem kifogástalan, s a földfelesleget is növeli. A külföldi szakirodalom 18° (40 %) lejtfolk felett csak a kot-

rót tartja elfogadhatónak a földmű építésére (*Hinterstoisser, 1990 c*). Ugyanez a szerző egyenesen tévútnak minősíti a dózer alkalmazását. Az út stabilitását növelő precíz töltés tömörítés fontos kritérium. Az utak tartósságát (nincs csúszás) a környezetkímélő utak egyik ismérvének tartják (*Neuber, 1993*).

A magyar szakemberek is hasonlóan ítélik meg a kotró előnyeit a dózerrel szemben. Azonban a minimálisan 20-25 %-os többletköltség (*Neuber, 1993*) a használat során, de még inkább a beszerzési ár (több, mint 10 millió Ft) elérhetlenné teszi az alkalmazását. Marad tehát egyelőre a dózer, aminek "köszönhetően" esetleg még egy úthoz elegendő földfelesleggel építünk utat. Ebbe azért besegít az EUTI előírása is, amely megszabja, hogy a korona hányad része kerüljön nöft földre a terep dőlésétől függően. Az előírások enyhítése stabil töltésépítés esetén indokolt.

Az új úton a minimálisan szükséges egyenérték vastagságú kötőanyag nélküli pályaszerkezet épült. Ezt nem végleges megoldásnak tekintik, hanem inkább, mint útalap szolgálhat az erősebb burkolat megépítéséhez. Ez a szemlélet általánosan elfogadott nálunk. Az osztrák és a német gyakorlat számúzi a fekete burkolatot, s igyekszik a minimális műszaki paraméterekkel utat építeni (*Behrndt, 1990; Hinterstoisser, 1990 c; Piest, 1990*). Még a szétesett bitumenes burkolatot is kötőanyagmentes fedőréteggel újítják fel. Nagy fontosságot tulajdonítanak ugyanakkor a rendszeres karbantartásnak (átlagosan 500 DM/km/év), aminek az eredményeként a felújítási periódus 10 évről 20 évre emelhető (*Piest, 1990*).

### ***Az utak környezetének állapota***

A helyszíni vizsgálatok, a szakirodalom és gyakorlati tapasztalatok segítségével megpróbáltuk számbavenni azokat a környezeti tényezőket, amelyek befolyásolják az út megépíthetőségét. Műszaki szempontból a talaj erózióra való hajlamát, a csapadékviszonyokat és a vizes területeket találtuk fontosnak. Fontos továbbá az ökológiailag értékes területek (védett ritka növény-, vagy állatfaj) kerülése, s nem engedhető meg az egyedi tájképek rombolása. A konkrétan vizsgált utaknál ilyen problémák nem adódtak. Nem tudtunk a már eddig is ismert és elfogadott tényezőknél túl olyan környezeti jellemzőt találni, amely kizárta volna az útépitést. Ennek oka lehet a nem elegendő vizsgálat is. Azonban a megismert szakirodalom sem említi egyéb problémát.

Az erdei feltáróút nyomvonalának tervezésekor tehát, amennyiben nincs ökológiai, tájképi korlát, az erózióveszély és a terület vízgazdálkodási tényezői dominálnak.

### ***Az útépités és úthasználat kedvezőtlen hatása a természeti, gazdasági környezetre***

A környezet élő és élettelen elemei bonyolult kölcsönhatásban vannak egymással. Az ökológiai faktorok (napfény, árnyék, hőmérséklet, eső, szárazság,

talaj, magasság...) változékonysága meglehetősen nagy és közöttük nincs stabil egyensúly. Szélsőséges állapot bármikor előfordulhat (kemény fagy, aszály, árvíz stb.) Az élőlényeknek kell alkalmazkodni a kialakult feltételekhez. Az ökoszisztémák sem statikusak, hiszen a szinte folyamatosan zajló szukcesszió révén fejlődnek egy "klimax" állapot felé a minél jobb alkalmazkodás érdekében.

Az erdei feltáróút építése megakasztja ezt a folyamatot, egy behatárolt kis területen visszaforgatja az idő kerekét, s egy jóval korábbi stádiumból újra indul a fejlődés, persze nem feltétlenül az addigi formában és irányban.

A hatásvizsgálat során arra törekedtünk, hogy a tartós hatásokat vegyük számba. Igyekeztünk a mértéket és a kiváltó okokat is feltárni. Ez azonban nem sikerült maradéktalanul, hiszen ehhez az ökológiai összefüggések pontos ismeretére lenne szükség.

### *A terület vízháztartására gyakorolt hatás*

Az új nyomvonalon vezetett út a vizsgálat szerint érzékelhető mértékben nem változtatta meg a terület vízháztartását. Már a tervezés során igyekeztek elkerülni a vizes helyeket, ami nem csak ökológiai, de műszaki problémákat is okozott volna. A régebbi utaknál a vízelvezetési problémák megoldatlansága miatt az út is megsínyli az időszakos felszíni vízfolyásokat.

Vitathatatlan, hogy a kitermelt útpáztában az erdőnek a hidrológiai folyamatokra gyakorolt hatása megszűnik. A leeső csapadék közvetlenül a talajfelszínre éri, s a megfelelő gyorsaságú beszivárgás hiányában nagyobb hányada lefolyik, növelve ezzel az eróziós veszélyt. Ezt a hatást mérsékelni tudjuk, ha a rézsűk kiszáradása maximum 3 év alatt megoldódik (ha szükséges külső segítséggel), a pályáról és a bevágási rézsűről lefolyó vizet a jelenlegi gyakorlatnál sűrűbben (30-50 m) átvezetjük, s szétterítjük a terepen.

Általános elvként megfogalmazható, hogy a pálya víztelenítését tökéletesen és tartósan kell megoldani, s az összegyűjtött vizet az erdőterületre azonnal visszaadni. Rendkívül fontos a víztelenítő rendszer állandó karbantartása, gondozása.

A földmű mély bevágásai adott vízgazdálkodási körülmények között megcsapolják a felszínnel párhuzamosan, lejtés irányába szivárgó talajvizet, és az út közvetlen szomszédságában kiszáritják az erdő talaját. A hatás mértéke csökken, ha a semleges vonalhoz való ragaszkodással, töltésalapozással kisebb bevágásokat készítünk, s segítjük a rézsű gyepesedését és az erdőszegély kialakulását.

