

ERDŐSZETI KUTATÁSOK 1997. VOLUME 86-87.

# 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. 86-87.  
BUDAPEST, 1997.



ERDÉSZETI KUTATÁSOK

ERDÉSZETI KUTATÁSOK



1851

1866



**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) 326-1769  
Telefax: (36-1) 326-1639  
E-mail: h9439fuh@ella.hu

***Püspökladányi Kísérleti Állomás***

4150 Püspökladány, Farkassziget  
Tel.: (36-54) 452-991; 451-169  
Fax: (36-54) 452-993  
E-mail: h9445csi@ella.hu

***Sárvári Kísérleti Állomás és  
Arborétum***

9601 Sárvár, Várkerület 30/a  
Tel.: (36-95) 322-379; 320-070  
Fax: (36-95) 320-252  
E-mail: h12556bor@ella.hu

***Soproni Kísérleti Állomás***

9400 Sopron, Paprét 17.  
Tel.: (36-99) 311-017; 311-991  
Fax: (36-99) 311-891

***Gödöllői Kirendeltség és Arborétum***

2100 Gödöllő, Arborétum Pf.: 49  
Tel.: (36-28) 430-690  
Fax: (36-28) 410-856

***Mátrafüredi Kirendeltség***

3232 Mátrafüred, Hegyalja u. 14.  
Tel.: (36-37) 320-129  
Fax: (36-37) 320-406  
E-mail: h9441cso@ella.hu

TARTALOM

**ERDÉSZETI KUTATÁSOK**

**AZ ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET KÖZLEMÉNYEI**

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

**VOL. 86-87.**



**BUDAPEST  
1997**



**FŐSZERKESZTŐ:**

**DR. FÜHRER ERNŐ**

**SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:**

**DR. SÁRVÁRI JÁNOS, MANNINGER MIKLÓS, DR. SOMOGYI ZOLTÁN,  
DR. GERGÁ CZ JÓZSEF, DR. TÓTH JÓZSEF, MAROSI GYÖRGY**

**TECHNIKAI SZERKESZTŐK:**

**DR. VEPERDI GÁBOR, VEPERDI IRINA**

Az Erdészeti Kutatások ezen száma  
a Mezőgazdasági és Erdészeti Alap támogatásával jelent meg.

1851

**ISSN 0521-3851**

Készült az OMMI Sokszorosító Üzemben

600 példányban

Tsz.: 59/97

Felelős vezető: Vas János



# TARTALOM

## ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA

- Führer Ernő, Járó Zoltán*: A Tisza ártéri erdőinek változása ..... 11.
- Horváth László, Bozó László, Führer Ernő, Nagy Zoltán, Varga László, Weidinger Tamás*: A nitrogén kicserélődés és a fotokémiai folyamatok vizsgálata a léghő és egy lucfenyves állomány alatt ..... 33.

## ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

- Béky Albert*: Adalékok a gyertyános-tölgyesek neveléséhez ..... 55.
- Béky Albert*: Gyérítési technológiák hatása a faállomány-szerkezetre és a növedékre ..... 73.
- Szabados Ildikó*: Az évgyűrűelemzés felhasználása növedékveszteség megállapítására, és a módszer további alkalmazási lehetőségei ..... 89.
- Veperdi Gábor*: Hőtörés és gyérülés vizsgálata 27 éves nyírségi homoki erdeifenyő kísérleti területen ..... 101.
- Veperdi Irina*: Faállományok kondíciójának meghatározása elektromos ellenállás mérésével ..... 115.

## ERDÉSZETI NEMESÍTÉS

- Borovics Attila*: A kocsánytalan tölgyek levélmorfológiai vizsgálata ..... 125.
- Kiss József, Kondrák Mihály, Gergács József, Heszky László*: A protoplaszt-növény rendszer kidolgozása hazai nyárfaklónokra ..... 143.

## ERDŐVÉDELEM

- Koltay András*: A környezeti tényezők hatása a *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton spóraszóródására ..... 157.
- Leskó Katalin, Szabóky Csaba*: Az Alföld nagylepkefaunája az erdészeti fénycsapdák adatai alapján (1962–1996) ..... 171.
- Thuróczy Csaba, Csóka György, Melika George*: *Andricus hungaricus* Hartig egyivarú gubacsból nevelt parazitoid rovarok (*Hymenoptera*: *Cynipidae*) ..... 201.
- Leskó Katalin, Szentkirályi Ferenc, Kádár Ferenc*: A gyűrűsszövő (*Melacosoma neustria* L.) hosszú tavú (1962–1996) populáció-ingadozásai Magyarországon ..... 207.

Gólya János: A tőserülések okozta veszteség és a kéméletes fakitermelés  
többletköltsége ..... 223.

**NEMZETKÖZI RENDEZVÉNYEK, KONFERENCIÁK**

Tóth Béla: A FAO Nemzetközi Nyárfa Bizottság (IPC) 20. ülése és az  
IPC Végrehajtó Bizottságának 38. ülése ..... 237.

Tóth Béla: Az Európai Feketenyár Génmegőrzési Hálózat irányító  
testületének ülése az ERTI Sárvári kísérleti állomásán ..... 251.

Führer Ernő: Az ERTI tevékenysége 1936-tól napjainkig és a jövő  
tervei ..... 255.

# TABLE OF CONTENTS

## FOREST ECOLOGY

<i>Führer, E., Járó, Z.</i> : Changes of the forest in the flood-plain of Tisza .....	11.
<i>Horváth László, Bozó László, Führer Ernő, Nagy Zoltán, Varga László, Weidinger Tamás</i> : Investigation of atmospheric nitrogen exchange and photochemical cycling processes between the atmosphere and a spruce forest .....	33.

## SILVICULTURE AND FOREST YIELD

<i>Béky, A.</i> : Recent developments in silviculture of hornbeam-oak ( <i>Carpinus betulus</i> - <i>Quercus petraea</i> ) stands .....	55.
<i>Béky, A.</i> : Effects of thinning technologies on stand structure and increment .....	73.
<i>Szabados, I.</i> : The tree ring analysis to determine increment losses .....	89.
<i>Veperdi, G.</i> : Studies on snow damage in thinning and spacing trials in 27-yr old Scotch pine stands at sandy site in Nyírség .....	101.
<i>Veperdi, I.</i> : Measurements on electrical resistance of trees to determine vitality of forest stands .....	115.

## TREE BREEDING

<i>Borovics, A.</i> : Studies on leaf morphology of sessile oak taxa .....	125.
<i>Kiss, J., Kondrák, M., Gergác, J., Heszky, L.</i> : Development of a protoplaszt-plant system for <i>Populus nigra</i> clones .....	143.

## FOREST PROTECTION

<i>Koltay, A.</i> : Effect of environmental factors on spreading sporas of <i>Sphaeropsis sapinea</i> Dyko & Sutton .....	157.
<i>Leskó, K., Szabóky, Cs.</i> : Macrolepidoptera fauna of the Hungarian Great Plain based on forestry light trap catches between 1962–1996 .....	171.
<i>Thuróczy, Cs., Csóka, Gy., Melika, G.</i> : Parasitoid insects reared from unisexual galls of <i>Andricus hungaricus</i> Hartig ( <i>Hymenoptera: Cynipidae</i> ) .....	201.

<i>Leskó K., Szentkirályi F., Kádár F.: Long-term fluctuation patterns (1962–1996) of lackey moth (<i>Melacosoma neustria</i> L.) populations in Hungary .....</i>	207.
--	------

#### **FOREST ECONOMY**

<i>Gólya, J.: Losses caused by the root collar damages and the additional changes of the mild harvesting technologies .....</i>	223.
---	------

#### **INTERNATIONAL EVENTS, CONFERENCES**

<i>Tóth, B.: 20th Session of the International Poplar Commission and 38th Session of Executive Committee of IPC (Budapest, October 1996) .....</i>	237.
--	------

<i>Tóth, B.: Session of Populus nigra Network within European Forest Genetic Resources Programme (Sárvár, Hungary, October 1996) .....</i>	251.
--	------

<i>Führer, E.: Hungarian Forest Research Institute (1936–1996) .....</i>	255.
--	------



# A TISZA ÁRTÉRI ERDŐINÉK VÁLTOZÁSA

ELHÍRER ERNŐ, JARÓ ZOLTÁN

## ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA



1851

1866

Leskó K., Szentkirályi F., Kádár F.: Long-term fluctuation patterns (1962-1996) of larch moth (*Melanosoma neustria* L.) populations in Hungary. 207

FOREST ECONOMY

Chen J.: Effects caused by the root collar damages and the additional changes of the mild harvesting technologies. 223

INTERNATIONAL SYMPOSIUMS / CONFERENCES

July 7-20th Szeged, Hungary: 20th International Symposium on the Science of Forest Insect and Mite Infestations of IFA, 1999. 23

July 20-25th Szeged, Hungary: 10th National Conference on Forest Genetic Resources Programme (Szeged, Hungary, October 1994). 25

February 1-3rd Szeged, Hungary: Forest Research Institute, 1936-1996. 25



## **A TISZA ÁRTÉRI ERDŐINEK VÁLTOZÁSA**

**FÜHRER ERNŐ, JÁRÓ ZOLTÁN**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A Tisza ártéri erdőinek vízrendezések előtti elhelyezkedéséről a XVIII. század végi térképek tájékoztatnak. A községhatáros, számszerű erdőterületeket 1895-től a földkataszter és az erdőtervek tartalmazzák. Az ártéri erdők területe az „ősi” állapotú XVIII. század végétől az 1935-ös évekre 15,4 ezer ha-ra csökkent. A folyószabályozásokat és a vízrendezést követően az erdők területileg, főleg a hullámterekben, átrendeződtek és folyamatos erdőtelepítések révén 1990-re a Tisza ártéri erdői elérték a 38,5 ezer ha-t. A Tisza ártéri erdőinek fafajösszetétel változását az 1895 évi (*Bedő A.*) statisztikából, illetve az erdőtervekből (Erdőrendezési Szolgálat) határoztuk meg. A természetszerű erdőtársulások fő fafajainak (kocsányos tölgy, szil, kőris, hazai nyár, fűz) 1990 évi területe (18,0 ezer ha) az 1895 évihez (18,5 ezer ha) viszonyítva nem változott, sőt a legkisebb 1935 évinél 2,5 ezer ha-ral nagyobb lett. Ki kell emelni, hogy a legértékesebb kocsányos tölgy területe a 100 év előtti 2,5 ezer ha-ról napjainkig 6 ezer ha-ra nőtt, és a potenciális erdőtelepítésekben további növekedését tervezik. Az ártéri erdők legnagyobb mértékű területnövekedését az utóbbi három évtized nemes nyár telepítései (12 ezer ha) jelentették.

**KULCSSZAVAK:** Tisza, ártéri erdő, vízrendezés, fafajösszetétel változás

### **ABSTRACT**

Conditions of the forests in the flood-plain of Tisza preceding the water regulations are shown by maps made at the end of the 18th century. Forested lands numerically defined after the territory of communities are being enclosed in the land-register and forest management plans from 1895 on. The extension of flood-plain forests was reduced from the end of the 18th century (natural state) to 1935 to 15 400 hectares. The condition of forested lands was restructured after the river and water regulations, first of all in the flooded lands and the extension of forests attained by 1990 the area-size of 38 500 hectares. Changes in the tree species composition of flood-plain forests of Tisza were determined by the statistics of 1895 (*Bedő A.*) and the current forest management plans (Forest Survey Service), respectively. The area of the dominant tree species of natural plant communities (pedunculate oak, elm, ash, indigenous poplar, willow) has not been changed from the state of 1895 (18 500 hectares) to that of 1990 (18 000 hectares), on the contrary, their minimal extension (in the year 1935) increased by 2500 hectares. It is to be underlined, that the range of the most valuable

species, which is the pedunculate oak, has increased from 2500 hectares (100 years ago) to the present 6000 hectares and further increases are planned in the potential forest stand establishments. The greatest increase in the extension of forests in the flooded lands is due to the afforestations with Euramerican hybrid poplars (12 000 hectares) in the latest three decades.

**KEYWORDS:** flood-plain forests, river and water regulations, changes in the tree species composition

## BEVEZETÉS

A Tisza árterének növénytakarójáról a társadalom széles rétegeinek ismerete – az Alföldéhez hasonlóan – nagyon hiányos. Az egész Tisza árteret többé-kevésbé földrajzilag, gazdaságilag egységesnek tekintik. Ugyanez érvényes a Tisza ártér erdőtakarójára is. Még ma is él a Tisza ártér ősrengetegéről alkotott kép, amelyben évszázados kocsányos tölgyesek uralkodtak.

Az alföldi növénytakaró, ezen belül a tiszai ártér múltját, átalakulását nyomon követni csak töredékesen lehet. „A magyar Alföld tekintélyes részét még a múlt század elején is mocsarak fedték. Folyóvizeink a régmúltban – még a XVIII. században is – meglehetősen szabadon barangolhattak és ha jött a tavaszi, vagy nyári árvizek ideje, a hatalmas víztömeget semmi sem, vagy alig akadályozta romboló, mindent elárasztó útjában. Majd a vizek részbeni visszavonulása után nagy kiterjedésű tavak, itt-ott kisebb-nagyobb, másutt óriási posványok maradtak a síkságon szerteszét” írja Magyar Pál az alföldi erdők múltjának legjobb ismerője. *Ihrig (1973)* szerint is a XVIII. század végéig érték el a maximumot a vízborítások. Az elmúlt időszakban sem hiányoztak katasztrofális áradások, így az 1872 évi tavaszi, az 1888 és 1895 évi téli hóolvadás utáni, az 1919, 1932 és 1970 évi tavaszi csapadékból.

## A TISZA ÁRTÉRI ERDŐK VÁLTOZÁSÁNAK FELDOLGOZÁSA

A Tisza ártér ősi állapotát a XVIII. század végével jellemezhetjük, mert a növénytársulásokat-erdőtársulásokat, ezek változását ezen időtől tudjuk ökoszisztéma szemlélettel viszonylag objektíven követni. A nagy folyók alsószakasz jellegű ártereinek ökológiai viszonyai, ugyanakkor növénytársulásai időben és térben rendkívül gyorsan változnak. A Tisza magyarországi szakasza teljes hosszában erősen kanyarog. Természetes körülmények között is, egy-egy nagy árvíz, a túlfejlett kanyarok nyakát átszakítja, a régi folyómeder holt mederré, morottvává, illetve tóvá válik, ezt követően az ártéri növénytársulások is átrendeződnek. Élő példája ennek a Tiszától ma már messze eső ohati és újszentmargitai hajdani ártéri, ma ún. sziki erdők. Ugyanilyen ökológiai változást okoz az ártéri, ma hullámtéri területek hordalékkal való feltöltése, illetve az árhullámok hordalék elmosása. Ezek, az ártéri területek magassági fekvésének gyors változását okozzák, amivel az erdőtársulások változása is együtt jár. A Tisza teljes hosszában lebegtetett hordalékot szállít, ami agyagfrakcióban gazdag. Ezért a tiszai öntések agyagban gazdagok és a belőlük alakuló talajok gyenge

vízvezetésűek. Így a domborzatnak megfelelően az alacsony ártereken és a magas árterek laposaiban is hosszú ideig megmarad az árhullámok vize, és csak tartós vízborítást tűrő nádasok, sásrétek, láprétek alakulhatnak ki rajtuk.

A tiszai ártér intrazonális növénytársulásai döntően a magassági fekvéstől függő hidrológiai viszonyok szerint változnak, de a klímahatások is érvényesülnek.

A klímahatások:

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| ✧ gyertyános-tölgyes klíma                   | ✧ Tiszabecstől-Győröcskéig  |
| ✧ kocsánytalan tölgyes, illetve cseres klíma | ✧ Záhonytól-Polgárig        |
| ✧ erdőssztyepp klíma                         | ✧ Tiszapalkonyától-Szegedig |

A tiszai ártér magassági fekvés – hidrológiai viszonyok szerinti erdőársulás megoszlásai:

- ✧ magas fekvés – többletvízhatástól független (gyertyános tölgyes klíma)  
**kőris-szil-gyertyános kocsányos tölgyes**
- ✧ közép magas fekvés – időszakos vízhatás (valamennyi klímában)  
**kőris-szil-tölgy-ligeterdő**
- ✧ közép mély fekvés – állandó vízhatás (valamennyi klímában)  
**fűz-nyár-ligeterdő**
- ✧ mély fekvés – felszínig nedves (valamennyi klímában)  
**fehér fűzes**
- ✧ igen mély fekvés – vízzel borított (valamennyi klímában)  
**fás növénytársulás nem él meg**

A tiszai ártéren (a hullámtéren is) érvényesül a réti agyag és lápos réti agyagtalajok gyenge vízvezetése, amelyen a közép mély-mély fekvés ellenére időszakos kiszáradás érvényesül, ezért a

- ✧ laposokon – változó vízellátás (valamennyi klímában)  
**nádasok, sásrétek, mocsárrétek**  
alakulnak ki.

A többletvízhatások csökkenése, elsősorban a mocsárrétek alatt, a talaj szikese-  
dését és a növénytársulás átalakulását okozza, különösen az erdőssztyepp klímában.

A Tisza ártér növénytársulásainak első részletes és ma is korszerű tájékoztatását adják a II. József korabeli térképek, amelyek az 1785–1790 évek közötti állapotot mutatják. Az uralkodó 1785-ben hazánkban is elrendelte a művelés alatt álló földek felmérését. A térképezés és a hozzájuk tartozó leírások nagy ütemben folytak és a rendelet 1790-ben történt visszavonásáig az ország nagy részéről elkészültek az alaptérképek. A Bécsben őrzött levéltári anyag felhasználásával a VITUKI elkészítette az ország vízrajzána térképét, amely a településeket, az úthálózatot és az erdőket is tartalmazza. A maga idejében rendkívül korszerű munka, a felvételezőktől függően, rész-

letes információt nyújt a XIX. századi nagy vízrendezések előtti növénytakaróról. Területileg jelzi a következőket:

- erdő
- láp
- folyó
- mocsár
- vizenyős rét
- állóvíz

A legelők és szántók nem kerültek szétválasztásra és a térképen jelzés nélkül szerepelnek.

A XVIII. század végi térképeken gyakorlatilag az „ösi” viszonyokhoz nagyon hasonló, attól alig eltérő, természetes növénytársulásokat, kiemelten az erdőket szemléltetjük a jellemző Tisza szakaszokon, egybevetve az 1960 évi erdőterjedésekkel (6 *térképpáros*). A 60-as években még számottevően nem jelentkezik a cellulóz program keretében telepített nemes nyárasok erdőterület növelő és fafajösszetétel változtató hatása. Az ártereken, illetve a hullámtereken gyakorlatilag a II. világháborúig a mindenkori ökológiai-termőhelyi viszonyoknak megfelelően az őshonos fafajokból jött létre természetesen, vagy az emberi tevékenység révén az erdő.

Az „**Ecsedi-láp**”-tól északra (1/a sz. *térképlap*) a gyertyános-tölgyes klímájú felső Tisza ártérben a XVIII. század végén is már kevés volt az ártéri erdő. Jelentős volt az árvédelmi töltésrendszer és csak Gulács-Tivadar térségében kísért a Tiszát tipikus ártéri erdő. A Szatmárcseke-Tarpa-Jánd határában lévő nagy, ún. mocsári erdők nem tartoztak az ártéri erdőkhez, éppúgy, mint a Túr és a mellékpatakjainak erdőrengetegei. Az Ecsedi-lápban az erdő nem élt meg, csak a Kömörő-Penige-Kisar-Nagyar térségében találtak a térképezők a lápban apró erdőfoltokat.

Az egységes folyószabályozás és vízrendezés (lecsapolás) eredményeként (1/b *térképlap*) a Tisza hullámterében megtelepedtek az ártéri erdők, területük jelentősen megnőtt. Az Ecsedi-lápot mezőgazdasági területté alakították. A mocsári erdőket ki-termelték és csak töredékei maradtak fenn Tarpa-Szatmárcseke-Jánkmajtis-Csaholc-Kömörő határában.

A „**Bodrog-Rétköz**”-i mocsárvidéken (2/a *térképlap*) átfolyó Tisza árterét összefüggő erdők borították egészen Tiszaladány-Tiszaeszlárig. A kocsánytalan tölgyes, illetve cseres klíma hatása érvényesült és a mocsárból-lápból kissé kiemelkedő folyómenti térszíneken kialakultak a zárt erdők. A Bodrogköz és Rétköz láp- és mocsárvidéke viszont erdőtlen volt. Jellemző, hogy az elszórt, apró települések környékén is csak kis szántóterületek voltak az ökológiai adottságok miatt. Pl. Karád környékén a térképezők szántót nem találtak. Mocsár-láp veszi körül, útja nincs, csak a Tiszán lehetett megközelíteni.

A XIX. századi vízrendezést követően (2/b *térképlap*) a Bodrogközt és Rétközt, valamint a Tisza menti mocsári erdőket mezőgazdasági művelésbe vonták. Az ártéri erdők a Tisza gáton belüli hullámtérben maradtak fenn, vagy alakultak ki. A Tisza menti erdők területvesztése ezen a szakaszon volt a legnagyobb.

A „**Hortobágy**” térségében (3/a *térképlap*) a Tisza már az erdőssztyepp klímában kanyarog. A Sió torkolatáig kisebb-nagyobb ártéri erdők övezik a folyót, ettől délre a Hortobágy mocsárvidékében erdő nem volt. Kivétel egy lefűződött folyóka-

nyarban máig fennmaradt újszentmargiati erdő, amelyet talajának szikesedése miatt „sziki” erdőként ismerünk.

A Tisza szabályozásával (3/b térképlap) az ártér egy része hullámtérre alakult és az eddig erdőtlen folyószakaszon is kialakultak az ártéri erdők. A Tiszakeszi-Ároktő-Tiszacsege szakaszon 200 éve az ökológiai adottságok miatt az erdő nem élt meg. Ma több, mint 1500 ha erdő övezi a folyót. Az újszentmargiati erdő ugyan mára kisebb lett. A múltban fátlan Hortobágyon ma már kisebb-nagyobb erdőket találunk.

A „**Szolnok és vidéke**” térségben (4/a térképlap) a 3–4 kis erdő kivételével fátlan mocsárvidéken kanyargott a Tisza. A magasabb fekvésekben sem tudtak az erdős-sztyepp klímában erdők kialakulni.

A kanyarok átvágásaival, a gátak kiépítésével (4/b térképlap) kialakultak a hullámterek és folyamatosan a folyót kísérő erdősávok, erdőfoltok is. Figyelemre méltó, hogy a települések mellett az ártértől távol is (Kúnhegyes, Kenderes, Török-szentmiklós, Jászkiséri, Jászapáti) kisebb-nagyobb erdők voltak, amelyek feltehetően a lakosság tűzifaellátását szolgáló, mesterséges erdőtelepítések lehettek.

A „**Csongrád és vidéke**” (5/a térképlap) Tisza szakaszt a XVIII. század végén a viszonylag keskeny vízjárta ártér jellemezte. A Tiszakécske, Alpár, Csongrád, Szentes feletti erdők nem ártéri erdők voltak. Ma már helyükön mezőgazdasági művelés folyik.

A Tisza szabályozása után (5/b térképlap) a folyót kísérő mocsárvidék vízután-pótlása megszűnt, mezőgazdasági területté alakították. A szűk hullámterekben kialakultak az ártéri erdők. Jellemző, hogy az átvágott folyókanyarokban, még ha gáton belül vannak is (Cibakháza, Alpár, Tiszaújfalú), az erdős-sztyepp klíma miatt nem alakulnak ki az ártéri erdők.

A „**Szeged vidéke**” térségben (6/a térképlap) a Tisza alsó szakaszán és a Maros mentén a XVIII. század végén erdő nélküli hatalmas mocsarak és sekély vizű tavak terültek el. A Tisza mentén ártéri erdő nem volt. A Hódmezővásárhely és Szeged környéki XVIII. század végi erdőket ökológiailag megmagyarázni nem tudjuk. Lehetőséges, hogy ezek is a tűzifaellátást szolgálták.

A folyószabályozás, vízrendezés ebben a térségben (6/b térképlap) is nagy ökológiai változást okozott. A hullámterekben kialakultak az ártéri erdők sávjai, foltjai. A mocsarakat kiszárították, mezőgazdasági művelésbe vették. A sekély tavak eltűntek, kivéve a Szegedi halastavakat, amelyek a szikes „Feter” tóból alakítottak ki. A sikeres erdőtelepítések eredményei a Sándorfalva, Dóc, Ópusztaszer és Derekgyháza határában lévő erdők.

## A TISZA ÁRTÉRI ERDŐK VÁLTOZÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE

A Tisza ártéri erdői a XVIII. század végétől máig, térben és időben elsősorban az ökológiai viszonyoknak megfelelően nagy mértékben változtak. A gyertyános tölgyes és kocsánytalan tölgyes, illetve cseres klímájú területeken, a Sajó torkolatáig csökkent, az erdős-sztyepp klímájú Tisza szakaszon az ország határig viszont jelentősen nőtt az ártéri erdők területe.

A XIX. századi ármentesítéseket és lecsapolásokat közvetlenül megelőző időszak (1895) növénytakarójáról, elsősorban az erdőkről, nagyon korszerű 1:360 000-es méretarányú átnézeti térkép készült: „A Magyar Állam összes erdőségeinek Átnézeti Térképe az egyes községek határában uralkodó főfajok feltüntetésével” 1896-ban. A térképen jelölték a településeket, az utakat-vasutat, a tölgyerdőket, a fenyőerdőket, a bükk, vagy más lombfaerdőket. Ami a térkép értékét nagy mértékben növeli, a települések határát is ábrázolták, így a mai községhatáros adatokkal egybevethető. Természetesen a folyók, állóvizek és mocsarak-lápok is megtalálhatóak a térképen. Az erdőterületek leírása (talajminőség, fajtái és tulajdonviszonyok) községhatáros bontásban Bedő A. (1896): „A magyar állam erdőségeinek gazdasági és kereskedelmi leírása” c. könyvében biológiailag és statisztikailag olyan adatbázist képvisel, amely az alföldi növénytakaró, elsősorban az erdők változásának történeti feldolgozásában nélkülözhetetlen.

A tiszai ártéri erdők községhatáros területi feldolgozásához a telekkönyvek (1895–1962 évek aktualizált adatai) földterület nyilvántartása, az 1978–1992 évek erdőtervei (MÉM Erdőrendezési Szolgálat) szolgáltatták az adatokat (*1. táblázat*).

Az 1895 évi erdőterület részben már a Tisza szabályozást követően alakult ki. Az ártéri erdők csökkenése (kb. 3 000 ha) egészen az 1930-as évek közepéig tartott. Ezután megindult az erdők területi növekedése és 1960-ra elérte az 1895 évi állapotot. Hangsúlyozni kell, hogy ez a növekedés legnagyobb részben az őshonos fajokkal történő természetes beerdősülést jelenti, elsősorban a hullámterekben. Az ártéri erdőtelepítések (elsősorban a cellulóz program keretében) 1990-re a Tisza ártéri erdők területét az 1895 évinek több, mint kétszeresére 38,5 ha-ra növelték.

A Tisza árterének klímatagozódását a klímajelző fajok jelzik. Az erdőtervek adatai szerint a közép- és magas ártéren Záhonyig elegyfajként megjelenik a gyertyán. Záhony és Polgár között a gyertyán hiányzik, ellenben elegyfaj a cser és kocsánytalan tölgy. A Sajó torkolatától-Polgártól délre az ország határig-Szegedig az erdőssztyepp klíma miatt mindezek hiányoznak.

A második világháborúig a tiszai ártér erdői magán, községi, illetve közbirtokosági tulajdonban voltak, állami erdő nem volt. Az első üzemtervek általában 1930–37 között készültek, csak egy-két esetben (mint pl. Majláth-uradalom erdejének üzemtervével) találunk utalást 1908 évi, sőt ezt is megelőző üzemtervekre (*Danszky, 1962*). A régebbi és a 30-as évek során készült üzemtervek szelleme sem sokban különbözik egymástól. A korábbi üzemtervvel nem rendelkező területeken a 30-as évek üzemrendezéséig általában alacsony vágásfordulójú, 20–25 éves sarj üzem mód és rendszeresen folytatott tarvágásos használat volt a szokásos gyakorlat. A gazdálkodás célja általában a birtokos saját tűzifa és haszonfa szükségletének biztosítása volt, és a gazdálkodás ehhez alkalmazkodott. A mellékhaszonvételeket, alomszedés, legeltetés stb. általában szigorúan tiltják. Főfajként a kocsányos tölgy, kőris, szil és éger szerepel. Egyéb mellékhaszonvételt a főkaszálás és a vadgazdálkodás jelentett. A hullámterületeken általában három éves fordulóban kezelt fűzfavessző üzem tartottak fenn. Ez a gazdálkodási mód a természetes erdőtársulások fennmaradását nem befolyásolta, legfeljebb az erdők minőségét rontotta.

**1. táblázat.** A Tisza ártér erdőterületeinek (ha) változása az elmúlt 100 év alatt  
(Tisza szakaszonként és klímátípusonként)

Év	Tiszabecstől-Győröcskéig gyertyános-tölgyes klíma	Záhonytól-Polgárig kocsánytalan tölgyes, ill. cseres klíma	Tiszapalkonyától-Szegedig erdőssztyepp klíma	Magyarországi Tisza szakasz
1895	2 447	5 452	10 629	18 528
1913	3 480	4 366	9 053	16 899
1935	1 748	4 239	9 390	15 377
1960	1 884	4 699	11 663	18 246
1978	2 820	10 390	22 137	35 347
1990	3 711	10 164	24 582	38 457

Az ártéri erdők legértékesebb fafaja, főfafaja a kocsányos tölgy. Klímátípusonkénti Tisza szakaszokon a területi változása (2. táblázat) mutatja, hogy a visszatorzulásáról nem beszélhetünk. A gyertyános tölgyes klímában ugyan a területe csökkent, de az erdőssztyepp klímában igen nagymértékben 7-ről 3 672 ha-ra növekedett. Összességében a 100 év alatt a kocsányos tölgy területe több mint kétszeresére nőtt (kb. 6 ezer ha) a termőhelynek megfelelő erdősitések eredményeként.

**2. táblázat.** A Tisza ártér kocsányos tölgygel borított területeinek (ha) változása az elmúlt 100 év alatt  
(Tisza szakaszonként és klímátípusonként)

Év	Tiszabecstől-Győröcskéig gyertyános-tölgyes klíma	Záhonytól-Polgárig kocsánytalan tölgyes ill. cseres klíma	Tiszapalkonyától-Szegedig erdőssztyepp klíma	Magyarországi Tisza szakasz
1895	1 189	1 288	7	2 483
1990	709	1 546	3 672	5 927

A Tisza ártér erdőinek az 1895 és az 1990 évi fafajösszetétel változását elemezve (3. táblázat) az adatok bizonyítják, hogy a természetszerű erdőtársulások fő fafajainak (kocsányos tölgy, szil, kőris, hazai nyár, fűz) mai területe (18,0 ezer ha) a 100 év előtti 1895 évihez (18,5 ezer ha) viszonyítva nem változott, sőt a legkisebb 1935 évinél (15,5 ezer ha) 2,5 ezer hektárral nagyobb lett. Az ártéri erdők területnövekedését legnagyobb mértékben az elmúlt három évtized nemes nyár telepítések jelentették. Ma több, mint 35 %-os az arányuk. A nemes nyárak túlnyomórészt olyan nyárhibridek, amelyek a hazai fekete nyárral rokonok és jól beilleszkednek az ártéri erdőtársulásokba, kivéve, ha ültetvényszerűen telepítjük őket.



3. táblázat. A Tisza ártér erdeinek fafajmegoszlása a faállománnyal borított területén 1990 évben

Tisza szakasz klímatípus	Faállománnyal borított terület	Természetszerű erdőtársulás fafajai						Kultur erdők fafajai		
		KST	SZ	K	HNY	FŰ	Σ	A	NNY	Egyéb
ha										
Tiszabecstől- Döröcskéig <i>gyertyános-tölgyes klíma</i>	3 253	709	6	119	455	616	1 903	452	855	43
Záhonytól-Polgárig <i>kocsánytalan tölgyes, ill. cseres klíma</i>	8 586	1 546	47	363	941	1 414	4 316	849	3 212	209
Tiszapalkonyától- Szegedig <i>erdőssztyepp klíma</i>	21 241	3 672	96	1 202	2 934	3 875	11 776	542	7 912	1 011
Magyarországi teljes Tisza szakasz	33 080	5 927	149	1 684	4 330	5 905	17 995	1 843	11 979	1 263

Faállománnyal nem borított erdőterület: 5 377 ha (14 %)

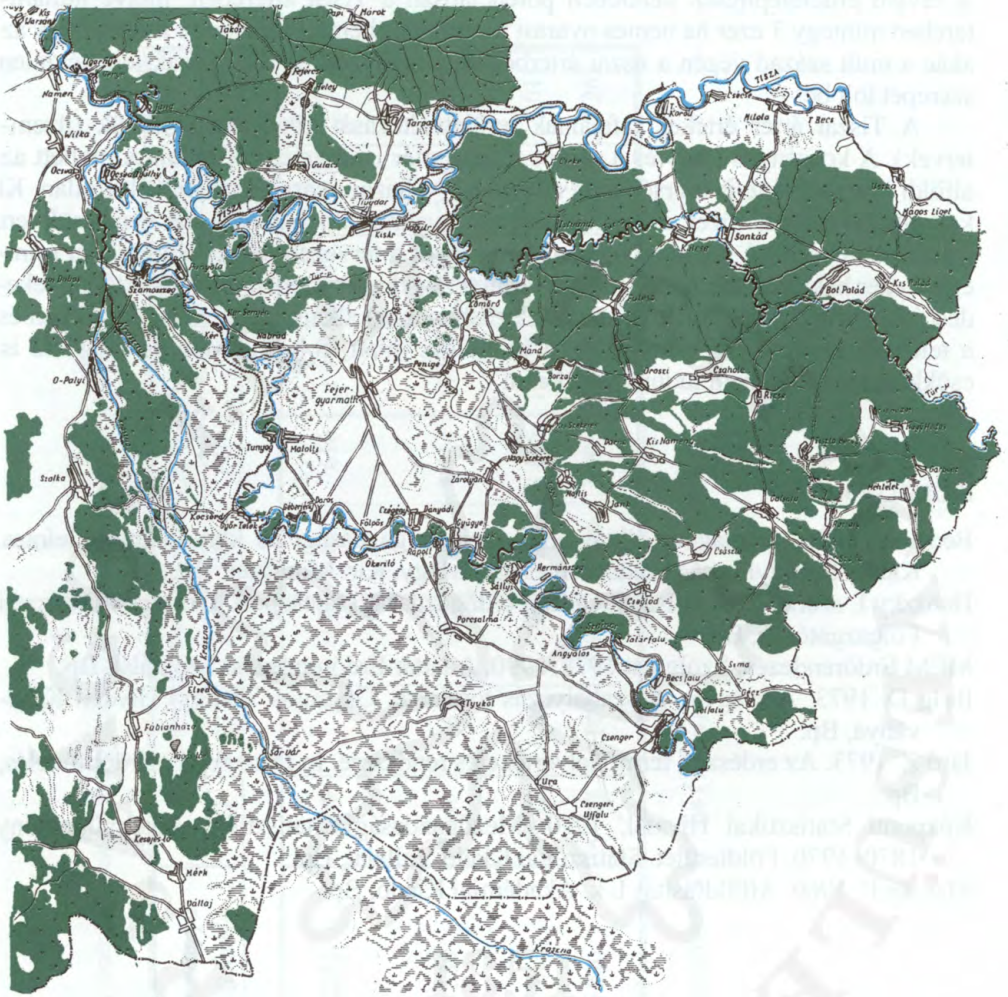
A távlati erdőtelepítések keretében potenciálisan a Tisza árterében, illetve hullámtérében mintegy 3 ezer ha nemes nyárást terveznek ültetni. Figyelemre méltó, hogy az akác a múlt század végén a tiszai ártérből még hiányzott és ma is csak jelentéktelen szerepét tölt be.

A Tiszai ártér értékes fafajainak területváltozását 1960 óta ismerjük (üzemtervek). A kocsányos tölgy és a nemes nyárak már ismertetett térfoglalása mellett az alföldi kőrís területe is mérsékelten növekszik, a hazai nyárak területe változatlan. Ki kell emelni a fehér fűzet, amelynek területe gyakran áthelyeződik, de nem csökken, hanem növekszik. A jelenlegi 6 ezer ha-nyi fűzes a tervezett erdőtelepítésekkel mintegy 2 ezer hektárral fog növekedni. A területi növekedés mellett jelentős értéknövekedést jelent majd a nemesített fehér fűzes (öshonosak) alkalmazása a felújításokban és a telepítésekben. A szilek területe, a szilfavész miatt, folyamatosan és még ma is csökken, ami ellen nem tudunk védekezni.

#### IRODALOM

- Bedő A. 1896. A magyar állam erdőségeinek gazdasági és kereskedelmi leírása. Kiadja Darányi Ignác Földművelésügyi Magy. Kir. Miniszter, Bp.
- Danszky I. szerk: 1963. VI. Nagyalföld erdőgazdasági tájcsoport. Országos Erdészeti Főigazgatóság, Bp.
- MÉM Erdőrendezési Szolgálat 1978, 1990. Adattár Erdőrendezési Szolgálat, Bp.
- Ihrig D. 1973. A magyar vízszabályozás története. Országos Vízügyi Hivatal Kiadványa, Bp.
- Járó Z. 1973. Az erdészeti termőhelyértékelés rendszere. In Danszky I.: Erdőművelés, Bp.
- Központi Statisztikai Hivatal, 1970. Mezőgazdasági Statisztikai Adatgyűjtemény 1870–1970. Földterület. Statisztikai Kiadó Vállalat, Bp.
- Magyar P. 1960. Alföldfásítás I. k. Akadémiai Kiadó, Bp.

ECSEDI-LAP



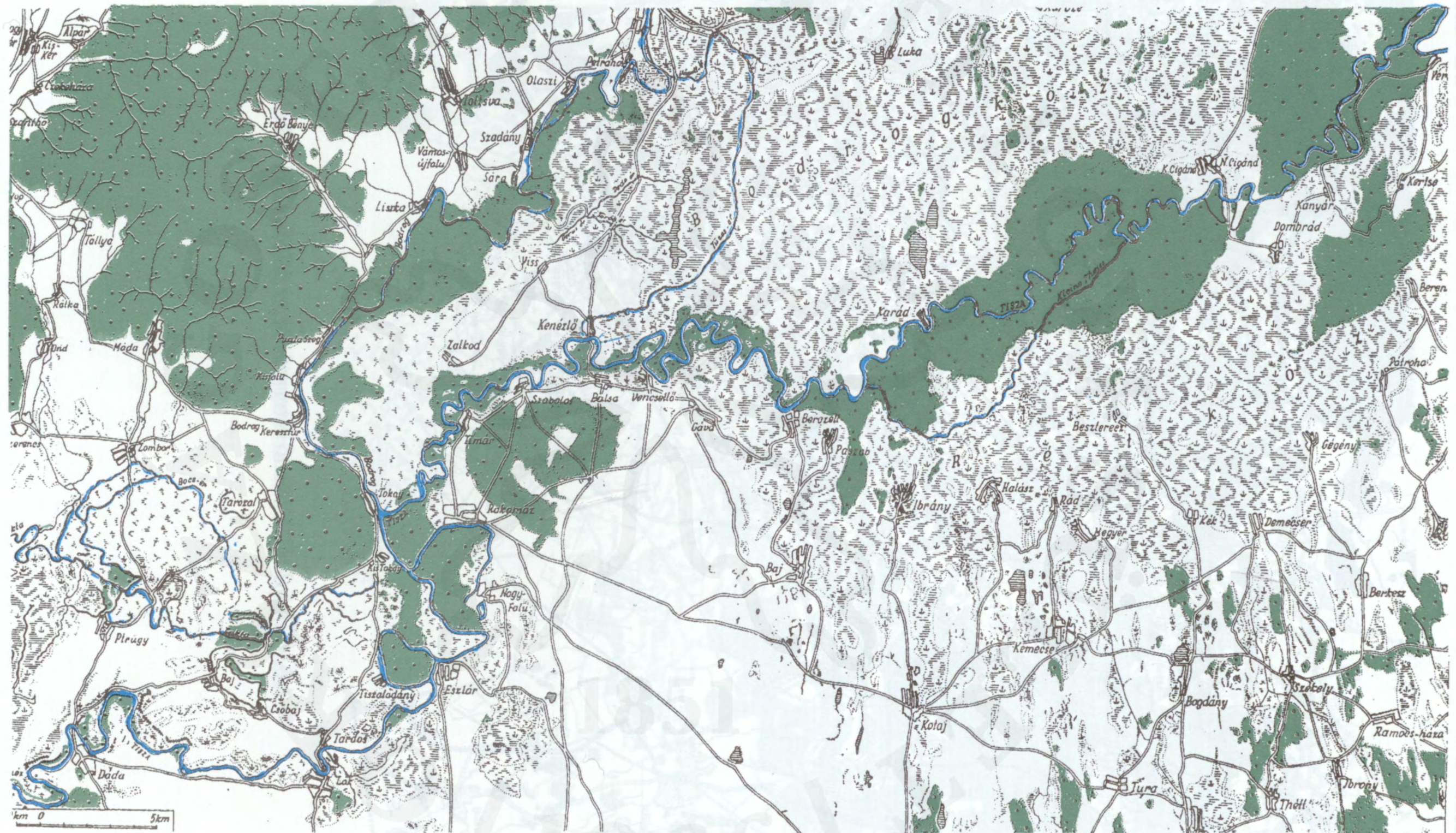
1/a. térképlap. Az erdő elterjedése a XVIII. század végén

ECSEDI-LAP



1/b. térképlap. Az erdő elterjedése az 1960-as években

## BODROG—RÉTKÖZ



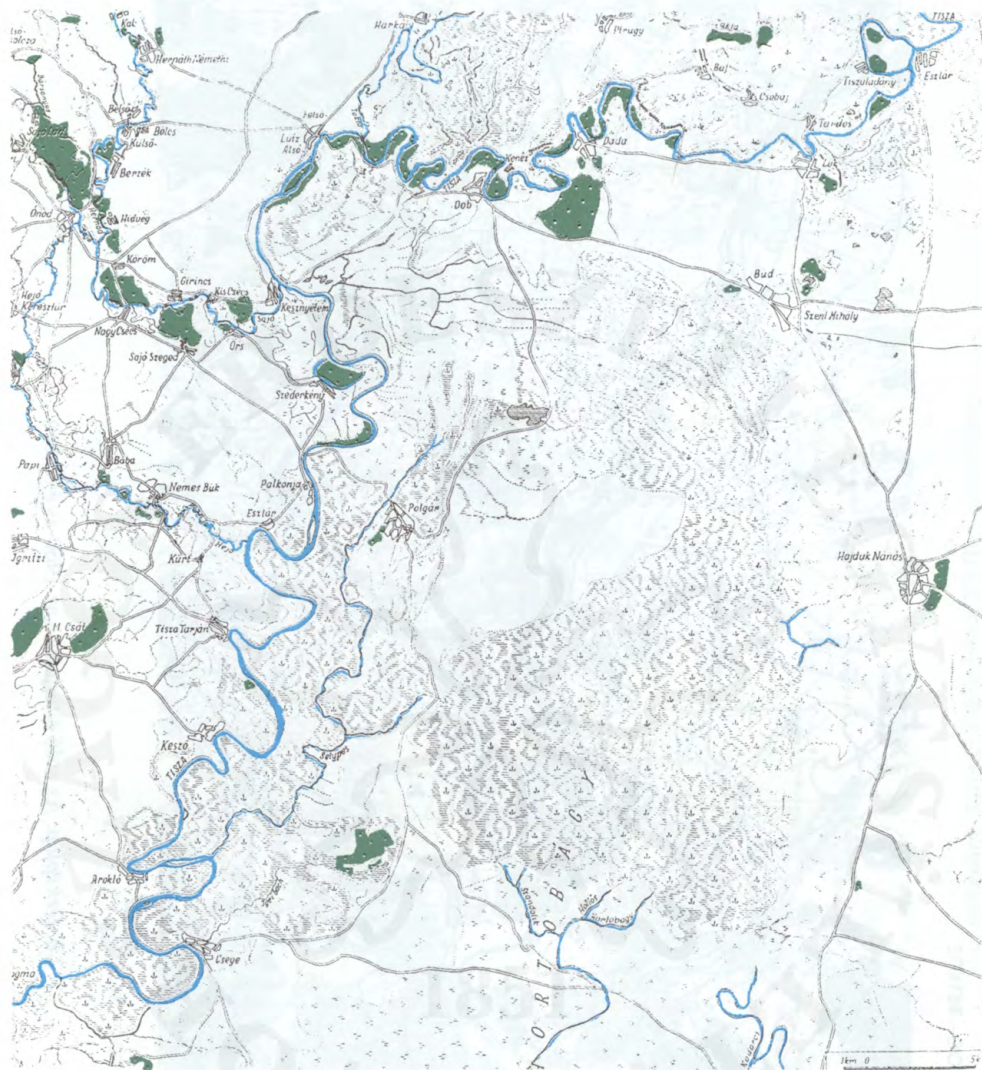
2/a. térképlap. Az erdő elterjedése a XVIII. század végén

### BODROG—RÉTKÖZ



2/b. térképlap. Az erdő elterjedése az 1960-as években

### HORTOBÁGY



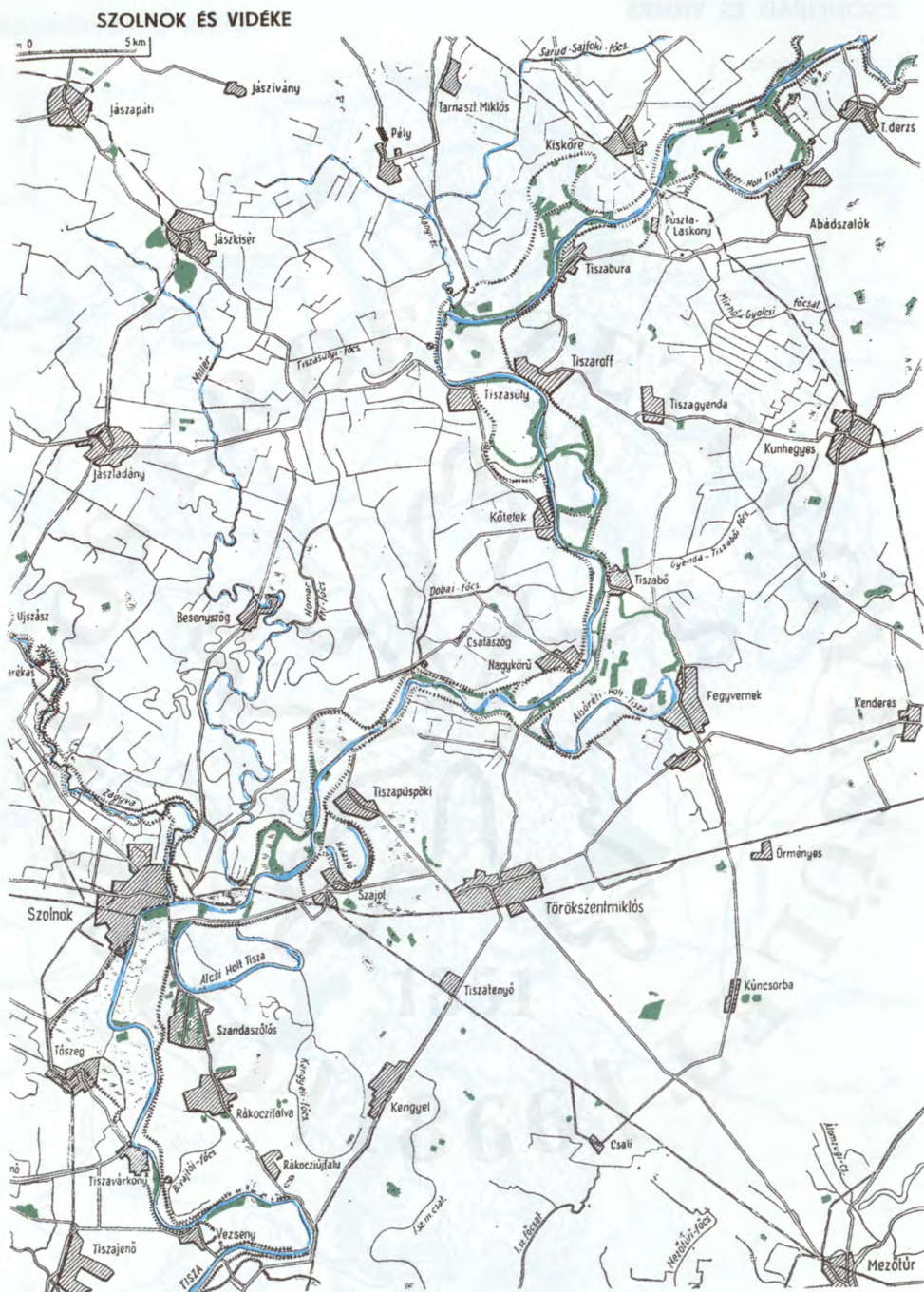
3/a. térképlap. Az erdő elterjedése a XVIII. század végén

### HORTOBÁGY



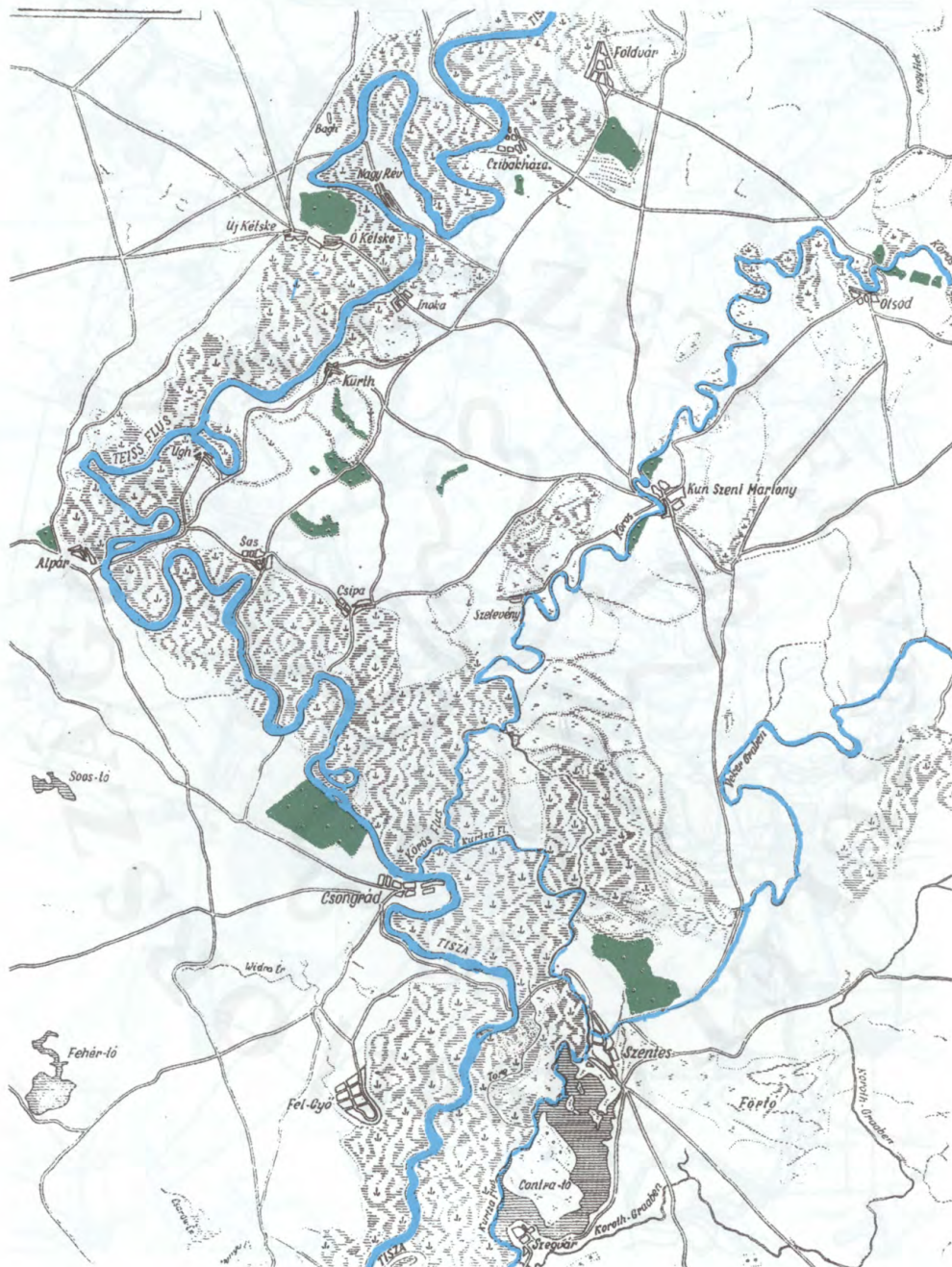
3/b. térképlap. Az erdő elterjedése az 1960-as években





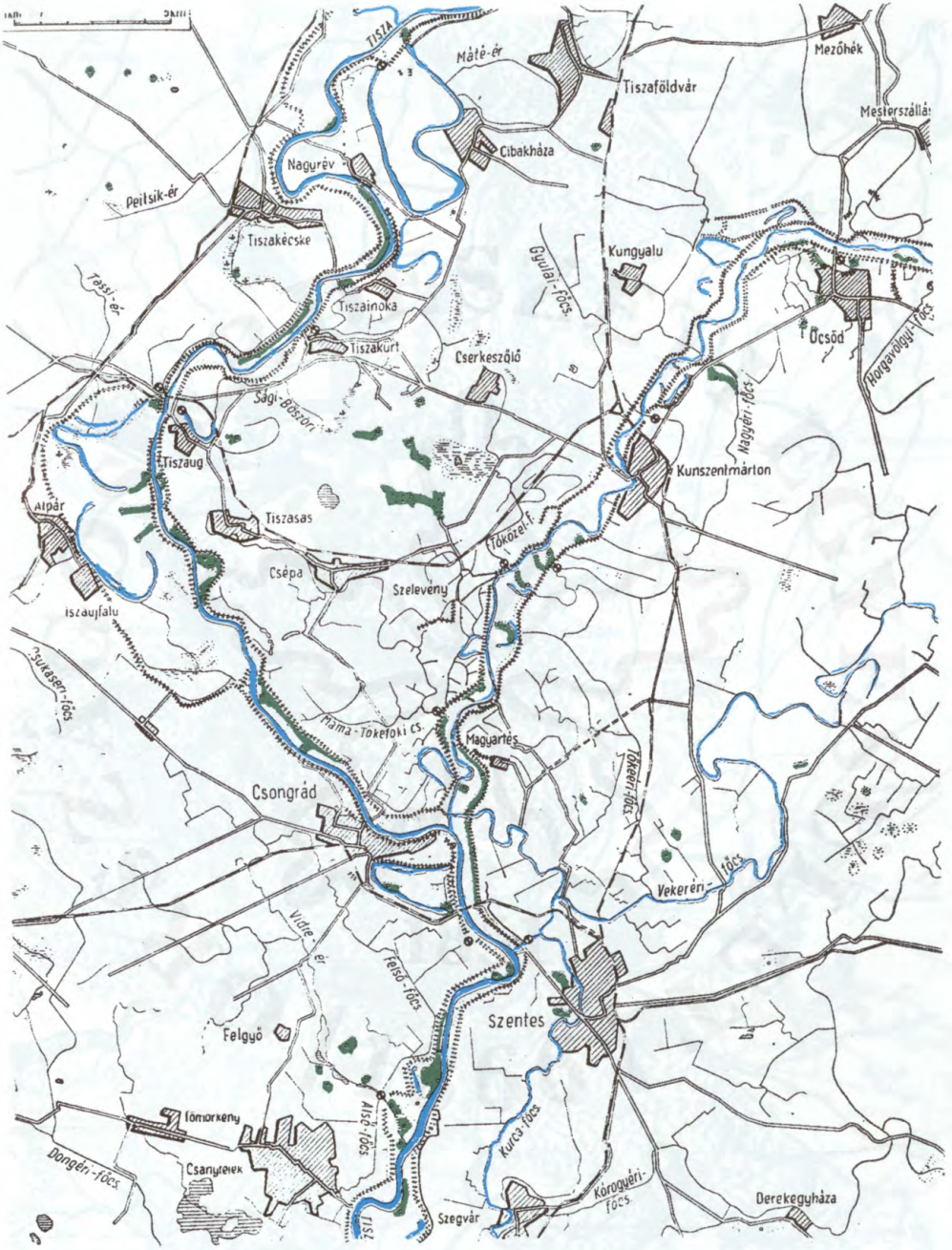
4/b. térképlap. Az erdő elterjedése az 1960-as években

## CSONGRÁD ÉS VIDÉKE



*5/a. térképlap.* Az erdő elterjedése a XVIII. század végén

CSONGRÁD ÉS VIDÉKE



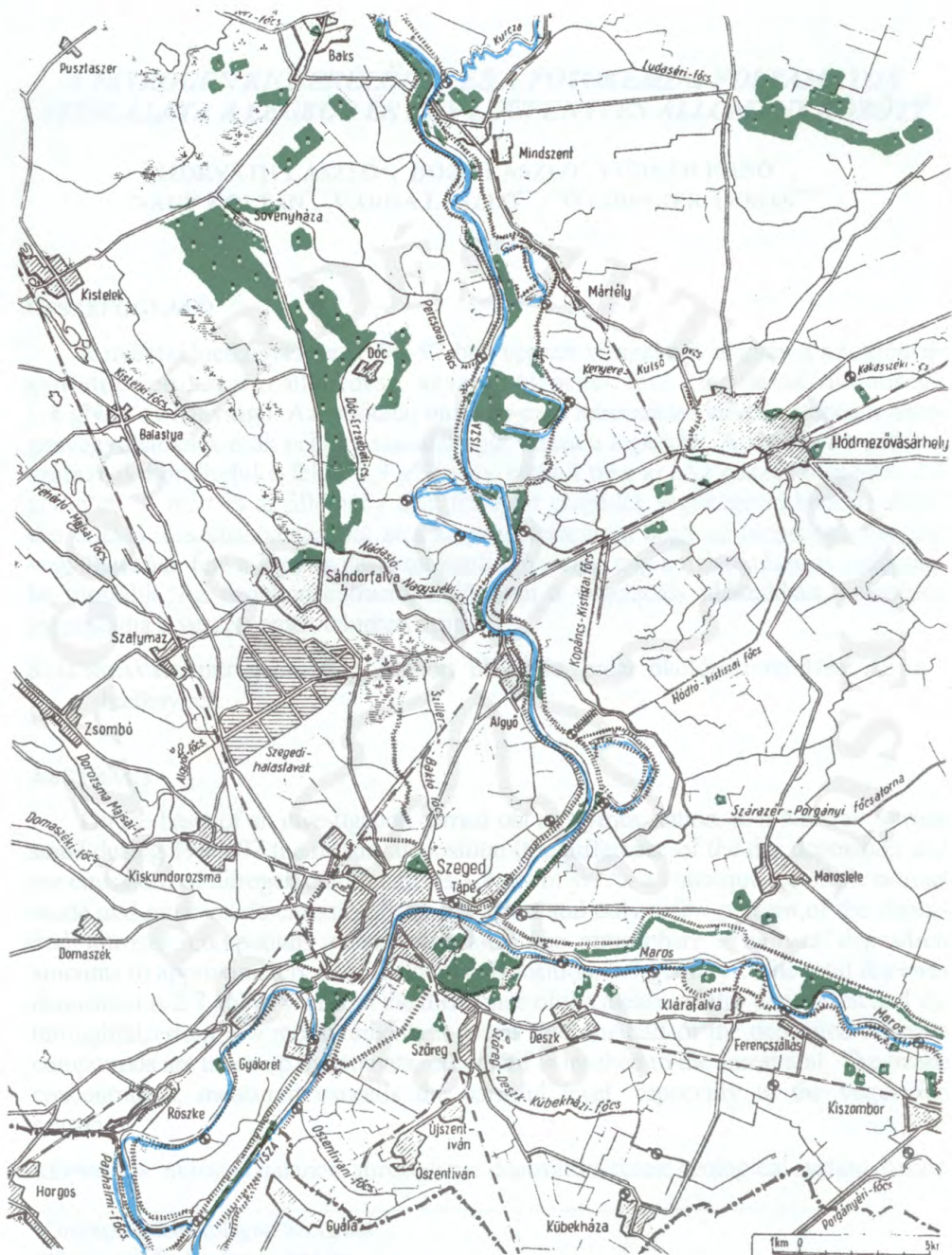
5/b. térképlap. Az erdő elterjedése az 1960-as években

SZEGED VIDÉKE



6/a. térképlap. Az erdő elterjedése a XVIII. század végén

## SZEGED VIDÉKE



6/b. térkép. Az erdő elterjedése az 1960-as években

SZEGED VIDÉKE

SZEGED VIDÉKE



Az erdőknek az erdőgazdálkodásról szóló 1996. évi törvény alapján...

# **A NITROGÉN KICSERÉLŐDÉS ÉS A FOTOKÉMIAI FOLYAMATOK VIZSGÁLATA A LÉGKÖR ÉS EGY LUCFENYVES ÁLLOMÁNY KÖZÖTT**

**HORVÁTH LÁSZLÓ\*, BOZÓ LÁSZLÓ\*, FÜHRER ERNŐ\*\*,  
NAGY ZOLTÁN\*, VARGA LÁSZLÓ\*\*\*, WEIDINGER TAMÁS\*\*\*\***

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

A nyírjesi lucfenyvesben 1996–97-ben végzett vizsgálatok alapján a nitrogénvegyületek nettó száraz ülepedése, azaz az ülepedés és a kibocsátás különbsége  $1,8 \text{ gN/m}^2\text{év}$  nagyságú. Az erdőtalaj nitrogén-oxid kibocsátása következtében a nitrogénvegyületeknek csak néhány százaléka jut vissza a légkörbe. A nedves ülepedés a száraznak körülbelül a felét,  $0,9 \text{ gN/m}^2\text{év}$  értéket tesz ki. Az összes ülepedés  $2,7 \text{ gN/m}^2\text{év}$ . A mért és az állomány alatt felfogott csapadék segítségével becsült ülepedés értékek összehasonlításából arra következtethetünk, hogy az ülepedett nitrogénvegyületeknek fele a légzőnyílásokon kerül felvételre, míg a másik része az erdőtalajba mosódik. Az ózonkoncentráció, különösen a vegetációs időszakban, jelentősen meghaladja a veszélyesnek tekintett szintet.

**KULCSSZAVAK:** nitrogénmérleg, légköri ülepedés, erdei ökológiai rendszer, ózon, lucfenyves

## **ABSTRACT**

On the basis of an investigation carried out at Nyírjes station, in a Norway Spruce stand during 1996–97 the net dry deposition (the difference of the dry deposition and the emission) of nitrogen compounds is  $1.8 \text{ gN/m}^2\text{yr}$ . As a consequence of the nitrous oxide and nitric oxide emission from the forest soil only a few percent of the deposited nitrogen compounds released back to the atmosphere. The wet deposition amounts to approximately one half of dry deposition,  $0.9 \text{ gN/m}^2\text{yr}$ . The total dry+wet deposition is  $2.7 \text{ gN/m}^2\text{yr}$ . From the difference of the measured dry deposition and the throughfall+stemflow measurements it seems that one half of the deposited nitrogen compounds are taken up by stomata, other half is leached to the forest soil. The ozone concentration, measured exceeds the harmful level, especially in the vegetation season.

**KEYWORDS:** nitrogen balance, atmospheric deposition, forest ecological system, ozone

---

\*Országos Meteorológiai Szolgálat

\*\*Erdészeti Tudományos Intézet

\*\*\*MTA Központi Fizikai Kutató Intézet, Részecske és Magfizikai Kutató Intézet

\*\*\*\*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék

## 1. BEVEZETÉS

A légkör és az erdei ökológiai rendszerek közti intenzív anyagkicserélődés során az erdő, beleértve az erdő talaját is, bizonyos vegyületek (például, izoprén, terpének, nitrogén-monoxid, dinitrogén-oxid) esetében kibocsátó forrás lehet a légkör számára. Ugyanakkor a légkörből kiülepedő anyagok egy része az erdő tápanyag-utánpótlásában játszik szerepet (például a nitrogén vegyületei), míg mások kifejezetten károsak a növényzetre (például az ózon, savas kén- és nitrogénvegyületek).

A légköri szennyezőanyagok szerepe az erdők egészségi állapotváltozásában régóta közismert. A savas ülepedés Észak-Amerika és Európa legsűrűbben iparosított területein kedvezőtlenül hat az erdők egészségi állapotára. A légkörből kiülepedő nitrát, a foszfát és egyéb tápanyagok, bár fontosak az erdők számára, bizonyos helyeken komoly tápanyag-terhelést eredményezhetnek (például a hollandiai erdők esetében).

A légköri, úgynevezett fotokémiai oxidánsok (ózon, peroxi-acetil-nitrát stb.) erdőállományra gyakorolt káros hatását is régen felismerték már (EPRI, 1987).

A nitrogénvegyületek és az oxidánsok ciklusa szorosan összefügg. A nitrogén-oxidok az úgynevezett nem metán szénhidrogénekkal együtt részt vesznek a fotokémiai oxidánsképzésben. A nitrogénvegyületek tehát egyrészt a troposzférában kialakuló ózonszintet szabályozzák, másrészt azonban az ózon is befolyással lehet a nitrogénvegyületek mennyiségére. Az ózon az erdő fölött jelentősen módosíthatja a nitrogén-monoxid és a nitrogén-dioxid profilját (Duyzer, 1991; Enders et al., 1992; Kramm et al., 1991). Ezen túlmenően az erdei növényzet által kibocsátott szénhidrogének (terpének, izoprén) igen gyors kémiai reakciókkal ózont termelnek, s így az erdő maga is befolyással van a fölette kialakult ózonszintre. Maga az erdőtalaj is forrása lehet a légköri nitrogén-monoxidnak, mely szintén elősegíti az ózonképződést. A nitrogén-oxid fluxus az erdő fölött kétirányú (ülepedés és kibocsátás), azonban, elsősorban magas légköri koncentrációknál és a növényzet intenzív felvételénél, a nitrogén-oxidok inkább ülepednek.

Az erdőtalaj szerves anyagának lebomlásakor, a denitrifikációs folyamatok eredményeként dinitrogén-oxid keletkezik és szabadul fel. A dinitrogén-oxid emissziója a talaj hőmérsékletével, nedvességével és szervesanyag-tartalmával egyenesen arányos (Christensen et al., 1996). Bizonyos körülmények között ez részben kompenzálhatja az egyéb nitrogénvegyületek ülepedésének hatását.

Fentiekből következik, hogy a nitrogén és az oxidánsok (ózon) erdők fölötti körforgalmának együttes vizsgálata két szempontból is indokolt. Egyrészt, mint már említettük, a két vegyületcsoport körforgalma jelentős mértékben összefügg. Másrészt feltételezések szerint mindkettő felelőssé tehető az erdők egészségi állapotának romlásáért.

Az erdő tehát, a fizikai és kémiai viszonyok függvényében, forrása és nyelője is lehet a nitrogén tartalmú vegyületeknek. A nitrogénvegyületek, mint például a nitrogén-monoxid, a nitrogén-dioxid, valamint a gáznemű ammónia és salétromsav, valamint a részecske formában létező nitrát- és ammóniumionok részt vesznek mind a savasodás előidézésében, mind a tápanyag utánpótlásban, illetve a terhelésben.

A nitrogénvegyületek, a többi nyomanyaghoz hasonlóan a faállományt turbulens diffúziós, majd az úgynevezett kvázi-lamináris áramlásokkal érik el. Ezután részben a

légzőnyílásokon keresztül nyelődnek el, részben a levél felületen adszorbeálódnak. Bizonyos mértékű adszorpció a törzsön és az erdőtalajon is elképzelhető. A növényfelületen (bőrszöveten) adszorbeált légköri anyagok a következő csapadékhullással lemosódnak és a lombzaton áthulló csapadékmintákban oldott állapotban megjelennek. A reaktív nitrogénvegyületek száraz ülepedésére vonatkozó erdei mérési eredményeket *Hansson és Lindberg (1991)* foglalta össze.

A nitrogén-oxidok az erdő talajából és a növényzetről egyaránt felszabadulhatnak (*Bowden, 1986*). Ezen kívül a már említett módon az oxidánsokat is magukban foglaló kémiai reakciók szintén befolyásolhatják a nitrogén-oxid profilt, mind az állományban, mind az alatt (*Duyzer, 1991*). Az erdőtalajokból bakteriális aktivitás következtében felszabaduló nitrogén-monoxid az állomány alatt az ózonnal gyors kémiai reakcióval átalakul nitrogén-dioxiddá. Mivel az állomány alatt a napsugárzás intenzitása kicsi, a nitrogén-dioxid fotolízise (nitrogén-monoxiddá történő visszaalakulása) gátolt. A képződött nitrogén-dioxidot a növényzet felveszi. Ha a nitrogén-dioxid koncentrációja az állomány alatt nagyobb, mint a fölött, felfelé irányuló fluxus a valószínű (kibocsátás). Ellenkező esetben lefelé irányuló fluxus figyelhető meg (ülepedés). Mivel a két folyamat egyidejűleg megy végbe, úgynevezett "nettó fluxusról" beszélhetünk, mely a körülmények függvényében irányulhat lefelé is, felfelé is.

Ami a másik fontos nitrogénvegyület-csoportot a redukált nitrogénvegyületeket (ammónium és ammónia) illeti, ezek is részben ülepedhetnek, részben felszabadulhatnak. A denitrifikáció során képződött ammóniát a talaj bocsátja ki. A felszabadult ammónia a növényzet által még az állományban gyorsan elnyelődik. A növényzet körül kialakul egy adott ammónia koncentráció, melyet kompenzációs pontnak nevezünk (*Farquhar et al., 1980*). Ha a légköri koncentráció ezt a szintet meghaladja "nettó" ülepedés megy végbe, ellenkező esetben pedig kibocsátás. A legújabb vizsgálatok szerint az ammónia-felvétel jóval intenzívebb az erdőknél, mint azt korábban feltételezték (*Duyzer et al., 1994; Wyers et al., 1993*).

Láthatjuk tehát, hogy a légkör és erdő közti nitrogénmérleg meghatározása nem egyszerű feladat. Szükségünk van ehhez mind az oxidált, mind a redukált gáznemű nitrogénvegyületek, továbbá az ammónium- és nitráttartalmú aeroszol részecskék fluxusának pontos meghatározására. Ismernünk kell ezen kívül a csapadékvízzel kimosódó és ülepedő nitrogénvegyületek (nitrát, ammónium) mennyiségét is. Ehhez a szabad területen és az állomány alatt gyűjtött (lombkoronán áthulló, törzsön lefolyó) csapadékvíz összetételének ismeretére van szükség. Az erdő talajából felszabaduló nitrogénvegyületek (nitrogén-oxidok, ammónia) kibocsátásának mérése szintén elengedhetetlen.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat és az Erdészeti Tudományos Intézet 1988-ban közös mérési programot indított erdőknél a savas ülepedés mértékének meghatározására. A vizsgálatok elsősorban a kén- és nitrogénvegyületekre terjedtek ki (*Führer és Horváth, 1990, 1992; Führer et al., 1994; Horváth et al., 1993a, 1994a; Horváth and Führer, 1991*). A vizsgálatok során a nedves ülepedés mértékét, valamint a legfontosabb savas nyomanyagok légköri koncentrációit határoztuk meg. A száraz ülepedést egy egyszerű modell segítségével számítottuk ki, nem kimondottan

erdőre vonatkozó, irodalmi, átlagos száraz ülepedési sebességeket figyelembe véve. Ez a közelítés a száraz ülepedés becslésénél természetesen bizonytalanságot okoz.

Számos eddigi eredmény utal arra, hogy a nitrogénvegyületek száraz ülepedési sebessége erdőkre, különösen az ammónium- és nitráttartalmú részecskék esetében számottevően magasabb, mint ahogy ezt eddig feltételezték. Egyes esetekben viszont (nitrogén-oxidok) emisszió is végbemehet. A nitrogénvegyületek teljes (száraz+nedves) ülepedésének újraértékelése tehát elkerülhetetlen. Egy nemzetközi kutatási program keretében (*EUREKA, EUROTRAC, BIATEX*) az ózon, a kén-dioxid és a nitrogén-oxidok száraz ülepedési sebességét határoztuk meg magyarországi lucfenyő állomány fölött, gradiens módszerrel, öt, különböző évszakban végrehajtott mérési expedíció keretein belül (*Horváth, 1992, 1993; Horváth et al., 1992, 1993b,c; 1994b,c,d,e* és *Weidinger and Horváth, 1994, 1996*). Úgy találtuk, hogy a nitrogén-oxidok száraz ülepedési sebessége függ a meteorológiai feltételektől. Sok esetben, például 1993 és 1994 nyarán, inkább emissziót, mint ülepedést figyeltünk meg (*Horváth et al., 1995a,b; 1997a*).

Ennek alapján azt a hipotézist állíthatjuk föl, hogy a légkör-erdő közti nitrogénmérleg nagymértékben eltérhet a korábban becsült értéktől. A savasodás szempontjából, vagy a célból, hogy megállapíthassuk az esetleges tápanyag terhelést, szükségünk van a légkör-erdő közti nitrogénforgalom mértékének pontos ismeretére. Kutatásunk célkitűzése a nitrogénmérleg meghatározása, figyelembe véve az összes lehetséges oxidált és redukált, gázfázisú és aeroszol-részecske formában létező nitrogénvegyületet. A nitrogénmérleg megállapítása egyben lehetővé teszi annak a kérdésnek az eldöntését is, hogy a légköri ülepedés következtében az erdei ökológiai rendszerben felhalmozódnak-e a nitrogén vegyületei, vagy esetleg az ülepedéssel ellentétes (kibocsátási) folyamatok ezt részben vagy teljes egészében kiegyenlítik.

## 2. A MÉRÉSI PROGRAM

A nitrogénmérleg meghatározásához meg kell mérnünk az ülepedő anyagok (száraz és nedves) ülepedését az ülepedni és felszabadulni egyaránt képes anyagok esetében pedig a "nettó" fluxus mértékét, valamint ezek környezeti viszonyoktól való függését. A fent említett szempontok miatt az ózonkoncentráció és -profil mérése is elengedhetetlen.

A nitrogénmérleg száraz ülepedési részének meghatározásához, összehasonlítás céljából az állomány alatti (lombkoronán keresztül áthulló, törzsön lefolyó), illetve a szabad területen végzett nedves ülepedések különbségeit is figyelembe vesszük.

A fluxusmérések az Erdészeti Tudományos Intézet nyírjesi (Mátra-hegység) bázisterületén történtek egy lucfenyves állományban. Az állomány átlagos magassága kb. 16 méter, a levélfelület-index 3,3. A koncentráció méréseket egy állományhoz közeli szabad területen végeztük. A mérőhelyeken az Országos Meteorológiai Szolgálat közösen végzett mérési program folyik. Egy éven keresztül (1996) szabad területen folyamatosan mértük a nitrogénvegyületek (ammónia, salétromsav, nitrogén-dioxid, ammónium és nitrát részecskék) légköri koncentrációját, valamint a

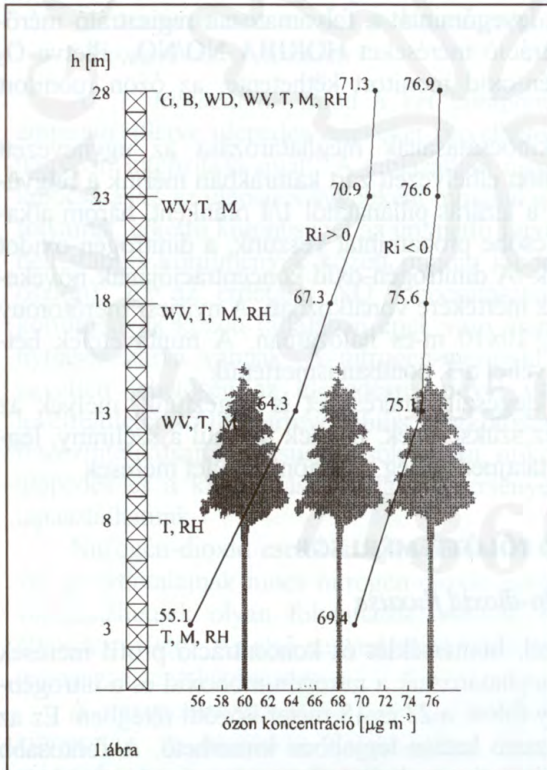
nitrogénvegyületek nedves ülepedésének meghatározásához a csapadékvíz ammónium és nitrát tartalmát.

A gáz és aeroszol mintavételek (a nitrogén-dioxid kivételével) háromfokozatú szűrős módszerrel történtek, napi 24 órás, folyamatos mintavétellel. Az első, teflon szűrő fogja fel az aeroszol részecskéket. A második, bázikus anyaggal preparált, cellulóz szűrő a savas anyagok (salétromsav), míg a harmadik, savas, cellulóz szűrő a bázikus anyagok (ammónia) felfogására szolgál. A mintavétel az *EMEP* (1996) ajánlásával megegyezően történik.

A csapadékvíz mintavételét egy, csak csapadékhullás során nyitva lévő mintavevővel végezzük.

A szűrőkről kioldott oldatban, illetve a csapadékvízben a nitrogén vegyületeit ammónium és nitrát formájában határozzuk meg, spektrofotometriásan, illetve ionkromatográffal.

Egy éven keresztül, 1996 során folyamatosan mértük a nitrogén-oxidok és az ózon koncentráció-profilját (állomány alatt és fölött), illetve fluxusát. A méréseket gradiens módszerrel végeztük (ld. pl. *Horváth et al., 1997b*), az 1. ábrán látható mérőtorony segítségével.



1. ábra. A nyirjesi mérőtorony és az 1996-ban mért ózonprofil

magyarázat:

- G: globálisugárzás
- B: sugárzásegyenleg
- WD: szélirány
- WV: szélsébség
- T: léghőmérséklet
- M: koncentrációmérés
- RH: relatív nedvesség

Figure 1. The measuring tower at the Nyirjes station and the average ozone profile measured in 1996

legends:

- G: global radiation
- B: radiation balance
- WD: wind direction
- WV: wind velocity
- T: air temperature
- M: air inlet for gas monitors
- RH: relative humidity

A gradiens módszer a turbulens diffúziós együttható ( $K$ ) és a koncentráció függőleges irányú változásának (gradiensének) egyidejű meghatározásán alapul, a következő összefüggés alapján:

$$F = -K \frac{\Delta C}{\Delta z},$$

ahol a jobboldali második tag jelöli a koncentráció gradienst.

A turbulens diffúziós együtthatót a mért szélesség és hőmérséklet profilokból számítottuk ki, az úgynevezett Monin-Obukhov féle félempirikus hasonlósági elv alapján. A számítási módszereket részletesebben ld.: *Horváth et al., 1997b* munkájában. Ezzel a számítási módszerrel területi okokból itt nem foglalkozunk. A diffúziós együttható értéke a felszín érdességi paraméterén és a meteorológiai körülményeken kívül elsősorban a stabilitási viszonyoktól függ. Stablis esetekben (éjjeli órákban) energetikai okokból kicsi a kicserélődés, egy nagyságrenddel kisebb, mint instablis esetekben, azaz nappal.

A koncentráció gradienst különböző szinteken végzett koncentráció mérések segítségével határozzuk meg. A gyakorlatban a különböző szinteken elhelyezett beszívó csövek felváltva szállítják a levegőmintát a folyamatosan regisztráló mérőműszerekhez. A folyamatos koncentráció méréseket HORIBA NO/NO<sub>x</sub>, illetve O<sub>3</sub> gázanalizátorok végezték. A nitrogén-oxid monitort kéthetente, az ózon monitort félévenként kalibráltuk.

Az erdőtalaj dinitrogén-oxid kibocsátásának meghatározása az úgynevezett kamra-módszerrel történik. A talaj fölött elhelyezett zárt kamrákban mérjük a felgyülemlett dinitrogén-oxid mennyiségét, a lezárás pillanatától 1/4 óránként, három alkalommal. A kamrából egy evakuált csőbe próbamintát veszünk, a dinitrogén-oxidot gázkromatográfiás módszerrel mérjük. A dinitrogén-oxid koncentrációjának növekedéséből becslést végzünk a kibocsátás mértékére vonatkozóan. A nyírjési mérőtorony közelében 24 kamrát helyeztünk el, 10x10 m-es hálózatban. A mintavételek hét-hetente történnek. A kezdeti eredményeket a 3. pontban ismertetjük.

A felsoroltakon kívül további kiegészítő méréseket is végeztünk, melyek az adatok feldolgozásához, értékeléséhez szükségesek. Ilyenek például a szélirány, lég- és talajhőmérséklet, sugárzás, lég- és talajnedvesség, talajhőmérséklet mérések.

### 3. A NITROGÉNVEGYÜLETEK ERDŐ FÖLÖTTI MÉRLEGE

#### 3.1. A nitrogén-monoxid és a nitrogén-dioxid fluxusa

Az 1996-os év során végzett szél, hőmérséklet és koncentráció profil mérések alapján a 2. pontban leírtak szerint meghatároztuk a nitrogén-monoxid és a nitrogén-dioxid fluxusát a lucfenyves állomány fölött, a 23 és 18 méter közötti rétegben. Ez az a réteg, ahol az ülepedés és az emisszió hatása legjobban kimérhető. A fontosabb eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze. A mért fluxusok negyedéves átlagait tüntettük fel, külön-külön a stablis (pozitív Richardson-szám), illetve instablis

(negatív Richardson-szám) légrétegződések esetében. A nappali órákban, mikor a felszín energia-bevétele pozitív, általában instabilis a rétegződés. Az éjszakai órákban pedig ennek fordítottja igaz. A nappali órákban a kicserélődés mértéke (turbulens diffúziós együttható) durván egy nagyságrenddel nagyobb az éjszakai órákhoz képest.

1. táblázat. A nitrogén-oxidok fluxusa a nyírjesi mérőállomáson  
Table 1. Flux of nitrogen oxides at Nyírjes monitoring station

Időszak	NO fluxus		NO <sub>2</sub> fluxus	
	(ng/m <sup>2</sup> s)			
	Ri>0	Ri<0	Ri>0	Ri<0
1. negyedév	-2,1 (2982)	-13,0 (771)	2,0 (3239)	-21,7 (784)
2. negyedév	-1,4 (1944)	-13,0 (845)	1,1 (2763)	22,8 (1336)
3. negyedév	-4,6 (1172)	7,2 (734)	3,3 (2204)	48,4 (1162)
4. negyedév	-6,0 (1056)	12,4 (767)	14,4 (1886)	52,3 (1030)

R<sub>i</sub>>0, stabilis légrétegződések esetén (stable cases)

R<sub>i</sub><0, instabilis légrétegződések esetén (unstable cases)

zárójelben az esetszámok, a negatív előjel kibocsátást, a pozitív ülepedést jelent

(in brackets number of cases are indicated, negative and positive signs denote the emission and deposition cases, respectively)

Az 1. táblázatban mind a két komponensnél instabilis esetekben magasabb emisszió, illetve ülepedés értékeket figyelhetünk meg, nyilvánvalóan a kicserélődés nagyobb intenzitása miatt. A táblázatban negatív előjellel jelöltük a kibocsátást. A kibocsátás és az ülepedés egyébként mindkét gáz esetében párhuzamosan végbemenő folyamat, e kettő különbségét az ún. nettó fluxust mérjük. A nitrogén-monoxid esetében stabilis körülmények között mindig kibocsátást tapasztalhatunk (1. táblázat, 2. oszlop). Ez az erdőtalaj NO kibocsátásának következménye. Ráadásul stabilis körülmények között (általában éjjel, vagy napkelte, napnyugta környékén) a légzőnyílások zárva vannak. A nitrogén-monoxid számára pedig a sztóma felvétel az egyetlen lehetőség az ülepedésre, mivel vízben rosszul oldódik, így a nedves levélfelületen történő irreverzibilis megkötődése gátolt. A nappali órákban, nagyobb fotoszintetikusan aktív sugárzások esetén, mikor a légrétegződés általában instabil, az ülepedés és a kibocsátás egymással versenyez, így hol kibocsátást, hol ülepedést tapasztalhatunk.

Nitrogén-dioxid esetében túlnyomórészt ülepedés mérhető. Ez nyilvánvaló, mivel az erdőtalajnak nincs nitrogén-dioxid emissziója. A növényzet felületén viszont végbemehetnek olyan folyamatok, melyek nitrogén-dioxid képződésére vezetnek (Bowden, 1986). Az első negyedévben tapasztalt negatív ülepedés valószínűleg erre a jelenségre vezethető vissza.

A nitrogén-monoxid és a nitrogén-dioxid koncentráció profilját egyébként a kibocsátási és ülepedési folyamatokon kívül kémiai reakciók is befolyásolják, mégpedig az ózonmolekulák nitrogén-monoxiddal való reakciója, mely nitrogén-dioxidot termel, továbbá a nitrogén-dioxid fotolízise, melynek során nitrogén-

monoxid keletkezik. Ez a tény a fluxusok túl-, vagy alulbecsléséhez vezethet, az összes nitrogén fluxus becslése azonban valószínűleg helyes, a nitrogénmérleg szempontjából tehát nem zavaró körülmény.

Végso soron éves átlagban (2. táblázat) a nitrogén-monoxid kibocsátásával és a nitrogén-dioxid ülepedésével számolhatunk.