Az időszakos, vagy állandó vízfolyások keresztezését a magyar gyakorlatban általában áteresztőkkel oldják meg. A külföldi szakirodalom inkább a gázlók, hidak alkalmazását javasolja (*Hinterstoisser, 1990; Behrndt, 1990*). Arra azonban ügyelni kell, hogy a víztestnél nagyobbra kell azokat méretezni, annak érdekében, hogy világosak és jól szellőzőek legyenek. Így az eredeti viszonyok alig változnak, ami kedvező a víz élővilága szempontjából. Állandó vízfolyás esetén a meder (áteresztő alja) durva kialakítása áramlásmentes területeket eredményez, ami szükséges az apró vízi élőlények mozgásához.

A nagyobb áteresztők előfejét tájbaillő terméskövel célszerű kirakni. Ha a pályáról és a terepről lefolyó vízmennyiség lehetővé teszi, az oldalak helyett szivárgó és építhető, ami a műszelvény szélességét is csökkenti.

Az összegyűjtött és a pálya alatt átvezetett vizet nem szabad közvetlenül befogadó mederbe vezetni, hanem meg kell teremteni annak feltételeit, hogy ezen víz lehetőség szerint még a területen az erdő talajába szivároгjon.

### *A termőföld károsítása, területigénybevétel*

Az útépités során a pásztaból a növényzetet, s a talaj felső humuszos rétegét is eltávolítjuk. Burkolt utaknál az útkorona meghatározatlan időre kikerül a növénytermelésből, míg a rézsűkön idővel akár az eredeti vegetáció is megtelepedhet.

További termőterületet foglalnak el a rakodók, az esetleges anyagnyerő helyek, depóniák.

A jelenlegi helyzetben a pászta szélességének csökkentésével védhetjük legalább a termőtalaj egy részét. Ennek lehetőségét a 4 - 4,5 m-nél nem nagyobb koronaszélesség, és a töltésalapozás teremti meg. Természetesen a fegyelmezett (csak a kijelölt sávra korlátozódó) fakitermelés alapvető követelmény. A bevágási rézsű körömpontjától 1-1,5 m távolságban azonban nem célszerű benthagyni a fát, mivel a megbontás miatt könnyen kiborulhat.

A közelítési, kiszállítási és szállítási elképzeléseket *együtt* figyelembevevő feltáróhálózat tervezésénél fontos szerepe lehet a rakodónak. Használatukkal csökken a termőtalaj tönkretétele, mert a felkészítési munkák egy része ide áttevődik. A depóniák és anyagnyerő helyek szerepe a semleges vonalhoz való ragaszkodás esetén jelentősen csökken. Amennyiben mégis földfelesleg keletkezik, azt igyekezni kell terepmélyedésben, vízmosásárokban elhelyezni a kitermelt tuskókkal együtt. Nem ajánlható a földfeleslegnek a földmű völgy felőli oldalán való elterítése, mert indokolatlanul nagyvonalú földműépítésre csábít.

Ha a töltéshez többlet földanyagra van szükség, ez elvileg biztosítható laposabb bevágási rézsű építésével. Ez azonban növeli a pászta szélességét, s elég nehéz határt szabni a "földrablásnak". Jobb megoldás, anyagárok nyitása, amelynek az oldalfala 4/4-esnél enyhébb rézsűvel kiképezve könnyen befüvesedik, s vaditónak is alkalmas lehet.

Fordulók, szerpentinek elkerülését, s így az út által elfoglalt terület csökkenését eredményezheti az eddig megszokottnál nagyobb emelkedők alkalmazása. Az általánosan elfogadott 5-10 % mellet rövid szakaszon a 12 % is elképzelhető. Sőt száraz területeken, és jó vízelvezetés mellett a 20 %-ot is el lehet fogadni egészen rövid távon.

### *Az eróziós veszély*

Az út műszelvényének kialakításához a növényzetet és a felső humuszos réteget el kell távolítani. A felület így egy bizonyos időre védtelenné válik, s ez utat nyit az erózióknak. A lemosódás veszélyét a stabil töltések és rézsűk lényegesen csökkentik.

A legjobb és legolcsóbb megoldást a gyors újragyepesedés adja. Ezt segíti a rézsúk terephez való lekerekítése.

Az útépités során kikerülő humusz elterítése a nyers felületeken is segítené a füvesedést. A jelenlegi útépitési munkarendszer (dózer a vezérgép) nem igazán alkalmas ennek a megoldására. A markolóval (bagger) történő útépités erre nagyobb lehetőséget kínálna. A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy 2 m-nél magasabb bevágási rézsű gyepesedését már nem elég a természetre bízni. A füvesedést elő lehet segíteni különböző műszaki megoldásokkal is. A csupasz drótháló a sűrűlódás és hőhatás révén gátolja a szukcessziót. Ennél jobb a terepszínű műanyag-háló, vagy a műanyaggal bevont drótháló (Barth et al. 1988).

A töltési rézsű stabilitását jelentősen növeli az acélhálóból készült kövel töltött kettecek beépítése. Rendkívül rugalmasan reagálnak a legkülönbözőbb igénybevételekre, csökkentik a hidrosztatikai nyomást, víztelenítik a töltést. Olasz tapasztalatok szerint földborítás és növényzettel való betelepítés esetén több évtized az élettartamuk (Barth et al. 1988).

Alkalmaznak a gyakorlatban fából készült máglyafalakat is a töltés-stabilizáláshoz (Neuber, 1993). A hazai útépitési gyakorlatban is ajánlhatók ezek a megoldások. Alapvető kritériumként elfogadhatjuk, hogy 3 vegetációs időszak sikertelensége után segíteni kell a növényzet meglepedését a rézsűn.

Az út használata során az erózió megelőzésére is szolgál az állandó karbantartás. Enélkül a legjobb műszaki megoldás sem ad tartós védelmet.