2. táblázat. A nitrogénvegyületek száraz ülepedésének összesítése a nyírjesi mérőhelyen  
Table 2. Summary of the dry deposition of nitrogen compounds at Nyírjes monitoring station

Időszak	Szárász ülepedés (kibocsátás) (mgN/m <sup>2</sup> )							
	dinitro- gén-oxid	nitrogén- monoxid	nitrogén- dioxid	ammó- nia	salét- rom- sav	ammó- nium	nitrát	összes szárász ülepedés
1. negyedév	(-19,3)	-14,7	-6,2	87,6	185	25,7	9,6	262
2. negyedév	(-19,3)	-18,0	19,6	489	61,1	34,2	8,9	576
3. negyedév	(-19,3)	-0,4	45,2	268	183	42,8	10,5	530
4. negyedév	(-19,3)	6,2	88,7	69,0	232	52,6	24,7	454
1996	-77 ??	-26,9	147	914	661	155	53,7	1822

### 3.2. Az ammónia/ammónium, valamint a salétromsav/nitrát fluxusa

Az ammónia gáz és salétromsav gőz, valamint az ammónium és nitráttartalmú aeroszol részecskék koncentrációját folyamatosan mértük, napi 24 órás mintavétellel a nyírjesi állomáson. A nitrogén-oxidokkal ellentétben gradiens fluxusmérést e komponensek esetén nem végeztünk. A jelenlegi mintavételi módszerek ugyanis erre nem alkalmasak. A jövőben, a mintavételi módszerek fejlesztésével sor kerülhet az említett anyagok fluxusának, illetve ülepedési sebességének meghatározására is.

Az ammónia/ammónium, valamint a salétromsav/nitrát esetén a koncentrációk segítségével következtethetünk a száraz ülepedés mértékére, abban az esetben, ha ismerjük az adott felszínre jellemző ülepedési sebesség értéket. A fluxust ebben az esetben az  $F = -v_d C$  összefüggéssel határozhatjuk meg, ahol  $v_d$  az ülepedési sebesség,  $C$  a mért koncentráció.

Az ammónia gáz fenyőerdő fölött mért ülepedési sebessége függ az évszaktól. Mivel az ammónia nagymértékben a levél légzőnyílásain keresztül kerül felvételre, a fluxus mértéke is függ az évszaktól, azaz a légzőnyílások nyitott vagy zárt állapotától. Fenyőerdő fölött végzett mérések szerint (Andersen et al., 1993) az ammónia gáz ülepedési sebessége -0,125 és 0,201 m/s között változik, 0,026 m/s középpértékkel.

Tenyészidőszakban, amikor a nitrogénfelvétel magas lehet, az átlagos ammónia fluxus 87  $\mu\text{gN/m}^2\text{h}$ , ami 0,045 m/s ülepedési sebességnek felel meg. Egy másik, szintén fenyőerdő fölött végzett mérés eredménye alapján az ammónia ülepedési sebesség 0,02–0,03 m/s között van (Duyzer et al., 1994), éves átlagban.

A salétromsav gőz fenyőerdők fölötti ülepedési sebesség értékei meglepően magasak, átlagban 0,07 m/s (Janson and Granat, 1997). Nincs számottevő különbség

a nappali és az éjszakai értékek között, ami arra utal, hogy a levél bórszövetén történő adszorpció dominál a sztóma felvétellel szemben. Valószínűleg a téli–nyári időszakban sincs jelentős különbség a salétromsav száraz ülepedésében.

Az aeroszol részecskék általában a levél felületén kötődnek meg, a légzőnyílásokon keresztül történő felvétel nem olyan kifejezett, mint az ammónia esetében. Emiatt az ülepedés évszakos változása sem jellemző, természetesen lombhullató erdőknél ez nem igaz. Korábban a részecskék ülepedési sebességét elméleti számításon és szélcsatorna kísérletekkel határozták meg. Ennek eredményei jóval alacsonyabbak voltak a kísérletileg meghatározott értékeknél. Korábbi számításaink során (pl. Horváth et al., 1993a) is ezekkel az értékekkel számoltunk a nyírjési savas ülepedés (kén- és nitrogénvegyületek) becslésénél. Az utóbbi években nyilvánvalóvá vált az ellentmondás az elméleti és a kísérletileg meghatározott ülepedési sebesség értékek között (Ruigrok et al., 1993; Borrell et al., 1997). A különféle kutatócsoportok egyetértenek abban, hogy a kísérletileg meghatározott értékek helyesek, erdők esetében 0,01 m/s ülepedési sebességet javasolnak a részecskék esetében.

Az ammónia, salétromsav, illetve a nitrát és ammónium tartalmú részecskék száraz ülepedését fent említett ülepedési sebesség értékekből és a 3. táblázatban található átlagos koncentrációk segítségével határoztuk meg. A számított száraz ülepedés értékek a 2. táblázatban láthatók.

3. táblázat. A nitrogénvegyületek koncentrációi a nyírjési mérőhelyen  
Table 3. Concentration of nitrogen compounds at Nyírjes monitoring station

Időszak	Koncentráció ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
	nitrogén-monoxid	nitrogén-dioxid	ammónia	salétromsav	ammónium	nitrát
1. negyedév	0,69	8,06	0,52*	1,51	0,42	0,54
2. negyedév	0,57	3,28	1,68*	0,50	0,56	0,50
3. negyedév	0,47	3,45	0,92*	1,50	0,70	0,59
4. negyedév	0,62	3,98	0,41	1,87	0,86	1,39
1996	0,59	4,69	0,88	1,35	0,64	0,76

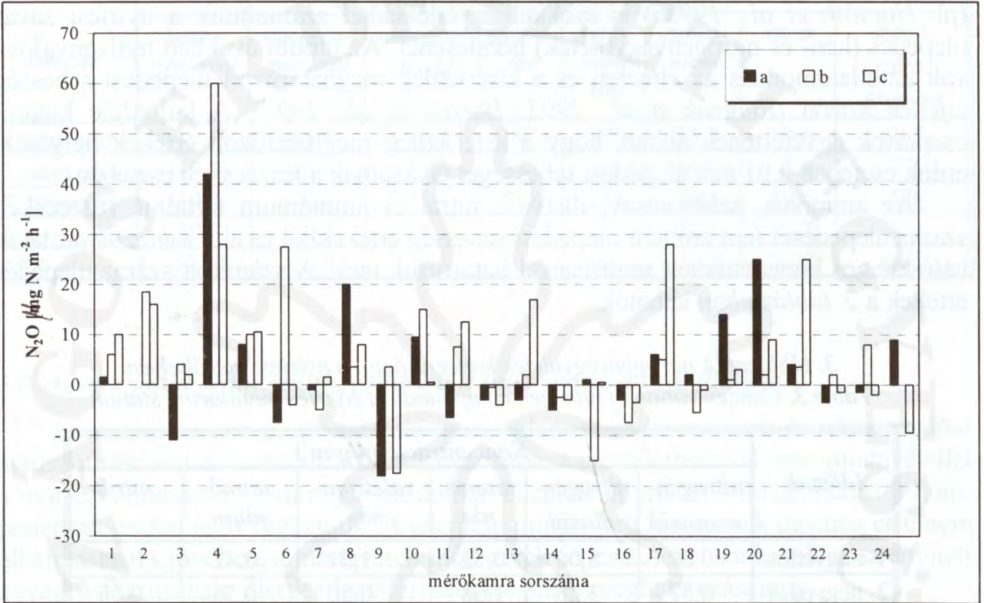
- \* a csillaggal jelölt adatok egy másik erdészeti monitoring állomásra (K-pusztá) vonatkoznak, mivel az adott periódusban technikai okokból ammónia mérés nem folyt Nyírjésen
- \* In the cases marked by stars there were not ammonia measurements for technical reasons. Data are replaced by the results of another forestry station in Hungary (K-pusztá).

### 3.3. A dinitrogén-oxid fluxusa

A 2. pontban leírt módszer alapján 1997 tavaszán 3 mérési sorozatban mértük a talaj dinitrogén-oxid emisszióját a nyírjési mérőhelyen. A kihelyezett 24 mérőkamra többségénél talajemisszió figyelhető meg, igen nagy szórással (ld. 2. ábra). A 3 mérési sorozat átlagban  $2,0 \pm 0,8 \mu\text{gN}/\text{m}^2\text{h}$  értéket adott.

Mivel a mérések nemrég kezdődtek a dinitrogén-oxid kibocsátását egész évre nem tudjuk megbecsülni. A tavaszi száraz időszakra vonatkozó mérések valószínűleg

nem általánosíthatók a teljes vizsgált időszakra. A dinitrogén-oxid emissziót ezért irodalmi adatok segítségével próbáljuk kiszámítani. Egy lucfenyvesben végzett vizsgálat alapján a kibocsátás mértéke  $77 \text{ mgN/m}^2\text{év}$ , nagy térbeli és időbeli változékonysággal (Ambus and Christensen, 1995). Ez az érték  $8,8 \text{ mgN/m}^2\text{h}$  kibocsátásnak felel meg. A 3. táblázatban ezzel az emisszióval számoltunk, hozzáátéve, hogy a becslés elég bizonytalan, mivel a két hely között jelentős különbségek lehetnek a talaj összetételében (szervetlen és szervesanyag tartalom) és nedvesség tartalmában, melyek eltérő mértékű kibocsátást eredményezhetnek.



2. ábra. A dinitrogén-oxid fluxusa a nyirjesi mérőállomáson  
 Figure 2. The flux of N<sub>2</sub>O measured at the Nyirjes station

### 3.4. A mért száraz ülepedés összehasonlítása az állományon áthulló és törzsön lefolyó csapadékból becsült száraz ülepedéssel

Csapadékmentes időben a nyomgázok és aeroszol részecskék száraz ülepedésük következtében megkötődnek az erdőállományban, főleg a levélzet felületén. A megkötött és fel nem vett anyagok a következő csapadékhulláskor lemosódnak, melyet nagyrészt a lombkoronán áthulló, kisebb részt a törzsön lefolyó csapadékban mérünk. A szabadtéren gyűjtött csapadékban mért nitrát- és ammónium tartalomhoz képest a lombzatról lemosott ammónium és nitrát, elvileg koncentráció növekedést eredményez a mintában.

Az előzőekben meghatározott száraz ülepedés értékeket elméletileg nem hasonlíthatjuk össze a koronán áthulló és törzsön lefolyó csapadékból számított száraz ülepedéssel. Ennek oka egyrészt az, hogy a nettó száraz fluxus értéke tulajdonképpen

a száraz ülepedés és a kibocsátás különbsége. Maga a száraz ülepedés (kibocsátás nélkül) sem hozható elvileg összefüggésbe az állomány alatt mért csapadékból számított nedves ülepedéssel. Ennek oka a következőkkel magyarázható.

A nyomanyagok száraz ülepedését az úgynevezett száraz ülepedési sebességgel jellemezhetjük, melynek meghatározása a következő:

$$v_d(z) = -F_d/C(z),$$

ahol  $v_d(z)$  és  $C(z)$  egy adott nyomanyag száraz ülepedési sebessége, illetve koncentrációja  $z$  magasságban, míg  $F_d$  a nyomanyag fluxusa (árama). Ez az összefüggés abban az esetben érvényes, ha a felszínhez szállított nyomanyag teljes mértékben megkötődik. Ez a szóban forgó vegyületekre általában érvényes.

Növényzettel borított felszín esetében a száraz ülepedési sebesség egy leegyszerűsített úgynevezett "big leaf" modellben a különböző felszín közeli ellenállások eredőjeként írható le. A légköri örvényesség hatása (elektrotechnikai analógiával) az  $r_a$ , aerodinamikai ellenállási taggal jellemezhető. Ez a mennyiség a turbulens kicserélődés mértékét írja le, nevezetesen azt, milyen mértékben szállítják az örvények a nyomanyagokat a felszínhez. Az örvényesség a kizorítási réteg határán megszűnik. Az úgynevezett kvázi-lamináris rétegben, ahol már nincsenek szabályos örvénylő mozgások, a nyomanyagokat rendezetlen mozgások, illetve a molekuláris diffúzió szállítja, jóval lassabban, mint az örvények. Ezt a modellben  $r_b$ -vel jelöljük. A felszín, illetve a felszín borító növényzet hatását egy  $r_c$  taggal írhatjuk le. Ez több részből tevődik össze. Ha a nyomanyagok elérik a levélzet szintjét, megkezdődik a felvétel. Egyes nyomanyagok, mint például az ózon és az ammónia főleg a levelek légzőnyílásain keresztül nyelődnek el. Ezt a folyamatot a sztómák ( $r_{st}$ ), illetve a sejtfa ( $r_{me}$ ) ellenállásával jellemezhetjük.

A nyomanyagok másik része a levélfelületen, a bőrszöveteken kötődik meg (mint például nagyobb részben a kén-dioxid), és ott is marad míg a csapadékvíz le nem mossa. Ennek hatása az  $r_{cu}$  taggal írható le. A nyomanyagok ezen kívül még a száron, törzsön ( $r_{tr}$ ) és a talajfelszínen, avaron is elnyelődhetnek ( $r_{so}$ ). A felszíni megkötődések mértéke, tehát az utóbbi három tag, erősen függ a felület nedvesítetttségének mértékétől.

A sztómákon keresztül történő nyomanyag-felvétel a meteorológiai körülményeken kívül függ a növény fiziológiai állapotától, vagyis a légzőnyílások nyitott és zárt állapotától. Mértéke a vegetációs periódus nappali óráiban a legnagyobb, magas hőmérsékletek, alacsony relatív nedvesség esetén csökkenhet. Egyenes arányosság tapasztalható továbbá a fotoszintetikusan aktív sugárzás és a sztómák nyitott állapota között is de csak egy bizonyos sugárzási szint eléréseig, ezután már ellentétes a változás.

A különböző ellenállási formák eredőjeként a száraz ülepedési sebesség a következőképpen írható le:

$$v_d(z) = 1 / (r_a + r_b + r_c), \text{ ahol:}$$

$$1/r_c = 1 / (r_{st} + r_{me}) + 1/r_{cu} + 1/r_{tr} + 1/r_{so}.$$

Ezen elmélet szerint a száraz ülepedés közvetlen mérésekor az  $r_a+r_b+r_c$  ellenállási tagokkal jellemzett ülepedések összes formáját figyelembe vesszük ( $D_d$ ). A lombon keresztül hulló és törzsön lefolyó csapadékból számított száraz ülepedésben nincs benne a ( $r_{st}+r_{me}$ ), valamint az  $r_{so}$  ellenállási tagokkal jelzett ülepedés.

A mért és az állomány alatti csapadékból becsült száraz ülepedések elméletileg csak abban az esetben lennének összehasonlíthatók, ha a légzőnyílások és az erdőtalaj anyagfelvételét elhanyagolhatónak tekintjük. Az utóbbi általában igaz, a sztóma felvétel azonban bizonyos komponensek számára meghatározó ülepedési forma. Ilyen anyagok például a szén-dioxid és az ózon. Nitrogénvegyületek esetében az ammónia légzőnyílásokon keresztül történő felvétele jelentős lehet. A többi nitrogénvegyület esetében sem zárható ki ennek lehetősége.

Van egy másik ok is, ami miatt nem lehet a száraz ülepedésre pontos becslést adni az állomány alatti csapadékvíz összetételéből. A száraz ülepedésen kívül egyéb szennyeződések is érik a lombkoronát, mint például a rovarok ürüléke. Egyes szakemberek emiatt az állományon áthulló csapadékból becsült száraz ülepedést nem is tekintik elfogadhatónak.

Ennek ellenére összehasonlíthatjuk a kétféleképpen számított száraz ülepedést, mivel a kettő különbségéből első közelítésben becslést adhatunk a légzőnyílásokon történt anyagfelvétel mértékére. Másrészt, mivel a mért száraz ülepedés ( $D_d$ ) elvileg mindig nagyobb az állomány alatti csapadékból becsült száraz ülepedésnél (mely az előzőek szerint  $D_d-D_{st}$ ), a módszerünk használhatóságát támasztja alá, ha az utóbbi értéke kisebb.

Az állomány alatti csapadék segítségével becsült száraz ülepedés értékeit a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat. A nitrogénvegyületek nedves ülepedése, valamint az állomány alatti ülepedés a nyírjesi mérőállomáson negyedévenként, illetve egész évre vonatkoztatva

Table 4. Wet deposition of nitrogen compounds and throughfall, stemflow data at Nyírjes monitoring station, in the different quarters and in the whole year

Csapadék jellege	Nitrát ülepedés (mgN/m <sup>2</sup> )					Ammónium ülepedés (mgN/m <sup>2</sup> )					Összes N ülepedés (mgN/m <sup>2</sup> )
	1.	2.	3.	4.	1996	1.	2.	3.	4.	1996	1996
szabadtéri	96,9	123	92,4	79,4	392	93,3	216	144	69,5	523	915
koronán áthulló	43,8	173	98,7	86,3	402	80,9	380	321	153	935	1 337
törzsön lefolyó	0	41,0	19,3	5,5	65,8	0	32,6	27,6	3,6	63,8	130
$D_d-D_{st}$	-53,1	91,0	25,6	12,4	75,8	-12,4	197	205	87,1	477	552

Megjegyzés: ( $D_d-D_{st}$ ) a sztóma felvétellel csökkentett száraz ülepedés (a koronán áthulló, illetve törzsön lefolyó ülepedés összege mínusz a szabadtéri csapadékból számított ülepedés)

( $D_d-D_{st}$ ) is the dry deposition without the stomatal uptake (difference of the sum of throughfall+stemflow and wet only results)

A táblázatban a sztóma felvétellel csökkentett (illetve a biológiai szennyező hatásokkal növelt) ülepedést az utolsó sorban tüntettük fel. Ennek számításakor a koronán áthulló és a törzsön lefolyó ülepedés összegéből kivontuk a szabadtéri csapadékból számított nedves ülepedést. A táblázat adataiból kiderül, hogy nitrát esetében az állományról lemosott anyagok csak mintegy 20%-os növekedést okoznak, a nedves ülepedéshez képest. Ammóniumnál ez a növekedés kb. 90%-os, ami összhangban van a 3. táblázat adataival, ahol az ammónium+ammónia száraz ülepedése jóval magasabb a salétromsav+nitrát száraz ülepedésénél. Az első negyedévben az állományon áthulló csapadékból számított száraz ülepedés negatív értéket ad. Ez vagy a módszer bizonytalanságának következménye, vagy annak, hogy a lombozatra hullott csapadékvízből ammónium és nitrátionokat vesz föl a levélzet. A mért összes száraz ülepedés (ld. 3. táblázat), összhangban az állományról lemosott ülepedés minimumával, az 1. negyedévben a legkisebb. Az 5. táblázatban összehasonlíthatjuk a mért és az állományon keresztül hulló csapadékból becsült száraz ülepedés értékeket. Látható, hogy éves szinten a "bruttó" száraz ülepedésnek is csak kis része, mintegy 28,6%-a mérhető az állomány alatti csapadékból. Ez arra utal, hogy a nitrogénvegyületek száraz ülepedése után a felvétel nagyjából a légzőnyílásokon keresztül történik, a bőrszöveten, törzsön történő megkötődés az összes száraz ülepedésnek csak mintegy 29%-át teszi ki. Abban az esetben, ha a biológiai szennyeződések is belemosódnak az állományon keresztül hulló mintákba, az arány még jobban eltolódik a sztóma felvétel javára. Első közelítésben tehát megállapíthatjuk, hogy a szárazon ülepedő nitrogénvegyületek több, mint 71,4%-a, azaz 1380 mgN/m<sup>2</sup>év a légzőnyílásokon át felvételre kerül és az állományról lemosott csapadékban nem mutatható ki.

5. táblázat. A légkör-erdő közti nitrogénmérleg 1996-ban Nyírjesen  
 Table 5. The nitrogen balance between atmosphere and spruce forest in 1996 at Nyírjes monitoring station

Időszak	Ülepedés (mgN/m <sup>2</sup> )		
	száraz	nedves	összes
1. negyedév	265 (-65,5)	190	455
2. negyedév	576 (288)	339	915
3. negyedév	530 (231)	236	766
4. negyedév	454 (99,5)	149	603
1996	1 825 (552)	915	2 739

Megjegyzés: zárójelben az állomány alatti csapadék összetételéből becsült száraz ülepedés (in brackets are the dry deposition calculated from the throughfall and stemflow samples)

Abban az esetben, ha a lombozatra hulló csapadékból is történik nitrát és ammónium felvétel, a deficitet a száraz és nedves ülepedés összegéből (2847 mgN/m<sup>2</sup>év) és az állomány alatt mért ülepedés (koronán áthulló+törzsön lefolyó) különbségéből (1467 mgN/m<sup>2</sup>év) számítjuk, ami szintén 1380 mgN/m<sup>2</sup>év értéket ad.

### 3.5. A nitrogénmérleg becslése

A nitrogénmérleg megállapításához összegeznünk kell az ülepedési formák (száraz és nedves) hatásait. Az 1996-os év egyes negyedéveire, valamint az egész évre vonatkozó nedves és száraz ülepedés értékeket, továbbá az összegükből számított összes ülepedést az 5. táblázatban láthatjuk. A nedves ülepedést a szabadtéri csapadékminták eredményeiből (4. táblázat), míg a száraz ülepedést a 3. táblázat adataiból származtattuk. A táblázat az úgynevezett nettó ülepedést tartalmazza, azaz az egyes komponensek emisszióját negatív előjellel vettük figyelembe az összegzésnél.

Megállapíthatjuk, hogy a vizsgált lucfenyves esetén a léghő-erdő nitrogénmérlege  $2,7 \text{ gN/m}^2\text{év}$ , azaz a különböző vegyületek összességükben ennyi nitrogént szállítanak az erdő ökológiai rendszerébe. A szállított nitrogén kétharmada a száraz ülepedésnek köszönhető, amely magasabb, mint a korábban meghatározott érték, melyek során nem az erdőkre vonatkozó ülepedési sebességeket vettünk figyelembe (Horváth *et al.*, 1993a). A különbség oka elsősorban az, hogy az erdőknél a felületi érdesség nagyobb, mint egyéb felszínek esetében, ami intenzívebb turbulens kicserélődéssel jár (azaz  $r_a$ , az aerodinamikai ellenállás kisebb), továbbá  $r_c$ , azaz a növényzet ellenállás is kisebb. Megállapítható továbbá, hogy az ülepedéssel ellentétes kibocsátási folyamatok nem egyenlítik ki az ülepedés hatását, az erdőtalajból felszabaduló dinitrogén-oxid és nitrogén-monoxid az összes ülepedett nitrogénnek valószínűleg csak néhány százalékát szállítja vissza a légkörbe.

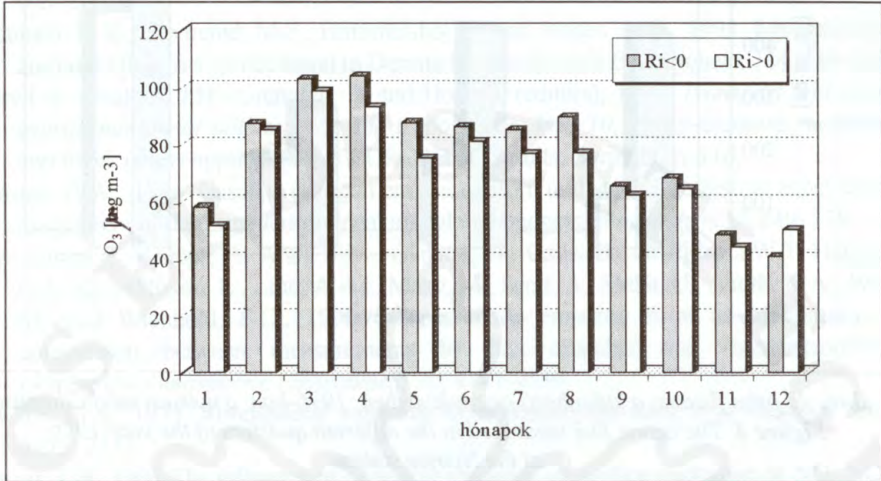
Jelen munkában meghatározott nitrogénmérleg még számos bizonytalanságot hordoz magában. A dinitrogén-oxid emisszió becslése irodalmi értékek alapján történt, ami módosulhat a jelenleg is folyó helyszíni mérések eredményének ismeretében. Folytatni kell a csak 1996 októberében elkezdett ammónia méréseket, hogy a száraz ülepedésben döntő szerepet játszó ammónia hatását pontosítani tudjuk. Szükség lenne továbbá az ammónia gáz, a salétromsav gőz és a nitrát, ammóniumtartalmú részecskék ülepedési sebességének meghatározására is az adott állomány fölött, mivel ezeket is irodalmi adatok alapján becsültük. Ezekre a vizsgálatokra remélhetőleg a jövőben sor kerül és a jelenleg megállapított nitrogénmérleget pontosíthatjuk. Valószínűnek tűnik, hogy nagymértékű eltérés nem várható a jelen munkában meghatározott értékekhez képest.

A  $2,7 \text{ gN/m}^2\text{év}$  érték  $27 \text{ kgN/ha}$  év-nek felel meg, ami az erdő ökológiai rendszerének szempontjából nem elhanyagolható érték. Az előbbieket szerint igen valószínű, hogy az ülepedett nitrogénvegyületeknek csaknem fele a légzőnyílásokon keresztül felvételre kerül, és roncsoló hatást fejt ki, részben beépül a növényzetbe. A nitrogénvegyületek másik fele az erdőtalajba jutva ott vagy a fák gyökerei által felvételre kerül, vagy a talajvízben oldódva elszivárog. Ennek eldöntésére komplex levegőkémiai, erdészeti és hidrológiai vizsgálatokra lenne szükség.

## 4. AZ ÓZON KONCENTRÁCIÓJA ÉS ÜLEPEDÉSE AZ ERDŐ FÖLÖTT

A nyírjesi mérőállomáson, 28 méter magasságban mért ötperces ózonkoncentráció átlagokból havi átlagokat számítottunk, külön-külön a stabilis és az instabilis esetekre (3. ábra). Az ózonkoncentráció évi menetének kora tavaszi maximuma a

sztratoszférikus eredetű ózon szerepére mutat, mely számos, közvetlenül nem szennyezett helyen megfigyelhető. Nyáron is magasak a koncentrációk, az intenzív napsugárzás miatt bekövetkező fotokémiai ózonképződés megnövekedett hatása miatt.



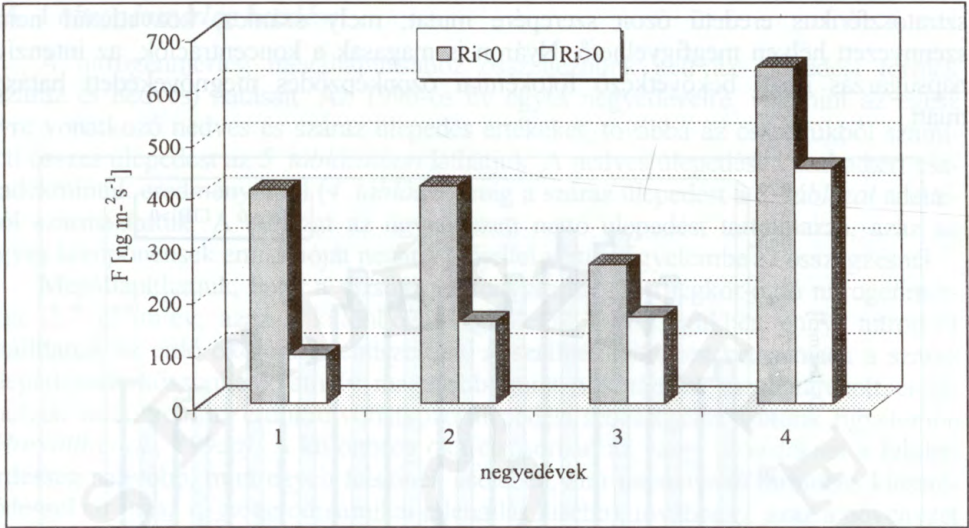
3. ábra. Az ózonkoncentráció havi átlagai a nyírjesi mérőállomáson

Figure 3. The annual variation of the ozone concentration measured at the Nyírjes station

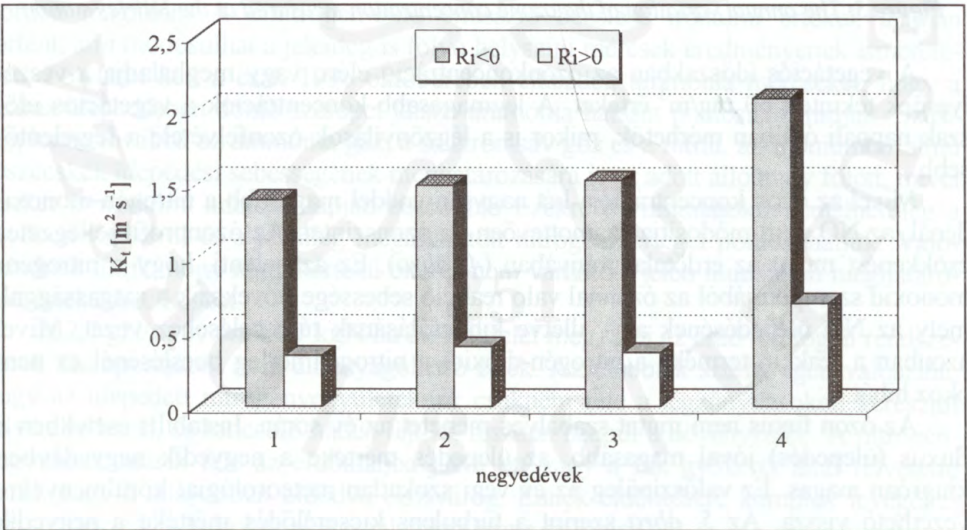
A vegetációs időszakban az ózonkoncentráció eléri, vagy meghaladja a veszélyesnek tekintett  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  értéket. A legmagasabb koncentrációk a vegetációs időszak nappali óráiban mérhetők, mikor is a légzőnyílások ózonfelvétele a legjelentősebb.

Mivel az ózon koncentrációja két nagyságrenddel magasabb a nitrogén-monoxidénál, az NO nem módosítja számottevően az ózonszintet. Az ózonprofil jellegzetes csökkenést mutat az erdőtalaj irányában (4. ábra). Ez azt jelenti, hogy a nitrogén-monoxid szempontjából az ózonnal való reakció sebessége növekszik a magassággal, mely az NO ülepedésének alá-, illetve kibocsátásának túlbecsléséhez vezet. Mivel azonban a reakció terméke a nitrogén-dioxid, a nitrogénmérleg becslésénél ez nem okoz hibát.

Az ózon fluxus nem mutat szabályos menetet az év során. Instabilis esetekben a fluxus (ülepedés) jóval magasabb, az ülepedés mértéke a negyedik negyedévben kiugróan magas. Ez valószínűleg az év végi szokatlan meteorológiai körülményekre vezethető vissza. Az 5. ábra szerint a turbulens kicserélődés mértéke a negyedik negyedévben jóval nagyobb, mint az év többi részében, ami kisebb aerodinamikai ellenállással, ennél fogva gyorsabb ülepedéssel jár. A sztómafelvétel ellenállásának ( $r_{st}$ ), illetve annak évi menetének megállapításához külön-külön meg kell határoznunk az  $r_a$ ,  $r_b$ , illetve  $r_c$  tagokat. Ez a munka képezi a jövőbeli feladataink egyikét.



4. ábra. Az ózon fluxusa a különböző negyedévekben, 1996-ban, a nyírjesi mérőállomáson  
Figure 4. The ozone flux measured in the different quarters of the year 1996 at the Nyírjes station



5. ábra. A turbulens diffúziós állandó negyedéves átlagai a nyírjesi mérőállomáson  
Figure 5. The average eddy diffusivity figures in the different quarters of the year at the Nyírjes station

IRODALOM

- Ambus, P. and Christensen, S., 1995. Spatial and seasonal nitrous oxide and methane fluxes in Danish forest-, grassland-, and agroecosystems. *Journal of Environmental Quality* 24, 993–1001.
- Andersen, H.V., Hovmand, M.F., Hummelshøj, P. and Jensen, N.O., 1993. Measurements of ammonia flux to a spruce stand in Denmark. *Atmospheric Environment* 27A, 189–202.
- Borrell, P., Bultjes, J.H., Grennfelt, P. and Hov, O. (editors), 1997. *Transport and chemical transformation of pollutants in the troposphere, Vol. 10*, Photo-oxidants, acidification and tools: policy applications of EUROTRAC results, Springer, p. 116.
- Bowden, B.W., 1986. Gaseous nitrogen emissions from undisturbed terrestrial ecosystems: an assessment of their impacts on local and global budgets. *Biogeochem.* 2, 249–279.
- Christensen, S., Ambus, P., Arah, R.M., Clayton, H., Galle, B., Griffith, D.W.T., Hargreaves, K.J., Klemmedtsson, L., Lind, A.-M., Maag, M., Scott, A., Skiba, U., Smith, K.A., Welling, M. and Wienhold, F.G., 1996. Nitrous oxide emission from an agricultural field: comparison between measurements by flux chamber and micrometeorological techniques. *Atmospheric Environment* 30, 4183–4190.
- Dawson, G.A., 1977. Atmospheric ammonia from undisturbed land. *J. of Geophys. Res.* 82, 3125–3133.
- Duyzer, J.H., 1991. The influence of chemical reactions on surface exchange of NO, NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub>: results of experiments and model calculations. In: *Precipitation Scavenging and Atmosphere-Surface Exchange 2*. (Eds. S.E. Schwartz and W.G.N. Slinn), Hemisphere Publ. Co., Washington, Philadelphia, London, 1105–1114.
- Duyzer, J.H., Verhagen, H.L.M. and Weststrate, J.H., 1994. The dry deposition of ammonia onto a douglas fir forest in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 28, 1241–1253.
- EMEP 1996. *EMEP Manual for sampling and chemical analysis*. EMEP/CCC-Report 1/95, NILU, Kjeller, Norway.
- Enders G., Dlugi, R., Steinbrecher, R., Clement, B., Daiber, R., v. Eijk, J., Gäb, S., Haziza, M., Helas, G., Herrmann, U., Kessel, M., Kesselmeier, J., Kotzias, D., Kourtidis, K., Kurth, H.-H., McMillen, R.T., Roider, G., Schürmann, W., Teichmann, U. and Torres L., 1992. Biosphere/atmosphere interactions: integrated research in a European coniferous forest ecosystem. *Atmospheric Environment* 26A, 171–189.
- EPRI, 1987. *Forest health and ozone*. Electric Power Research Institute, Special Report (EA-5135-SR). Palo Alto, California.
- Farquhar, G.D., Firth, P.M., Wetselaar, R. and Weir, B., 1980: *Plant Physiol.* 66, 710–714.
- Führer E. és Horváth L., 1990. A savas ülepedés alakulása ökológiai bázisterületeken. "Környezetünk savasodása" című országos konferencia (Balatonfüred, 1990 november 14/16) kiadványa.
- Führer, E. und Horváth, L., 1992. Saure deposition in Ungarn. *Agrokémia és Talajtan* 41, 90–94.
- Führer E., Baranka Gy. és Horváth L., 1994. Ökológiai bázisterületeken mért légszennyeződéss nagysága és változása. *Erdészeti Lapok* 129, 308–310.

- Hanson, P.J and Lindberg, E.L., 1991: Dry deposition of reactive nitrogen compounds: a review of leaf, canopy and non-foliar measurements. *Atmospheric Environment* 25A, 1615–1634.
- Horváth, L., 1992. Measurement of dry deposition of nitrogen compounds and oxidants. *EUROTRAC/BIATEX annual report*. EUROTRAC International Scientific Secretariat, Garmisch-Partenkirchen.
- Horváth, L., 1993. Gradient measurements of dry deposition flux of nitric oxide, nitrogen dioxide, ozone and sulfur dioxide above forest and low vegetation. Brief summary of the five field campaigns carried out in 1990–1993. *Air Pollution Research Report 47* (ed.: J. Slanina, G. Angeletti and S. Beilke) CEC.
- Horváth, L. and Führer, E., 1991. Acid deposition in forest ecosystems. *Proceedings Experttagung "Waldschadenforschung im östlichen Mitteleuropa und in Bayern" GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (Bayern) Bericht 24/91*.
- Horváth, L., Bozó, L., Haszpra, L., Kopacz, J., Molnár, Á., Nagy, Z., Führer, E., Sitkey, J. and Weidinger, T., 1992. Gradient measurement of the dry flux of nitrogen dioxide and ozone over a Pine forest in Hungary. *Proceedings of EUROTRAC Symposium '92* (ed.: P.M. Borrell et al.). SPB Academic Publishing bv., The Hague.
- Horváth, L., Baranka, Gy. and Führer, E., 1993a. Decreasing concentration of air pollutants and the rate of dry and wet acidic deposition at the three forestry monitoring stations in Hungary. *Időjárás* 97, 179–186.
- Horváth, L., Nagy, Z., Kopacz, J., Führer, E. and Weidinger, T., 1993b. A nyomanyagok ülepedési sebességének mérése különböző felszínek felett. *Veszprémi Környezetvédelmi Kiállítás és Konferencia (1993 II. 2–11) kiadványa*. Ipari és Kereskedelmi Minisztérium.
- Horváth, L., Weidinger, T., Nagy, Z., Führer, E., Gyuricza, A., Kopacz, J. and Lovas, K., 1993c. Gradient measurement of the dry flux of atmospheric trace gases over short vegetation and forest. *EUROTRAC/BIATEX annual report*. EUROTRAC International Scientific Secretariat, Garmisch-Partenkirchen.
- Horváth, L., Baranka, Gy. and Führer, E. Gy., 1994a. Decreasing concentration of air pollutants and the rate of dry and wet acidic deposition at three forestry monitoring stations in Hungary. *Proceeding of the Acid Rain Research conference, 10–12 October, 1994, 's-Hertogenbosch, The Netherlands*.
- Horváth, L., Nagy, Z., Führer, E. and Weidinger, T., 1994b. Field experiments for estimation of turbulent fluxes over different types of surfaces in Hungary. *Annales Geophysicae, Part II. Oceans, Atmosphere, Hydrology & Nonlinear Geophysics*, Supplement II to Volume 12, C 335.
- Horváth, L., Führer, E., Gyuricza, A., Lovas, K., Nagy, Z. and Weidinger, T., 1994c. Gradient measurement of the dry flux of atmospheric trace gases over short vegetation and forest. *EUROTRAC, BIATEX annual report*. EUROTRAC International Scientific Secretariat, Garmisch-Partenkirchen.
- Horváth, L., Führer, E., Gyuricza, A., Lovas, K., Nagy, Z. and Weidinger, T., 1994d. Gradient flux measurements of gases above short vegetation and forest. *The proceedings of EUROTRAC Symposium '94* (edited by P. Borrell), SPB Academic Publishing bv. The Hague, The Netherlands.

- Horváth L., Nagy Z., Führer E. és Weidinger T., 1994e. Nyírjes 1991–1993.I. rész: Expedíciós toronymérés fenyőállomány felett. *Erdő és klíma konferencia (1994. június 1-3, Noszvény)* kiadványa.
- Horváth, L., Weidinger, T., Lovas, K., Nagy, Z., Führer, E., Labancz., K. and Mészáros, R., 1995a. Deposition of ozone and nitrogen oxide to European forest. *Final Report for PECO contract No. 94/2198/MW.7.*
- Horváth, L., Nagy, Z., Weidinger, T., Artz, R., Luke, W.T., Valigura, R., Pinto, J. and Womack, J., 1995b. Measurement of flux of trace gases ( $O_3$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ ,  $CO_2$ ,  $HNO_3$ ), particulate sulfate and nitrate and water vapor over short vegetation by gradient and eddy-correlation techniques in Hungary. *Annales Geophysicae, Supplement 6* Volume 13.
- Horváth, L., Weidinger, T., Nagy, Z. and Führer, E., 1997a. Measurement of dry deposition velocity of ozone, sulfur dioxide and nitrogen oxides above pine forest and low vegetation in different seasons by the gradient method. *The Proceedings of EUROTRAC Symposium '96.* (Eds. P.M.Borrell, T. Cvitas, K. Kelly and W. Seiler) Computational Mechanics Publications, Southampton, 315–318.
- Horváth, L., Nagy, Z. and Weidinger, T., 1997b. Estimation of the dry deposition velocities of nitric oxide, sulfur dioxide, and ozone by the gradient method above short vegetation during the TRACT campaign. *Atmospheric Environment*, in press.
- Janson, R. and Granat, L., 1997. Dry deposition of  $HNO_3$  to the coniferous forest. *The Proceedings of EUROTRAC Symposium '96.* (Eds.: P.M.Borrell, T. Cvitas, K. Kelly and W. Seiler) Computational Mechanics Publications, Southampton
- Kramm, G., Müller, H., Fowler, D., Höfken, K.D., Meixner, F.X. and Schaller, E., 1991. A modified profile method for determining the vertical fluxes of  $NO$ ,  $NO_2$ , ozone and  $HNO_3$  in the atmospheric surface layer. *Journal of Atmospheric Chemistry* 13, 265–288.
- Lopez, A., 1994. Biosphere atmosphere exchanges: ozone and aerosol dry deposition velocities over a pine forest. *EUROTRAC Annual Report, part 4: BLATEX*, EUROTRAC ISS, Garmisch-Partenkirchen, pp. 80–87.
- Ruijgrok, W., Nicholson, K.W. and Davidson, C.I., 1993: Dry deposition of particles. In: Models and Methods for the quantification of atmospheric input to ecosystems. *Nordiske Seminar og Arbejdsrapporter 1993: 573.* Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 145–161.
- Weidinger T. és Horváth L., 1994. A nyomananyagok légköri ülepedésének elemzése, a felszínközeli réteg modellezése nemzetközi kutatási programok keretében. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek* 7, 33–36.
- Wyers, G.P., Otjes, R.P. and Erisman, J.W., 1993. Dry deposition of ammonia onto a coniferous forest. *Air Pollution Research Report 47.* (eds.: J. Slanina, G. Angeletti and S. Beilke) CEC.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Vizsgálatainkat a *PHARE TD&QM* project támogatta (No. H 9305-02/1033) az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságon keresztül.

HÉNY ALBERT

## ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN

ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozatban a gyertyános-tölgyesek erdőművelési és faterméstanai kérdései területi kézzel fogható zárt erdőben (Kárpát-medencei erdő) kísérleti területek életkora (IK 47-49-67) és a gyertyános-tölgyesek erdőművelésének és parcelláiban a tölgy és a gyertyán arányának az erdőanyag állomány hatásait a fatérmet növekedés, a tölgy és a gyertyán arányának hatásait a tölgyesség, mind a mennyiség, növekedés, vonalképzés, a fajok és magasabb rendű fajok hatásait a tölgyesség, erdőművelési kísérletek és erdőanyag.

ABSTRACT: The study examines the effects of various stands of oak and hornbeam on the growth and yield of oak and hornbeam. The results show that the growth and yield of oak and hornbeam are significantly affected by the species ratio and the stand structure. The effect of various species structures with respect to diameter and height growth is also analysed. The results show that the growth and yield of oak and hornbeam are significantly affected by the species ratio and the stand structure.