### *A növényzetre gyakorolt hatás*

Az útpászta és közvetlen környékének növényzete mutatja a legösszettebben az építés miatti változásokat. Közvetlen hatás a vegetáció eltávolítása. Ennek következtében megváltozik a termőhelyi tényezők egy része, s ezt a növényzet változásán jól le lehet mérni. Az út és közvetlen környékének mikroklímája átalakul. Az erdő kiegyenlítő hatása lényegesen lecsökken. A hőingadozás nagyobb lesz, nő a felületek hőterhelése, mélyebb lesz a fagybehatolás az állományba. A talajpárolgás emelkedik, a vízvisszatartó képesség csökken. Az újonnan kialakuló állományszél védtelensége miatt különböző károk (héjaszás, fattyúhajtás, labilissá válik a megbontott állomány) keletkezhetnek.

Az út mintegy fénypásztaként működik. Míg az állományban néhány száz lux a fényerő, addig az úton 20 000 lux is lehet. Ekkora különbség magától értetődően "átírja" a növények fajlistáját.

A terepi felvételek először 1993 utolsó hónapjaiban készültek, majd ezt kiegészítettük 1994 nyarán a pontosítás szándékával.

A felvételek során az edényes növények faj-, és darabszám elemzésével az alábbi jellemzőket értékeltük:

- Ökológiai fajcsoportelemzés a Zólyomi-féle hőháztartási, vízháztartási és talaj-reakció értékszám alapján (a növények hő-, víz-, és pH igénye szerinti kategorizálás).
- Simon-féle természetvédelmi kategóriák (a növények besorolása 10 fajcsoportba a ritka, védett kategóriától a gyomokig).

**Borhidi-féle szociális magatartástípusok** (a természetességet jelző és a terület bolygatása következtében megjelenő növények aránya a talaj borításában).

#### **A fontosabb megállapítások:**

- A mikroklíma változás mértéke kisebb, mint azt az irodalom szerint várjuk.
- A Zólyomi-féle vízháztartási értékszámok alapján is beigazolódott, hogy a bevágási rézsű szárazabb. A töltési rézsű út felé eső részén és az árokban a nedvességkedvelő fajok is megélnek, növelve a természetesség mértékét. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy az ároktisztítást a vegetációs időszak előtt kell elvégezni, s később csak az árokba kerülő nagyobb akadályokat kell eltávolítani.
- A Zólyomi-féle talajreakció értékszámváltozása kis mértékű savanyodást jelez a töltési rézsű útközeli részén. Ezt eredményezheti a töltési rézsűre jutó többletvíz kilúgozó hatása, de az értékelés technikája is okozhatja.
- Egyértelműen mutatják a vizsgálati eredmények, hogy az idegen, az erdőtársulásra nem jellemző növények aránya nő az útpásza miatt. A tényleges hatás azonban 6-8 m-nél mélyebben nem érződik az állományban. Ez a viszonylag kedvező érték egyrészt a kitétségeknek, másrészt a termőhely jellemzőinek és a talajt erősen árnyaló faállománynak köszönhető. Szárazabb termőhely és déli kitétség esetén a hatás nagyobb mértékű lehet, de itt sem jelent komoly problémát. Az ilyen körülmények között vezetett erdei feltáróutak esetében a bevágási rézsű gyepesítésére, és az új állományszegély kialakítására nagyobb súlyt kell helyezni.
- Az útpásza egyértelműen "gyomfolyosóként" működik. Elrekeszthetjük ezt a folyosót változatos rézsűkialakítással (ezt azonban csak kotróval végzett útépítés esetén lehet megcsinálni). Csökkenthetjük a mértéket a csak minimálisan szükséges pásza kitermeléssel.
- A völgyfenéken vezetett út megváltoztatja a völgy vízháztartását, mivel gyorsabban elvezeti a vizet kiszáritva ezzel a közvetlen környezetet.
- A megváltozott élettér új fajok megjelenését teszi lehetővé.

Esetenként a változás esztétikai szempontból is kedvező lehet (zuzmók, mohák megtelepedése a felszínre bukkanó köveken, vagy az ültetett fenyves alól "kibúvó" eredeti vegetáció a rézsűn talál menedéket).

Az útpászta hatásának erőssége a következő sorrend szerint csökkenő mértékben függ az egyes tényezőktől:

- útszélesség,
- az állomány fajtája és záródási viszonyai,
- az út kitettsége, uralkodó szélirány,
- az út műszaki tulajdonságai (burkolat).

Az útpászta mellett megmaradó faállományt károsítják az építés során leguruló kövek, különösen robbantás esetén. A veszélyt jelentősen csökkenti a kíméletes földmunka (kotró), s csak lazításra és nem kivetésre méretezett robbantó töltet, vagy takaró gumiszőnyeg alkalmazása. Praktikus és olcsó védelmet jelent a pásztából kitermelt fák vékony ágaiból készült "gát", amely a leguruló köveket felfogja.

### *Az állatvilágra gyakorolt hatás*

Az út az egyes állatfajokra, mindenek előtt a repülni nem tudó, talajlakó állatfajokra szétválasztó hatást gyakorol. Ezt futrinkákon és erdei egereken konkrét kísérletekkel igazolták (Mader, 1990). A populáció-genetikai hatás azonban még messze nem tisztázott. Az út burkolása lényegesen befolyásolja az elválasztó hatást. Míg az aszfalt szinte áthághatatlan akadályt jelent, a kő, vagy homok burkolat már kedvezőbb, a "zöld" úton pedig az egyedsűrűség és a fajszám is meglehetősen magas.

A nagytestű állatok esetében a forgalom zavaró hatása érvényesül. Ez azonban az esetek döntő többségében nem ölt számottevő mértéket. Sőt több konkrét példa azt mutatja, hogy ennek a zavarásnak az erdőre kedvező hatása van. Az út menti részben nincs vadkárosítás, megjelenik, és megmarad az újulat, kialakul a zárt erdőszegély.

Az út növeli a vadászati lehetőséget, több vadat ejtenek el, de ez ma inkább hasznára válik az erdőnek. Ugyanakkor az erdei feltáróút az ésszerű vadgazdálkodásnak is fontos feltétele.

### *Szennyezés*

A forgalom okozta légszennyezés, elsősorban kipufogógázok, még az egyéb (erdőgazdálkodáson kívüli) célra gyakran használt utak esetében sem éri el a károsnak mondható mértéket.