ABSTRACT

The study examines the effects of various stands of oak and hornbeam on the growth and yield of oak and hornbeam. The results show that the growth and yield of oak and hornbeam are significantly affected by the species ratio and the stand structure. The effect of various species structures with respect to diameter and height growth is also analysed. The results show that the growth and yield of oak and hornbeam are significantly affected by the species ratio and the stand structure.

KEYWORDS: oak stand, species ratio, increment, height class, thickening, stand structure

BEVEZETÉS

A tölgyek fedettségével, de nem a szomszédos "tölgy". Ezt a régi igazságot talán kézzel fogható gyertyános-tölgyes állomány szerkezet elégíti ki. A gyertyános-tölgyesek az erdő legértékesebb állományai közé tartoznak, a természetvédelmi tölgyesek és fűrészanyag termelés legfontosabb állományai. Erdőterületünk közel 18 %-án találhatók az erdőanyag, amely állományt képez a bükkösök és a tölgyesek között.

Megjegyzés: A tölgyesek és a gyertyán életkortól, termőhelyiől függő és változó társulási képessége miatt, valamint az emberi beavatkozások vagy azok elmaradása következtében rendkívül változatos, különböző és kor szerint változó a tölgy

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Vizsgálatainkat a PHARE TD&M project támogatta (No. H 9305-02/1033) az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságon keresztül

ERDŐMŰVELÉS ÉS FATERMÉSTAN



# ADALÉKOK A GYERTYÁNOS-TÖLGYESEK NEVELÉSÉHEZ

BÉKY ALBERT

## ÖSSZEFOGLALÓ

A dolgozat három, közel azonos termőhelyen álló, több parcellás kísérleti terület közel negyedszázados megfigyelési adatsorait elemzi. A kísérleti területek életkora 18–42, 40–63 és 79–100 év volt a vizsgálati szakaszban, a területek egyes parcelláiban a tölgy-gyertyán elegyarány eltérő volt. Értékeli az elegyarány változás hatását a fatérfogot növedékre. Értékeli a különböző elegyarányok hatását mind a vastagsági, mind a magassági növekedés vonatkozásában fafajonként és magassági osztályok bontásában. Erdőművelési következtetéseket von le.

**KULCSSZAVAK:** gyertyános-tölgyes, elegyarány, növedék, magassági osztályok, vastagodás, faállományszerkezet

## ABSTRACT

The paper evaluates the data of three silvicultural experiments of multiple plots and of almost a quarter of a century. The site of the experiments is almost identical. The age of the stands was 18–42, 40–63 and 79–100, respectively, in the research period, and the ratio of hornbeams and oaks was different in the particular plots. The effect of changes of this species ratio on volume increment is analysed. Species and height classes also evaluate the effects of various species structures with respect to diameter and height growth. The evaluations are completed with drawing silvicultural conclusions.

**KEYWORDS:** hornbeam-oak stand, species ratio, increment, height classes, thickening, stand structure

## BEVEZETÉS

„A tölgyek fedetlen fővel, de subában szeretnek nőni”. Ezt a régi igazságot talán legjobban a gyertyános-tölgyes faállományszerkezet elégíti ki. A gyertyános-tölgyesek az ország legértékesebb faállományai közé tartoznak, a lemezipari tölgyrönk és fűrészrönk természetés legfontosabb állományai. Erdőterületünk közel 18 %-án található ez az erdőtársulás, amely átmenetet képez a bükkösök és a tölgyesek között.

Megjelenési formájuk a tölgyek és a gyertyán életkortól, termőhelytől függő és változó társulásképesége miatt, valamint az emberi beavatkozások vagy azok elmaradása következtében rendkívül változatos: különböző és kor szerint változó a tölgy-

gyertyán elegyarány, van egykorú és van többkorú állomány s előfordulnak egyszintű és többszintű állományok, valamint ezek kombinációi.

A gyertyános-tölgyesek felújítása, nevelése nagyobb szakértelmet, több és drágább beavatkozást igényel, mint az elegyetlen állományoké, legalábbis az első 25–30 esztendőben. Az elegyesség fenntartása azonban általában nem lehet vita tárgya, hiszen a gyertyán kiirtása (ha egyáltalán lehetséges) költséges. A gyertyán jelenlétének sok előnye is van, természeti adottságként kell tudomásul vennünk. Célszerű inkább kihasználnunk ezeket az előnyöket: a méretesebb és értékesebb tölgyek nyeresét, a természetközeli erdőgazdálkodás lehetőségét és az erdő nagyobb stabilitását.

Az erdőnevelés olyan emberi beavatkozás, amikor a káros vagy felesleges fák kivágásával valamilyen cél érdekében változtatnak az adott faállomány szerkezetén. A gyertyános-tölgyesek nevelésekor az elegyetlen erdőknél szokásos javafa megsegítésen, növőtér bővítésen stb. kívül fontos szempont a két faj elegyarányának és szintbeli elhelyezésüknek kialakítása is. Tudjuk, hogy a gyertyános tölgyesek nevelővágása után közbeszorult, alászorult tölgyre nincsen szükség, mert a törzs- és talajármialást stb. a gyertyán biztosítja. Ugyan így, ha van elég tölgy, nincs szükség kimagasló, uralkodó, vagy közbeszorult gyertyánra.

Ez utóbbi kijelentés azonban nem egyértelműen bizonyított. Nem tudjuk ugyanis, hogy például a 30 éves korban alászorult helyzetű gyertyán tudja-e 120 éves koráig betölteni állományszerkezeti szerepét vagy addigra régen elpusztul. A mai jó szerkezetű idős állományok alászorult vagy második szintet adó gyertyánjai milyenek lehetnek 50–80 évvel korábban? A felső szintben lévő gyertyán okoz-e növedékvesztést? Többek között ezekre a kérdésekre keressük a választ erdőnevelési kísérleteink során.

A gyertyános-tölgyesek nevelésével, faállományszerkezetével szakirodalmunk sokszor foglalkozott (*Scherg, 1934; Borsos, 1956; Csesznák, 1972; Béky, 1978, 1986, 1987, 1989; Béky, Somogyi, 1995; Solymos, Béky, 1995*). A fenti kérdésekre azonban eddig nem született egyértelmű válasz.

## MÓDSZEREK

Az erdőnevelési kísérletek több parcellásak. A kiinduláskor lehetőleg közel azonos állományszerkezetet egymástól eltérő módon változtatjuk meg a nevelővágások során. Az alábbiakban először az egyik bejegyertyánosi kísérleti sorunkban folytatott kutatómunkát és annak eredményét ismertetjük.

A Bejegyertyános 30B–31F erdőrészletben hat parcellás kísérletet állítottunk be 1971-ben, amikor a természetes újulatból keletkezett gyertyános-tölgyes 18 éves volt. Induláskor valamennyi parcellában nevelővágást végeztünk, amelynek célja a parcellák egyöntetőségének elősegítése volt. Nyolc és múlva, az állomány 26 éves korában, újabb nevelővágást kaptak a parcellák, kivéve a II. parcellát, amely érintetlen maradt. Ezt a parcellát ellenőrző vagy kontroll parcellának szántuk, amelyben azóta sem volt nevelővágás és azt a jövőben sem tervezzük. A III. parcellában a vastagabb (uralkodó, esetleg kimagasló) gyertyánokból is hagytunk meg olyanokat, amelyek nem voltak közel a javafáinkhoz. A IV. parcellában annak ellenére, hogy a legkevesebb tölgyet hagytuk meg – csak kimagasló és uralkodó magassági osztályukat –, kivágattuk

valamennyi kimagasló gyertyánt, az uralkodókból is a vastagokat, kivágtuk a felnyurgultakat, segítettük az életképes, lemaradó gyertyánokat. Az V. parcellát „tölgyes” parcellának szántuk. Csak az életképtelen és a káros tölgyeket vágtuk ki, a gyertyánok közül a felső szintben lévő vastagokat.

Magassági osztályozó rendszerként a gyertyános-tölgyeseknél az alábbi alkalmaztuk: 1. magassági osztályba tartoznak a kimagasló fák; 2.-be az uralkodó fák; 3.-ba a közbeszorultak; 4.-be az olyan alászorultak, amelyek koronája az 1–3-as fák között van, de felette másik fa van; az 5. osztály fái elérik a felső koronaszint (1–4 mo.) alját, de nem nőnek bele. A 6., 7. és 8. magassági osztályba sorolható egyedek a törzshossz felső, középső illetve alsó harmadában helyezkednek el csúcsukkal.

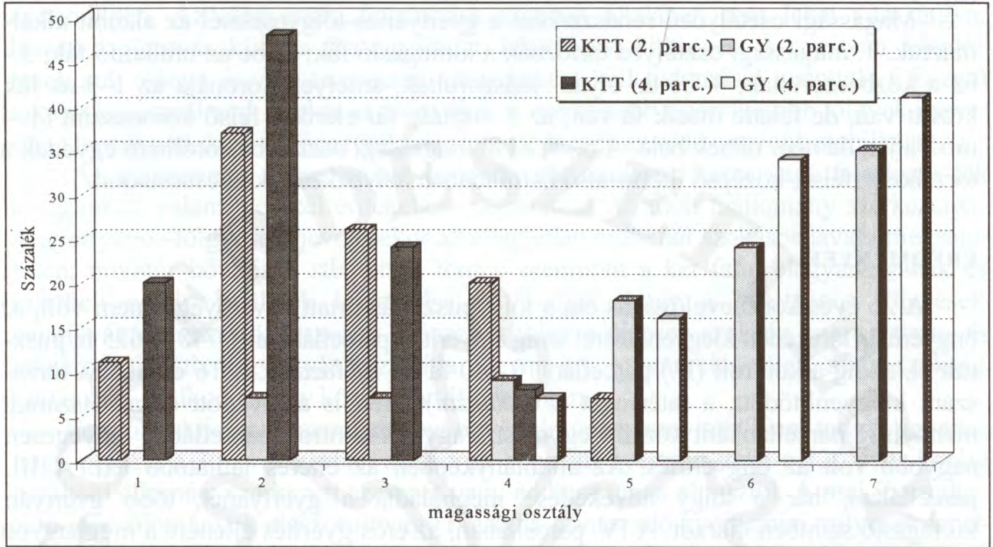
## EREDMÉNYEK

A 26 éves kori nevelővágás óta a tölgypusztulás miatt nevelővágás nem volt, az öngyérülés törekedett kiegyenlítésre: amíg a gyérintett parcellákban 1 748–4 675 fa pusztult el, addig a kontroll (II.) parcellán 10 640 fa (1. táblázat). A 16 év alatt a törzszám kiegyenlítődt, a fatérfogat (2. táblázat) terén is a kivágott és az elszáradt mennyiség parcellánként közelíti egymást, vagyis a kontroll parcellában lényegesen nagyobb volt az öngyérülés. Az állományképből az eltérés láthatóbb lett. A III. parcellában, bár a tölgy növekedése meghaladta a gyertyánét, több gyertyán kimagasló szintben maradt. A IV. parcellában, az erős gyérintés ellenére a meghagyott vékonyabb és alászorult gyertyánok nem tudták követni a tölgyeket, bár életképesek a gyertyánok, de helyenként a tölgyek törzsárnállását (korona felfelé szorítását) sem biztosítják, a második szintet képeznek. A II. (kontroll) és IV. (kétszintes) parcella magassági osztályonkénti és fafajonkénti törzsszámoszlását az 1. ábra mutatja. Az V. – a „tölgyes” – parcellában nagyon sok tölgy száradt el, ill. közbeszorult, alászorult lett. (A parcellánkénti és koronánkénti törzsszám változást az 1. táblázat, a fatérfogat változást a 2. táblázat mutatja.)

A jó vagy kevésbé jó, esetleg rossz állományszerkezet a fafajonkénti fatérfogat változásban is elkülönül. Ennek szemléltetésére az előző, 18 és 42 éves kor között vizsgált nevelési sor mellett a Bejcggyertyános 28B erdőrészlet 3 különböző elegyarányú parcelláján 40 és 63 éves kor között, valamint a Bejcggyertyános 11A erdőrészletben lévő 2 parcellán 79 és 100 éves kor között folytatott kísérlet eredményeit is értékeltük (3., 4., 5. táblázat). A táblázatok parcellánként és ezen belül fafajonként követik több, mint 20 év fatérfogat változását. Az adatokból az alábbi főbb következtetések vonhatók le:

- Az érintetlenség, vagy a túl erős felsőszintű gyérintés csökkenti a növedéket (3. táblázat, II. és IV. parcella).
- 18 és 42 éves kor között (3. táblázat) a gyertyán nagyobb elegyaránya nem feltétlenül okoz növedékcsökkenést (III. parcella).
- 40 év felett, ha a gyertyán fatérfogat elegyaránya meghaladja a 25 %-ot, a gyertyán elegyarány növekedésével csökken az állomány össznövedéke és ennél is jobban a tölgyé (4. táblázat).
- 80 év felett hasonló a helyzet (5. táblázat).

- 30 év felett a felső szintben lévő gyertyán (4. táblázat, III. parcella) sem képes a tölgy növedékével versenyezni, ami a növedékvesztéséget növeli a tölgyesebb parcellákkal szemben.



1. ábra. Magassági osztályonkénti törzseloszlás 42 éves korban (Bejgyertyános 30B–31F)

A három kísérleti területen vizsgáltuk magassági osztályonként és fajonként a fák vastagodását. Az adatokat a vizsgálat utolsó felvételekor élő fákból számítottuk, az utolsó felvétel magassági osztálya szerint. A fák a csoportokban az első felvételekor és a végén azonosak voltak, nem vettük számításba, hogy induláskor jobb magassági osztályba is tartozhattak. A Bejgyertyános 30B–31F erdőrészletben 38 és 42 éves kor közötti éves vastagodást (6. táblázat), a Bejgyertyános 28B erdőrészletben a 40 és 63 év közöttit (7. táblázat és 2. ábra), a Bejgyertyános 11A erdőrészletben a 79 és 100 év közötti vastagodást (8. táblázat és 3. ábra) elemezhetjük. Megállapítható, hogy:

- A magassági osztályok csökkenésével (a fa állományon belüli helyzetének romlásával) jelentősen csökken a fák vastagodása, mindkét fajnál.
- 40 éves korban az uralkodó szintben is kell meghagyni gyertyánokat, ha 100 éves korban életképes, elterülő koronájú, 4. magassági osztályúakat akarunk.
- 60 év felett a 4. és 5. magassági osztályú, életképes koronájú gyertyánok is, kellő megvilágítottság mellett, képesek 100 éves korban vagy azután is biztosítani a törzs és talajárnyalást.
- A 6.–8. magassági osztályú gyertyánok, bár sokáig élhetnek, 20–30 év alatt elpusztulnak.
- A fényigényes tölgy alászorult helyzetben viszonylag rövid idő alatt, 10–15 év, elszárad.

A Bejcggyertyános 28/B és Bejcggyertyános 11/A erdőrészeleknél fafajonként és magassági osztályonként – az átmérővel azonos módon – feldolgoztuk a magassági növekedést is. A magassági növekedés is igazolta az átmérőnél leírtakat (9. táblázat és 4. ábra, 10. táblázat és 5. ábra).

Összességében megállapítható, hogy a gyertyános-tölgyesek nevelésekor, ha idős korban is jőszerkezetű elegyes állományt akarunk, a gyertyánnak az állomány-szerkezetben jelenleg elfoglalt helyzete mellett a jövőbeni szerepét is figyelembe kell venni. Nem szabad a kimagasló és uralkodó szintből a törzskiválasztó gyériteésekkor kiszorítani. A tölgy „V”-fa jelöltek vagy „V”-fák között, az ott lévő és nem „V”-fa minőségű tölgyek helyett, a jövő állománya érdekében meg kell hagyni a jó koronájú (nem keskeny, felfelé nyurguló) gyertyánokat.

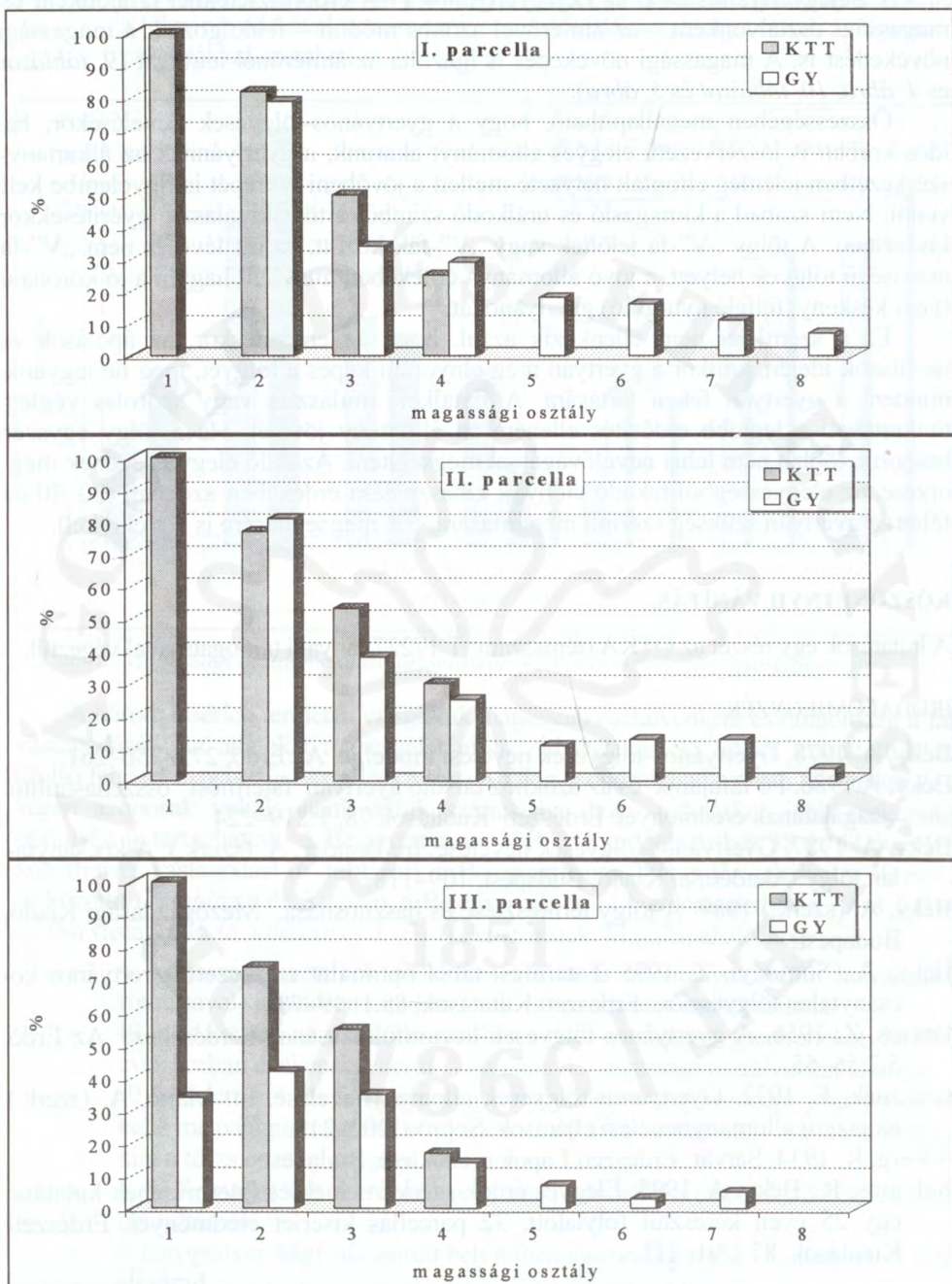
Ez a szemlélet nem ellenkezik azzal, hogy az erdősítéskor, az ápolások és tisztítások idején, amikor a gyertyán még elnyomni képes a tölgyet, meg ne tegyünk mindent a gyertyán féken tartására. A fiatalkori mulasztás vagy spórolás végleg tönkretelheti a legjobb erdősítés ellenére az állomány jövőjét. Ha a tölgy egyszer beszorul, többet nem lehet nevelővágással megsegíteni. Az erdő elegyességének megőrzése, az elegyességből fakadó előnyök kihasználása érdekében azonban (20–30 év felett) a gyertyán szükség szerinti megtartására, sőt, megsegítésére is ügyelni kell.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

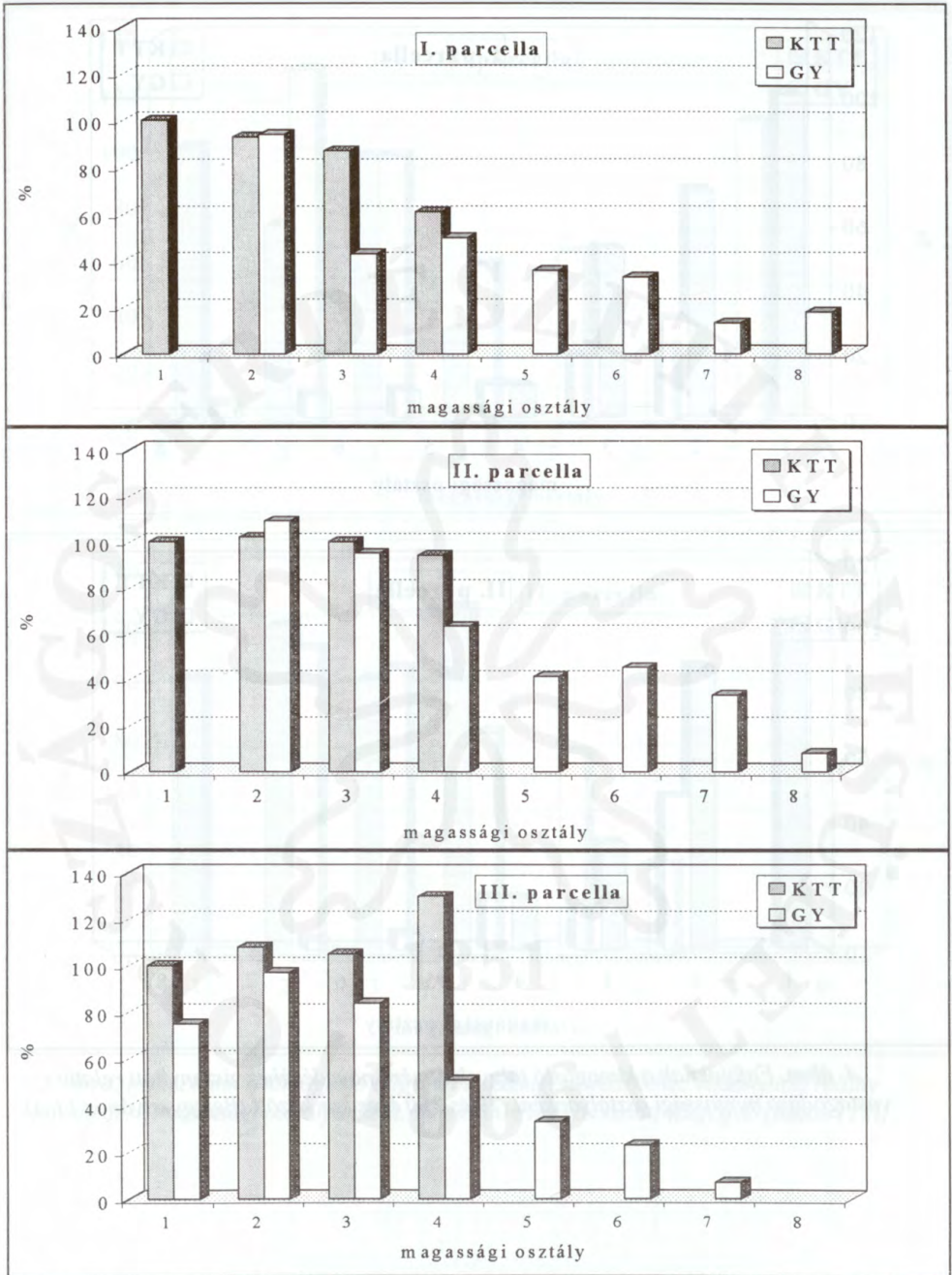
A kutatások egy részét az OTKA (témaszám: T 17227) anyagi támogatásával végeztük.

## IRODALOMJEGYZÉK

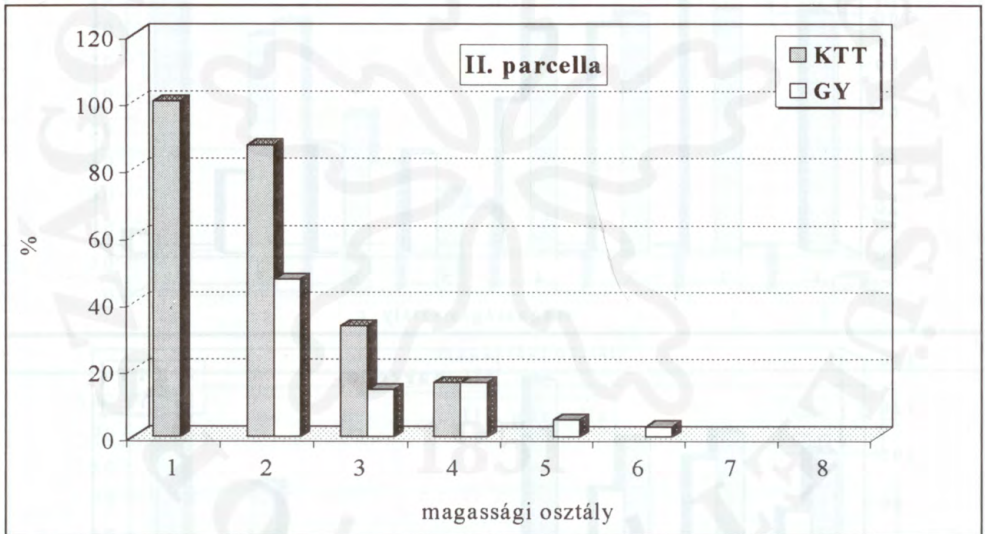
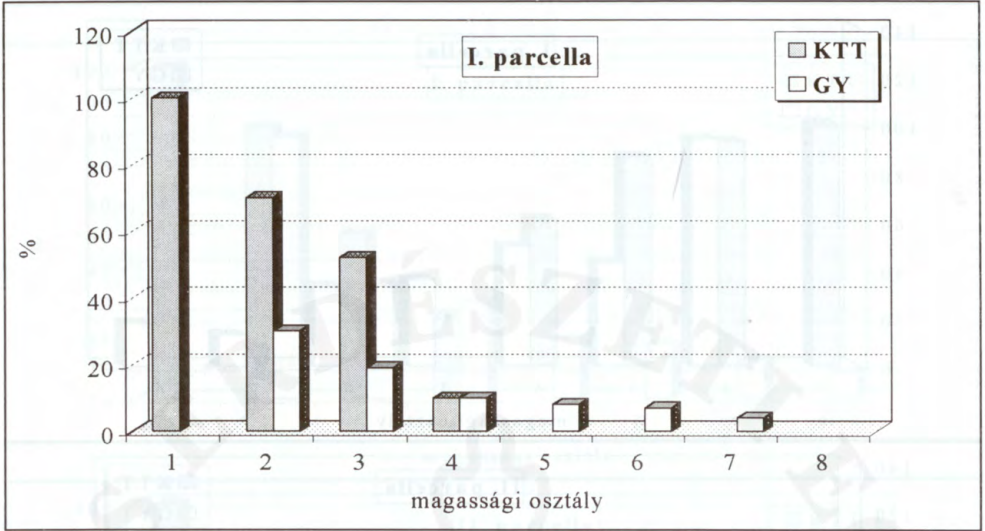
- Béky, A. 1978. Gyertyános-tölgyesek nevelési modellje. *Az Erdő*, 27.6:256–261.
- Béky, A. 1986. Fő fafajaink és az azokhoz társuló gyertyán fatermési összehasonlító vizsgálatának eredményei. *Erdészeti Kutatások* 78, 1:219–224.
- Béky, A. 1987. Gyertyános-tölgyesek nevelése. In: Bondor, A. (szerk.): *A kocsánytalan tölgy*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 109–118.
- Béky, A. (szerk.) 1989. *A tölgy termesztése és hasznosítása*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Béky, A., Somogyi, Z. 1995. Fatermési tábla optimális szerkezetű gyertyános-kocsánytalan tölgyesekre. *Erdészeti Kutatások*, 85.1: 49–78.
- Borsos, Z. 1956. A gyertyános tölgyesek hozamfokozásának kérdéséhez. *Az Erdő*, 5.2:56–65.
- Csesznák, E. 1972. Gyertyános-tölgyesek állománynevelése. In: Majer, A. (szerk.) *Korszerű állománynevelési eljárások*. Sopron, 202–219.
- Scherg, K. 1934. *Sárvár*. Erdészeti Lapok melléklete, Budapest.
- Solymos, R., Béky, A. 1995. Elegyes erdők szerkezetének és fatermésének kutatása: egy 25 éven keresztül folytatott, 32 parcellás kísérlet eredményei. *Erdészeti Kutatások*, 85.1:91–111.



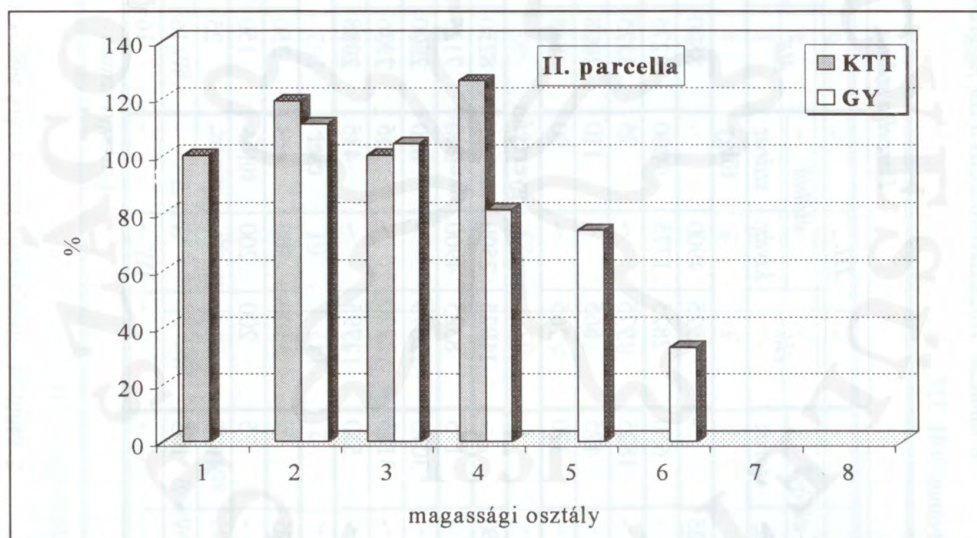
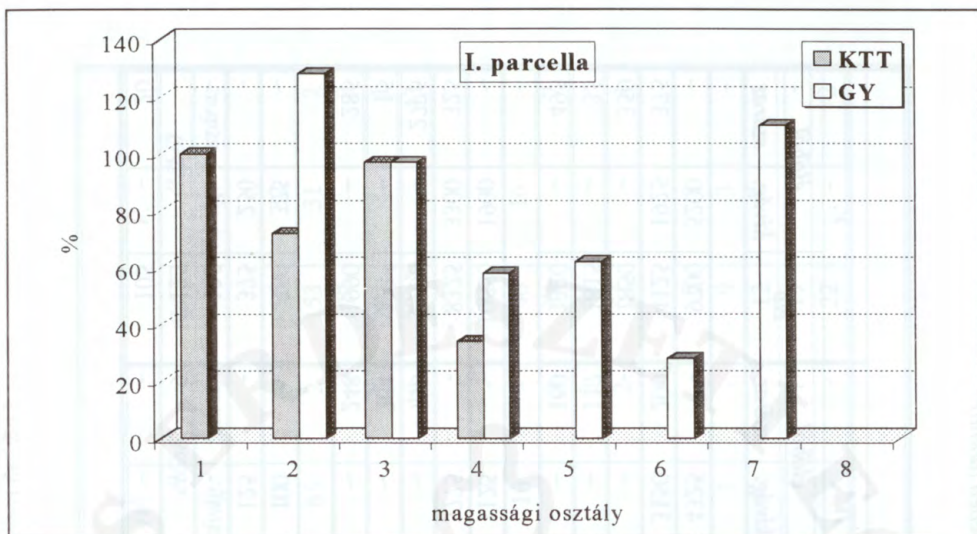
2. ábra. Fafajoknak a kimagasló tölgyek átmérő növedékéhez viszonyított relatív vastagodása magassági osztályonként, 40 és 63 éves kor között (Bejcgertyános 28 B)



3. ábra Fajoknak a kimagasló tölgyek magassági növedékéhez viszonyított relatív növekedése magassági osztályonként, 40 és 63 éves kor között (Bejgyertyános 28 B)



4. ábra. Fajfajoknak a kimagasló tölgyek átmérő növedékéhez viszonyított relatív vastagodása magassági osztályonként, 79 és 100 éves kor között (Bejcggyertyános 11 A)



5. ábra. Fafajoknak a kimagasló tölgyek magassági növedékéhez viszonyított relatív növekedése magassági osztályonként, 79 és 100 éves kor között (Bejgyertyános 11 A)

1. táblázat. Törzsszám-változás a kor függvényében (db/ha)

Kísérleti terület: Bejcgertyános 30B–31F

Kor	Parcella száma											
	II.			III.			IV.			V.		
	élő	előből		élő	előből		élő	előből		élő	előből	
		kivág.	száraz		kivág.	száraz		kivág.	száraz		kivág.	száraz
<b>tölgy</b>												
18	10025	5825	-	7925	4900	-	8800	4325	-	9700	5200	-
26	3550	-	650	2825	1775	200	4275	3150	200	4125	1925	375
33	1725	-	1825	975	-	75	1125	-	-	1850	-	350
38	1250	-	475	865	-	110	1008	-	117	1815	-	35
42	880	-	370	765	-	90	848	-	160	1320	-	495
<b>gyertyán</b>												
18	10575	1450	-	11025	2500	-	8250	1125	-	10550	1900	-
26	8950	-	175	8325	4900	200	7125	3775	-	8325	3300	325
33	5875	-	3075	2575	-	850	2600	-	750	2250	-	2775
38	2690	-	3185	2220	-	355	2336	-	264	2235	-	15
42	2160	-	530	1795	-	435	2088	-	248	1990	-	285
<b>cser</b>												
18	900	375	-	700	500	-	250	100	-	750	375	-
26	450	-	75	200	200	-	150	125	-	375	250	-
33	275	-	175	-	-	-	25	-	-	125	-	-
38	170	-	105	-	-	-	16	-	9	125	-	-
42	170	-	-	-	-	-	16	-	-	105	-	20

2. táblázat. Fatérfogat-változás a kor függvényében (m<sup>3</sup>/ha)

Kísérleti terület: Bejagyertyános 30B–31F

Kor	Parcella száma											
	II.			III.			IV.			V.		
	élő	előből		élő	előből		élő	előből		élő	előből	
		kivág.	száraz		kivág.	száraz		kivág.	száraz		kivág.	száraz
<b>tölgy</b>												
18	68	23	-	77	25	-	91	21	-	96	32	-
26	108	-	2	147	61	1	162	85	2	153	31	2
33	115	-	28	152	-	6	132	-	-	177	-	9
38	146	-	25	217	-	10	216	-	5	284	-	1
42	139	-	28	236	-	9	228	-	19	283	-	43
<b>gyertyán</b>												
18	33	3	-	42	8	-	23	2	-	31	4	-
26	55	-	1	63	23	1	40	16	-	46	16	-
33	66	-	9	52	-	5	31	-	2	34	-	7
38	79	-	18	74	-	3	45	-	3	41	-	-
42	84	-	5	82	-	4	53	-	2	51	-	4
<b>cser</b>												
18	6	2	-	3	2	-	2	-	-	5	1	-
26	16	-	1	5	5	-	4	3	-	9	3	-
33	23	-	2	-	-	-	1	-	-	12	-	-
38	31	-	8	-	-	-	4	-	1	19	-	-
42	45	-	-	-	-	-	6	-	-	22	-	2

3. táblázat. Fatérfogat adatok parcellánként a 18–42 év közötti teljes időszakra

Kísérleti terület: Bejcgertyános 30B–31F

Parcella száma	II.				III.				IV.				V.			
	T	GY	CS	Össz.	T	GY	CS	Össz.	T	GY	CS	Össz.	T	GY	CS	Össz.
Kiindulási V m <sup>3</sup> /ha	68	33	6	107	77	42	3	122	91	23	2	116	96	31	5	132
Kivágott V m <sup>3</sup> /ha	23	3	2	28	86	31	7	124	106	18	3	127	63	20	4	87
Elszáradt V m <sup>3</sup> /ha	83	33	11	127	26	13		39	26	7	1	34	55	11	2	68
Utolsó felv. V m <sup>3</sup> /ha	139	84	45	268	236	82	5	323	228	53	6	287	283	51	22	356
24 évi növedék V m <sup>3</sup> /ha	177	87	52	316	271	84	9	364	269	55	8	332	305	51	23	379
Korszaki átl. növedék	7,4	3,6	2,2	13,2	11,3	3,5	0,4	15,2	11,2	2,3	0,3	13,8	12,7	2,1	1,0	15,8

4. táblázat. Fatérfogat adatok parcellánként a 40–63 éves kor közötti teljes időszakra

Kísérleti terület: Bejcgertyános 28B

Parcella száma	I.				II.				III.			
	T	GY	CS	Össz.	T	GY	CS	Össz.	T	GY	CS	Össz.
Kiindulási V m <sup>3</sup> /ha	201	58	10	269	179	116	15	310	80	139	-	219
Kivágott V m <sup>3</sup> /ha	42	15	10	67	35	40	12	87	6	27	-	33
Elszáradt V m <sup>3</sup> /ha	31	6	-	37	51	6	-	57	30	20	-	50
Utolsó felv. V m <sup>3</sup> /ha	387	75	-	462	315	86	14	415	173	186	-	359
23 évi növedék V m <sup>3</sup> /ha	259	38	-	297	222	16	11	249	129	94	-	223
Korszaki átl. növ. V m <sup>3</sup> /ha	11,3	1,6	-	12,9	9,7	0,7	0,5	10,8	5,6	4,1	-	9,7

5. táblázat. Fatérfogat adatok parcellánként a 79–100 év közötti teljes időszakra.

Kísérleti terület: Bejgyertyános 11A

Parcella száma	I.			II.		
	T	GY	Össz.	T	GY	Össz.
Kiindulási V m <sup>3</sup> /ha	207	178	385	271	115	386
Kivágott V m <sup>3</sup> /ha	-	-	-	-	-	-
Elszáradt V m <sup>3</sup> /ha	6	13	19	2	9	11
Utolsó felv. V m <sup>3</sup> /ha	303	209	512	422	136	558
23 évi növedék V m <sup>3</sup> /ha	102	54	156	153	30	183
Korszaki átl. növ. V m <sup>3</sup> /ha	4,9	2,6	7,5	7,3	1,4	8,7

6. táblázat. Mellmagassági átmérő növedék, valamint a kimagasló fákhöz viszonyított

Kísérleti terület: Bejgyertyános 30B-31F

Mag. osztály	Parcella																							
	II.						III.						IV.						V.					
	T		CS		GY		T		CS		GY		T		CS		GY		T		CS		GY	
	átmérő növedék						átmérő növedék						átmérő növedék						átmérő növedék					
	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%
1	0,38	100	0,75	197	0,38	100	0,45	100			0,75	167	0,50	100	1	196			0,50	100	0,48	96		
2	0,30	79	0,52	137	0,25	66	0,22	49			0,65	144	0,28	56			0,50	100	0,32	64	0,30	60	0,35	70
3	0,15	39	0,40	105	0,20	53	0,18	40			0,50	111	0,18	36			0,45	90	0,18	36	0,25	50	0,30	60
4	0,13	34			0,18	47	0,10	22			0,18	40	0,10	20	0,2	30	0,25	50	0,08	16	0,18	36	0,28	56
5	0,10	26			0,12	32	0,12	27			0,15	33					0,15	30	0,05	10			0,20	40
6					0,08	21	0,10	22			0,10	22					0,10	20					0,15	30
7					0,05	13					0,03	6					0,08	16					0,08	16
8					0,05	13																		

7. táblázat. Fafajok átmérői, ( $D_{40}$  és  $D_{63}$ ) vastagodása, (delta  $D$ ), valamint a kimagasló tölgyek növedékéhez viszonyított relatív vastagodás magassági osztályonként, 40 és 63 éves kor között, Bejcggyertyános 28 B erdőrészletben

Magassági osztály	Tölgy				Gyertyán			
	$D_{40}$	$D_{63}$	delta $D$	$r D$	$D_{40}$	$D_{63}$	delta $D$	$r D$
	cm				cm			
<b>I. parcella</b>								
1	25,4	37,3	11,9	100				
2	21,5	31,2	9,7	82	20,2	29,6	9,4	79
3	18,5	24,5	6,0	50	17,3	21,4	4,1	34
4	15,8	18,8	3,0	25	15,6	19,0	3,4	29
5					11,1	13,3	2,2	18
6					7,9	9,8	1,9	16
7					5,9	7,2	1,3	11
8					3,6	4,4	0,8	7
<b>II. parcella</b>								
1	24,4	35,6	11,2	100				
2	20,7	29,3	8,6	77	15,9	25,0	9,1	81
3	17,9	23,8	5,9	53	17,3	21,6	4,3	38
4	14,9	18,3	3,4	30	15,6	18,4	2,8	25
5					11,8	13,0	1,2	11
6					8,5	10,0	1,5	13
7					5,4	6,8	1,4	13
8					4,2	4,6	0,4	4
<b>III. parcella</b>								
1	22,0	33,7	11,7	100	21,3	25,3	4,0	34
2	19,6	28,3	8,7	74	17,3	22,2	4,9	42
3	20,7	27,1	6,4	55	14,9	19,0	4,1	35
4	15,0	17,0	2,0	17	13,9	15,5	1,6	14
5					11,6	12,4	0,8	7
6					8,9	9,2	0,3	3
7					6,0	6,6	0,6	5
8								

8. táblázat. Fafajok átmérői, ( $D_{79}$  és  $D_{100}$ ) vastagodása, (Delta  $D$ ), valamint a kimagasló tölgyek növedékéhez viszonyított relatív vastagodás magassági osztályonként, 79 és 100 éves kor között, Bejgyertyános 11 A erdőrészletben

Magassági osztály	Tölgy				Gyertyán			
	$D_{79}$	$D_{100}$	delta $D$	$r D$	$D_{79}$	$D_{100}$	delta $D$	$r D$
	cm			%	cm			%
<b>I. parcella</b>								
1	48,5	56,9	8,4	100				
2	38,9	44,8	5,9	70	31,4	33,9	2,5	30
3	36,6	41	4,4	52	26,4	28,0	1,6	19
4	26,3	27,1	0,8	10	22,8	23,6	0,8	10
5					18	18,7	0,7	8
6					13,1	13,7	0,6	7
7					13,8	14,1	0,3	4
8								
<b>II. parcella</b>								
1	43,0	50,6	7,6	100				
2	36,0	42,6	6,6	87	27,8	31,4	3,6	47
3	24,8	27,3	2,5	33	23,2	24,3	1,1	14
4	20,5	21,7	1,2	16	19,7	20,9	1,2	16
5					16,2	16,6	0,4	5
6					11,9	12,1	0,2	3
7								
8								

9. táblázat. Fafajok magassága, ( $H_{40}$  és  $H_{63}$ ) magassági növekedése, ( $\Delta H$ ), valamint a kimagasló tölgyek növedékéhez viszonyított relatív magassági növekedés magassági osztályonként, 40 és 63 éves kor között, Bejcggyertyános 28 B erdőrészletben

Magassági osztály	Tölgy				Gyertyán			
	$H_{40}$	$H_{63}$	$\Delta H$		$H_{40}$	$H_{63}$	$\Delta H$	
	m			%	m			%
<b>I. parcella</b>								
1	20,4	27,6	7,2	100				
2	19,6	26,3	6,7	93	19,2	26,0	6,8	94
3	18,6	24,9	6,3	87	19,1	22,2	3,1	43
4	17,9	22,3	4,4	61	16,6	20,2	3,6	50
5					13,5	16,1	2,6	36
6					11,1	13,5	2,4	33
7					9,3	10,2	0,9	13
8					4,8	3,5	-1,3	-18
<b>II. parcella</b>								
1	19,5	25,9	6,4	100				
2	18,2	24,7	6,5	102	16,8	23,8	7,0	109
3	17,2	23,6	6,4	100	16,1	22,2	6,1	95
4	15,6	21,6	6,0	94	15,8	19,8	4,0	63
5					13,6	16,2	2,6	41
6					10,4	13,3	2,9	45
7					7,2	9,3	2,1	33
8					5,2	4,7	-0,5	-8
<b>III. parcella</b>								
1	19,0	25,1	6,1	100	19,3	23,9	4,6	75
2	18,4	25,0	6,6	108	16,5	22,4	5,9	97
3	18,5	24,9	6,4	105	15,9	21,0	5,1	84
4	17,0	24,9	7,9	130	15,2	18,3	3,1	51
5					13,9	15,9	2,0	33
6					11,9	13,3	1,4	23
7					9,2	9,6	0,4	7
8								

**10. táblázat.** Fajajok magassága, ( $H_{79}$  és  $H_{100}$ ) növekedése, (delta  $H$ ), valamint a kimagasló tölgyek növedékéhez viszonyított relatív magassági növekedés magassági osztályonként, 79 és 100 éves kor között, Bejcggyertyános 11 A erdőrészletben

Magassági osztály	Tölgy				Gyertyán			
	$H_{79}$	$H_{100}$	delta $H$		$H_{79}$	$H_{100}$	delta $H$	
	m			%	m			%
<b>I. parcella</b>								
1	23,9	26,8	2,9	100				
2	23,6	25,7	2,1	72	21,6	25,3	3,7	128
3	22,0	24,8	2,8	97	21,4	24,2	2,8	97
4	23,0	24,0	1,0	34	19,9	21,6	1,7	59
5					16,1	17,9	1,8	62
6					13,0	13,8	0,8	28
7					12,0	15,2	3,2	110
8								
<b>II. parcella</b>								
1	23,5	26,2	2,7	100				
2	21,8	25,0	3,2	119	21,9	24,9	3,0	111
3	20,8	23,5	2,7	100	19,0	21,8	2,8	104
4	19,0	22,4	3,4	126	17,1	19,3	2,2	81
5					15,1	17,1	2,0	74
6					13,4	14,3	0,9	33
7								
8								



# **GYÉRITÉSI TECHNOLÓGIÁK HATÁSA A FAÁLLOMÁNY-SZERKEZETRE ÉS A NÖVEDÉKRE**

**BÉKY ALBERT**

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

Clark-Bobcat 1075 típusú döntő-rakásoló géppel, 47 éves, IV. fatermési osztályú cseres állományban végrehajtott gyérítési kísérletet elemez a dolgozat. Összehasonlítja a hagyományos, a sablonos és a kombinált módszer hatását a faállomány-szerkezetre. 17 év eltelte után értékeli a növedéket és a száradék-képződést. Megállapítja, hogy legnagyobb növedéket a kontroll és a hagyományosan gyérített parcella adta, de kombinált módszerrel a Bobcat kiváló gyérítő gép. A sablonos gyérítést kedvezőtlennek tartja.

**KULCSSZAVAK:** döntő-rakásoló gép, gyérítési technológiák, faállomány-szerkezet, növedék, száradék-képződés.

## **ABSTRACT**

This paper summarizes the results of a thinning experiment conducted in a Turkey oak stand of 47 years and yield class IV. Thinning was carried out by a felling-piling machine of type Clark-Bobcat 1075. The effects of three thinning methods are compared: the traditional one, schematic thinning with the machine, and their combination. Increment and self-thinning are evaluated 17 years after thinning. It is established that the greatest increment was achieved in the control plot and in the plot thinned by the traditional method, but the Bobcat proved to be an excellent machine in the combined method. The schematic thinning was found undesirable.

**KEYWORDS:** felling-piling machine, thinning technologies, stand structure, increment, self-thinning

## **BEVEZETÉS**

Az erdőnevelési kutatás feladata nem csak a hagyományos válogató szemlélettel végzett nevelővágás-jelölésű, de különböző erősségű beavatkozások összehasonlító vizsgálata, hanem az egyedenkénti válogatás mellőzésével végrehajtott, sablonos nevelővágások vizsgálata is. Az első esetben az érintetlen területtől a szélsőségesen erős belenyúlásig változtatjuk a nevelővágásokkal az állományszerkezetet, de mindig egyedenként bíráljuk el a fákat, ítéljük kivágásra vagy megmaradásra, a második eset-

ben a térbeli rend a fontos, válogatás nélkül végezzük a fák kitermelését, illetve hagyunk lábön fölösleges vagy káros egyedeket. Ez utóbbi a gépesítéssel függ össze.

Törzskiválasztó gyérítések elvégzésére alkalmas gép a Clark-Bobcat 1075 típusú döntő-rakásoló gép, amelyet az 1976. évi Fagazdasági Műszaki Napok keretében láthattunk először Magyarországon dolgozni. Az első kedvező benyomások alapján többek között a Balatonfelvidéki Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság is elhatározta a géptípus beszerzését. Szándékuk az volt, hogy erdei aprítéktermelés géprendszerébe szervezve üzemeltessék, elsősorban keménylombos, törzskiválasztó korú állományok gyérítésében. Ismert, hogy a BEFAG kötelezettsége évi 150 000 tonna faapríték átadása volt a Péti Nitrogénművek részére, furfurol gyártási célra.

Az alapanyag egy részét a viszonylag nagy területen előforduló cseres, gyertyános törzskiválasztó gyérítések kitermelhető faanyaga biztosította. Mivel a hagyományos motorfűrésztes termelés élőmunka-ráfordítása a törzskiválasztó gyérítésekben különösen magas, és munkaerő-ellátottságuk kedvezőtlen helyzete miatt a végrehajtás egyre nagyobb gondot jelentett, a fahasznosítás új lehetősége az új módszerek és technikai eszközök bevezetését sürgette. Az említett állományok faanyaga erdei aprítéktermelés formájában a furfurol gyártáshoz megfelelő, a kitermelt fatömeg jelentős vékonyfa hányada is hasznosítható.

A BEFAG-nál a Bobcat döntő-rakásoló géppel 1977 nyarán kezdték meg a gyérítési munkát cseres állományokban, üzemi szintű kísérletek beindításával. A Morbark-12 típ. aprítógép üzembeállításáig a kitermelt fatér fogatot hagyományos eszközökkel készítették fel. A gépkezelők gyakorlatlansága, a kézi felkészítés nehézségei és az előkalkulált magas költségek miatt csak sablonos gyérítési technológiára lehetett gondolni.

A kísérletek során a gép hatékony alkalmazásának feltételeit keresték, különféle rácsos és pásztás gyérítési módszereket próbáltak ki.

Először kétféle rácsos (15 m x 10 m, ill. 10 m x 10 m) gyérítést végeztek. Nem felelt meg, mert a hosszirányú pászták kitermelése után először az anyagot fel kellett dolgozni, csak úgy dönthették a keresztirányú pásztákat. Ezen kívül a nem gyérített részek közepére nem volt hatással a nevelővágás. Ezután a pásztás (soros) gyérítésre tértek át: 10,6 és 7 m-ként vágtak 3 m-es pásztát az állományba. A 10 méterenkénti (30 %-os záródásbontás) belenyúlás kevésnek bizonyult, nem növelte meg a visszatérési időt. A 6 méterenkénti (50 %-os) pásztavágás után sok helyen ligetes, túlzottan készletszegény állomány maradt vissza, amelynél nagy növedékvesztés várható.

A 7 m-es tengelytávolsággal végzett nevelővágás általánosan alkalmazható megoldásnak bizonyult, bár a kivágásra került „V” fák magas száma a növedék kérdésben óvatosságra intett. Kedvezőtlen volt, hogy 16–18 m-re megnőtt a pásztán belüli Bobcat-os előközelítési távolság, mivel a MORBARK aprítógép gazdaságos üzemeltetéséhez 1,5 m<sup>3</sup>-es rakományokat kellett nagyteljesítményű traktorokkal vonszolni. Ezenkívül nehezítette a sematikus gyérítést és a traktoros közelítést, mivel erősebb fa is belekerülhetett 1-1 sorba, amit a Bobcat ollója nem bírt elvágni. Ezért a traktoros közelítő utak számának csökkentésére a „halszállás” módszert alakították ki. Ennek hátránya, hogy a 4 méterenkénti közelítő útról előre ki

kellett vonszolni a kitermelt fákat, mert nem fért el a 45° -os szögben a terület többi részéről a Bobcat által kiközelített anyag. Továbbfejlesztésként a „félhalszálkás” módszert alakították ki. Ennél 20 m-ként helyezkednek el a közelítő utak, amelyekről 7 m-kénti tengelytávolsággal, 45° -os szöget bezárva indulnak a kitermelésre kerülő sávok.

Ebben az időszakban, 1978 nyarán kapcsolódott be az ERTI. A kutatóintézet részéről Béky Albert és Kovács Ferenc kutatók a BEFAG részéről Mogyorósi József fejlesztőmérnök tervezte, irányította a munkát. Az ERTI kutatóinak feladata a gép munkájának elemzése volt, a nevelővágás után visszamaradó állomány szempontjából.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

10 parcellás erdőnevelési, állományszerkezeti kísérletet létesítettünk, a hosszabb távú mérési, értékelési lehetőség biztosításával. Az egyes kísérleti parcellákon különböző erősséggel és más-más technológiával hajtottuk végre a gyéritést.

A 10 parcellát az alábbi módszerekkel gyéritettük:

- I. *parcella*: érintetlen, nevelővágást a későbbiekben sem tervezünk, a természetes folyamatokat kívánjuk vizsgálni.
- II. *parcella*: hagyományos, üzemi erősségű válogató gyérités motorfűrészrel lett végrehajtva.
- III. *parcella*: „félhalszálkás”, sablonos gyérités végeztünk a döntő-rakásoló géppel. A közelítő utak 20 méterenként helyezkedtek el, erről 7 méterenkénti tengelytávolsággal, 45°-os szöget bezárva indultak a kitermelésre kerülő sávok.
- IV. *parcella*: „halszálkás”, sablonos gépi gyérités (40 méterenkénti közelítő nyomra két oldalról (20-20 m) lettek előközelítve a döntő-rakásoló géppel a kivágott fák.
- V. *parcella*: V-fás halszálkás gépi gyérités. Ez a módszer abban különbözik a sematikus gyéritésektől, hogy a közelítő útról 45°-osan, 7 méterenként bemelő gyéritési vonal elgörbül, kikerüli az előre tartósan megjelölt V-fákat.
- VI. *parcella*: 7 méterenként 3 méter széles, egyenes pásztát vágott a Bobcat, 4 méter érintetlenül maradt. Ezt a parcellát kihagytuk értékelésünkéből, mivel a nevelővágás után vettük fel adatait (üzemi terület volt) és más erdőrészletben, más termőhelyen van.

A kísérletet, amelynek első öt parcelláját 1978-ban, Balatongyörök 9A erdőrészletben állítottunk be, 1979-ben a 10A erdőrészletben folytattuk. Az előző év tapasztalataiból kiindulva már nem sablonos, hanem válogató gyéritést terveztünk, változtatva a közelítő pászták távolságát illetve a belenyúlás erősségét. 4 új parcellát jelöltünk:

- VII. *parcella*: 20 méterenként kitűzött, 3 méter széles pásztákból és a pászták közötti területből áll. A Bobcat az LKT-val végzett közelítés irányával

ellentétes oldalon kezdte meg a pászta kitermelését és vele együtt egyik oldalról a teljes pásztaköz előre kijelölt válogató gyéritését. A kitermelt fákat a pásztán rakásolta.

*VIII. parcella:* a pásztatávolság itt is 20 méter volt, erre előközelítette és rakásolta a gép két oldalról 10–10 méter mélységig behatolva a kivágásra ítélt fákat. Ennél a parcellánál szélsőségesen erős nevelővágást jelöltünk, 1805 fából csak 645 darabot hagyunk meg.

*IX. parcella:* 40 méterenként tűztük ki a közelítő pásztákat. A Bobcat két oldalról, 20–20 méter mélységig hatolva végezte el a hagyományos szemlélettel jelölt válogató gyéritést.

*X. parcella:* a módszer azonos a IX. parcellánál alkalmazottal, de a pásztatávolság 30 méter és 15–15 méterre megy be a gép.

Valamennyi parcellán a fákat sorszámoztuk, mértük átmérőjüket, magasságukat mintavétel utáni magassági görbéről állapítottuk meg, hagyományos szemlélettel minősítettük nevelési osztályukat, megállapítottuk magassági osztályukat és feljegeztük a valóságnak megfelelően megmaradásukat vagy kivágásukat.

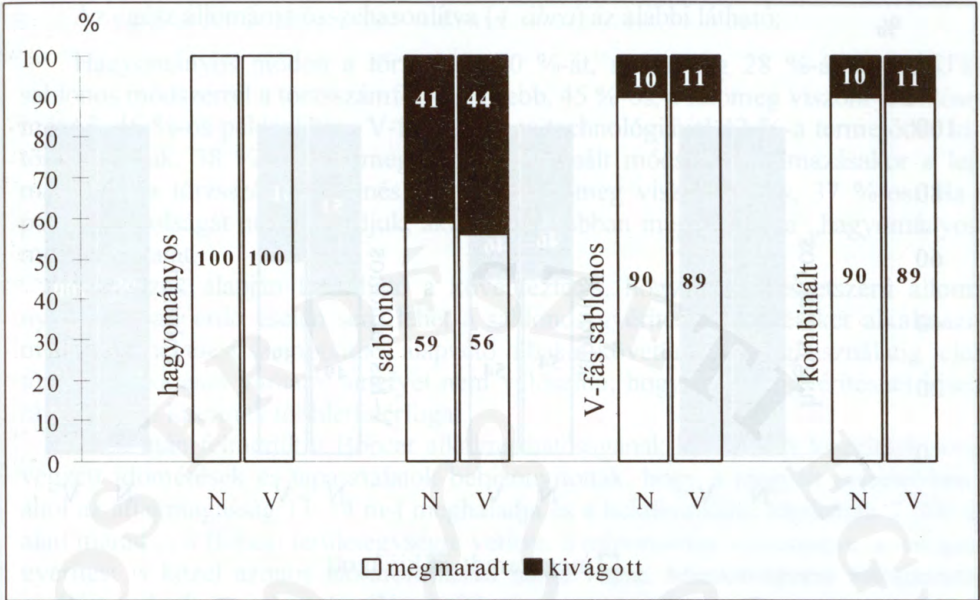
## EREDMÉNYEK

A nevelővágással érintett parcellák négy csoportba sorolhatók:

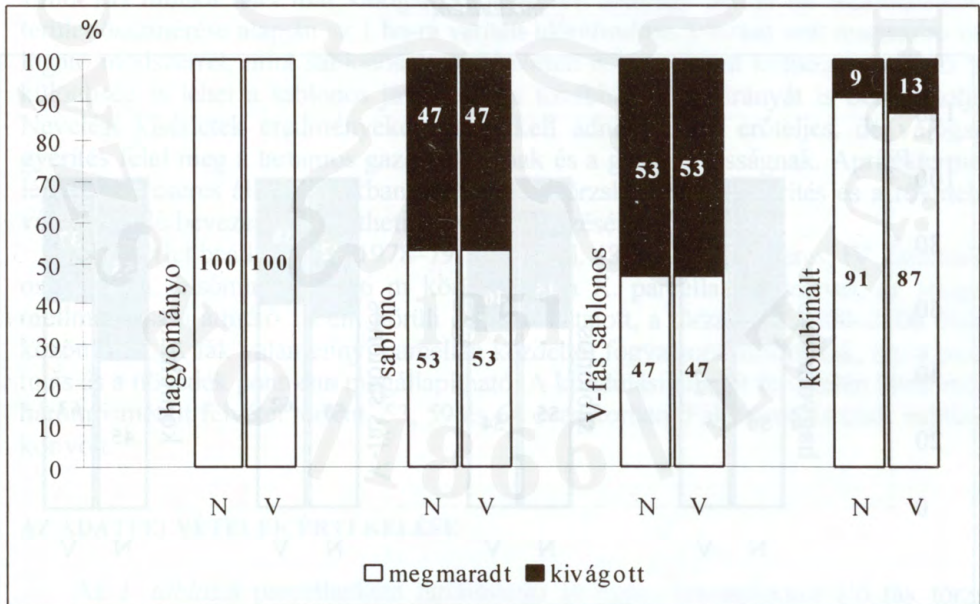
- ❖ hagyományos gyéritésű (II. parcella)
- ❖ sablonos gyéritésű (III., IV. parcella)
- ❖ V-fás sablonos gyéritésű (V. parcella)
- ❖ kombinált gyéritésű (VII., VIII., IX. és X. parcella)

A négy módszert összehasonlítva az alábbiakat láthatjuk:

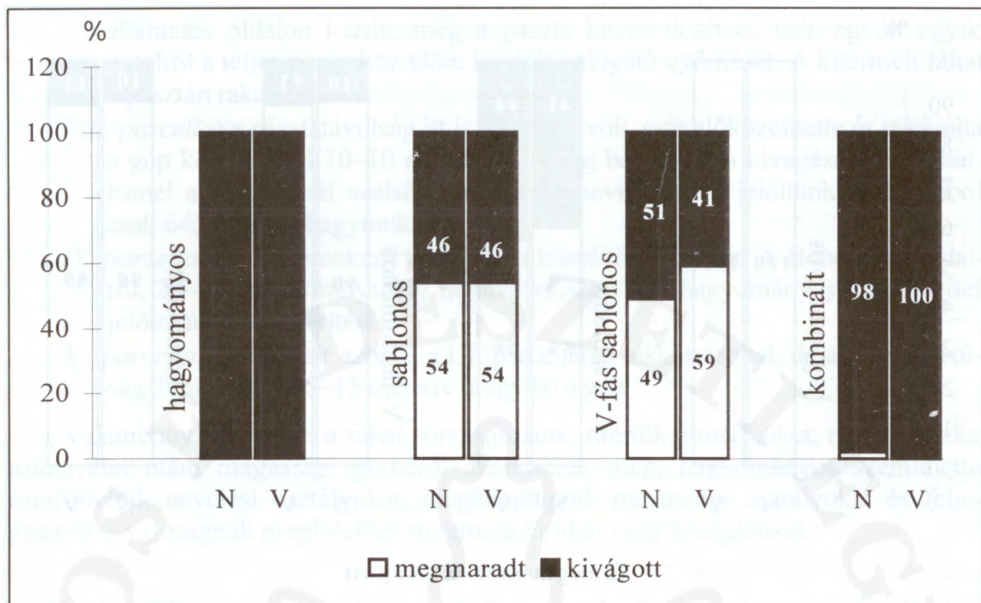
- ❖ A hagyományosan V-fának jelölt fák több mint 40 %-a kitermelésre került a sablonos módszer esetén, a V-fás sablonos és a kombinált technológiánál 10 % (1. ábra).
- ❖ A „segítő”-fák 47 %-át termeltük ki a sablonos, 53 %-át a V-fás sablonos és a közelítő pászta miatt 10 %-át a kombinált módszer alkalmazásakor (2. ábra).
- ❖ A hagyományos kivágásra ítélt fák közül 50–54 % megmaradt a sablonos és a V-fás sablonos módszer esetén, amelyek zavarják a V-fák és segítő-fák növekedését (3. ábra).



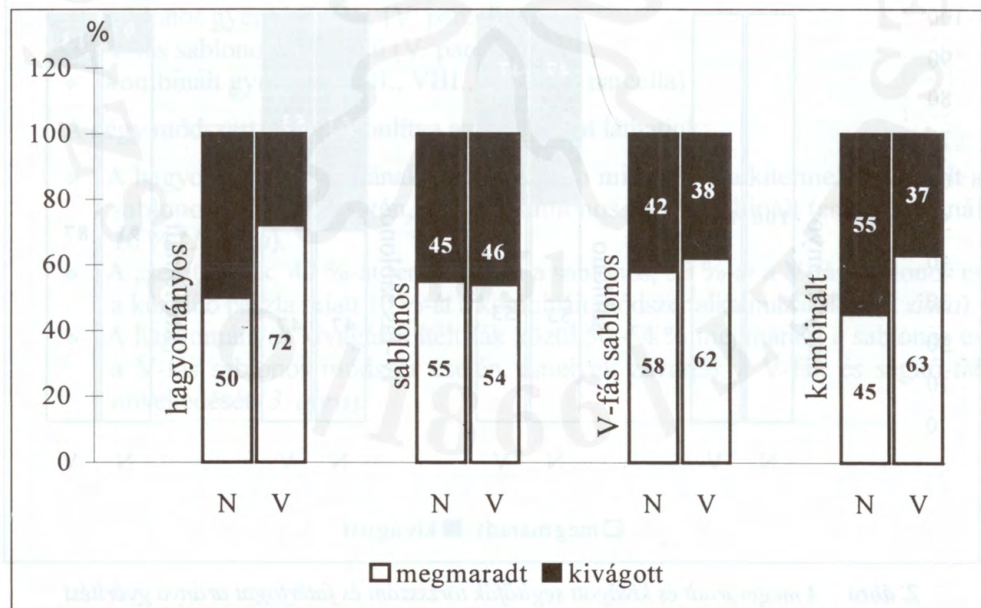
1. ábra. A megmaradt és kivágott V-fák törzsszám és fatérfogat aránya gyérítési módokként



2. ábra. A megmaradt és kivágott segítőfák törzsszám és fatérfogat aránya gyérítési módokként



3. ábra. A megmaradt és kivágott kivágandó fák törzsszám és fatérfogat aránya gyéritési módoként



4. ábra Az egészállományból megmaradt és kivágott fák törzsszám és fatérfogat aránya gyéritési módoként

Az egész állományt összehasonlítva (4. ábra) az alábbi látható:

Hagyományos módon a törzszám 50 %-át, a fatömeg 28 %-át termelik ki; sablonos módszerrel a törzszámfogyás kisebb, 45 %-os, a fatömeg viszont jelentősen megnő, 46 %-os példánkban; V-fás sablonos technológiával 42 %-a termelődik ki a törzszámnak, 38 %-a a fatömegnek; a kombinált módszer alkalmazásakor a legmagasabb a törzszámcsökkenés, 55 %, a fatömeg viszont reális, 37 %-os. Ha a pászta távolságát növelni tudjuk, akkor még jobban megközelíti a „hagyományos” módszer adatát.

Míndezek alapján levonható a következtetés, hogy a természetszerű állományokban ipari erdő esetén sem lehet a sablonos gyéritési módszereket alkalmazni, mivel erdőnevelési szempontból alapvető hibákat követünk el. Véghasználatig jelentős növedékkiesés várható, amelyet nem valószínű, hogy fedez a gyéritésnél kisebb ráfordítással kitermelt többletfatérfogat.

Ezek után felmerült a Bobcat alkalmazhatóságának kérdése. A kísérletek során végzett időmérések és tapasztalatok bebizonyították, hogy a tárgyalt cseresekben – ahol az átlagmagasság 13–14 m-t meghaladja és a hektáronkénti törzszám 2 000 db alatt marad –, a Bobcat területegységre vetítve, a sablonoshoz viszonyítva, a válogató gyéritést is közel azonos időráfordítással hajtja végre. Munkavégzése kifogástalan, sérülést csak elvétve okoz, kiváló gyéritő gép.

A döntő-rakásoló géppel az erdőgazdaság mintegy 330 ha gyéritést végzett. Az 1980. évi munka felét már válogató módszerrel. Mintegy 30–30 ha összehasonlító terület összmérése alapján az 1 ha-ra vetített időráfordítás 5 %-kal volt magasabb válogató módszerrel, mint sablonosan. A kitermelt m<sup>3</sup>-re vetített költségben 20–25 % különbség is lehet a sablonos javára. Ez a további kutatás irányát is befolyásolja. Nevelési kísérletek eredményeként meg kell adni, milyen erőteljes, de válogató gyérités felel meg a tartamos gazdálkodásnak és a gazdaságosságnak. Aprítéktermelésre szánt cseres állományokban az erőteljes törzskiválasztó gyérités és a rövidebb vágásforduló bevezetése jelentheti a jövő célkitűzését.

A kísérlet beállításakor, 1978–79-ben 47, ill. 48 éves volt a cseres, IV. fatermési osztályú. A felsőmagasság 16 m körüli volt, a X. parcella kivételével, az átlagos mellmagassági átmérő 14 cm körüli értéket mutatott, a törzszám 1500–2100 db/ha közötti volt. A fák valamennyi parcellán kezdettől fogva sorszámozottak, így a pusztulás és a növedék pontosan megállapítható. A kiindulási állapot felvételén kívül még három ismételt felvétel történt, 53, 59 és 64 éves korban. Fakitermelés csak induláskor volt.

## AZ ADATFELVÉTELEK ÉRTÉKELÉSE

Az 1. táblázat parcellánként tartalmazza az egyes felvételekkel élő fák törzszámát, a kiindulási állapotból kitermelésre kerülőket, valamint az egyes felvételek között az előző felvétel élő törzseiből elszáradt fák számát. Látható, hogy a nevelővágással érintett parcellák törzsszáma lényegesen nem különbözik a hagyományos (II. parcella) törzsszámától, kivéve a VIII., szélsőségesen erős belenyúlással kezelt és a

gyengébb termőhelyen álló, induláskor is nagyobb törzsszámú X. parcellát. A nevelővágási módszerek különbözőségéből következően az azonos törzsszám más-más állományszerkezetet takart. Amint korábban már említettük, a sablonos módszerrel kezelt parcellákon a V-fákat is részben kivágtuk, s lábón maradtak nem csak a káros, hanem a pusztuló, alászorult fák is. (III., IV. parcella). Az V. parcella annyiban jobb helyzetű, hogy a V-fákat nem vágtuk ki.

Nagyfokú kiegyenlítőset mutat a 64 éves kori törzsszám, kivételt képez a szélsőségesen erősen bontott parcella (VIII. p.), ahol öngyérülés nem volt. A kontroll (I. p.) 1895 fájából 805 fa száradt el, ami 42 %. Öngyérülés a már említett VIII. parcella kivételével, mindegyik parcellán jelentkezett:

A kontroll parcellán már az első visszatérésig jelentkezett pusztulás (85 fa, 3 m<sup>3</sup>), a többi parcellákon még nem, ami azzal magyarázható, hogy a sablonos gyéritéskor megmaradt növekedésben visszamaradt, pusztuló fák is fényhez jutottak.

A második ismételt adatfelvételkor a kontroll parcellán már jelentős volt a pusztulás (195 db, 13 m<sup>3</sup>), de a sablonos gyéritéseknél és a kombinált gyéritéseknél is kismértékben előfordult. Nem volt még elszáradás a hagyományosan gyéritett (II. p.) területen. (A kombinált parcellákon is néhány pusztuló fa megmaradt a gépi termelés során, mert elhelyezkedése olyan volt, hogy a gép nem fért hozzá, és el akarta kerülni a megmaradók esetleges sérülését. Ilyen fa a hagyományos parcellán nem maradt).

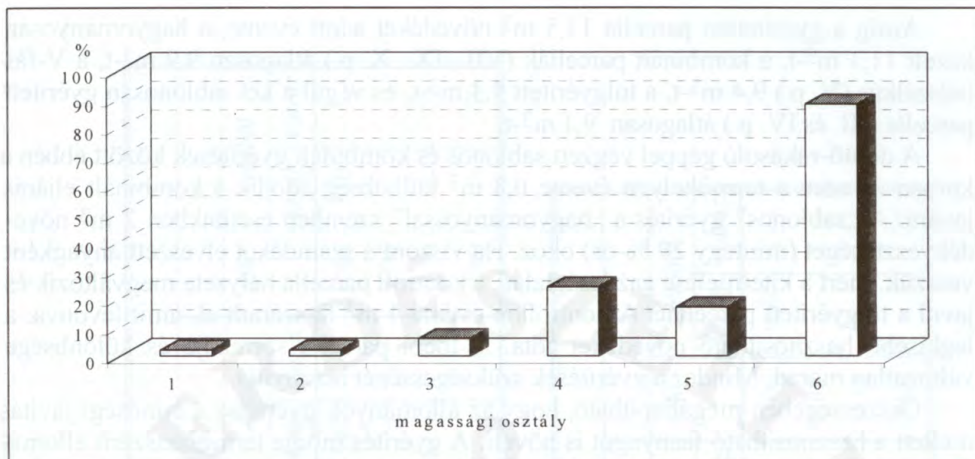
Az utolsó adatfelvételkor már valamennyi parcellán volt öngyérülés (a VIII. parcella kivételével). A „hagyományos” (II. p.) parcellán kismértékű (25 fa, 4 m<sup>3</sup>) a „sablonos” parcellákon növekvő mértékű, a „kombináltakon” valamivel kisebb, a kontrollon (I. p.) igen jelentős (525 fa, 51 m<sup>3</sup>).

A jól jelölt, megfelelő erősségű hagyományos szemléletű gyéritésekkel hosszabb ideig megakadályozható a fák elszáradása részben a pusztulók eltávolítása, részben a fényviszonyok javulása következtében.

A 2. táblázatban az utolsó 5 évben elpusztult fák állományban elfoglalt helyét vizsgáltuk. Parcellánként, magassági osztályok szerint megbontva adtuk meg a 64 éves korban élő fák számát, és az 59 és 64 év között elpusztultakét. A kettő összegéhez viszonyítottuk arányukat. Látható, hogy a kimagasló (1.) és uralkodó (2.) magassági osztályból alig pusztul el fa, mindössze 2 %. A közbeszorultak közül 6 %. (Megjegyezzük, hogy az elszáradt fák magassági osztályok szerinti minősítése az előző (59 éves) felvétel idején lett megállapítva, azóta különösen a közbeszorult fák rosszabb helyzetbe kerülhettek). Az alászorult fák (a koronájukat felülről takarják, de még a felső koronaszintben helyezkednek el) 24 %-a, az 5. magassági osztályú fák (eléri, de már nincs bent koronájuk a felső koronaszintben) 17 %-a és az ennél is kisebb fák (6. osztály) 88 %-a száradt el 5 év alatt (5. ábra).

Az 5. magassági osztályú fák elhalála kisebb, mint a náluk magasabb 4. osztályúaké. Ez magyarázható azzal, hogy oldalról kevésbé szorongatottak.

A cser fatermési tábla (Kovács, 1983.) főállomány törzsszám adataihoz viszonyítva vizsgáltuk, hogy hány év mellékállományának felhalmozódása esetén jelentkezik az öngyérülés. Azt tapasztaltuk, hogy 15 évnyi gyéritetlen állapot után kismértékű a száradás és csak a 25–30 évig magára hagyott cseresben jelentkezik nagymértékben az öngyérülés.



5. ábra. Relatív száradék-képződés magassági osztályokon belül (Balatongyörök 9 A, 10 A)

A 3. táblázat fejléce megegyezik az 1. táblázatéval, de itt nem a törzsszám, hanem a fatérfogat adatokat adtuk meg. Nevelővágás után, amíg a hagyományos parcellán 155 m<sup>3</sup> maradt lábón, addig a két sablonos parcellán (III., IV. p.) 122 m<sup>3</sup>, ill. 124 m<sup>3</sup>, valamennyi – még a szélsőségesen erősen megbontott VIII. parcelláénál is – kevesebb. Ennek az oka a vastag, növedékhordozó fák sablonos kivágása, míg a sok eszmeileg kivágandó, vékony, pusztuló fa megmaradása a törzsszámot kiegyenlítette.

A 4. táblázatban a parcellák felső- és átlagmagassági adatait adjuk közre az életkor függvényében. A felsőmagasságok a termőhelyre jellemző értéket adnak. Induláskor is, az utolsó felvételkor is a VII. és a X. parcella magassága kisebb volt. 64 éves korra az I. és a III. parcella felsőmagassága mutatta a legnagyobb értéket, vagyis a legjobb termőhelyet. Az átlagmagasságok felsőmagassághoz viszonyított különbsége ott a legnagyobb, ahol a legtöbb alászorult fa megmaradt, a kontroll és a sablonos gyéritett parcellákon.

Az 5. táblázat a kimagasló fák átmérőit és az átlagos átmérőt tartalmazza parcellánként a kor függvényében. A kimagasló és az átlagfák átmérőjének különbsége függ a gyérités módjától és a kor haladtával a különbség nő.

A 6. táblázat adja meg a választ, hogy az egyes nevelővágási módszerek mennyiben befolyásolják a növedékképződést. A fatérfogat adatokból levezetett korshazi átlagnövedéket (folyónövedékként vehető) először változtatás nélkül, majd a 64. éves kori felsőmagasságok figyelembevételével a cser fatermési tábla magassági különbségére jutó növedékkal korrigálva adtuk meg. A legmagasabb állomány az I. és a III. parcelláé volt, ehhez igazítottuk a többi parcelláét.

A realisabb, vagyis a korrigált növedékek szerint a legnagyobb növedéket a kontroll, majd a „hagyományos” parcella adta.

A legkisebb növedék a két sablonosan gyéritett parcellánál (III. és IV. p.), valamint a túlgyéritett (VIII p.) parcellánál adódott.

Amíg a gyérintetlen parcella  $11,5 \text{ m}^3$  növedéket adott évente, a hagyományosan kezelt  $11,1 \text{ m}^3$ -t, a kombinált parcellák (VII., IX., X. p.) átlagosan  $9,9 \text{ m}^3$ -t, a V-fás halszálkás (V. p.)  $9,4 \text{ m}^3$ -t, a túlgyérintett  $9,3 \text{ m}^3$ -t, és végül a két sablonosan gyérintett parcella (III. és IV. p.) átlagosan  $9,1 \text{ m}^3$ -t.

A döntő-rakásoló géppel végzett sablonos és kombinált gyérintések között ebben a korban és ezen a termőhelyen évente  $0,8 \text{ m}^3$  különbség adódik a kombinált eljárás javára. A „sablonos” gyérintés a „hagyományossal” szemben esetünkben  $2 \text{ m}^3$  növedékvesztéséget (mintegy 20 %-os) okoz. Ha viszont a száradékot elveszett anyagként vesszük, mert a kitermelése gazdaságtalan, a kontroll parcella helyzete megváltozik és javul a túlgyérintett parcelláé. A kontrollon évente  $4 \text{ m}^3$  fa száradt el, amit levonva, a legkisebb hasznosítható növedéket adta. A többi parcella sorrendje és különbsége változatlan marad. Mindez a gyérintések szükségességét bizonyítja.

Összességében megállapítható, hogy az állományok gyérintése a minőségi javítás mellett a hasznosítható faanyagot is növeli. A gyérintés módja természetszerű állományok esetén ne legyen sablonos, mert növedék és értékvesztéséget okoz.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatási program az OTKA (témaszám: T 5280 és T 5295) támogatásával valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK:

- Béky A., Kovács F., Mogyorósi J. 1981. A Bobcat döntő-rakásoló gép alkalmazása cserék gyérintésében. Agrártudományi Közlemények 40. 269–273.
- Kovács F. 1983. A cser-tölgyállományok fatermése. Erdészeti Kutatások 75. 1:179–188.

1. táblázat. Törzsszám változás a kor függvényében ( db/ha)

Kísérleti terület: Balatongyörök 9A , 10A

Kor, év	Parcella száma																			
	I.				II.				III.				IV.				V.			
	élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből			
		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		
47	1895	-	-	1910	915	-	1620	605	-	1505	595	-	1585	550	-					
53	1810	-	85	995	-	-	1015	-	-	910	-	-	1035	-	-					
59	1615	-	195	995	-	-	1000	-	15	880	-	30	1010	-	25					
64	1090	-	525	970	-	25	930	-	70	800	-	80	940	-	70					

Kor, év	Parcella száma															
	VII.				VIII.				IX.				X.			
	élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		
		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz	
48	1845	855	-	1805	1160	-	1820	860	-	2100	960	-				
53	990	-	-	645	-	-	960	-	-	1140	-	-				
59	975	-	15	645	-	-	940	-	20	1135	-	5				
64	915	-	60	645	-	-	900	-	40	1060	-	75				

2. táblázat. 59 és 64 éves kor között jelentkező száradék szerkezete és mértéke  
a 64 éves korban élőkhöz viszonyítva ( db/ha )

Kísérleti terület: Balatongyörök 9A , 10A

Parcella száma	Magassági osztály															
	1.		2.		3.		4.		5.		6.		Összesen			
	élő	száraz	élő	száraz	élő	száraz	élő	száraz	élő	száraz	élő	száraz	élő	száraz	élő	száraz
	db															%
I.	200	10	395	30	265	40	85	120	145	95	-	230	1090	525	67	33
II.	260	-	420	5	175	-	65	15	50	5	-	-	970	25	97	3
III.	165	-	250	-	125	-	115	10	270	20	5	40	930	70	93	7
IV.	205	-	280	15	70	5	120	15	115	45	10	-	800	80	91	9
V.	225	-	360	-	195	15	65	10	90	-	10	45	945	70	93	7
VII.	180	5	385	25	155	-	100	30	90	-	5	-	915	60	94	6
VIII.	215	-	335	-	65	-	25	-	5	-	-	-	645	-	100	-
IX.	215	5	385	-	95	10	110	15	90	10	5	-	900	40	96	4
X.	250	10	445	5	175	10	125	35	55	15	10	-	1060	75	93	7
<b>össz. db</b>	<b>1915</b>	<b>30</b>	<b>3255</b>	<b>80</b>	<b>1320</b>	<b>80</b>	<b>810</b>	<b>250</b>	<b>910</b>	<b>190</b>	<b>45</b>	<b>315</b>	<b>8255</b>	<b>945</b>		
<b>%</b>	<b>98</b>	<b>2</b>	<b>98</b>	<b>2</b>	<b>94</b>	<b>6</b>	<b>76</b>	<b>24</b>	<b>83</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>88</b>				

3. táblázat. Fatérfogat változás a kor függvényében ( $m^3/ha$ )

Kísérleti terület: Balatongyörök 9A, 10A

Kor, év	Parcella száma																			
	I.				II.				III.				IV.				V.			
	élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből			
		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz					
47	222	-	-	216	61	-	181	59	-	199	75	-	218	49	-					
53	291	-	3	215	-	-	166	-	-	170	-	-	226	-	-					
59	352	-	13	276	-	-	225	-	2	222	-	5	281	-	3					
64	350	-	51	330	-	4	268	-	3	254	-	9	319	-	7					

Kor, év	Parcella száma															
	VII.				VIII.				IX.				X.			
	élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		élő	élőből		
		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz		kivág	száraz				
48	201	63	-	218	84	-	217	56	-	213	71	-				
53	181	-	-	173	-	-	213	-	-	184	-	-				
59	230	-	3	226	-	-	256	-	4	233	-	-				
64	260	-	11	271	-	-	301	-	6	266	-	10				

4. táblázat. Felső-és átlagmagassági adatok ( m )

Kísérleti terület: Balatongyörök 9A , 10A

Kor, év	Parcella száma									
	I.		II.		III.		IV.		V.	
	hf	hg	hf	hg	hf	hg	hf	hg	hf	hg
47	15,8	14,4	16,0	14,9	16,1	14,9	16,7	14,9	16,8	15,3
53	18,0	16,6	17,1	16,5	17,7	16,1	17,5	16,0	18,1	16,8
59	19,9	18,1	18,5	17,5	19,6	17,5	18,7	17,3	19,4	18,0
64	21,5	19,5	20,1	19,2	21,5	18,7	19,8	18,4	20,3	18,7

Kor, év	Parcella száma							
	VII.		VIII.		IX.		X.	
	hf	hg	hf	hg	hf	hg	hf	hg
48	15,1	13,7	16,1	14,6	16,0	14,5	13,9	13,0
53	16,8	15,4	17,3	16,7	17,6	16,3	13,6	14,5
59	17,6	16,4	18,6	17,9	18,5	17,2	16,6	15,5
64	18,7	17,4	19,9	18,9	20,1	18,8	17,6	16,6

5. táblázat. Kimagasló fák átmérője és az átlagos átmérő adatsorai ( cm )

Kísérleti terület: Balatongyörök 9A , 10A

Kor, év	Parcella száma									
	I.		II.		III.		IV.		V.	
	Df	Dg	Df	Dg	Df	Dg	Df	Dg	Df	Dg
47	18,6	13,7	17,9	13,3	18,2	13,2	19,0	14,3	18,8	14,5
53	20,7	15,1	20,3	17,6	22,6	15,4	22,4	16,5	21,9	17,5
59	23,4	16,9	23,2	19,3	24,7	17,4	24,6	18,4	24,1	19,2
64	25,7	19,8	25,2	20,5	27,4	19,1	26,0	20,2	25,5	20,7

Kor év	Parcella száma							
	VII.		VIII.		IX.		X.	
	Df	Dg	Df	Dg	Df	Dg	Df	Dg
48	17,3	13,5	18,5	13,9	17,7	13,8	16,5	13,3
53	21,1	16,6	22,1	19,4	22,4	17,9	19,8	16,0
59	23,0	18,3	24,6	21,5	23,8	19,3	21,2	17,5
64	24,2	19,7	25,7	22,9	25,1	20,5	22,5	18,8

6. táblázat. Fatérfogat, növedék adatok ( $m^3/ha$ )

Kísérleti terület: Balatongyörök 9A, 10A

<i>Parcella szám</i>	<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	<i>V.</i>	<i>VII.</i>	<i>VIII.</i>	<i>IX.</i>	<i>X.</i>
<i>Első felvétel</i>	222	216	181	199	218	201	218	217	213
<i>Kivágott</i>	-	61	59	75	49	63	84	56	71
<i>Elszáradt</i>	67	4	5	14	10	14	-	10	10
<i>Utolsó felvétel</i>	350	330	268	254	319	160	271	301	266
<i>17 évi növedék</i>	195	179	151	144	160	136	137	149	134
<i>Korszaki átl. növ.</i>	11,5	10,5	8,9	8,5	9,4	8,5	8,6	9,3	8,4
<i>Száradék nélküli növ.</i>	7,5	10,3	8,6	7,6	8,8	7,6	8,6	8,7	7,8
<i>Növedék korrekció</i>	-	0,6	-	0,8	0,5	1,2	0,7	0,6	1,7
<i>Korrigált növedék</i>	11,5	11,1	8,9	9,3	9,4	9,7	9,3	9,9	10,1
<i>Korrigált szár. nélk.növ.</i>	7,5	10,9	8,6	8,4	8,8	8,8	9,3	9,3	9,5

# **AZ ÉVGYŰRŰELEMZÉS FELHASZNÁLÁSA NÖVEDÉKVESZTESÉG MEGÁLLAPÍTÁSÁRA, ÉS A MÓDSZER TOVÁBBI ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI**

**SZABADOS ILDIKÓ**

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

A kocsánytalan tölgy állományokban bekövetkezett megbetegedés a fák pusztulásán kívül jelentős növedékcsökkenéssel is járt. Az egészséges és beteg fák évgyűrű-szélességeinek eltéréséből számítható az évenkénti vastagsági növedékvesztés, amely az 1981-1994-es időszakban – ingadozások ellenére is – növekvő tendenciát mutatott. Az évgyűrűelemzés más irányú vizsgálatokat is lehetővé tett: károsodás időpontjának meghatározása, a csapadéknak az évgyűrű méretére gyakorolt hatásának megállapítása és az egészséges fák növekedési tendenciáinak feltárása.