Az erdőgazdálkodásban üzemelő gépek a rossz műszaki állapot és a felelőtlen emberi munka miatt viszont komoly mértékben szennyezhetik az erdőterületet és az út környékét. Ezt a problémát csak akkor lehet megoldani, ha a lerobbant gépek cseréjére lehetőség adódik, s megfelelő *neveléssel* és *érdekeltséggel* megváltoztatjuk a munkások hozzáállását.

Az utak síkosság-mentesítésére használt só károsítja a növényzetet és a talajt egyaránt.

Különösen a késő őszi és kora tavaszi időszak veszélyes a növényekre. Vannak sóérzékeny fafajaink (bükk, gyertyán, hárs, tülevelűek). Az ilyen állományban a NaCl szórását kerülni kell. Az erdei utak döntő többségén a homok, zúzalék terítés megfelelő eredményt ad a kis sebesség miatt. Néhány, különösen veszélyes helyen inkább Mg só alkalmazása ajánlott. Ennek az ára ugyan többszöröse a Na sóénál, de nem károsítja úgy a környezetet. Miután kis mennyiségről van szó, nem okoz elviselhetetlen többletköltséget.

Szomorú következménye az erdei út szabad használatának a fegyelmezetlen turisták (elsősorban az autóval "kirándulók") szemetelése. De gyakran tapasztalhatjuk - különösen lakott területek közelében - a háztartási szemét, a kidobott eszközök lehangoló látványát. Az esztétikai problémán túl komoly szennyezés is származhat ebből a felelőtlenségből. Megnyugtató megoldást csak a neveléssel lehet elérni, addig marad a büntetés.

### *A táj megváltoztatása*

Az erdei feltáróút megbontja a táj egységét, ketté osztja azt, csökkentve így az eredetiséget. A zavart változás mértéke nagyrészt a nyomvonal vezetésétől, az út műszaki paramétereitől, és a helyreállítási hajlandóságtól függ.

A jellegzetes, egyedi tájképi elemeket (idős fák csoportja, emlékhely, hegygerinc stb.) az erdei út vezetésénél mindenképp kerülni kell.

A semleges vonaltól nem, vagy csak minimálisan eltérő úttengely, s a lehető legkisebb pászta kitermelése esetén az út belesimul a környezetébe, s nem okoz számottevő tájsebet. A nyers földfelületek (bevágási, töltési rézsűk) kiszöldülése is lényegesen csökkenti a kedvezőtlen látványt.

A biológiai aktív felület változásának aránya 1-2 %. Ez csak lelketlenül nagyvonalú tervezés és kivitelezés esetén jelenthet problémát. Csökkenti a tájképre gyakorolt kedvezőtlen hatást a változatos rézsűkialakítás és tájbaillő építőanyagok használata is.

Az út új tájképi elemeket tárhat fel. Az pedig, hogy a szomszéd hegyoldalon vezetett út látványa valakinek tetszik vagy nem, meglehetősen szubjektív dolog, és mint tudjuk, "de gustibus non est disputandum"...

### *Az út építési, fenntartási költségei, gazdasági hatások*

Az erdei feltáróutak építése meglehetősen nagy terhet ró az erdőgazdálkodókra. A mai árakon a burkolat nélküli földutakat 1-1,5 millió Ft/km, a kötőanyag nélküli burkolt utakat 2,5-3,5 millió Ft/km költséggel lehet megépíteni. További jelentős kiadás a már meglévő utak fenntartása, ami átlagosan 70-77 eFt/km/év-re tehető (Rácz et al. 1992).

A kiadási oldalt növeli az útpászta miatt kieső növedék, amelynek elmaradt haszna az üzemtervi ciklus alatt átlagos állományok esetén is eléri az éves útfenntartási költséget. A jó termőhelyű bükk, tölgy állományokban, ennek többszörösét.

A fakitermelés költségeinél elsősorban a közelítési távolságok csökkenése miatt megtakarítások remélhetők. A probléma azonban ott van, hogy a hasznok 10 év alatt elosztva állnak rendelkezésre, a kiadás viszont egyben az első évben terheli a gazdálkodót. Ezt csak a folyamatosan jelentős eredményt elérő, tőkeerős társaságok, tulajdonos(ok) tudják felvállalni. Ez azonban nem jellemző a magyar erdőgazdálkodásra. Kiegészítő forrásként szóba jöhet a hitel, azonban a kamat tovább növeli az anyagi terheket, így egy-egy kivételtől eltekintve nem jelent általános megoldást.

Az országos átlagadatokkal végzett számítások azonban azt mutatják, hogy csak a földutaknál, esetleg a javított földutaknál mutatható ki az útépités gazdaságossága, az is csak olyan mértékű megtakarítás esetén, ami inkább csak elméletileg érhető el (Rácz *et al.* 1992). Ha a kiadásokat a konkrétan mérhető haszon növekedésével vetjük össze, egyértelmű a megállapítás, hogy nem lenne szabad utat építeni.

Ez azonban a magyar termőhelyi viszonyok és kialakult állomány-összetétel mellett egyúttal azt is jelentené, hogy a fel nem tárt területeken lemondunk az erdőgazdálkodásról. Ez nem lehet elfogadható alternatíva. A szükséges erdőgazdasági beavatkozások viszont nem végezhetőek el egy minimális és használható állapotban lévő feltáróút hálózat nélkül. Ez azonban ma még nem áll rendelkezésre. Tehát új utakat kell építeni, és a meglévőket is folyamatosan karban kell (kellene) tartani.

Ha figyelembe vesszük az erdei feltáróutak jelentőségét és sokcélú használatát, akkor egyértelműen indokolatlannak kell tartanunk, hogy a terheket csak az erdőgazdálkodó viselje. Az út előnyét élvezőkre viszont szétosztani szinte lehetetlen. Miután számos esetben a kedvezményezett az egész társadalom, így logikusan adódik, hogy az állami költségvetés (vagy valamilyen, az erdőgazdálkodás jövedelmétől független alap) támogassa az erdőfeltárást (mint azt teszi Európa számos országában).

A támogatás ötlete nálunk sem új, hiszen 1991-ig az állam különböző mértékben hozzájárult az erdei utak építéséhez. Jelenleg a potenciális útépitések állami támogatása megszűnt, a törvény 1995 tavaszán várható módosítása újra lehetőséget teremthet a támogatásra. A kis erdőbirtokosok elvileg kaphatnak 40 %-os vissza nem térítendő támogatást, azonban erdeik elhelyezkedése, anyagi lehetőségeik és erdőkezelési elképzeléseik gyakorlatilag kizárják a kedvezmény igénybe vételét.

Az útépitési igény az állami erdőterületeken jelentkezik igazán. Azokban az erdőkben, amelyeket önálló gazdálkodású, 100 %-os állami tulajdonban lévő részvénytársaságok kezelnek. Ezek a vállalkozások az erdők kezelése révén elérhető haszonnal gazdálkodnak. Ha utat építenek, akkor az erdőterv által megszabott keretek között elérhető jövedelmüket olyan létesítményre költik (ha ez egyáltalán elegendő erre), amelynek a részbeni megtérülése is legfeljebb egy erdőtervi ciklus alatt remélhető, de a haszon jelentős részét csak áttételesen, mint a társadalom tagjai élvezik. Vajon a 100 % állami tulajdonból elvileg adódó jó gazda gondossága

elegendő-e arra, hogy a napi gondokon felülemelkedve a jövő érdekében ma kockázatot - a likviditásuk elvesztését - is vállalva feltárási beruházásra adják a fejüket?

A gyakorlat erre sajnos már megadta a választ. Nem.

Ez a helyzet alapvetően nem az állami erdők jelenlegi kezelési formájának a következménye. Egyszerűen arról van szó, hogy az erdőterületek hozama általában nem nyújt fedezetet a szükséges ráfordításokra (köztük az útépitési költségekre sem).

A probléma súlyát növeli, hogy nem csupán a pillanatnyilag rendelkezésre álló pénztől függ a megoldás. Az erdőfeltárás nem egyenlő az általános értelemben vett útépitéssel. Speciális szaktudást és gondolkodásmódot követel. Ha anyagi megfontolásból leépítik az erdőgazdaságok feltárási szervezeteit (nagyreszt megtörtént), maga a feltárás is elhalhat. Újraélesztése még reménytelenebb, mint fenntartása valamilyen formában.

A fenntartás viszont valóban jelentős terhet jelent. A szükséges géppark közel 40 millió forint (1 db nagy hatósugarú hidraulikus kotróval együtt). Az éves teljesítmény legalább 25-30 millió forint kellene, hogy legyen. Ezt az önállóan gazdálkodó erdészeti részvénytársaságok közül 1-2 nagy tudja biztosítani. A többiek közösen (2-4 gazdaság együtt) képesek esetleg munkával ellátni egy útépítő és fenntartó szervezetet. Az induló géppark beszerzése azonban még mindig megoldatlan. Márpedig az erdőfeltárára az erdőkezelés érdekében szükség van, akkor pedig szervezetről sem mondhatunk le, hiszen még mindig ez a legolcsóbb megoldás.

A jelenleginél kiméletesebb útépitési módszer is követelmény, ehhez viszont egyes helyeken elkerülhetetlen a bagger alkalmazása.

A jelenlegi szituációban a megoldás a tulajdonos (az állam, illetve az államot, mint tulajdonost megtestesítő szervezet) hatáskörében képzelhető csak el. Ennek lehetséges módja:

- kedvezményes gépbeszerzési lehetőség biztosítása a feltárási szervezet részére;
- az éves minimális munkamennyiség garantálása, amelynek ellenértéke szükség esetén nem csak a konkrét erdőkezelő társaságot terheli;
- az erdei feltárás és útfenntartás, ha vállalkozásban végzik adómentes tevékenység kell legyen (sőt a teljes erdőgazdálkodás esetében sem tekinthető ez abszurd ötletnek az erdő sokoldalú szolgáltatása miatt).

## AZ ERDEI ÚT HASZNAI

Az erdei feltárási utak nem csak kedvezőtlen hatást gyakorolnak a környezetre, hanem számos területen - és nem csak az erdőgazdálkodás számára - hasznot is hajtanak.

## Anyagszállítás

Az út lehetővé teszi magvak, csemeték, faanyag, melléktermékek és az erdőgazdálkodáshoz szükséges egyéb anyagok szállítását, gyakorlatilag függetlenül az időjárástól. Ez rendkívül fontos, hiszen az erdő biológiai építőanyagai és termékei a megfelelő időben jutnak el rendeltetési helyükre.

A feltáró út segíti a piachoz való rugalmas alkalmazkodást az igényeknek megfelelő szállítás révén. Ez növeli az erdőgazdálkodó árbevételét, csökkenti a tárolásból adódó minőségi romlást és költségeket.

### **Gépek mozgása**

Az erdőgazdálkodásban dolgozó munkagépek és szállító eszközök a termőterület tönkretétele nélkül közelíthetik meg a munkaterületet. A felhasznált idő és energia lényegesen kedvezőbb a terepi mozgáshoz viszonyítva. A gépek elhasználódása és a balesetveszély jelentősen csökken. A munkaszervezés javul, a gazdaságosság növekszik. A vállalkozók szívesebben és olcsóbban dolgoznak.

### **Személyszállítás**

A saját dolgozók szállításához, a vállalkozók kijutásához a munkaterületre nem szükséges költséges terepjáró és hosszú idő. A szakszemélyzet irányító ellenőrző és őrző tevékenysége rendszeresebbé, hatékonyabbá tehető.

Az erdőterületen hatósági feladatot ellátó egyéb szervek (pl. természetvédelem) mozgását is megkönnyíti.

### **Katasztrófa elhárítás, károk mérséklése**

Az erdőt ért abiotikus és biotikus károsítások következményeinek felszámolásában segít az út. Az erdőterületek megközelíthetősége révén a még menthető faanyag hasznosul, s esély van a kár továbbterjedésének megakadályozására.

Katasztrófa esetén érzékelhető csak igazán az út hiánya (bugaci, pilisi erdőtűzek).

### **Baleset**

Baleset esetén a sérült életét mentheti meg a gyors orvosi segítség és/vagy a sima szállítás. S miután az erdészet (különösen a fakitermelés) veszélyes üzem, ennek fokozott jelentősége van.