**KULCSSZAVAK:** évgyűrű-szélesség, növedékvesztés

## **ABSTRACT**

The oak decline caused considerable loss of increment in *Quercus petraea* stands, even if they were not destroyed by the decline. The loss of increment – derived from the differences of the tree ring widths measured on healthy and damaged trees – showed an increasing tendency between 1981 and 1994, although not without some fluctuations. The tree ring analysis made several other studies possible, such as: determining the start of the decline, finding out the effect of the amount of precipitation on tree ring width, and defining growth trends of undamaged trees.

**KEYWORDS:** tree rings, increment loss

## **BEVEZETÉS A TÖLGPUSZTULÁS MÉRÉSÉHEZ**

A hazánk erdőterületének jelentős részét, mintegy 12%-át elfoglaló kocsánytalan tölgy állományokban az elmúlt közel másfél évtizedben jelentős mértékű károsodás lépett fel. A jelenség nemcsak az egyik legértékesebb ökoszisztémánk degradációjával fenyeget, hanem az országos faanyagtermelést is jelentősen érinti. Jelentős mennyiségű faanyag megy és ment veszendőbe a fák kiszáradása folytán, és vélhetően jelentős az a faanyagmennyiség is, amelynek a képződése elmaradt. A jelenlegi vizsgálat ennek a nagyságrendjét igyekszik évgyűrűméréssel megbecsülni. Az elemzés kizárólag a

bekövetkezett növedékmódosulásokkal foglalkozik, és nem érinti kialakulásának okait, körülményeit és az ökológiai károkat.

Az elemzések során az évgyűrűk azon tulajdonsága használható fel, hogy méretükkel integrált módon tükrözik a környezetükben bekövetkezett változásokat. Alkalmassak tehát a károsodás mértékének mérésére is, ha a növekedést meghatározó egyéb tényezők, mint pl. vízhiány, alacsony hőmérséklet, kora tavaszi fagy, kedvezőtlen talajviszonyok, biotikus károsítások, betegségek, az egyed kedvezőtlen szociális helyzete, elmaradt erdőművelési beavatkozás, idősebb kor, egyedi genetikai tulajdonság, hatásait kiszűrjük.

A kieső növedék meghatározására irányuló vizsgálatokat az elmúlt időszakban már Európa számos országában végeztek mind az új típusú erdőkárokkal, mind pedig a légszennyezés hatásával összefüggésben. Hazánkban is történtek a tölgypusztuláshoz kapcsolódó évgyűrűelemzések, amelyek elsősorban a betegség jellegének leírására és a károsodás okának keresésére irányultak.

### A NÖVEDÉKKIESÉS SZÁMÍTÁSÁNAK ELVE: A REFERENCIA-FEJLŐDÉS

A beteg állományok növedékviszonyainak a megítéléséhez egy ún. referencia növekedésmenttel való összehasonlítás szükséges. Ez a "normál" fejlődést mutatja, vagyis azt, hogy károsodás fellépése nélkül mekkora lehetett volna a növedék. A referenciaadatokat nem egy, az országos átlagos növekedésmentet tükröző fatermési tábla adja, hanem az adott állomány egészségesnek minősített fái. Ennek az eljárásnak tehát meg van az az előnye, hogy az adott termőhely sajátosságait veszi figyelembe.

### Az indexelés

Az évgyűrűképződést befolyásoló tényezők hatásait a mintaválasztásnál igyekeztünk ugyan csökkenteni, de valamennyit kiküszöbölni és hatásuktól eltekinteni nem lehet. Figyelembe kell venni, hogy a referencia fák és a beteg fák esetleg már a károsodás fellépése előtt is különböző módon nőttek. Ennek a különbségnek a meghatározása a betegség fellépése előtti ún. referencia időszak jellemző növekedésmentének a leírását követeli meg. A kiválasztott, vélhetőleg károsodással még nem sújtott időintervallumban meghatározzuk azt a regressziós görbét, amelyet a növekedés tendenciájában a leginkább követ. Az egyes években a mért értékek a függvényértékektől különböző irányban és különböző mértékben térnek el. A két érték viszonya, az ún. index ( $100 \cdot \text{mért}/\text{számított évgyűrűsűrűség}$ ) azt fejezi ki, hogy az elméletileg várható értéknek hány százaléka realizálódott ténylegesen egy adott évben. Az indexelés által így lehetővé válik különböző korú, méretű és eltérő termőhelyű fák növedékeinek összevetése és átlagolása.

### Egyes fák növedékkiesésének számítása

A növedékkiesés az egészséges és beteg fák eltérő növekedésmentéből adódik az alábbiak szerint:

A referencia görbe meghatározásához kiszámítjuk az adatsor kezdetétől a betegség vélt fellépéséig az évenkénti növedékek regressziós görbéjét, majd ezt a függvényt kiterjesztjük (extrapoláljuk) a betegség időszakára is (1. sz. ábra). Ezt követi az indexelés, amelynek eredményeképpen megkapjuk, hogy a külső körülmények hatására az egészséges fák éves növedékei milyen arányban módosulnak. A továbbiakban feltételezve, hogy ugyanilyen arányú eltérés vonatkozott volna a megbetegedett fákra is („tényleges” növedék), ha azok egészségesek maradtak volna („várható” növedék), meghatározzuk az egészséges és beteg fák növedékkülönbségét (2. sz. ábra).

A részletes számítás lépései a következők:

1. Minden egyes fára külön a mérés kezdetétől a betegség fellépéséig ('k' időpontig) tartó intervallumban – intézetünk Erdővédelmi Osztályának jelentései alapján ez az időpont 1981-re tehető – a növedék jellegét leíró regressziós függvény meghatározása. (Egyszerűsítés érdekében minden esetben az  $y = b \cdot m^x$  alakú exponenciális összefüggést alkalmaztuk.)
2. A függvény értékeinek kiszámítása k+1 évtől a mérés időpontjáig.
3. Indexelés: mért évgyűrűszélesség a számított függvényérték százalékában:

$$I_j = 100 \cdot r_j / f(j), \text{ ahol:}$$

$i_j$ : index a j-dik évben

$r_j$ : j-dik év átlagos évgyűrűszélessége

$f(j)$ : j-dik évhez tartozó függvényérték

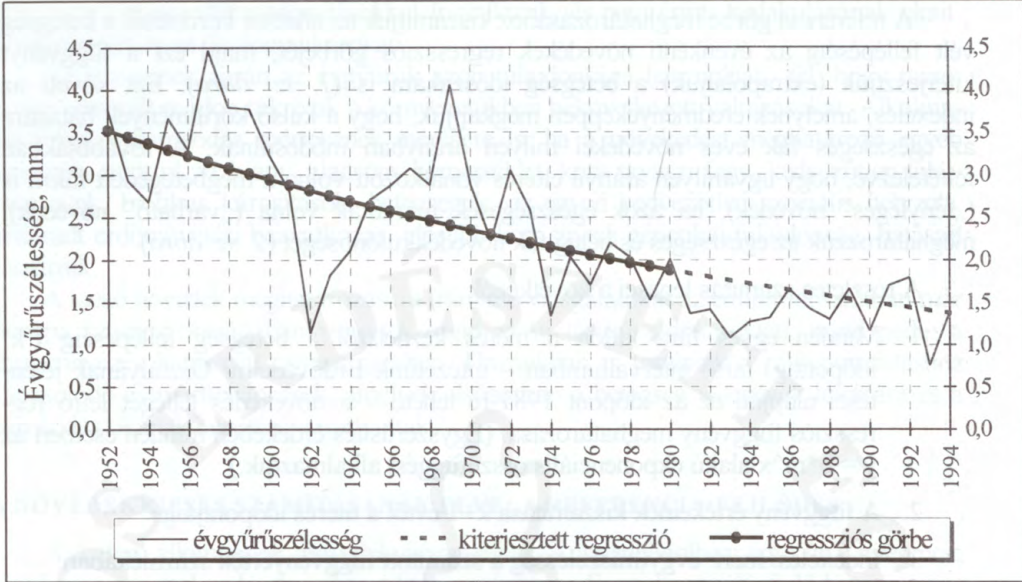
4. Egy-egy parcellán az azonos egészségi osztályú fák indexeinek átlagolása.
5. Az évenkénti átmérő-növedékvesztés mértékének meghatározása százalékos formában:

$$nv\%_j = 100 \cdot (1 - (i_{j\text{átl}b} / i_{j\text{átl}e})),$$

ahol:  $nv\%_j$ : j -dik év növedékvesztése %-ban

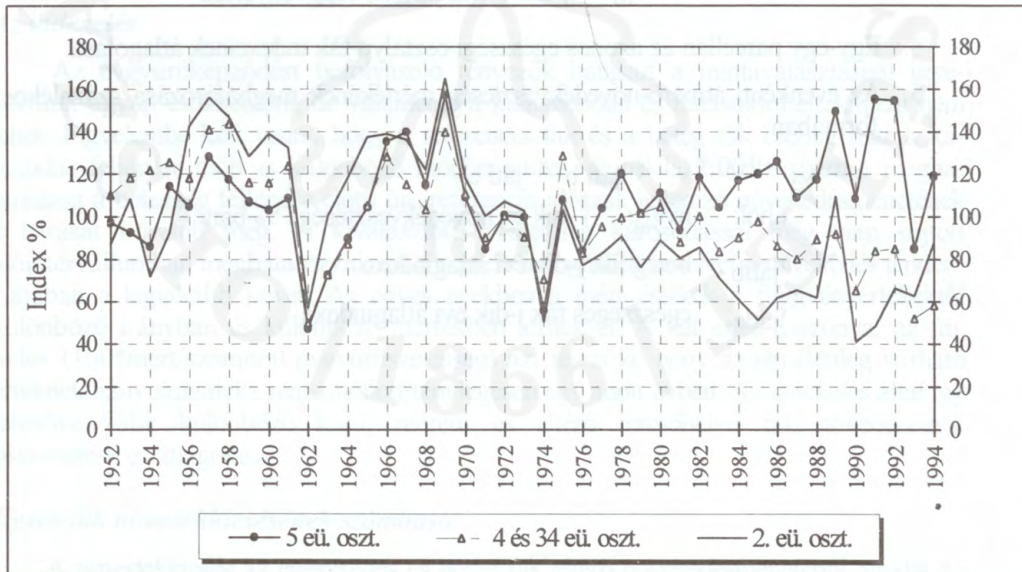
$i_{j\text{átl}b}$ : beteg fák j-dik évi átlagindexe

$i_{j\text{átl}e}$ : egészséges fák j-dik évi átlagindexe



1. ábra. Regressziós görbe és annak kiterjesztése a tölgypusztulás megjelenése után egyetlen fa esetében, Pilismarót 129A

Fig. 1. The regression curve and its extrapolation to the period of oak decline, one sample tree, Pilismarót 129A



2. ábra. Pilismarót 129A erdőrézlet különböző egészségi állapotú fájnak indexértéke

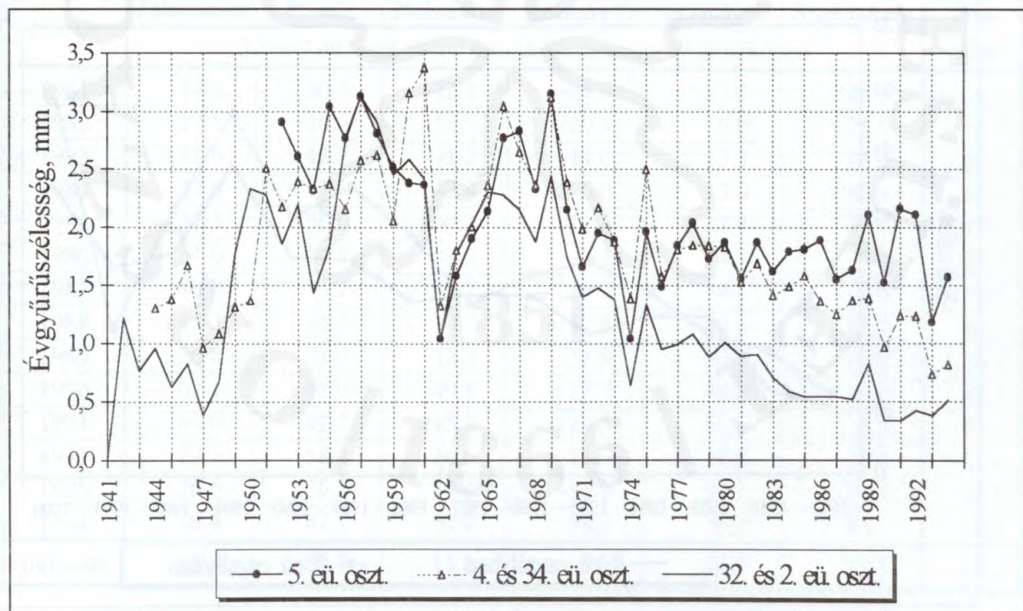
Fig. 2. Index values for sample trees with different damage classes, Pilismarót 129A

### Példa az eljárás felhasználására

A bemutatásra kerülő eredmények a Pilisben (Pilismarót 129A, 56 éves; Pomáz 75C, 55 éves; Pilisszentkereszt 45A, 91 éves; Szentendre 75H, 77E, 85 éves) és a Börzsönyben (Szendehely 14A, 5 parc., 46 éves) található mintaterületek kimagasló és uralkodó magassági osztályú fain elvégzett vizsgálat alapján születtek. A többi magassági osztályban az egyedek közti konkurencia olyan jelentős és nehezen kiszűrhető növekedési hatásokat okoz, hogy célszerűnek látszott teljes elhagyásuk.

A vizsgálatot segítette, hogy 1988. óta rendelkezésre állnak a fák külső jegyek alapján történt évenkénti egészségi minősítéseinek jegyzőkönyvei (Erdővédelmi O. és Béký). Az egészségi állapot változása így évről-évre, egyed szinten figyelemmel kísérhető.

A mintaválasztással kapcsolatban fontos hangsúlyozni, hogy a legfőbb szempont nem a parcella vagy erdőrészlet reprezentálása (vagyis a mintában előforduló egyes kárfokok aránya nem feltétlenül egyezik meg a parcellán belüli arányokkal), hanem lehetőség szerint az adott megbízhatósági szinten szükséges elemszám biztosítása volt. A 11 mintaparcellán összesen 116 darab fából két-két irányból növedécsapot gyűjtöttünk be. A növedécsapok hossza átlagosan 8–10 cm volt, és ez a hosszúság 30–70 éves növekedési időszakot ölelt fel 1994-től visszamenőleg. A mérések befejeztével így összesen mintegy 10 000 évgyűrű szélességi adata és keletkezési éve állt rendelkezésünkre 3 egészségi osztályban (3. sz. ábra).

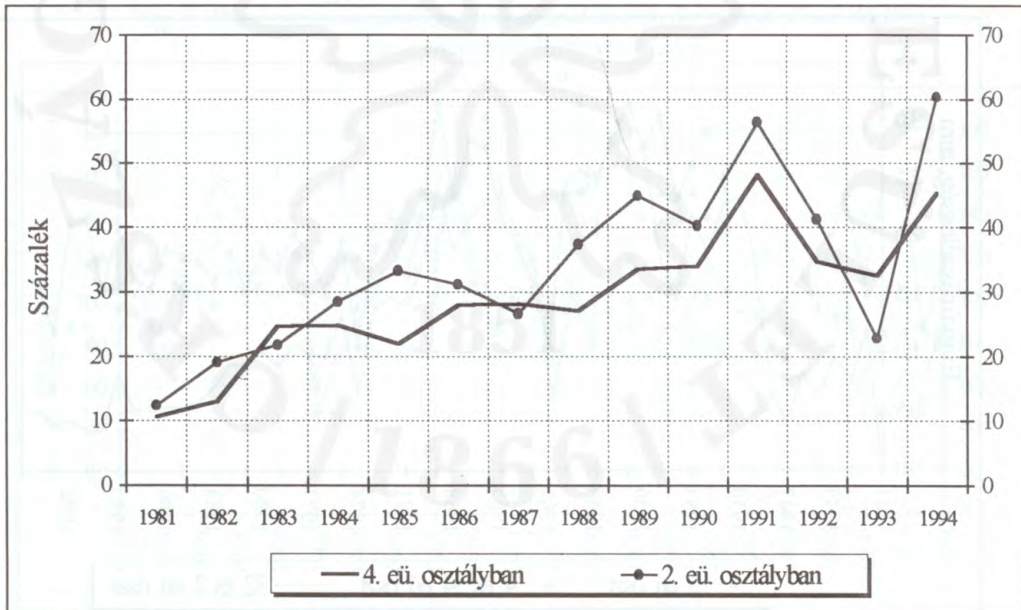


3. ábra. Pilismarót 129A erdőrészlet különböző egészségi állapotú fainak átlagos évgyűrűmenete  
Fig. 3. Average tree ring width of sample trees with different damage classes, Pilismarót 129A

(Az alkalmazott egészségi állapotkódok az alábbiak voltak: 5: tünetmentes; 4: kezdeti betegségi tünetek, kisebb világosabb levelek, ritkább korona; 34: beteg, de még életképes fa; 32: beteg, pusztuló fa; 2: vizsgálat évében elpusztult fa. Az egyes csoportokban a mintaszám számos esetben nem érte el a szükséges mértéket, ezért két-két csoport összevonásra került: 4 és 34, valamint 32 és 2 a továbbiakban már együttesen szerepel.)

A fentiekben mintaként már bemutatott Pilismarót 129A erdőrészletben a 4 és 34 osztályban a veszteségek folyamatosan emelkedő tendenciát mutatnak, a kezdeti 6%-ról 50% fölé emelkedik a veszteség. 14 év átlagában a vastagsági növedékkiesés eléri a 30%-ot. A 2 és 32 egészségi osztályban ugyanakkor a kárhatások nagyon hullámzó képet mutatnak. Két kiemelkedően magas csúcspont jelentkezik 1985-ben és 1991-ben 57%-os ill. 69%-os veszteséggel, és a 14 éves átlag is meghaladja a 40%-ot. A számított növedékkiesési értékek csak az egyes egészségi osztályok mintafaira vonatkoznak. Az állományban bekövetkezett veszteség az erdőrészletekben a károsztályokba tartozó mintafák arányaiból számítható, és a veszteség fatérfogat formájában is meghatározható, amennyiben a magassági növedékvesztéstől eltekintünk.

Az 1. számú táblázat értékei valamennyi parcella évenkénti (1981–1994) százalékos vastagsági növedékvesztését mutatják be. Valamennyi érték összevonásából számított évenkénti vastagsági növedékkiesés százalékos aránya 1981-től 1991-ig mindkét kárfokozatban növekvő tendenciát mutat (1. sz. táblázat, 4. sz. ábra).



4. ábra. A károsodott fák vastagsági növedékkiesése valamennyi parcella összevonásával  
 Fig. 4. Total loss of radial growth of damaged trees, all parcels

1. táblázat. Évenkénti vastagsági növedékkiesés százalékos formában

Dátum	Pilismarót	Pomáz	Pilissztker.	Szt.endre75	Szt.endre77	Szendehegy	Éves átlag
	4 és 34 eu. oszt. %-os növedékvesztesége az átmérőben						
1981	6.3	26.8	0.9	2.7	11.0	15.1	10.5
1982	15.2	18.4	6.8	-16.4	25.6	15.6	10.9
1983	19.8	32.7	22.3	0.7	34.6	12.5	20.4
1984	22.9	29.4	9.3	-0.8	34.1	21.2	19.3
1985	18.7	30.4	1.4	13.7	31.2	18.1	18.9
1986	31.6	24.5	3.9	23.6	48.9	17.9	25.0
1987	26.6	24.6	0.7	19.5	46.9	19.8	23.0
1988	23.9	26.1	7.2	19.7	42.6	21.4	23.5
1989	38.6	17.2	19.4	17.0	46.2	32.0	28.4
1990	39.9	27.8	24.8	-5.3	47.4	28.7	27.2
1991	46.1	51.8	39.9	10.1	55.7	42.2	41.0
1992	45.1	17.3	27.4	18.2	52.8	27.0	31.3
1993	39.0	27.6	24.8	3.1	48.8	24.3	27.9
1994	51.2	41.9	29.0	11.4	63.2	27.8	37.4
<b>parc. átl.</b>	<b>30.3</b>	<b>28.3</b>	<b>15.6</b>	<b>8.4</b>	<b>42.1</b>	<b>23.1</b>	<b>24.6</b>

Dátum	Pilismarót	Pomáz	Pilissztker	Szt.endre75	Szt.endre77	Szendehegy	Éves átlag
	32 és 2 eu. oszt. %-os növedékvesztesége az átmérőben						
1981	14.3	20.7	-22.2	-24.3	23.4	28.4	6.7
1982	27.5	30.6	13.7	-20.4	6.0	31.0	14.7
1983	31.6	42.7	-1.2	-14.0	13.3	18.3	15.1
1984	47.9	57.6	-2.8	-6.0	13.0	15.8	20.9
1985	57.5	56.0	-0.2	11.6	22.4	18.6	27.6
1986	51.0	54.8	-2.3	-3.2	34.7	-0.1	22.5
1987	40.0	55.2	-35.7	19.9	34.1	3.5	19.5
1988	47.5	64.7	-0.7	17.5	40.4	12.0	30.2
1989	26.8	71.9	32.2	22.9	50.2	27.0	38.5
1990	62.1	42.0	40.8	27.7	44.6	-7.6	34.9
1991	69.0	82.7	45.2	20.3	51.1	5.9	45.7
1992	57.2	58.4	36.6	13.6	38.3	-8.2	32.6
1993	26.5	26.5	39.4	-10.1	34.9	-16.4	16.8
1994	26.4	87.7	50.0	58.7	76.2	46.1	57.5
<b>parc.átl</b>	<b>41.8</b>	<b>53.7</b>	<b>13.8</b>	<b>8.2</b>	<b>34.5</b>	<b>12.5</b>	<b>27.4</b>

A következő két évben látszólagos javulás figyelhető meg. Ilyen mértékű abszolút javulásról azonban nem beszélhetünk, mert ezek az értékek viszonzyszámok, és 1993-ban az egészséges fák növekedése is átlagosan több mint 30%-kal elmaradt a várható szinttől. A jelenségnek minden valószínűséggel szoros kapcsolata van az 1993-as szélsőséges időjárási viszonyokkal – többletvízhatástól független termőhelyekről lévén szó. Az egészséges fák csökkent növekedéséhez viszonyítva relatíve lett csak kedvezőbb a növedékvizony. 1994-ben a veszteségek korábbi emelkedő tendenciája folytatódni látszik.

## AZ ÉVGYŰRŰMÉRÉS EGYÉB FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

A tölgypusztulás növedékkiesése kapcsán elvégzett évgyűrűelemzés egy nagy méretű adatbázis létrehozását követelte meg, amely egyben más, a témához csak részben kapcsolódó vizsgálatok elvégzését is lehetővé teszi.

### 1. A betegség megjelenési időpontjának meghatározása

Intézetünk Erdővédelmi Osztályának a tölgyek egészségi állapotát leíró évenkénti megfigyelései a Pilisben és a Börzsönyben 1985-ben kezdődtek meg. Az eredmények alapján a károsodás megjelenésének időpontját 1981-re teszik. A korábbi időszakból annyi bizonyos, hogy nagy mértékű károsodás nem volt, ami azonban nem zárja ki azt, hogy egy esetleges károsodási folyamat már korábban is megindulhatott. Az évgyűrűelemzés elvileg lehetővé teszi, hogy egy kárjelenség fellépésének időpontját akár egyedenként, évnyi pontossággal datáljuk. Lehetőség látszott tehát arra, hogy ellenőrizzük ezt az 1981-es időpontot.

A legegyszerűbb megoldásként az azonos parcelláról származó (tehát közel azonos korú és termőhelyű) egészséges és beteg fák évgyűrűmenetében keressük azt az időpontot, ahol a görbék egyértelműen szétválnak. Az ábrázolások során ez a pont az esetek többségében tényleg meg is található, de az előzetes várakozásokkal ellentétben általában nem 1981-ben, hanem – néhány kivételtől eltekintve – jóval korábban. Van olyan parcella, ahol a növekedési menetek szétválása már 1962-ben megtörtént, és az akkor keletkezett különbségek azóta is megmaradtak (3. sz. ábra). A különböző egészségi csoportok szétválásának időpontját a 2. számú táblázat foglalja össze, amelynek alapján megállapítható, hogy a 116 db fa esetében végzett évgyűrűelemzések nem mutattak egyértelmű időpontot a károsodás fellépésének időpontját illetően, a szórás 1962-től 1982-ig terjedt.

2. táblázat. A csökkent növekedésű évgyűrű-menetek megjelenési időpontja

Község	4 és 34 eü. o. megjelenése	32 és 2 eü. o. megjelenése
Pilismarót	1981.	1965.
Pomáz	1976.	1974.
Pilisszentkereszt	1965.	1962.
Szentendre	1962.	1962.
Szentendre	1982.	1982.
Szendehegy	1981.	1965.

Elvileg statisztikai módszerrel (t-teszt) is megoldhatónak tűnt az időpont – meghatározás – megtakarítva ezzel számos grafikon áttekintését. Feltételezve, hogy valamilyen károsodást megelőzően az egészséges és beteg fák évgyűrűinek menetében szoros korreláció figyelhető meg, évenkénti léptetéssel vizsgálva a korrelációs kapcsolat ugrásszerű gyengülése a betegség fellépésének időpontjára utalna. Gyakorlatban ez az elképzelés nem működött, mert az egészségesnek vélt periódusban is alacsony volt a korrelációs érték az adatok nagy szórása miatt.

## 2. A külső jegyek alapján történő osztályozás megbízhatósága

Az évgyűrűelemzés mellett folyamatosan rendelkezésre állt minden egyes fa egészségi osztályozása 1985. óta, az összevetés tehát kézen fekvő volt: az évgyűrűk méretükkel mennyire igazolják a külső jegyek alapján történő, esetlegesen szubjektív osztályozást. Némi gyakorlat után jól felismerhető az egyes osztályokra jellemző évgyűrűfutás. Az esetek kb. 5%-ban fordult elő nagyobb eltérés: a betegség kezdeti jeleit mutató (4) egészségi minősítésű fák csak legfeljebb pusztulók (32) lehettek volna az évgyűrűk alapján. A következő év (1995. ősze) osztályozásai itt igazolták azt az előrejelzést, hogy a fa hamarosan megbetegszik. A 95%-os egyezés alapján azonban mindenképpen megfelelő megbízhatóságúnak ítéltető a külső jegyek alapján történő besorolás.

## 3. Az évgyűrűfutások jellegzetességei

Valamennyi parcella egészségi osztályonkénti átlagindexeinek görbéi időben három szakaszra különíthetők el:

- 1962-ig: számos megegyező szélsőérték hely ellenére az egyes görbék futása sok helyen eltérő, mind irányát, mind pedig nagyságát tekintve.
- 1962–1981: teljesen egymást átfedő indexgörbék
- 1981-től: az egészségi osztályok görbéi egyértelműen differenciálódtak a kár-fokokozatok szerint. (Itt fontos megjegyezni, hogy ez az ábra nem alkalmazható a betegség fellépési időpontjának meghatározására, hiszen épp ezt az időpontot már felhasználtuk a számításokban, így nem lehet független változóként kezelni!)

Minden esetben szélsőértékhelyként jelentkezett az 1962-es, 1968-as és 1974-es év, amikor nagyon erőteljes növedék-visszaesés volt tapasztalható. A jelenség magyarázata részben ok-okozati kapcsolatban áll az időjárással. Ugyanakkor az Erdővédelmi Osztály által minden évben kiadott ún. prognózisfüzetekből és dr. Csóka György szóbeli közlése alapján kitűnik, hogy az 1962–63. év az eddigi legnagyobb országos araszoló (*Geometridae*) gradációjának időszaka volt. A Pilisben ez a károsítás 1962-ben cca. 5 000 ha, 1963-ban cca.300 ha-t érintett. Az ebben az időszakban jelentkező növedékkiesésnek bizonyosan köze volt a megnövekedett hernyódenzitáshoz. Érdemes itt visszatekinteni az évgyűrű-szélesség csökkenésének tartós megjelenési időpontjára, hisz számos esetben az is 1962. volt. Ugy tűnik, a fák az akkori növedékmaradást hordozták tovább magukban. Felmerül tehát a kérdés, hogy esetleg van-e összefüggés a hernyókárosítás és a későbbi leromlási állapot között.

1968-ban kisebb araszoló és sodrómoly károsítások jelentkeztek, de az ok-okozati összefüggés nem nyilvánvaló.

1974-ben szintén számottevő araszoló pusztítás jelentkezett, de a mértéke nem érte el az 1962-es szintet.

#### 4. A csapadék és az évgyűrűméretek kapcsolata

Az évgyűrűk kialakulásának folyamatát számos tényező mellett az éghajlat is befolyásolja, többek között oly módon, hogy a növekedés limitáló tényezője mindig a minimumban lévő klímaelem. Hazánkban sajnos, nincs olyan egyedüli limitáló elem, mint például a magashegyvidéken a hőmérséklet, mediterrán és sivatagi területeken a csapadék. Magyarországon a korlátozó tényező többnyire a csapadék, de nem mindig ez, és nemcsak az éves összes mennyiség, hanem annak időbeli eloszlása is. Időnként a hőmérséklet is válhat korláttá.

A korábbiakban már említett Pilismarót 129A erdőrészlet egészséges fáinak évgyűrű-indexmenete és a csapadék mennyisége között korrelációs vizsgálatot végeztem. A helyi csapadékadatok csak 1970-ig álltak rendelkezésre, ezért egy viszonylag rövid időintervallumot lehetett csak elemezni. A számításokból az derült ki, hogy az évgyűrűk indexei az éves csapadékösszeggel és a vegetációs időszakban lehullott csapadékkal nem álltak kapcsolatban ( $r^2=0.02$ , ill.  $0.05$ )

Az agrometeorológiában elterjedt a súlyozott csapadékösszeg fogalma, amely az egyes hónapokban lehullott csapadék mennyiségét a növények vízigénye szerint súlyozza. Bár a fák, és ezen belül a tölgyek havonkénti vízszükséglete eltér a mezőgazdasági növények igényétől, a súlyozás kifejezi, hogy az egyes időszakok csapadékviszonyai eltérő jelentőséggel bírnak, főleg miután ezek a termőhelyek vízhatástól függetlenek. A súlyozott csapadékösszeg évgyűrűszélesség meghatározásában 12%-ban játszott szerepet.

## 5. Az egészséges fák növekedése a fatermési táblához képest

Napjaink egyik gyakori faterméstani kérdése, hogy időben hogyan alakulnak a növedékek, gyorsul vagy lassul-e a fák növekedése. Megfelelő mintavétel után az évgyűrűelemzés módszerével választ lehet adni erre a kérdésre.

A kocsánytalan tölgyek országos átlagos növekedését leíró fatermési táblázat (Béky, 1981) szerkesztéséhez a kiinduló alapadatok néhány évtized alatt, az ország különböző erdőgazdasági tájairól gyűlteek össze; vagyis a táblázatban nemcsak térbeli, hanem időbeli átlagolás is történik, amennyiben az időbeli változás fennáll. Létezik tehát egy 1981. előtti – vagyis a tölgypusztulás megjelenése előtti – átlagos növekedést leíró adatsor, és az egészséges fák évgyűrűméréseiből kaptunk egy helyi, 1994-ig nyúló adatsort. A kettő összehasonlításából eldönthető, hogy az országos átlaghoz képest milyen növekedési tendenciák figyelhetők meg egy-egy állományban.

A konkrét példák elemzésével nem rajzolódik ki egységes kép: Pilismarót és Pomáz esetében egyértelmű a növedékcsökkenés, Pilisszentkereszt és Szendehely esetében pedig a növekedés, a két szentendrei erdőrészletben nincs lényeges eltérés.

A mérés táji vagy országos kiterjesztésével, valamint a legfőbb termőhelyi tényezők bevonásával van remény annak eldöntésére, hogy időben változtak-e a kocsánytalan tölgyek növedékviszonyai.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás részben az OTKA (témaszám: F 6129) támogatásával készült.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Babos, K.: Comparative histological study of diseased and sound *Quercus petraea* stems. *Acta Botanica Hungarica* 35(1–4).
- Béky, A.: Kocsánytalan tölgyesek egészségi állapotának vizsgálata a hosszúlejárátú kísérleti területeken. ERTI jelentések, 1988., 1990.
- Csóka, Gy.: A hazai kocsánytalan tölgy-pusztulás menete 1983-tól napjainkig. *Erdészeti Lapok*, CXXVII. 313–314.
- Igmándy, Traser, Varga, Vasas. 1986. Elpusztult kocsánytalan tölgyek évgyűrű vizsgálata. *Az Erdő*, 457.
- Pretsch, H., Utschig, H. 1989. Das Zuwachstrend-Verfahren für Abschätzung krankheitsbedingter Zuwachsverluste auf den Fichten- und Kiefern-Weiserflächen in den bayerischen. *Forstarchiv* 60.



# HÓTÖRÉS ÉS GYÉRÜLÉS VIZSGÁLATA 27 ÉVES NYÍRSÉGI HOMOKI ERDEIFENYŐ KÍSÉRLETI TERÜLETEN

VEPERDI GÁBOR

## ÖSSZEFOGLALÓ

A Nyírmártonfalva 85 I erdőrészletben lévő 35 parcellás, 10 variációs, 27 éves, közepes termőhelyű erdeifenyő kísérleti területet 1995/96 telén hókárosítás érte. Az 1996. tavaszán elvégzett teljes faállomány-felvétel adatai alapján sor került az egyes parcellák törzsszáma és a károsodás mértéke közötti összefüggés számszerűsítésére. A vizsgálat eredményeként megerősítést nyert, hogy a közepes termőhelyű erdeifenyveseket 25–30 éves kor között a jelentősebb hókárosítás elkerülése végett nem célszerű 2300–2500 db/ha törzsszámnál, illetve 17–18% növtér indexnél sűrűbben tartani.

**KULCSSZAVAK:** hótörés, hókár, gyérülés, száradék-képződés, erdeifenyő

## ABSTRACT

In the 27-yr old man-made forest stands of *Pinus sylvestris* at the middle site quality, where earlier were established spacing and thinning trials with 10 combinations of initial spacing, was recognised the tree damage caused by snow in the term of winter of 1995/96. Data collected during the timber inventory in the following year were used to evaluate the relations between spacing, thinning regime and rate of damage. The results of this analysis indicate that for reducing the risk of snow damage in the middle-quality hardwood-conifer forests the wood density must be no more than 2300–2500 stems/hectare, at the spacing index of 17–18% at the age of 25–30 yr.

**KEYWORDS:** snow-induced damage, *Pinus sylvestris*, thinning regime, spacing index, wood density

## BEVEZETÉS

A hazai fenyvesekben évről-évre rendszeresen előfordul kisebb-nagyobb mérvű hókár, mint az örökzöld fafajok által alkotott erdőállományok jellegzetes téli abiotikus károsodása. Nagyobb méretekben azonban viszonylag ritkán lép fel, akkor is inkább egy-egy meghatározott körzetben. Az utóbbi évtizedek legnagyobb hótörését 1962. novemberében tapasztalták (*Solymos, 1963; Pagony, 1975.*), amikor az Őrség és a Göcsej erdeifenyveseiben 11 ezer hektáron mintegy 300 000 m<sup>3</sup> fatömeg esett a hótörés áldozatául. A hókár, illetve a hótörés tömeges előfordulásának ugyanis meghatározott időjárási feltételei vannak: nagy tömegű nedves hó lehullása, szélcsend, majd

ezt követő erős fagy. A túlevelek között megtapadt nedves havat az erős fagy mintegy rögzíti, jelentősen megnövelve ezáltal a korona súlyát. A gyengébb törzsek nem bírják el ezt a túlsúlyt, és egy gyengébb szélfuvallat hatására – vagy akár anélkül is – összeroppannak. Az ilyen jellegű károsodás gyakorlatilag *elkerülhetetlen*.

Az eddigi tapasztalatok azonban arra utalnak, hogy a hókár mértéke függ:

- a fajtától,
- az állomány korától,
- valamint hektáronkénti törzsszámától.

E tényezők vizsgálata fontos támpontot nyújthat a hókár mérséklésére irányuló erdőgazdálkodási módszerek kidolgozásához.

A *fafaj* vonatkozásában korábban már meghatározásra került az egyes fenyő-fajoknak a hőtöréssel szembeni ellenállósági sorrendje (*Pagony, 1975*): vörösfenyő, lucfenyő, hamisciprus, simafenyő, duglászfenyő, jegenyefenyő, erdeifenyő. (A fekete-fenyő hőtörési érzékenységeire nincsenek tapasztalatok.) A hőtöréssel szemben legellenállóbb fenyőfaj természetesen a vörösfenyő, mivel télre lehullatja túleveleit. Az ezt követő sorrendet elsősorban a korona habitusa, valamint az oldalágak szerkezete, törzssel bezárt hajlásszöge határozza meg. Hazánkban tehát minden kétséget kizáróan az erdeifenyő a legérzékenyebb faj a hőtöréssel szemben, amit az is bizonyít, hogy a legjelentősebb hókárosítások az erdeifenyő állományokban fordulnak elő.

Az erdeifenyvesek hőtöréssel szembeni érzékenysége *különböző korokban* eltérően alakul. A még nem záródott fiatalosok kevésbé veszélyeztetettek, mert a koronára tapadt hó egy része az oldalágokról lecsúszik. Fiatal korban (megközelítően 20 éves korig) mind az oldalágak, mind pedig a törzsek rugalmasabbak, hajlékonyabbak, kevésbé törekenyek. 40 évesnél idősebb korban a gyérités vagy gyérülés következtében az erdeifenyvesek törzsszáma már a kritikus szint alá csökken, vagyis a fák egymástól való távolsága olyannyira megnövekszik és a koronák oly mértékben áttetszővé válnak (az erdeifenyő fényigényes mivolta következtében), hogy a koronákra tapadt hó nem képez összefüggő tömböt. A tapasztalatok is arra utalnak, hogy a hőtörés leginkább a 20–40 éves korú erdeifenyveseket veszélyezteti.

Az 20–40 éves erdeifenyvesek *hektáronkénti törzsszáma* az eddigi megfigyelések szerint döntő szerepet játszik a hókárosítás mértékének kialakulásában. A sűrű, zárt koronaszintet képező állományok a hó súlya alatt összeroppannak, elsősorban a gyenge törzsek. Egy adott faállományon belül mely törzsek relatíve a gyengébbek? A válasz közismert: a felnyurgult, vékony törzsek, melyek szilárdsága, állóképessége csökken. Mitől nyurgulnak fel ezek a törzsek? Attól, hogy az adott termőhelyhez illő optimális törzsszámhoz képest sűrűbb az állomány. A szakemberek már régóta felfigyeltek a törzsszám és a hókár közötti összefüggésre (*Persson, 1972, 1975; Valinger et al., 1994*), ám ennek számszerűsítésére viszonylag kevés adat áll rendelkezésünkre. A jelen vizsgálat e fenti megállapítás számszerűsítésére vonatkozik: leírható-e az erdeifenyvesek törzsszáma és a hőtörés mértéke valamilyen függvényvel, és milyen ennek az összefüggésnek a szorossága. Végző soron: modellálható-e, prognosztizálható-e a hőtörés az állomány sűrűségének, törzsszámának függvényében. Sajnálatos módon az 1995–96-os tél kiváló anyagot szolgáltatott ehhez a vizsgálathoz. Egy

nyírségi erdeifenyő ültetési hálózati kísérleti területünket komoly hókárosítás érte. E tény igen kellemetlenül érintett bennünket, mivel egy értékes kísérleti területről van szó, ám ha már megtörtént a károsodás, arra törekedtünk, hogy e kísérleti blokk károsodására vonatkozó adatokat is hasznosítsuk, következtetéseket vonjunk le belőlük. A különböző ültetési hálózatokban érintetlenül meghagyott úgynevezett kontroll-parcellákon bekövetkezett hókár ugyanis módot nyújtott az imént vázolt összefüggések vizsgálatára.

## A VIZSGÁLAT HELYE ÉS MÓDSZERE

A Nyírmártonfalva 85 I erdőrésztletben 1971 tavaszán létesített az ERTI (Dr. Solymos Rezső tervei alapján) egy erdeifenyő ültetési hálózati, vagyis komplex erdőnevelési kísérletet, kocsányos tölgyes klímában, közepes (III.–IV.) fatermési osztályú, többlet vízhatástól független, sekély, homok fizikai talajféleségű kovárványos barna erdőtalajon. Tíz ültetési variációt alkalmaztunk (1. táblázat), mindegyikből általában négy, összesen 35 parcellát tűztünk ki. A faállomány kora 1996 tavaszán: 27 év. Tisztítást 1980 őszén (az állomány 12 éves korában), valamint 1990 őszén (az állomány 22 éves korában) végeztünk.

A kísérleti blokkban az elmúlt két évtized folyamán öt teljes faállomány-felvételt végeztünk. A legutóbbi állományfelvételre a hőtörést követően, 1996. tavaszán került sor, melynek feldolgozott adatait a 2. táblázat tartalmazza. A táblázatban külön feltüntetjük az egészállomány (élő állomány), valamint a kiszáradt és a hőtörött törzsek főbb állományszerkezeti adatait: az átlagos magasságot ( $H_G$ ) és mellmagassági átmérőt ( $D_G$ ), a hektáronkénti törzsszámot (N), körlapösszeget (G) és fatérfogatot (V). A táblázatban a mindedig érintetlenül – gyérités nélkül – maradt kontroll parcellák adatsorait vastagon szedtük, az 1990. évi tisztításig kontrollként szereplő, de ekkor megtisztított parcellák adatsorait pedig dőlt számokkal tüntettük fel.