### **Talajvédelem**

A feltárt területen a munkagépek, szállító járművek mozgása rendezett, a tevékenység egy része (felkészítés, tárolás) az erdőtalajról az útra kerül át. A kátyúk kerülgetése elmarad, nem alakul ki több tíz méter széles "nyomvonal" mély járműcsapákkal. A kiépített feltáróhálózathoz kijelölt közelítő utak (közelítő nyomok) csatlakoztathatók, kímélve ezzel a talajt és a visszamaradó állományt egyaránt.

### **Üdülés**

Az erdei feltáróutat egyre nagyobb mértékben veszik igénybe autós és gyalogos turisták. Az út növeli a lehetőségét annak, hogy ne csak az erdőszegélyig tartson a kirándulás. Az erdő belsejében az egészségesebb, tisztább levegő valódi felüdülést nyújt. Az erdőgazdálkodás szempontjából előnyt jelent a kirándulók "irányított"

mozgása, mivel kíméli az újulatot, kevésbé zavarja az erdő élővilágát, és az erdőgazdálkodási tevékenységeket. Ha valamilyen okból (fakitermelés, természetvédelem) szükség van egy terület lezárására, a feltárt területen ez eredményesebben valósítható meg.

### **Vadgazdálkodás, vadászat**

Az eredményes nagyvadgazdálkodás feltételezi az erdőterületek gyakori felkérését (állományszabályozás, etetés). Az erdei feltáróút ennek lehetőségét teremti meg. A jól szervezett vadászatok sem nélkülözhetik a járható utakat, amelyek révén a vadgazdálkodás haszna növekszik, s a terület vadászati használati értéke emelkedik. Az utak jó lehetőséget teremtenek a vadászati turizmus növekedéséhez.

### **A HATÁSOK SÚLYA**

Az erdei feltáróutak tervezése, építése és használata során természetes törekvés kell legyen a kedvező hatások erősítése és a kedvezőtlenek mérséklése vagy kiküszöbölése. Minden egyes út más és más ökológiai, műszaki, gazdasági problémát vet fel. Sőt még a néhány kilométeres út egyes szakaszai is eltérő feltételek között épülnek. Nincs lehetőség mindig, minden hatást az optimális szintre emelni. A hatások többsége nagyon nehezen vagy egyáltalán nem mérhető. A különböző változatok mérlegelésénél viszont hasznos információt jelent, ha legalább relatív súlyukat, az egymáshoz viszonyított fontossági sorrendet ismerjük. A probléma egyik lehetséges megoldását jelentheti az úgynevezett GUILFORD-féle eljárás alkalmazása.

Az eljárás alapja a páros összehasonlítás. Ennek során az egyes hatásokat (továbbiakban értékelési tényezőket) páronként szembeállítjuk egymással, mindegyiket a többivel. Minden esetben csak két értékelési tényező közül kell kiválasztani a fontosabbat. A döntés így egyszerűbbé válik, és az erőssorrend az előnyök és hátrányok együttes értékelése révén alakul ki. Ha az értékelést egy személy többször vagy több személy végzi el és ezeket összesítjük, a szubjektivitás hatása csökken, és a tényleges értéksorrendhez közel kerülhetünk.

Az eredményt intervallumszintű skálán tudjuk ábrázolni, vagyis az egyes tényezők egymáshoz való relatív távolságát fontossági súlyukat adhatjuk meg.

Esetünkben külön értékelő lapot készítettünk a 8 kedvezőtlen, és külön a 8 kedvező hatásra. Az együttes értékelés a tényezők nagy száma miatt már reménytelen lett volna. Az értékelő lapokat az Országos Erdészeti Egyesület Feltárási Szakosztályának tagjai töltötték ki, összesen 38-an. A módszer sajátosságaiból adódik, hogy meglehetősen nehéz 100 %-ban következetesen dönteni a tényezők közötti preferálások során. Azokat az értékelő lapokat, ahol a következetesség az 50 %-ot nem érte el, kihagytuk az összesítésből.

A lapok kitöltését egy eléggé homogén összetételű csoport végezte, a tagok hozzáértéséhez nem férhet kétség. Sőt a legtöbbjük érzelmileg is kötődik a feltárá-

hoz, hiszen ez a szakterület jelentette, jelenti szakmai pályafutásukat. Az értékelő csoport összetételére való tekintettel feltételeztük, hogy az aggregált preferenciagyakoriságokat felhasználhatjuk intervallum szintű súlyozásra. Megbízhatóbb eredményhez jutottunk volna, ha a kiértékelés után a tényezők sorrendjének ismeretében újra kitöltötték volna a lapokat. Valószínűleg kevesebb inkonzekvens véleményt, de minden bizonnyal az eredetivel azonos sorrendet kaptuk volna (a kiértékelést Dr. Héjj B. végezte).

### *A kedvezőtlen hatások sorrendje*

Az összesített értékelés 30 darab adatlap alapján történt. Az eredményeket 0 kezdőpontú (legkisebb viszonylagos fontosság) és 100 végértékű (legnagyobb viszonylagos fontosság) skálán ábrázoltuk (1. ábra).

<i>Viszonylagos fontossági mutató</i>	<i>Hatás</i>
100	Költség
96	Vízháztartás
84	Szennyezés
78	Növényzet
44	Erózió
27	Termőterület
16	Állatok
0	Esztétika

*1. ábra. Az erdei feltáróút környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatásai (a 0 a legkisebb, a 100 a legnagyobb viszonylagos fontosságot jelenti)*

*Adverse effects of forest road construction on the environment (0 and 100 = smallest and greatest relative importance, respectively)*

A skáláról láthatjuk, hogy négy tényező markánsan kiemelkedik. Az út építésével, fenntartásával kapcsolatos költségek relatív fontossága nem meglepő, ismervé a feltárás lehetetlen anyagi helyzetét. Ez az "első hely" is a finanszírozás megoldá-

sának kiemelt fontosságára hívja fel a figyelmet.

A szakirodalom által is hangsúlyozott jelentőségének megfelelően helyezkedik el a skálán a feltáró útnak a terület vízháztartására gyakorolt hatása. Ebből arra következtethetünk, hogy az út tervezése, építése és fenntartása során elsősorban a vízháztartás lehető legkisebb mértékű zavarására kell ügyelni.

Kissé meglepő a szennyezés dobogós helyezése. Az a szomorú tapasztalat jut ebben kifejezésre, hogy nagyon sok helyen személtlerakónak tekintik az erdőt. De befolyásolja ezt a véleményt az is, hogy az erdőgazdálkodás területén üzemelő gépek műszaki állapota tragikus, s egyelőre inkább romlik.

Az értékelés alapján is beigazolódott, hogy a növényzetre gyakorolt hatás fontos, hiszen az sok egyéb tényező változásának szemléletes megjelenítése. Érdekes és egyben megnyugtató viszont, hogy a konkrét vizsgálatok nagy problémát nem mutatnak ezen a területen.

Némileg meglepő, hogy az eróziós veszélyt nem érzik az értékelők jelentősebbnek. Különösen a külföldi szakirodalommal való összevetés esetén szembevető a megítélésbeli különbség. A gyakorlati tapasztalatok valóban azt mutatják, hogy erdei feltáró útjaink nagy részénél nincs eróziós probléma. Ennek ellenére nem lehet elhanyagolni ezt a tényezőt.

A tájésztétika utolsó helyezése a nem túl nagy tájsebekkel épített erdei utaknak, de az értékelők műszaki szemléletének is betudható.

Érdeemes felfigyelnünk arra, hogy a kedvezőtlen hatások szinte mindegyike mérsékelhető a már többször kifejtett, minimális méretekkkel megvalósított feltáróút építéssel. Sajnos kijózanítóan kilóg ebből a sorból a költségtényező. A ráfordítások körüli problémák csak akkor csökkenthetők, ha megoldjuk a finanszírozást, életben tartjuk a speciális szaktudással és tapasztalattal rendelkező feltáró szervezetet, és elfogadjuk, hogy a műszaki minimum a tervezés, kivitelezés vezérelve.

### *A kedvező hatások sorrendje*

A kedvező hatások megítélésében kisebbek a különbségek (2. ábra).

A különböző anyagok szállításának fontossága alapvetően meghatározza az erdőgazdálkodás helyzetét. Teljesen érthető, hogy a többtől kissé "elhúzva" került az első helyre. Ezzel kapcsolatban felvetődik egy nagyon fontos kérdés. A kitermelt faanyag felkészítésének módja nagymértékben meghatározza az erdei feltáróutak műszaki paramétereit. A hosszúfát szállító szerelvényeknek megfelelő utak pazarlóbbak a terület-felhasználásban, de különböző mértékben szinte mindegyik kedvezőtlen hatást erősítik.

Az erdei feltáróutak sokoldalú hasznosításainak fontosságát mutatja, hogy az értékelő csoport előkelő helyre sorolta a baleset esetén nyújtott segítség lehetőségét, és a katasztrófa-elhárításban, személyszállításban játszott szerepet. Ezek az igények az optimális környezeti hatású utakkal is tökéletesen kielégíthetők. Az egymáshoz képest viszonylag egyenlő távolságra elhelyezkedő másik négy hatás mértéke sem csökken az új szemléletben tervezett és épített utak esetén.

<i>Viszonylagos fontossági mutató</i>	<i>Hatás</i>
100	Anyagszállítás
78	Baleseti segítség
69	Katasztrófa elhárítás
43	Gépek felvonulása
31	Talajvédelem
19	Üdülés
0	Vadgazdálkodás

**2. ábra.** Az erdei feltáróút áldásai

(a 0 a legkisebb, a 100 a legnagyobb viszonylagos fontosságot jelenti)

*Beneficial effects of forest road construction on the environment*

(0 and 100 = smallest and greatest relative importance, respectively)

**AJÁNLÁSOK**

Az erdei feltáróutak két alapvető követelménynek meg kell, hogy feleljenek:

- a lehető legkisebb mértékben zavarhatják meg az erdőterület ökológiai viszonyait;
- az úthasználat igényeit ki kell elégíteniük.

A két feltétel együttes teljesítése miatt szükséges az Erdei Utak Tervezési Irányelveinek (EUTI) megváltoztatása. A konkrét módosítás nem volt feladatunk. Javaslataink arra irányulnak, hogy a feltáróutak egy *ökológiai minimum-követelményt* kielégítve épüljenek meg, s a használatuk sem okozzon érzékelhető zavart a környezetben. Ennek figyelembevételével az illetékes szakemberek módosíthatják az EUTI előírásait.

A. Csak a legszükségesebb mértékben célszerű feltáróutakat építeni. A konkrét terület speciális igényeit (használati célok; korlátozások, finom feltárás módja) figyelembevevő területfeltárási koncepció (Kosztka, 1993) keretében lehet csak megítélni egy-egy út szükségességét. Így a feltárás mértéke széles határok között változhat (5 fm/ha - 50 fm/ha).