**1. táblázat.** A Nyírmártonfalva 85 I erdőrésztletben létesített erdeifenyő ültetési hálózati kísérleti blokk ültetési variációi

**Table 1.** Combinations of initial planted spacing in experimental block in Scotch pine

Ültetési variáció		Parcella száma
I. variáció:	1,4 x 0,4 m (18 000 db/ha)	01
II. variáció:	2,8 x 0,35 m (10 000 db/ha)	06, 16
III. variáció:	1,4 x 1,4 m (5 000 db/ha)	09, 12
IV. variáció:	2,0 x 0,5 m (10 000 db/ha)	08, 14
V. variáció:	1,4 x 0,7 m (10 000 db/ha)	07, 13
VI. variáció:	1,4 x 0,5 m minden 6. sor kimarad (12 000 db/ha)	03, 17
VII. variáció:	1,4 x 0,35 m minden 3. sor kimarad. (13 000 db/ha)	04, 10
VIII. variáció:	1,0 x 1,0 m (10 000 db/ha)	05
IX/1. variáció:	1,4 x 0,45 m ikersoros, 2,2 m kimarad	02
IX/2. variáció:	1,4 x 0,6 m ikersoros, 2,2 m kimarad	15
X. variáció:	1,04 x 1,0 m (7 000 db/ha)	11, 18

A hótörés következtében elpusztult törzseket – amint a 2. táblázatban is látható – elkülönítettük a kiszáradt törzsektől, mivel ez utóbbiak – az esetek túlnyomó többségében – a természetes gyérülés következtében, ám ugyancsak a sűrűséggel (hektáronkénti törzsszámmal) szoros összefüggésben képződtek. Noha mind a hótörés, mind pedig a gyérülés természetes jelenségnek tekinthető, ez utóbbi bekövetkezése az eddigi tapasztalatok szerint törvényszerű, míg a hókár fellépéséhez – amint korábban említésre került – meghatározott meteorológiai feltételek együttes hatása szükséges. Fontos azonban megjegyezni, hogy a hótörés egy viszonylag rövid időintervallumban következett be, ezzel szemben a száradék a két állományfelvétel között eltelt ötéves időszak folyamán képződött. Ennek ellenére a két adatsor, amint azt a későbbiekben látni fogjuk, szorosan összefügg.

Az állományszerkezeti elemzéseket a fenti adatok alapján, ezek grafikus ábrázolásával végeztük el. Az értékelések során természetesen figyelembe vettük a gyérített parcellák adatait is (amelyeken a hókár mértéke jóval alacsonyabb volt), mivel a törzsszám és a károsodás mértéke között ezekben is megmutatkozott az összefüggés.

Összehasonlításként felhasználtuk továbbá a Gasztony 4 C erdőrésztben lévő öt parcellás 36 éves erdefenyő erdőnevelési kísérleti területen 1963-ban felmért hókár törzsszámadatait (Solymos, 1963) is.

## AZ EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A 2. táblázat adataiból grafikusan az alábbi összefüggéseket ábrázoltuk, illetve elemeztük:

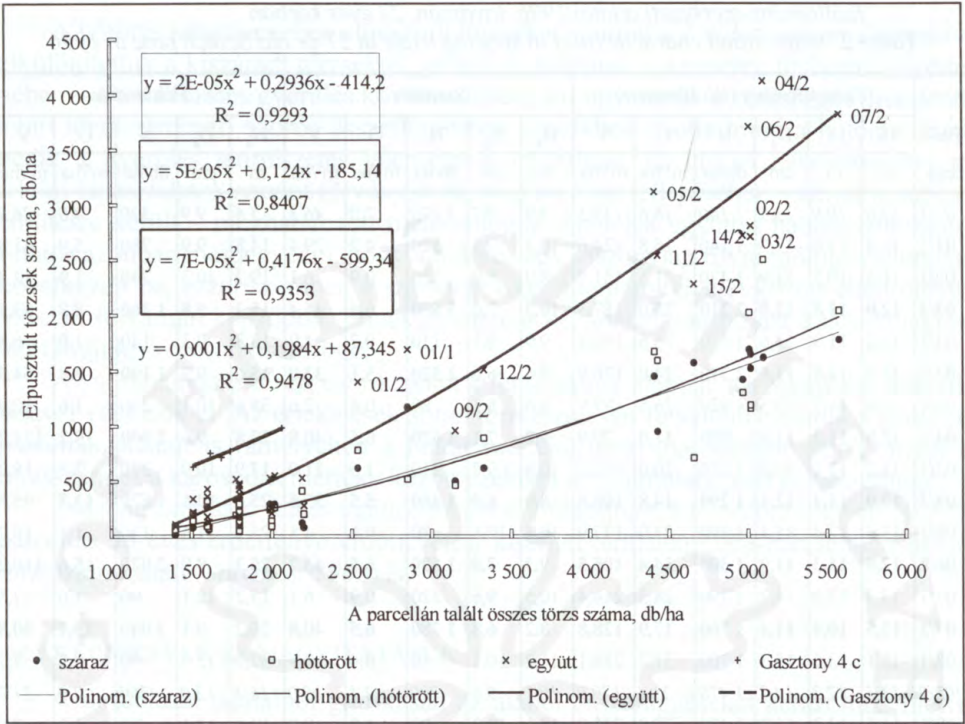
- > a hókárosított és a kiszáradt törzsek száma az összes törzsszám függvényében (1. ábra);
- > a hókárosított és a kiszáradt törzsek körlapösszege az összes körlapösszeg függvényében (2. ábra);
- > a hókárosított és a kiszáradt törzsek körlapösszeg-százaléka az összes körlapösszeg függvényében (3. ábra);
- > a hókárosított és a kiszáradt törzsek körlapösszeg-százaléka az összes törzsszám függvényében (4. ábra);
- > a hókárosított és a kiszáradt törzsek száma a növtér-index függvényében (5. ábra);
- > az egyes állományrészek fatérfogata a növtér-index függvényében (6. ábra).

2. táblázat. A Nyírmártonfalva 85 I erdőfenyő ültetési hálózati kísérleti blokk főbb faállomány-szerkezeti adatai 1996. tavaszán, 27 éves korban

Table 2. Main stand characteristics in spacing trials in 27-yr old Scotch pine in 1996

Par- cella	Egészállomány (élő állomány)						Száradék					Hókárosítás				
	H <sub>r</sub>	H <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	N	G	V	H <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	N	G	V	H <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	N	G	V
	m	m	cm	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m	cm	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m	cm	db/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha
01/1	12,0	10,9	13,5	1 160	16,6	119,5	9,4	8,7	1 170	7,0	46,3	5,6	9,9	520	4,0	26,9
01/2	12,4	11,6	13,7	1 140	16,8	124,6	10,4	9,3	620	4,2	29,4	14,8	9,9	780	5,9	41,8
02/1	11,5	10,5	13,9	1 420	21,5	151,7	8,9	8,9	150	0,9	6,1	19,2	10,3	230	1,9	12,8
<b>02/2</b>	<b>12,9</b>	<b>11,8</b>	<b>12,0</b>	<b>2 210</b>	<b>25,0</b>	<b>187,3</b>	<b>10,3</b>	<b>7,0</b>	<b>1 650</b>	<b>6,4</b>	<b>44,4</b>	<b>15,3</b>	<b>9,8</b>	<b>1 160</b>	<b>8,8</b>	<b>63,7</b>
03/1	13,2	11,9	13,6	1 750	25,6	192,4	9,9	9,1	110	0,7	4,9	13,3	9,3	140	1,0	6,6
<b>03/2</b>	<b>13,2</b>	<b>11,5</b>	<b>11,5</b>	<b>2 310</b>	<b>24,0</b>	<b>176,9</b>	<b>8,6</b>	<b>6,6</b>	<b>1 520</b>	<b>5,1</b>	<b>33,0</b>	<b>15,6</b>	<b>9,2</b>	<b>1 190</b>	<b>7,8</b>	<b>54,3</b>
04/1	13,4	11,7	13,3	1 920	26,5	197,9	8,6	8,1	80	0,4	2,6	38,6	10,1	200	1,6	10,9
<b>04/2</b>	<b>12,8</b>	<b>11,2</b>	<b>11,9</b>	<b>980</b>	<b>11,0</b>	<b>79,9</b>	<b>8,2</b>	<b>7,1</b>	<b>1 620</b>	<b>6,5</b>	<b>40,8</b>	<b>27,8</b>	<b>9,6</b>	<b>2 500</b>	<b>18,2</b>	<b>124,2</b>
05/1	13,2	12,1	13,9	1 320	20,0	152,2	10,5	9,7	210	1,6	11,0	17,9	10,9	270	2,5	18,2
<b>05/2</b>	<b>12,9</b>	<b>11,4</b>	<b>12,1</b>	<b>1 290</b>	<b>14,8</b>	<b>108,8</b>	<b>8,9</b>	<b>6,9</b>	<b>1 450</b>	<b>5,5</b>	<b>35,5</b>	<b>25,6</b>	<b>10,1</b>	<b>1 670</b>	<b>13,3</b>	<b>93,5</b>
06/1	13,6	12,4	15,1	1 290	23,0	177,9	10,4	10,1	80	0,6	4,5	25,5	11,6	140	1,5	10,7
<b>06/2</b>	<b>12,8</b>	<b>11,3</b>	<b>11,9</b>	<b>1 300</b>	<b>14,4</b>	<b>105,5</b>	<b>9,3</b>	<b>7,0</b>	<b>1 690</b>	<b>6,5</b>	<b>43,2</b>	<b>25,3</b>	<b>9,9</b>	<b>2 020</b>	<b>15,6</b>	<b>110,2</b>
07/1	13,3	12,0	14,2	1 790	28,3	214,4	10,5	9,6	120	0,9	6,1	13,2	12,1	90	1,0	7,5
<b>07/2</b>	<b>12,5</b>	<b>10,9</b>	<b>11,4</b>	<b>1 760</b>	<b>17,9</b>	<b>128,8</b>	<b>8,2</b>	<b>6,8</b>	<b>1 780</b>	<b>6,5</b>	<b>40,8</b>	<b>20,2</b>	<b>9,1</b>	<b>2 040</b>	<b>13,4</b>	<b>90,8</b>
08/1	15,1	13,6	15,3	1 700	31,2	254,1	11,2	10,1	50	0,4	2,9	32,0	15,5	50	0,9	7,7
08/2	13,3	12,3	14,2	1 470	23,4	179,9	10,7	9,6	290	2,1	15,0	16,1	12,0	260	2,9	21,7
09/1	14,5	13,3	16,2	1 420	29,3	235,7	12,1	12,2	90	1,0	8,0	12,0	12,1	90	1,0	7,9
<b>09/2</b>	<b>14,1</b>	<b>12,6</b>	<b>13,4</b>	<b>2 190</b>	<b>31,1</b>	<b>241,8</b>	<b>10,2</b>	<b>7,6</b>	<b>500</b>	<b>2,3</b>	<b>15,9</b>	<b>23,2</b>	<b>11,2</b>	<b>460</b>	<b>4,5</b>	<b>33,8</b>
10/1	13,7	12,6	14,5	1 460	24,0	186,5	10,3	8,6	290	1,7	11,7	15,9	11,1	240	2,3	17,1
10/2	13,5	12,5	14,8	1 260	21,8	168,9	10,2	9,0	330	2,1	14,7	11,2	11,8	190	2,1	15,2
11/1	12,2	11,1	14,5	1 170	19,2	139,5	9,3	10,2	110	0,9	6,0	46,5	12,7	320	4,0	28,4
<b>11/2</b>	<b>13,5</b>	<b>12,1</b>	<b>12,3</b>	<b>1 890</b>	<b>22,6</b>	<b>172,0</b>	<b>10,1</b>	<b>7,7</b>	<b>950</b>	<b>4,4</b>	<b>30,3</b>	<b>30,0</b>	<b>9,8</b>	<b>1 590</b>	<b>12,0</b>	<b>86,3</b>
12/1	12,2	11,1	14,4	1 290	21,1	153,9	10,2	10,9	20	0,2	1,3	64,8	12,7	90	1,1	8,1
<b>12/2</b>	<b>13,0</b>	<b>11,7</b>	<b>12,8</b>	<b>1 820</b>	<b>23,3</b>	<b>173,9</b>	<b>9,7</b>	<b>7,9</b>	<b>620</b>	<b>3,0</b>	<b>20,5</b>	<b>28,3</b>	<b>10,6</b>	<b>890</b>	<b>7,9</b>	<b>56,3</b>
13/1	13,7	12,1	13,0	1 660	22,1	167,7	10,2	9,5	120	0,8	5,9	56,1	11,4	410	4,2	30,7
14/1	13,2	12,0	14,6	1 480	24,6	186,4	10,8	10,5	60	0,5	3,7	11,4	10,1	70	0,6	4,0
<b>14/2</b>	<b>16,5</b>	<b>10,7</b>	<b>11,1</b>	<b>2 250</b>	<b>21,6</b>	<b>153,8</b>	<b>13,3</b>	<b>9,6</b>	<b>1 420</b>	<b>10,2</b>	<b>86,2</b>	<b>8,0</b>	<b>9,0</b>	<b>1 300</b>	<b>8,3</b>	<b>56,4</b>
15/1	12,6	11,2	13,9	1 610	24,5	179,0	9,2	8,8	90	0,5	3,6	22,2	12,1	100	1,1	8,1
<b>15/2</b>	<b>12,2</b>	<b>10,6</b>	<b>11,2</b>	<b>2 380</b>	<b>23,6</b>	<b>166,6</b>	<b>8,6</b>	<b>7,0</b>	<b>1 570</b>	<b>6,0</b>	<b>38,3</b>	<b>7,6</b>	<b>9,2</b>	<b>710</b>	<b>4,7</b>	<b>31,6</b>
16/1	11,6	10,6	14,8	1 170	20,2	143,5	8,8	8,8	140	0,9	5,5	25,7	11,9	200	2,2	15,2
16/2	11,7	10,5	14,0	1 340	20,8	146,8	9,1	10,2	340	2,8	18,2	5,2	12,5	120	1,5	10,0
17/1	11,8	10,9	14,2	1 370	21,6	155,3	9,2	9,3	210	1,4	9,5	18,0	12,1	220	2,5	17,5
17/2	11,5	10,7	14,2	1 240	19,5	139,1	9,3	8,8	270	1,6	10,9	4,7	10,5	90	0,8	5,4
18/1	14,8	13,5	16,2	1 310	27,0	219,7	12,6	13,1	30	0,4	3,1	33,4	14,7	60	1,0	8,2
18/2	13,1	11,7	14,3	1 340	21,4	159,6	10,1	10,1	170	1,4	9,4	23,7	11,5	290	3,0	21,5

Megjegyzés: a kontroll-parcellák adatai: vastagított számokkal, az 1990. évi tisztításig kontrollként győtt parcellák adatai: dőlt számokkal.



**1. ábra.** Az elpusztult törzsek száma az összes törzsszám függvényében  
**Fig. 1.** Rate of declined stems in the function of total stem number

Az 1. ábrán az elpusztult törzsek számát ábráztuk a parcellán talált összes törzs számának függvényében. Az adatokra másodfokú függvényt illesztettünk. A függvénygörbe formátumával megegyező keretekben látható az adott függvény, valamint az  $r^2$  (az úgynevezett determinációs együttható) értéke.

Amint az 1. ábrán látható, a determinációs koeficiensek értéke magas, az összefüggés igen szoros, és jól leírható egy másodfokú függvénnyel, amellyel ily módon jó megközelítéssel előre jelezhető egy hasonló korú, közepes termőhelyű (III–IV. fatermési osztályú) erdefenyves várható gyérülése, illetve esetleges hótörése.

A hótörött és kiszáradt törzsek hasonló függvénnyel írhatók le, annak ellenére, hogy egy-egy konkrét parcella esetén a valós értékek többnyire eltérnek. Megállapíthatjuk továbbá, hogy a törzsszám és a száradék-képződés közötti összefüggés szorosabb, mint a hótörés esetén. A legszorosabb összefüggést a száradék és a hótörött törzsek összevonásával értük el. Ez azt jelenti, hogy ha egy parcellán a gyérülés következtében nem csökkent le a törzsszám és nem ért el egy optimális szintet, akkor ott a hótörés nagyobb méreteket öltött. Példaként tekintsük a 01/1 és 01/2 parcellát. Ez a variáció lett a legmagasabb törzsszámmal ültetve (18 000 db, 1,4x0,4 m-es hálózatban), ezért 1990-ben a kontrollparcellát is tisztítottuk, mert féltő volt, hogy az

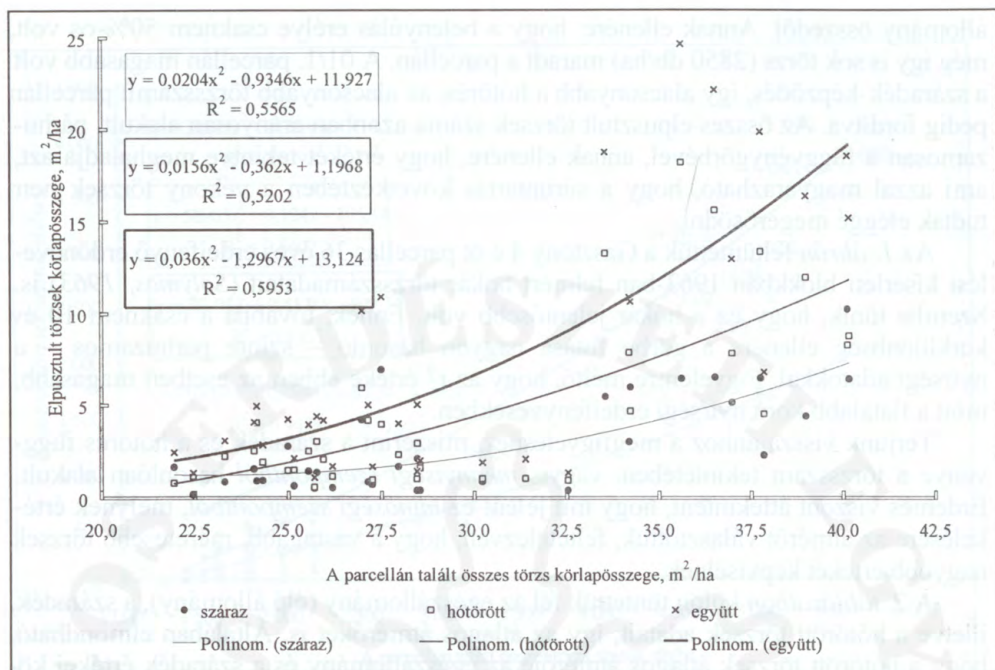
állomány összedől. Annak ellenére, hogy a belenyúlás erélye csaknem 50%-os volt, még így is sok törzs (2850 db/ha) maradt a parcellán. A 01/1. parcellán magasabb volt a száradék-képződés, így alacsonyabb a hótörés, az alacsonyabb törzsszámú parcellán pedig fordítva. Az összes elpusztult törzsek száma azonban arányosan alakult, párhuzamosan a függvénygörbével, annak ellenére, hogy értékét tekintve meghaladja azt, ami azzal magyarázható, hogy a sűrűntartás következtében a vékony törzsek nem tudtak eléggé megerősödni.

Az 1. ábrán feltüntettük a Gasztony 4 c öt parcellás 36 éves erdőfenyő erdőnevelési kísérleti blokkban 1963-ban felmért hókár törzsszámadatait (*Solymos, 1963*) is. Szembe tűnik, hogy ez a hókár jelentősebb volt. Ennek, továbbá a csaknem 10 év korkülönbség ellenére a görbe futása nagyon hasonló – szinte párhuzamos – a nyírségi adatokkal. Figyelemre méltó, hogy az  $r^2$  értéke ebben az esetben magasabb, mint a fiatalabb korú nyírségi erdőfenyvesekben.

Térjünk vissza ahhoz a megfigyeléshez, miszerint a száradék és a hótörés függvénye a törzsszám tekintetében, vagyis *menyiségi szempontból* hasonlóan alakult. Érdekes viszont áttekinteni, hogy mit jelent ez *minőségi szempontból*, melynek értékelésére az átmérőt választottuk, feltételezvé, hogy a vastagabb, méretesebb törzsek nagyobb értéket képviselnek.

A 2. táblázatban külön tüntettük fel az egészállomány (élő állomány), a száradék, illetve a hótörött törzsek adatait, így az átlagos átmérőket is. Általában elmondható, hogy a hótörött törzsek átlagos átmérője az egészállomány és a száradék értékei között található. A hótörött törzsek – kis kivételtől eltekintve – vastagabbak, tehát értékesebbek a száradéknál, de javarészt vékonyabbak a megmaradt fáknál. A kontrollparcellák esetén ez alól kivételt képez a 14/2. parcella, amelyen *Heterobasidion annosum* fertőzési foltokat találtunk.

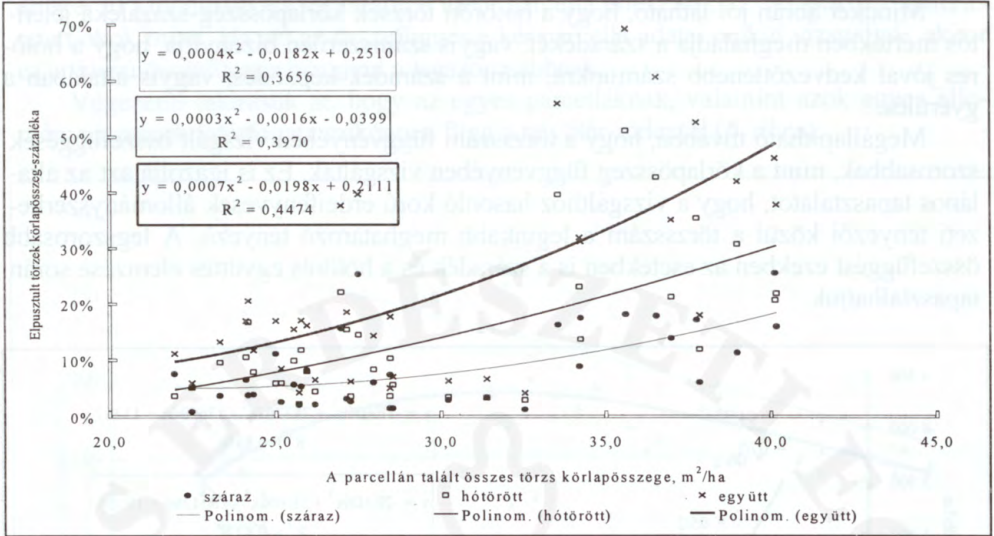
A mennyiségi és a minőségi értékelést próbáltuk összevonnai a körlapösszeg alkalmazásával, mivel ez a mutatószám összevontan tükrözi a törzsszámot és az átmérőt (2–4. ábra). Elsőként tekintsük át, hogy milyen mértékben függ az elpusztult törzsek körlapösszege – mint abszolút érték – az összes körlapösszegtől (2. ábra):



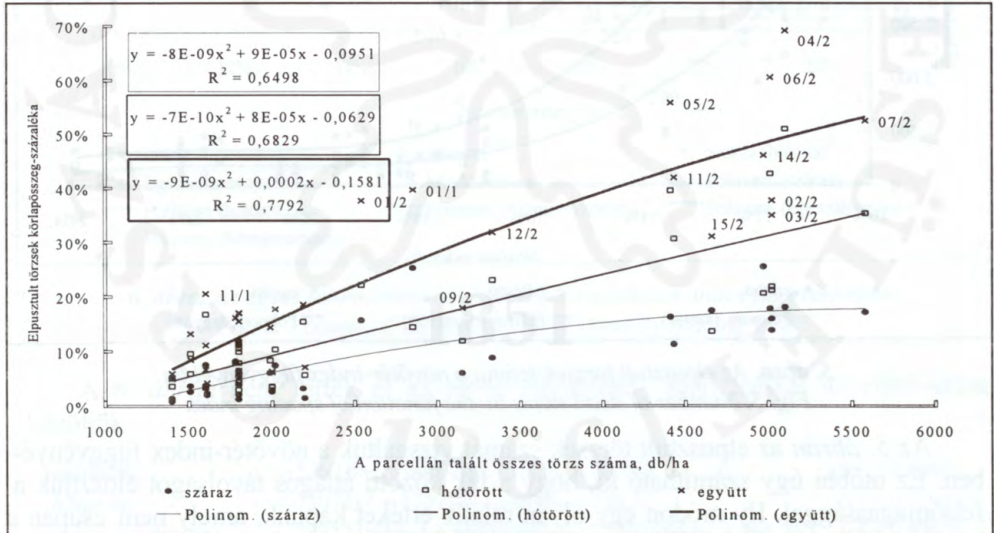
2. ábra. Az elpusztult törzsek körlaposszege az összes körlapösszeg függvényében  
 Fig. 2. Cross-sectional area of dead stems in the function of total cross-sectional area

A 2. ábrát vizsgálva két lényeges eltérést tapasztalhatunk az előző összefüggéssel összehasonlítva: egyrészt a determinációs koefficiensek értéke alacsonyabb, vagyis az átmérő és a hektáronkénti törzsszám közül az utóbbi befolyása az erősebb, másrészt jól megmutatkoznak az átmérővel kapcsolatosan fentebb leírt tapasztalatok, nevezetesen: a hótörött állományrész körlapösszege magasabb, mivel magasabb az átlagos átmérője, ezáltal értékesebb állományrészt képvisel, mint a száradék.

Ezt az elemzést relatív értékekkel is megismételtük: kiszámítottuk, hogy az elpusztult törzsek körlapösszege hány százaléka az adott parcellán talált összes törzs százalékának. Ezeket az értékeket – az egyes parcellák egyes állományrészeinek körlapösszeg-százalékát – mind az összes parcellánkénti körlapösszeg (3. ábra), mind pedig a parcellán talált összes törzs számának függvényében (4. ábra) ábráztuk:



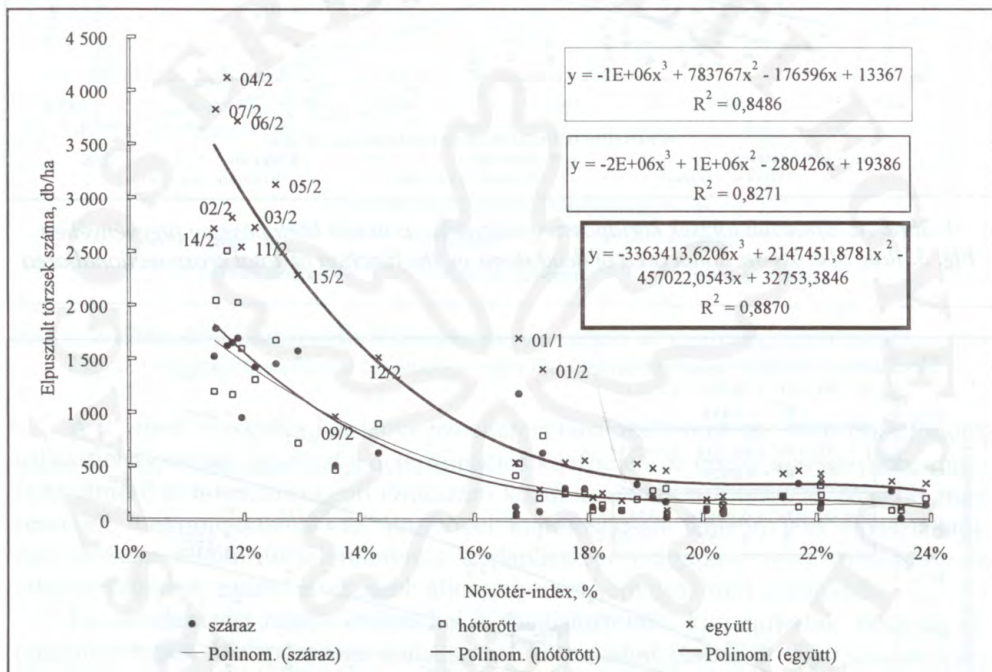
3. ábra. Az elpusztult törzsek körlaposság-százaléka az összes körlaposság függvényében  
 Fig. 3. Rate of cross-sectional area of dead stems in the function of total cross-sectional area



4. ábra. Az elpusztult törzsek körlaposság-százaléka az összes törzsszám függvényében  
 Fig. 4. Rate of cross-sectional area of dead stems in the function of total stem number

Mindkét ábrán jól látható, hogy a hótörött törzsek körlapösszeg-százaléka jelentős mértékben meghaladja a száradékét, vagyis számszerűen bizonyítja, hogy a hótörés jóval kedvezőtlenebb számunkra, mint a száradék-képződés, vagyis általában a gyérülés.

Megállapítható továbbá, hogy a törzszám függvényében vizsgált összefüggések szorosabbak, mint a körlapösszeg függvényében vizsgáltak. Ez is igazolja azt az általános tapasztalatot, hogy a vizsgálthoz hasonló korú erdeifenyvesek állományszerkezeti tényezői közül a törzszám a leginkább meghatározó tényező. A legszorosabb összefüggést ezekben az esetekben is a száradék és a hótörés együttes elemzése során tapasztalhatjuk.



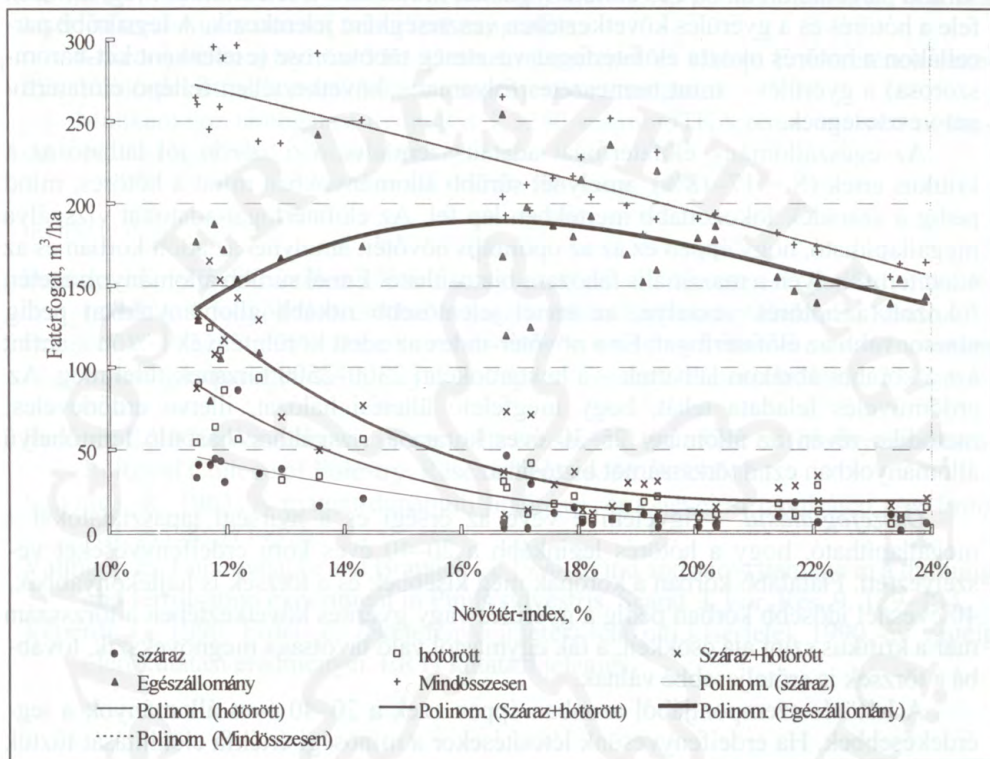
5. ábra. Az elpusztult törzsek száma a növötér-index függvényében  
Fig. 5. Number of dead stems in the function of spacing index

Az 5. ábrán az elpusztult törzsek számát vizsgáltuk a növötér-index függvényében. Ez utóbbi úgy számítható ki, hogy a fák közötti átlagos távolságot elosztjuk a felsőmagassággal. Ily módon egy olyan relatív értéket kapunk, amely nem csupán a hektáronkénti törzsszámot (és az egy törzsre jutó átlagos növötér-et), hanem – a felsőmagasság szerepeltetése miatt – egyúttal az adott parcella fatermési osztályán keresztül a termőhely minőségét is jellemzi. Minél alacsonyabb a növötér-index értéke – melynek relatív mivoltát a százalékjel alkalmazásával érzékeltetjük –, annál sűrűbb az adott állomány.

Az összefüggések szorossága itt megközelítően azonos az 1. ábrán tapasztaltakkal, és a determinációs koefficiens értéke is csaknem olyan magas. A 01-es parcellák

értékei itt különülnek el leginkább a többi parcella értékeitől, az előzőekben ismertetett okok miatt. Ha ezt az összefüggés e két parcella adatai nélkül vizsgáljuk, akkor ez a típusú összefüggés bizonyul a legszorosabbnak.

Végezetül tekintsük át, hogy az egyes parcelláknak, valamint azok egyes állományrészeinek fatérfogata miképpen függ a növtér-indextől (6. ábra):



6. ábra. Az egyes állományrészek fatérfogata a növtér-index függvényében  
 Fig. 6. Volume of different parts of stand by spacing index

A 6. ábrán nem fértek el az egyes egyenletek, ezért azokat az alábbiakban közöljük:

<b>száradék:</b>	$y = -5260,6x^3 + 6467,3x^2 - 2083x + 207,64$	$(r^2 = 0,6065)$
<b>hőtörött:</b>	$y = -73072x^3 + 47571x^2 - 10318x + 758,12$	$(r^2 = 0,7746)$
<b>száraz + hőtörött:</b>	$y = -78332,0615x^3 + 54038,144x^2 - 12400,9954x + 965,757$	$(r^2 = 0,8247)$
<b>egészállomány:</b>	$y = -13060x^2 + 4552,6x - 210,38$	$(r^2 = 0,2277)$
<b>mindösszesen:</b>	$y = -504,86x^2 - 746,9x + 364,57$	$(r^2 = 0,7699)$

A diagramm felső részén a parcellán található valamennyi – élő + elpusztult – törzs fatérfogát-adatai láthatók. Mint látjuk, itt elég szoros az összefüggés tapasztalható, ez azonban érthető, mivel az ilyen viszonylag fiatal fenyvesekben a törzsszám

döntő befolyást gyakorol a hektáronkénti fatérfogatra. A függvény ugyan ebben az esetben is másodfokú, ám az összefüggés jószerével lineárisnak mondható.

Az elpusztult (kiszáradt és hótörött) törzsek fatérfogatának trendje a növtér-index növekedésével harmadfokú polinom függvény szerint csökken.

A 6. ábra adatait szemlélve megállapítható, hogy a 12%-os növtér-indexű leg-sűrűbb parcellákon az összes élőfatérfogatnak mindössze a fele maradt meg, a másik fele a hótörés és a gyérülés következtében veszteségként jelentkezik. A legsűrűbb parcellákon a hótörés okozta élőfatérfogat-veszteség többszöröse (esetenként két-három-szorosa) a gyérülés – mint természetes folyamat – következtében fellépő élőfatérfogat-veszteségnek.

Az egészállomány élőfatérfogat adatait szemlélve a 6. ábrán jól látható az a kritikus érték ( $S = 17\text{--}18\%$ ), amelynél sűrűbb állományokban mind a hótörés, mind pedig a száradék fokozottabb mértékben lép fel. Az élőfatérfogat-adatokat vizsgálva megállapítható, hogy éppen ez az az optimális növtér, amelynél az adott korban és az adott termőhelyen a maximális fahozam biztosítható. Ennél sűrűbb állományok esetén fokozott a hótörés veszélye, az ennél jelentősebb ritkább állományokban pedig alacsonyabb az élőfatérfogat. Ez a növtér-index az adott körülmények között – amint azt a korábbi ábrákon láthattuk – a hektáronkénti 2300–2500 törzsnek felel meg. Az erdőművelés feladata tehát, hogy megfelelő ültetési hálózat, illetve erdőnevelési metodika révén az állomány 25–30 éves korára a vizsgálthoz hasonló termőhelyű állományokban ezt a törzsszámot biztosítsa.

**Összefoglalásul** – figyelembe véve az őrségi és a nyírségi tapasztalatokat – megállapítható, hogy a hótörés leginkább a 20–40 éves korú erdeifenyveseket veszélyezteti. Fiatalabb korban a koronák még kisebbek és a törzsek is hajlékonyabbak, 40 évesnél idősebb korban pedig a gyérülés vagy gyérítés következtében a törzsszám már a kritikus szint alá csökken, a fák egymástól való távolsága megnövekszik, továbbá a törzsek is erőteljesebbé válnak.

A hótörés szempontjából azonban éppen ezek a 20–40 éves állományok a leg-érdekesebbek. Ha erdeifenyvesünk létesítésekor a minőségi értékfa előállítását tűztük ki termelési célul, akkor a rendszeres – modell szerinti – erdőnevelés kizárja a túlzott sűrűntartást. Amennyiben viszont a termelési cél a minél nagyobb mennyiségű fatömeg (pl. rost- vagy cellulóz alapanyag) előállítása, akkor a 30–40 éves kori vég-használatot figyelembe véve tulajdonképpen érdekünk a lehetséges legmagasabb törzsszám fenntartása a minél nagyobb fatérfogat nyerése miatt. Mivel a jelen vizsgálat tapasztalatai szerint a hótörés mértéke a magasabb törzsszámú állományokban nagyobb, a hótörés tehát éppen ezeket az erdeifenyő ültetvényeket veszélyezteti. A fenti vizsgálat alátámasztja, hogy a közepes termőhelyű erdeifenyveseket 25–30 éves korban nem érdemes 2300–2500 db/ha törzsszámnál, illetve 17–18% növtér index-nél sűrűbben tartani.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző ez úton szeretné köszönetét kifejezni az Erdőművelési és Fatermési Osztály mindazon munkatársainak, kutatóinak és technikusainak, akik a jelen kísérleti blokk megtervezésében, kivitelezésében, valamint a több, mint két évtizedes rendszeres faállomány-felvételben részt vettek. Lelkiismeretes és pontos munkájuk nélkül a kísérleti terület nem maradt volna fent napjainkig.

Köszönet illeti a Nyírerdő Rt. Guthi Erdészetének és Halápi Erdészetének vezetőit, munkatársait, akik munkánkat messzemenően támogatták.

Munkánkhoz támogatást nyújtott a T 5280 számú OTKA téma, melyért ugyancsak ez úton fejezzük ki köszönetünket.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Pagony, H. 1975. Abiotikus károk a fenyvesekben. In: Keresztesi, B., Solymos, R. (szerk.): A fenyők természetése és hasznosítása. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- Persson, P. 1972. Stand treatment and damage by wind and snow-survey of younger thinning experiments. In: Royal College of Forestry. Research Notes, 23. Stockholm.
- Persson, P. 1975. Windthrow in forests—Its causes and the effect of forestry measures. In Royal College of Forestry. Research Notes, 36. Stockholm.
- Solymos, R. 1963. A nyugat-dunántúli hótörések erdőnevelési tanulságai. Az Erdő, XII. évf. 8: 371–376.
- Valinger, E., Lundqvist, L. and Brandel, G. 1994. Wind and snow damage in a thinning and fertilisation experiment in *Pinus sylvestris*. Scand. J. For. Res. 9: 129–134.
- Veperdi, G. 1990. Erdei- és feketefenyő ültetési hálózati kísérletek 1990. év végéig elért kutatási eredményei. ERTI kutatási jelentés.



## **FAÁLLOMÁNYOK KONDÍCIÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA ELEKTROMOS ELLENÁLLÁS MÉRÉSÉVEL**

VEPERDI IRINA

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

Az 1989–93 között sorozatméréseket folytattunk a fák egészségi állapota és elektromos ellenállás közötti összefüggések megállapítása céljából. A vizsgálatokat tölgy faállományokban kiválasztott 14 mintaterületen, összesen 906 fán, a AS-1 Conditiometer felhasználásával végeztük el. Kimutatható volt az ellenállás értékek szezonális dinamikája, valamint az időjárás hatása az évszakon belüli értékek ingadozására. Szoros összefüggés van az ellenállás-értékek és a fák jellemzői (átmérője, magassági osztály), illetve egészségi állapota között. Az eredmények alapján kidolgozásra került egy gyors diagnosztikai módszer a faállományok kondíciójának meghatározására.

**KULCSSZAVAK:** elektromos ellenállás, faállományok kondíciója, diagnosztikai módszer

### **ABSTRACT**

Electrical resistance were measured to establish the relationships between vitality of the forest trees and their electrical resistance. Measurements were conducted between 1989–1993 at 14 permanent trial plots, altogether on 906 trees of sessile oak (*Q. petraea*) and pedunculate oak (*Q. robur*), using a compact and portable device AS-1 Conditiometer. The results suggested that the individual trees in forest stands differ significantly in their vitality, particularly in their electrical resistance values (ERV). It was detected the seasonal changes in ERV and the effect of weather conditions on the fluctuation of the values within seasons. Clear relations were found between the ERV and some tree parameters (dbh, height class, and crown size) as a function of forest health. In general, the ERV were significantly lower in healthy compared with damaged trees. Using the results was improved the diagnostic method that can be used to monitor vitality of forest stands. For better accuracy of the ERV-based diagnostics, tree size and season effect must be taken into account.

**KEYWORDS:** electrical resistance, *Q. petraea*, *robur*, diagnostic method

### **BEVEZETÉS**

Az utóbbi években mind gyakrabban észlelhető a hazai erdőállományok kondíciójának romlása. Ez felvetette egy olyan vizsgálati módszer kidolgozásának szük-

ségességét, amellyel mód nyílna élő fák kondíciójának, illetve kondícióváltozásainak egzakt meghatározására és ezzel a faállományok károsodásának korai felismerésére.

A feladat megoldását célzó tájékozódásaink során a nemzetközi szakirodalomban több utalást találtunk arra vonatkozóan, hogy külföldön elektrofiziológiai módszerek alkalmazásával ígéretes eredményeket értek el az élő fák kondíciójának meghatározásában. A témával foglalkozó kutatók azon a véleményen vannak, hogy a növények elektromos vezetőképessége tükrözi fiziológiai aktivitásukat, amely összefüggés a faállományokra is érvényes (Fensom, 1966; Shortle, Shigo, Berry & Abusarma, 1977; Davis, Shigo & Weyrick, 1979; Blanchard, Shortle, Davis, 1983; Piene, Thompson, McIsaac, Fensom, 1984; MacDougall, Thompson, & Piene, 1987. Torelli, Križaj, Oven, Zupančič, Čufar, 1992).

Az élő fák elektromos ellenállás (EE) vizsgálatával kapcsolatban végzett kutatómunka – amely kutatásokat az ERTI munkacsoportja 1989. őszén kezdte meg – alapvetően arra irányult, hogy a fatestben mérhető elektromos ellenállás értéke és a fák fiziológiai állapota (életműködése), illetve kondíciója között feltételezett összefüggéseket meghatározza, figyelembe véve a szezonális hatás, az időjárási viszonyok, valamint az állományszerkezeti tényezők hatását az EE változásaira.