- B. A nyomvonal vezetésénél kerülni kell az ökológiailag, tájesztétikailag érzékeny területeket (vizes élőhelyek, sziklakibúvások, völgyfenék, gerincek, védett növény- és állatfajok előfordulási helye). Praktikus tervezési segédletet jelenthet, ha a különböző okokból nem érinthető területeket külön-külön térképre felhordjuk, majd ezeket összemácsoljuk. A közös térkép tiszta részén különösebb gond nélkül vezethető az út.
- C. Minimális pásztaszélességre kell törekedni. Ennek érdekében a koronaszélesség általában a gépjárművek által megkövetelt minimum legyen. A pontos méretekre megfelelő ajánlások már fellelhetők a hazai irodalomban (Kosztka, 1993). Az elsősorban feltárási célt szolgáló utak esetében nem lehet tervezési szempont a járművek sebessége. A semleges vonaltól csak a legszükségesebb mértékben szabad eltérni.
- Az EUTI korona/nőtt föld hányad előírásait enyhíteni kell. Ennek alapvető feltétele, hogy 40 %-osnál nagyobb keresztdőlésű terepen csak hidraulikus kotróval és töltésalapozással lehet földművet építeni. Az esetleges földfelesleget tehergépkocsi hosszanti földszállítással kell elhelyezni, vagy rakodó kialakításához, vagy depóniában. A kijelölt pásztánál szélesebb területen természetesen nem szabad fát kitermelni. A megmaradó faállományt sem a fakitermelés, sem az útépités során nem szabad semmilyen módon károsítani.
- D. A feltárt terület vízháztartását nem zavarhatja meg a feltárási út. Ezért a pályáról elvezetett és a részsűről lefolyó vizet 30-50 m-nél nem ritkábban át kell vezetni a pálya alatt, és szét kell teríteni a terepen. Ezzel az eredeti lefolyási viszonyokat minimális mértékben zavarjuk meg és az útról lekerülő szennyeződés koncentrációját sem növeljük számottevően. Állandó és ideiglenes vízfolyások keresztetését gázlóval vagy a víztestnél nagyobbra méretezett áteresztővel kell megoldani.
- Az árok tisztítását, karbantartását vegetációs időn kívül célszerű elvégezni.
- E. Fontos szempont az eróziós veszély elhárítása. A stabil út a leginkább környezetkímélő.
- A 2 m-nél nagyobb bevágási részsűt, és a 3 vegetációs idő alatt sem kizöldülő bármelyik részsűt be kell füvesíteni. Ennél a munkánál a mérnök-biológiai módszereknek elsőbbségük van.
- A töltési részsű stabilizálásához természetes, tájbaillő anyagokat kell használni (kő, fa).
- F. Az elsősorban erdőgazdálkodási célú feltárási útnál csak kötőanyag nélküli pályaszerkezetet célszerű építeni, természetes anyagok felhasználásával. Ennek ugyan nagyobb a karbantartási igénye, de elenyésző a környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatása.
- G. A déli kitérőben vezetett feltárási utak bevágási részsűje felett az új állomány-szegély mielőbbi kialakítása külső beavatkozást igényel.
- H. A téli sikosságmentesítésre homok, közúzalék terítés használható. Ha a sózás elkerülhetetlen kényszer, akkor magnéziumsót kell alkalmazni.

I. Az A. - H. alatti szempontok figyelembevétele a becslések szerint kb. 25 %-kal növeli az útépités és fenntartás együttes költségeit. Ezzel szemben lényegesen csökken a környezetre gyakorolt nem kívánt hatás. Ha mindehhez hozzákalkuláljuk az erdőgazdálkodás kedvezőtlen jövedelmezőségi viszonyait, és a feltáróutak egyéb igénybevételét, jogosan vetődik fel a külső segítség szükségessége. A támogatás minden, az A.-H. szempontok szerint épített és fenntartott út esetében indokolt, tulajdonviszonyoktól és a gazdálkodói szervezet nagyságától függetlenül.

A környezeti hatásvizsgálat tisztázta az erdei feltáróutak környezetre gyakorolt hatását. Az út építésének és használatának kedvezőtlen következményei az eddigi gyakorlat megváltoztatásával lényegesen csökkenthetők. Ez a változás egyaránt érinti az utak tervezését, építését és használatát. Ennek eredményeként környezetvédelmi szempontból is elfogadható utak épülhetnek, ami növeli az erdészet társadalmi megbecsülését. Ez egyértelmű haszon az erdészeti gyakorlat számára.

A megváltozott szemléletű útépités növeli a megvalósítás és a fenntartás költségeit. A többletterhek vállalása az egész társadalom érdeke. Az erdészet gazdasági szabályozóinak megalkotásáért felelős döntéshozók ezt nem hagyhatják figyelmen kívül. A vizsgálatok eredményei felhasználhatók az esetleges támogatás indokolásához.

A kutatás számára levonható tanulság, hogy a fontosabb erdészeti tevékenységeket (tarvágás, erdőtelepítés, erdőfelújítás) célszerű lenne hasonló vizsgálatnak alávetni. A várható eredmények alapján kapott tiszta kép a gyakorlat számára jól hasznosítható kutatások elindítója lehet.

## IRODALOMJEGYZÉK

- A beruházások környezeti hatásvizsgálatának általános tartalma és módszertana. 1990. Műszaki irányelvek. KTM. (MI-13-45-1990.)
- Barth, W. E., Joop, U., Ludwig, D. 1988. Straßenbau und Umweltschutz Allgemeine Forstzeitschrift 13: 326-330.
- Bánó, L. 1991. Mi lesz veled erdőfeltárás? Erdészeti Lapok 6: 179-180.
- Behrnt, W. 1990. Waldwegebau und Naturschutz. Forstbetriebliche Aspekte. Allgemeine Forstzeitschrift 46-47:1177-1181.
- Bogár, I. 1992. Állásfoglalás a magyarországi erdőfeltárás helyzetéről. Erdészeti Lapok 7-8: 233-235.
- Hinterstoisser, H. 1990. Naturschutz fordert Ökologische Mindeststandards für Forststraßen. Österreichische Forstzeitung 6: 53-54.
- Hollick, M. 1986. Environmental Impact Assesment: an international evaluation. Environmental Management 10:2:157-178.
- Kindler, J., Papp, O. 1977. Komplex rendszerek vizsgálata. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Kosztka, M. 1993. Erdőfeltárás a társadalmi változások és a többcélú erdőgazdálkodás feltételei között. Akadémiai doktori értekezés (kézirat).

- von Mader, H.-J. 1990. Ökologische Aspekte des Waldwegebau. Allgemeine Forstzeitschrift München, 46-47:1184-1187.
- Marosi, Gy. 1992. Az erdészeti feltárások környezeti hatásvizsgálatának módszertana. Kutatási jelentés. ERTI. Sopron.
- Marosi, Gy. 1993. Az erdőfeltárás környezeti hatásai. II. Országos Agrár-környezetvédelmi konferencián megtartott előadás. Budapest.
- Marosi, Gy. 1994. Környezeti hatásvizsgálatok jelentősége az erdőgazdálkodásban. Erdészeti Szakmai Konferencián megtartott előadás. Sopron.
- Neuber, C. 1993. Umweltschonende Bauausführung. Österreichische Forstzeitung 7: 13-14.
- Pálffy, S. 1994. Közúti közlekedés és környezetvédelem. EFE Szakmérnöki Diplomaterv. Sopron.
- Rác, J. et al. 1992. Tanulmány az erdőfeltárás beruházásainak világbanki hitelből történő megvalósításához. Kutatási jelentés, Sopron. EFE.
- Trzesniowski, A. 1990. Forststraßenbau und Naturschutz aus Österreichischer sicht Allgemeine Forstzeitschrift 46-47.