A mérésekhez a német Bollmann Elektronik Systeme GmbH (Düsseldorf) kutatócsoportja által kifejlesztett automatizált mérőműszert, az AS-1 Condiometer-t használtuk. Az elektromos ellenállás mérésére alkalmas, elemmel működő műszer kiterjedelmű, könnyen kezelhető. Duplatús szondája a háncon és a kambiumon keresztül a külső farészbe szúrva, elektromos impulzusokat bocsát a fa szállítószöveibe és méri elektromos ellenállásukat, aminek értéke a digitális kijelzőn kOhm-ban olvasható le.

Az élő fák elektromos vezetőképességén alapuló módszert különböző korú, egészségi állapotú és fatermőképességű elegyes és elegyetlen tölgy faállományokban, az ország négy erdőtáján kiválasztott 14 mintaterületen – összesen 906 mintafán – végzett méréssorozat alapján dolgoztuk ki.

Az egyes fák elektromos ellenállását a vegetációs idő alatt – márciustól októberig – havonta mértük, öt éven keresztül. Egyidejűleg felvettük állományszerkezeti jellemzőiket, vizsgáltuk a termőhelyi adottságokat és rögzítettük a meteorológiai körülményeket. Ezzel párhuzamosan, folyamatosan elvégeztük a mintaterületek hagyományos (szemrevételezéssel történő) egészségi állapot felvételét. Az elektromos ellenállás értékei egzakt módon támasztották alá a hagyományos felvétel megállapításait, de több esetben előre jelezték a kondícióváltozást, amikor ez a külső jelek alapján még nem volt felismerhető.

A terepi munkákat követően meghatároztuk az említett tényezők és az elektromos ellenállás közötti összefüggéseket, melyek figyelembe vételével dolgoztunk ki diagnosztikai eljárásunkat.

Az élő fák elektromos vezetőképességén alapuló módszer lényege nem az egyes fák, vagy faállományok egészségi állapotának, hanem relatív kondíciójának meghatározása. Nem kétséges, hogy a kondíció nagymértékben összefügg az egészségi állapottal, mivel a beteg fák kondíciója törvényszerűen gyengébb, mint az egészsé-

geseké. A gyengébb kondíció azonban sok esetben átmeneti állapotként lép fel, túlnyomórészt a kedvezőtlen környezeti viszonyok következtében.

## **A FÁK ELEKTROMOS VEZETŐKÉPESÉGÉN ALAPULÓ DIAGNOSZTIKAI MÓDSZER ALAPKÉRDÉSEI**

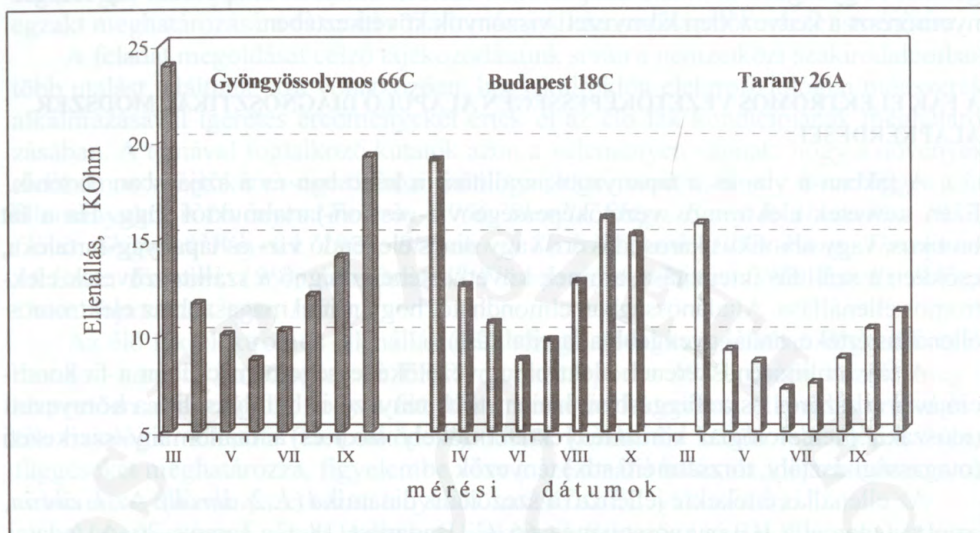
A fákban a víz- és a tápanyagok szállítása a háncsban és a szijácsban történik. Ezen szövetek elektromos vezetőképessége víz- és ion-tartalmuktól függ. Ha a fát biotikus, vagy abiotikus károsodás éri, vagy nincs elegendő víz- és tápanyag-tartaléka, csökken a szállítás intenzitása, aminek következtében megnő a szállítószövetek elektromos ellenállása. Általánosságban elmondható, hogy minél magasabb az elektromos ellenállás értéke, annál gyengébb a fa vitalitása.

A fák szállítórendszerének elektromos vezetőképessége nem csupán a fa kondíciójával áll szoros összefüggésben, hanem több tényező is befolyásolja: a környezeti (időszaki, meteorológiai körülmények, termőhely stb.) és a faállomány-szerkezeti (magassági osztály, törzsátmérő stb.) tényezők.

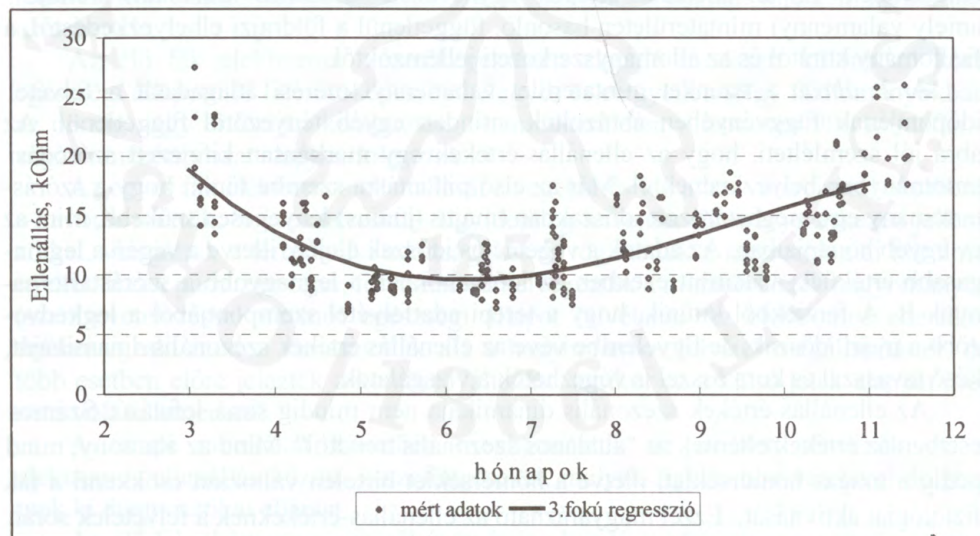
Az ellenállás értékekre jellemző a szezonális dinamika (1., 2. ábrák). Az 1. ábrán, amely 3 parcella (Gyöngyössolyos 66 C, Budapest 18 C, Tarany 26 A) adatai (abszolút értékek) alapján készült, jól látható, hogy az ellenállás-értékek – a fák fiziológiai állapotát követve – a nyugalmi időszakban (későősz–tél–koratavas) a legmagasabbak, áprilistól folyamatosan csökkennek, május–június hónapban általában eléri a legalacsonyabb szintet, majd a nyár végétől, ősz elejétől ismét emelkednek. Ez az ellenállás-értékek úgynevezett "általános szezonális trendje", amely valamennyi mintaterületen hasonló, függetlenül a földrajzi elhelyezkedéstől, a faállomány korától és az állományszerkezeti jellemzőktől.

A 2. ábrán a tizenkét mintaterület valamennyi mérési átlagadatát a felvétel időpontjának függvényében ábrázoltuk, minden egyéb tényezőtől függetlenül. Az ábra jól szemlélteti, hogy az ellenállás-értékek egy markánsan kifejezett szóródási tartományban helyezkednek el. Már az első pillantásra szembe tűnik, hogy a szórás-tartomány egy meghatározott időszakban (május–június) lényegesen szűkebb, mint az év egyéb hónapjaiban. Az adatok a vegetációs időszak elején, illetve a végén a legmagasabb értékűek, valamint ezekben az időszakokban a legnagyobb a szórás-tartományuk is. A fentiekből kitűnik, hogy a terepi adatfelvétel szempontjából a legkedvezőbb a nyári időszak, de figyelembe véve az ellenállás értékek szezonális dinamikáját, késő tavasszal és kora ősszel is végezhető a vizsgálatok.

Az ellenállás-értékek szezonális dinamikája nem mindig sima lefutású. Számos esetben az értékek eltérnek az "általános szezonális trendtől". Mind az alacsony, mind pedig a magas hőmérséklet, illetve a hőmérséklet hirtelen változása csökkenti a fák fiziológiai aktivitását. Ezzel magyarázható az ellenállás-értékeknek a felvételek során tapasztalt váratlan emelkedő, illetve csökkenő tendenciája, különösen a vegetációs időszakban. A csapadék is hatással van az ellenállás-értékekre. Az időjárási tényezők jelentőségét az ellenállás-értékek alakulásában az is alátámasztja, hogy a különböző évek azonos időszakában mért értékek között eltérések tapasztalhatók.

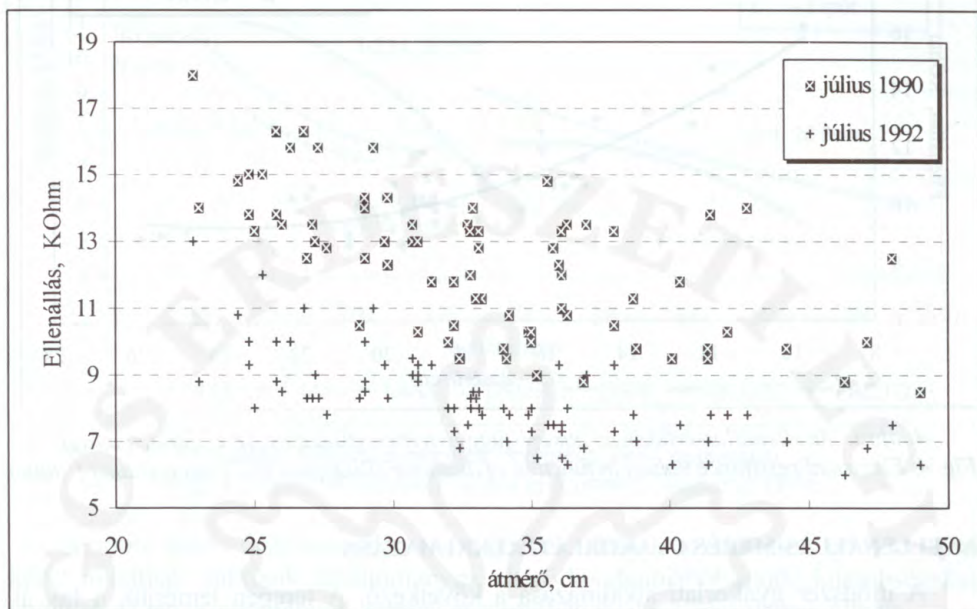


1. ábra. Ellenállás értékek szezonális dinamikája három kísérleti parcella példáján (1992)  
 Fig. 1. The seasonal changes in electrical resistance values on three trial plots (1992)



2. ábra. Ellenállás értékek szezonális dinamikája 1989–1993. között  
 Fig. 2. The seasonal changes in electrical resistance values on all plots (between 1989–93)

Ez jól követhető a 3. ábrán, ahol két év (1990 és 1992) júliusi mérések adatai szerepelnek: az 1992. júliusi ellenállás-értékek alacsonyabbak, mivel ekkor az időjárási viszonyok kedvezőbbek voltak.



3. ábra. A Háromfa 2 C kísérleti parcella júliusi mérési adatai (1990, 1992.)  
 Fig. 3. Electrical resistance values on plot Háromfa 2 C (July of 1990 and 1992)

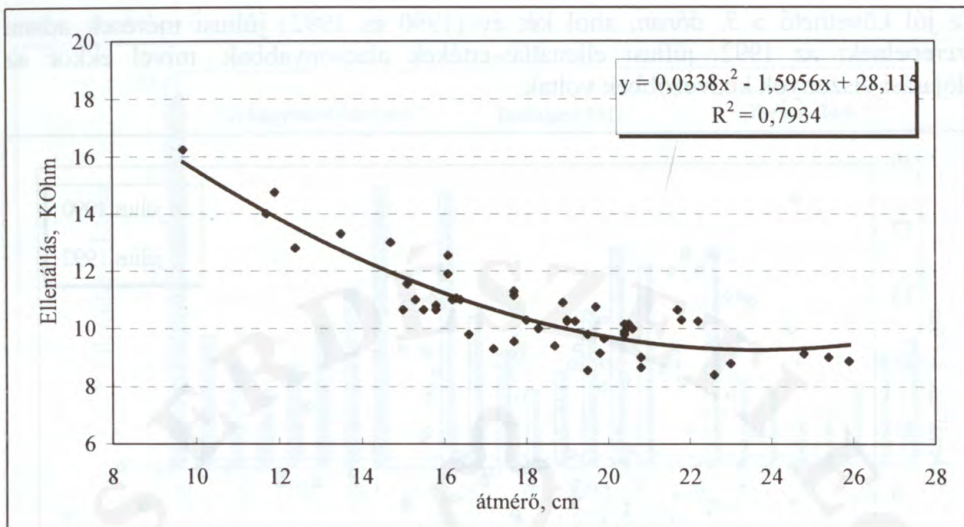
A termőhelyi tényezők közül a talaj, kitétség, hidrológiai viszonyok változó hatásával csak akkor kell számolnunk, ha a vizsgált faállomány (erdőrészlet) egyes részei között lényeges termőhelyi különbség van (pl. meredek lejtőn elhelyezkedő erdőrészeknél). Ilyen esetekben célszerű a területet a vizsgálat szempontjából megosztani és az egyes fák relatív kondícióját az eltérő részekben külön értékelni.

A környezeti tényezők a vizsgált faállományon belül az egyes fák ellenállás értékeit egyformán befolyásolják, ha méréseinket egyidőben, vagy rövid időintervallumon belül, azonos meteorológiai körülmények között végezzük. A fenti feltételek mellett mért ellenállás értékek csak egymáshoz viszonyítva értelmezhetők, ami azt jelenti, hogy az értékeket nem abszolút, hanem relatív paraméternek kell tekinteni.

Az állományszerkezeti tényezők közül az ellenállás értékek a fák átmérőjével állnak a legszorosabb és leginkább kiegyenlített összefüggésben: a vastagabb fáknak alacsonyabbak az ellenállás értékei (4. ábra).

Az ábrán a június hónapokban (1989–1993) mért értékek átlagai szerepelnek. Jól kivehető az összefüggés szorossága is (a korrelációs koefficiens értéke: 0,89).

Az adatok elemzése során tehát adott fa ellenállási értékét a mellmagassági átmérő függvényében célszerű értékelni.



**4. ábra.** Az ellenállás-értékek az átmérő függvényében (Budapest 18 C, júniusi átlag)  
**Fig. 4.** Electrical resistance values in function of diameter (Budapest 18 C, main value of June)

#### AZ ELLENÁLLÁS-MÉRÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

A módszer gyakorlati alkalmazása a következő. A terepen lemérjük a fák átmérőjét, valamint elektromos ellenállását. Minden vizsgálatba vont fát négy irányból megmérünk, – hogy lehetőleg teljes képet kapjunk a szállítószövetek működéséről, – de az adatok értékelésénél a négy mérés átlagértékét vesszük figyelembe.

A szállítórendszer zavarai a kezdeti stádiumban általában zonálisan jelentkeznek, vagyis magas ellenállás-értékek eleinte csak egy-, vagy két- irányban mutatkoznak. Az egészséges fákban a négy irányban mért ellenállás értékek általában kiegyenlítettébbek

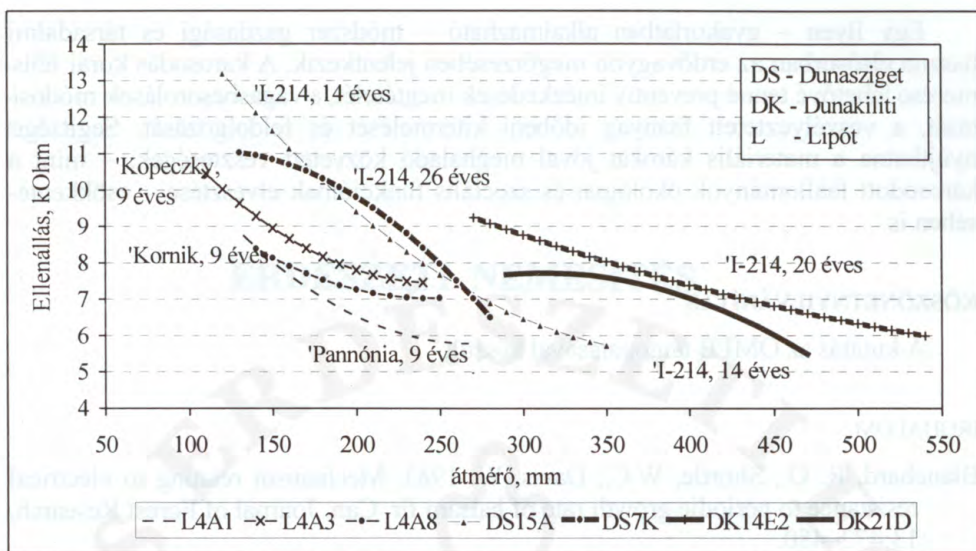
E diagnosztikai módszer több projektben nyert már alkalmazást, Gemencen kocsányostölgy, magaskőrös, amerikai kőrös, fehérfűz, fehérynár, feketenyár állományokban; Somogyban, Mátrában és a Soproni-hegységben tölgyesekben, a Budai- és Keszthelyi-hegységben feketefenyvesekben, valamint a Szigetközben nemesnyár állományokban.

A módszer gyakorlati alkalmazását a Szigetközben az ERTI Erdőművelési Osztályának kísérleti parcelláin 1994-ben végzett mérések példáján szeretném bemutatni (lásd a 5. ábrát).

A vizsgálatok során hét, különböző korú és különböző termőhelyű nemesnyár állományban végeztünk méréseket. Az egyes fák átmérőjének függvényében másodfokú függvény-görbét illesztettünk az ellenállás-értékekre.

A függvénygörbék formája a faállományok kondíciójára utal.

A három fiatal (9 éves) klón esetében a függvénygörbe formája homorú, ami egyértelműen a faállományok jó kondícióját jelzi. Ezek közül a Pannónia klón kondíciója a legjobb, amit egyúttal jó növekedése is igazolt.



5. ábra. Ellenállás-mérések (Szigetköz, 1994. augusztus)  
 Fig. 5. Electrical resistance values in Szigetköz (August of 1994)

A többi négy faállományban mért értékek alapján szerkesztett görbék eltérő képet mutatnak: tükrözik az állományok eltérő kondíciójából adódó különbségeket, amelyek az egyes állományok korával és termőhelyével is kapcsolatban állnak.

A 20 éves olasznyáras függvénygörbéje csak enyhén homorú, vagyis kondíciója egy véghasználat előtti állományra jellemző.

A kondíció szempontjából a leggyengébbnek a 26 éves olasznyáras bizonyult. Megjegyzendő, hogy ez az állomány részint gyenge termőhelyen áll, részint pedig már elérte, sőt túlhaladta az optimális véghasználati kort.

Érdeemes összehasonlítani a két 14 éves olasznyáras függvény-görbéjét.

A Dunasziget 15 A parcella függvénygörbéje homorú, ami jó kondícióra utal. A mért ellenállás- és átmérő-értékek széles intervalluma azt mutatja, hogy az állományt gyéríteni szükséges.

A Dunakiliti 21 D parcella függvénygörbéjének formája azonban domború, ami az állomány meggyengült kondíciójára utal. Ennek ellenére sem az 1994 évi növedék-adatok, sem az állomány egészségi állapotának vizuális értékelése erre még nem utaltak, holott ebben az évben érvényesült már a Duna-mellékágak erőteljes vízszintcsökkenésének hatása. A rákövetkező évben azonban az összfatermés folyónövedéke ugrásszerűen, 18,5 m<sup>3</sup>-rel csökkent. A kondíciómérés eredményei ezt a negatív hatást ily módon előre jelezték.

A fenti példa alátámasztja e diagnosztikai módszer gyakorlati alkalmazhatóságát, valamint a módszer további vizsgálatának, fejlesztésének szükségességét. Alkalmazását ajánljuk minden erdész és természetvédő szakembernek, akiknek a munkájához – döntései előkészítéséhez, tervei megalapozásához – a faállományok kondíciójának ismerete szükséges.

Egy ilyen – gyakorlatban alkalmazható – módszer gazdasági és társadalmi haszna elsősorban az erdővagyon megőrzésében jelentkezik. A károsodás korai felismerése lehetővé tenné preventív intézkedések megtételét, a vágásbesorolások módosítását, a veszélyeztetett faanyag időbeni kitermelését és feldolgozását. Segítséget nyújthatna a materiális károkat jóval meghaladó közvetett veszteségek, – mint a károsodott faállományok ökológiai és szociális funkcióinak elvesztése – csökkentésében is.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az OMFB támogatásával készült.

## IRODALOM

- Blanchard, R. O., Shortle, W.C., Davis, W. 1983. Mechanism relating to electrical resistance to periodic growth rate of balsam fir. *Can. Journal of Forest Research*, 13:472–480.
- Bogyay, J., Veperdi, I. 1990–91. Faállományok kondíciójának meghatározási lehetősége elektromos ellenállás mérésével. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 82–83./II:75–87.
- Bogyay, J., Veperdi, I. 1990–91. Measurements on electrical resistance of trees to determine vitality of forest stands. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 82–83:75–87.
- Davis, W., A. Shigo & R. Weyrick. 1979. Seasonal changes in electrical resistance measurements of water potential in white spruce. *Can. Journal of Forest Research*, 8:73–80.
- Fensom, D.S. 1966. On measuring electrical resistance in situ in higher plants. *Can. Journal Plant. Sci.*, 46:157–169.
- MacDougall, R.G., Thompson, R.G. & Piene, H. 1987. Stem electrical capacitance and resistance measurements as related to total foliar biomass of balsam fir trees. *Can. Journal of Forest Research*, 46:157–169.
- Piene, H., Thompson, R. G., McIsaac, J.E., Fensom, D.S. 1984. Electrical resistance measurements on young balsam trees in relation to specific volume increment, foliar biomass and ion content of bark and wood. *Can. Journal of Forest Research*, 8:73–80.
- Shortle, W.C., A.L. Shigo, P. Berry & J. Abusarma. 1977. Electrical resistance in tree cambium zone: relationship to rates of growth and wound closure. *For. Sci.* 23:326–329.
- Torelli, N., B. Križaj, P. Oven, M. Zupančič, K. Čufar. 1992. Bioelectrical resistance and its seasonal variation as the indicator of tree condition as illustrated by silver fir. *Holz. Als Roh-und Werkstoff*, 50:252.



Egy ilyen – gyakorlatban alkalmazható – módszer gazdasági és társadalmi haszna elsősorban az erdővagyon megőrzésében jelentkezik. A károsodás korai feltértelezése lehetővé teszi preventív intézkedések megtételét, a vándorbetegségek megelőzését, a veszélyeztetett faanyag kibontásának és felkészítésének segítségével nyújtani a materiális károkat jóval meghaladó közvetett veszteségek, – mint a károsodott állományok októrig és szezonális funkcióinak elvesztése – csökkentésében is.

## ERDÉSZETI NEMESÍTÉS KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatók a GMIH honlapjának címlapján olvashatók.

### PROTALPRA

Blanchard, R., Shurtle, W.C., Davis, G. 1983. Median and maximum electrical resistance to periodic growth rate of balsam fir. *Can. Journal of Forest Research*, 13: 475-480.

Bogya, J., Zsardi, J. 1990-91. Faállományok konditójának mérésére szolgáló sztereoszkopos ellenállás mérésről. *Erdészeti Kutatások*, Vol. 82-83: 17-18.

Bogya, J., Veperdi, V. 1992. Measurements on height and volume of trees determining vital soil forest stands. *Land Use Management*, Vol. 12: 73-75.

Davis, G., Shurtle, W.C., & R. Weirich. 1981. Seasonal changes in electrical resistance measurements in the cambium of balsam fir. *Can. Journal of Forest Research*, 11: 477-480.

Davis, G.S. 1966. Dr. measuring electrical resistance in situ in higher plants. *Can. Journal Plant. Sci.* 46: 155-169.

MacDougall, R.G., Thompson, R.G., & Piene, H. 1980. Stem electrical capacitance and resistance measurements correlated to total foliar counts of balsam fir trees. *Can. Journal of Forest Research*, 10: 157-169.

Piene, H., Simpson, R., MacDougall, R.G., & Piene, H. 1981. Electrical capacitance measurements on young balsam fir in relation to specific volume increment, foliar count, and ion content of needles and wood. *Can. Journal of Forest Research*, 11: 377-380.

Shurtle, W.C., A. J. Chapp, P. Berry & J. Abusarna. 1977. Electrical resistance in tree cambium zone: relationship to rates of growth and wound closure. *For. Sci.* 23: 326-329.

Torelli, N., B. Kritzig, P. Gysin & G. Hodel. 1997. Bioelectrical resistance and its seasonal variation as the influence of tree conditions as illustrated by silver fir. *Holz: Als Roh- und Werkstoff*, 50: 272.

ERDÉSZETI NEMESÍTÉS  
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

# A KOCSÁNYTALAN TÖLGYEK LEVÉLMORFOLÓGIAI VIZSGÁLATA

BOROVICS ATTILA

## ÖSSZEFOGLALÓ

A kocsánytalan tölgy komplex az egyik legelterjedtebb hazai fafajcsoportunk. A tanulmány az alakkör taxonjainak morfológiai változatosságát vizsgálja. 239 példány 16 levélmorfológiai bélyege lett meghatározva és elemezve numerikus taxonómiai módszerekkel. Az egyes határozó bélyegek átfedést mutatnak, emiatt nincs diagnosztikus értékük. Sokváltozós statisztikai módszerekkel a három kocsánytalan tölgy taxont el lehet különíteni, ebből következően lehetséges az intermedier egyedek azonosítása is. A 0 körüli diszkriminancia értékű tölgyek nagy valószínűséggel hibridek.

**KULCSSZAVAK:** *Quercus petraea*, *Q. Dalechampii*, *Q. polycarpa*, hibridizáció, levélmorfológia, sokváltozós statisztika, taxonómia

## ABSTRACT

The sessile oak complex is one of the most common tree species group in Hungary. Morphological variability of sessile oak taxa was studied. 16 leaf morphological variables of 239 specimens were measured and analysed by numerical taxonomic methods. Any taxonomic character overlaps with others and has by itself no diagnostic value. The three sessile oak taxa can be separated, however, by using multivariate statistics and intermediate hybrid individuals can be identified. Oaks with discriminant values close to 0 are hybrids with a high probability

**KEYWORDS:** *Quercus petraea*, *Q. Dalechampii*, *Q. polycarpa*, hybridization, leaf morphology, multivariate statistic, taxonomy

## BEVEZETÉS

A kocsánytalan tölgyek alakkörének megítélése ellentmondásos, annak ellenére, hogy erdőterületünk jelentős részét képviseli (13 %). Bár az újabb erdészeti dendrológiai irodalom elfogadja a *Quercus petraea* komplex három különálló fajra történő szétválasztását (Mátyás, 1967, 1971; Majer, 1987, 1989; Gencsi és Vancsura, 1992), úgymint *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. s. str. (sensu stricto=szűkebb értelemben), *Quercus Dalechampii* Ten. és *Quercus polycarpa* Schur, de az erdészeti gyakorlat és kutatás (Keresztesi, 1967; Bondor, 1987; Béky, 1989), nem vette át a fenti felosztást. A környező országok kutatóinak véleménye sem egységes az alakkör felosztása tekintetében. Kobližek (1993) a Csehország tölgyfajairól szóló publikációjában a *Quercus*

*petraea* mellett önálló fajokként említi a *Q. Dalechampii*-t és a *Q. polycarpa*-t. A román *Enescu (1995)* azonban alfajokként sorolja be őket (*Soó 1972*-es publikációjára hivatkozva?!), viszont leírja az alfajoknak más fajokkal alkotott hibridjeit. Jellemző a kialakult helyzetre, hogy a legújabb kiadású egyetemi és főiskolai növényhatározó és rendszertani tankönyvek sem egységesen tárgyalják az alakkört. Míg az egyik (*Simon, 1994*) elkülöníti a három fajt, addig a másik (*Borhidi, 1995*) alfajként határozza meg azokat, bár hozzáteszi a szerző, hogy önálló fajokként is tekintik őket. Kétségtelen, hogy a legautentikusabb magyarországi rendszertani-növényföldrajzi alapmű, *Soó Rezső* Synopsisának tölgyeket tárgyaló IV. kötete (*Soó, 1970*), egyértelműen elkülöníti a három fajt, sőt a fajokon belül, illetve a fajok között igen kiterjedt további felosztást is közöl (infra- és interspecifikus taxonok).

Az eddigiek alapján önkéntelenül fölmerül a kérdés: ha ilyen nehézségek vannak a kocsánytalan tölgyek alakkörének megítélésében, akkor milyen mélységig érdemes vizsgálni, meghatározni a különféle alakokat? Nincs-e igaza annak, aki még a három kocsánytalan tölgy fajt sem hajlandó megkülönböztetni, nemhogy azok fajon belüli alakjait! Amennyiben az egyes taxonok ökológiai igényei (ezáltal erdőgazdasági tulajdonságai) jelentősen eltérőek, mint ahogy az a három kocsánytalan tölgy taxon esetében feltételezett (*Borhidi, 1969; Mátyás, 1971; Majer, 1987, 1989; Gencsi és Vancsura, 1992*), akkor igen jelentős gazdasági érdek fűződik azok elkülönítéséhez és ebben az esetben indifferens, hogy milyen rangú (faji, alfaji) elkülönítést tulajdonítunk ezen egységeknek. (Nevezhetjük akár OTU-nak – Operational Taxonomic Unit (*Sneath és Sokal, 1973*) –, azaz taxonómiai alapegységnek őket, hiszen célunk pillanatnyilag csupán az elkülönítés.) Amennyiben igazolható, hogy a "kisfajok" morfológiai típusai genetikailag meghatározottak, a "kisfajok" gyakorisági eltérései – taxonómiai státuszuktól függetlenül – segíthetnek a hazai populációk genetikai alapú elkülönítésében, származási körzetek lehatárolásában.

Az alakkorról kialakult eltérő vélemények okai a taxonok rendkívüli morfológiai variabilitásában, ezáltal nehéz elkülöníthetőségében, valamint abban keresendők, hogy a három taxon és a feltételezett hibridjeik a kocsánytalan tölgyesekben egyenesen, bár helyileg kétségtelenül eltérő gyakorisággal szerepelnek (*Mátyás és tsai, 1994*). Ennek következménye az egyes alakok ökológiai igényének és más erdőgazdasági tulajdonságainak tisztázatlansága.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elkülönítési lehetőségeket vizsgálva gyakorlatilag a levéljellemzők alapján történő elemzés szolgáltatathat általánosan használható eredményeket. A tölgyeket feldolgozó eddigi rendszerek is alapvetően a levélre épültek (*Simonkai, 1890; Camus, 1936–54; Schwarz, 1936–37; Georgescu és Morariu, 1948; Mátyás, 1967; Soó, 1970*). A taxonómiában kiemelt jelentőségű generatív szervek vizsgálata a tölgyek rendszerezésében nem minden esetben alkalmazható. Zárt állományban az első virágzás akár 40–50 éves korra is kitolódhat és ezt követően is megmarad a terméshozás időszakossága. A törzsalak alapján egyedül a szlavóntölgyet különböztetjük meg. A kéreg a termőhely, illetve a kor szerint nagyon változatos. A levél alapján történő

rendszerezés magában rejti annak a lehetőségét is, hogy hullott lomb alapján nagyterületű, leltározó jellegű populációvizsgálatokkal tisztázzuk az egyes taxonok erdőgazdasági jellemzőit és elterjedését.

A fajok leírását, osztályozhatóságát jelentősen korlátozza az elkülönítésükre használt határozóbélyegek minősége. Az alakváltozatosság a kocsánytalan tölgy taxonok esetében rendszerint olyan nagy, hogy azt gyakorlatilag használható határozókulcsba foglalni csak igen nehezen lehet. A határozókulcsok általánosságokat tartalmaznak, melytől a valóságban sokféle eltérés lehetséges és elsősorban minőségi (kvalitatív) bélyegekre épülnek. Így az egyes jellegekre alapozott leírások tág teret engednek az egyéni felfogásnak, szubjektív értékítéletnek. Ez a hibridek vizsgálatánál, még erősebben érezteti hatását. Emiatt szükséges a tölgyfajok elkülönítésére használt klasszikus határozóbélyegek mennyiségi (kvantitatív, számokkal is kifejezhető) bélyegekkel történő helyettesítése, átalakítása. Ha nagyszámú határozóbélyeget vizsgálunk egyszerre és amennyiben ezeket mért értékekkel is ki tudjuk fejezni, akkor lehetőség nyíllhat arra, hogy a statisztika sokváltozós eljárásaival, egzakt módon közelítsük meg a problémát (numerikus taxonómia). Az elemzéseket a SYN-TAX (Podani, 1993) és a STATISTICA (StatSoft, 1983–94) programcsomagokkal végeztük.

A vizsgálat Mátyás Vilmos szervező- és gyűjtőmunkájának eredményeképpen létrejött, Európa valószínű legnagyobb speciális tölgyherbáriuma (*Herbarium Quercum Hungariae, HQH*), kocsánytalan tölgy fajcsoportot (*series Sessiliflorae*) tartalmazó részének, 239 herbáriumi lapján (egyedén) történt. (A herbáriumi anyag használata nélkülözhetetlen a nagyszámú mérés és mikroszkópiai elemzések miatt.) A gyűjtemény helye: Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kísérleti Állomása. A gyűjtemény mérete: 6303 leszámozott és nyilvántartott példány. Laponként 5–5 levél 16 paramétere lett meghatározva, az alábbi módon:

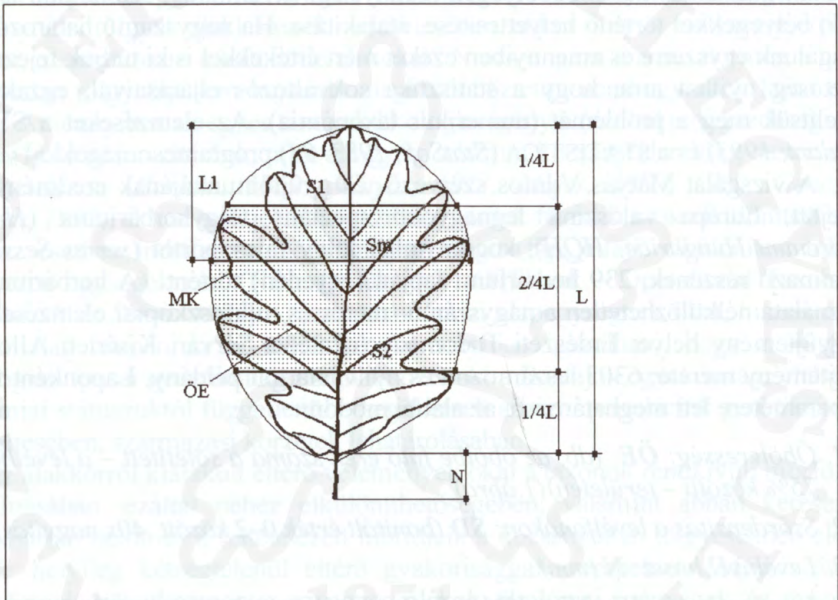
1. Öboleresség: **ÖE** (db, az öbölbe futó erek száma a sötétített – a levélhossz 25–75% közötti – területen) (1. ábra)
2. Szőrdenzitás a levélfonákon: **SD** (bonitált érték 0–2 között, 40x nagyítás)
3. Levélnyel hossz: **N** (mm)
4. Levélnyel százalék: **NL** =  $N \cdot 100 / L$  ( $L$  a levéllemez hossza mm-ben)
5. Levélalak index 1: **S1S2** =  $S1 \cdot 100 / S2$  ( $S1$  a levélhossz csúcstól számított 25%-nál mért levélszélesség;  $S2$  a levélhossz csúcstól számított 75%-nál mért levélszélesség)
6. Levélalak index 2: **S1SM** =  $S1 \cdot 100 / SM$  ( $SM$  a levéllemez maximális szélessége)
7. Levélalak index 3: **SML** =  $SM \cdot 100 / L$
8. Levélalak index 4: **L1L** =  $L1 \cdot 100 / L$
9. Mellékkarékjok száma: **MK** (db)
10. Karéjmélység százalék: **Z%** =  $(X1 + X2) \cdot 100 / Sm$  ( $X1$  és  $X2$  a két legnagyobb oldalkarék hossza mm-ben)
11. Szimmetria jelzőszám: **S** =  $|X1 - X2| \cdot 100 / (X1 + X2)$
12. Csúcskarékj: **CK** (mm)

13. Csúcskaréj index:  $CKI = Ck \cdot 100/L$

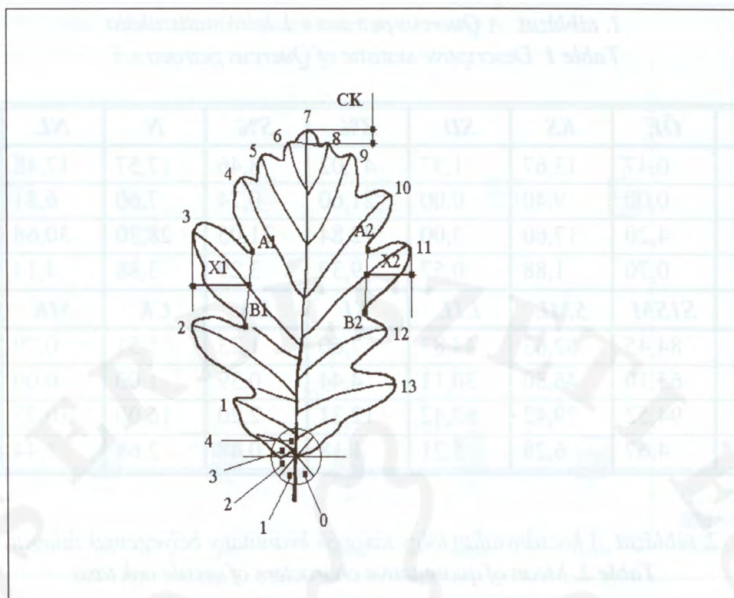
14. Levélalap formai értékelése:  $LA$  (0-4 között bonitált érték; 0 átfedő cimpás, 4 hegyes ékvállú; a bonitálás után a statisztikai feldolgozhatóság miatt radiánban kell kifejezni ezen értékeket:  $0 \rightarrow 9/8 \cdot \pi$ ,  $1 \rightarrow 7/8 \cdot \pi$ ,  $2 \rightarrow 5/8 \cdot \pi$ ,  $3 \rightarrow 3/8 \cdot \pi$ ,  $4 \rightarrow 1/8 \cdot \pi$ )

15. Karéjok száma:  $KS$  (db, beleszámítva a csúcskaréjt is, a 2. ábra példáján 13)

16. Karéj index:  $KI = L/KS$



1. ábra. Levélmorfológiai bélyegek értelmezése I  
Fig. 1. Interpretation of leaf morphological characters I



2. ábra. Levélmorfológiai bélyegek értelmezése II  
 Fig. 2. Interpretation of leaf morphological characters II

A további vizsgálatok a herbáriumi laponként mért 5–5 levél átlagával történtek.

## EREDMÉNYEK

### Levélmorfológiai bélyegek egyenkénti (egyváltozós) vizsgálata

Valamennyi bélyeg normális eloszlást mutat, csupán az öbölerek száma (ÖE) és a mellékkaréjok száma (MK) mutat kis mértékű baloldali asszimetriát. Az 1. táblázat a *Quercus petraea* s. l. fajcsoport bélyegeinek leíró statisztikáját tartalmazza. A 2. táblázat foglalja össze a vizsgált egyedek darabszámait és az egyes bélyegek átlagértékeit taxononként. Az egyszerűsítés kedvéért a taxonokat a továbbiakban az alábbi módon jelöljük:

<i>Quercus petraea</i> s. l. (sensu lato - tágabb értelemben; tul. kép. főátlag)	pet s.l.
<i>Quercus petraea</i> s. str. (szűkebb értelemben)	pet
<i>Quercus Dalechampii</i>	dal
<i>Quercus polycarpa</i>	pol
<i>Quercus petraea</i> x <i>Quercus Dalechampii</i> = <i>Quercus</i> x <i>Benkői</i>	petdal
<i>Quercus petraea</i> x <i>Quercus polycarpa</i> = <i>Quercus</i> x <i>Soói</i>	petpol
<i>Quercus Dalechampii</i> x <i>Quercus polycarpa</i> = <i>Quercus</i> x <i>barnova</i>	dalpol

1. táblázat. A *Quercus petraea* s. l. leíró statisztikájaTable 1. Descriptive statistic of *Quercus petraea* s. l.

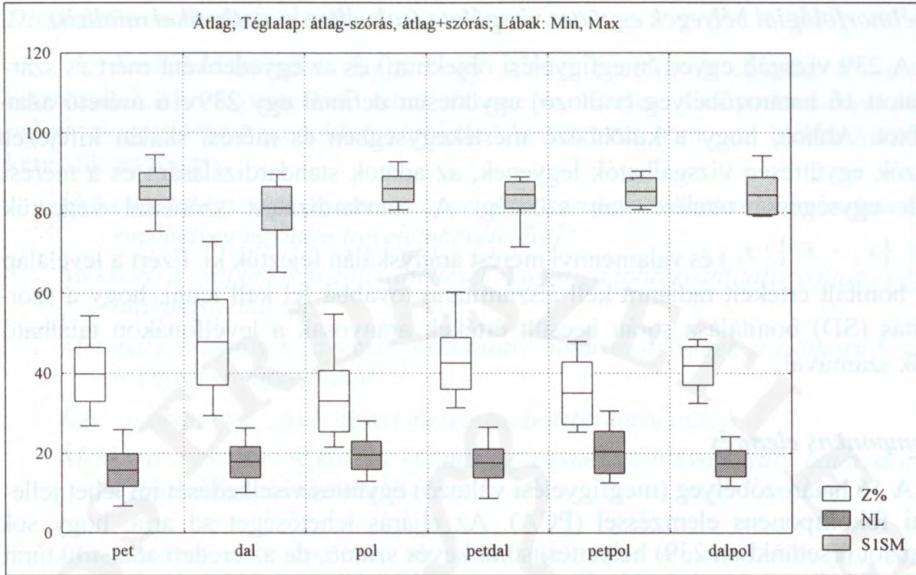
	ÖE	KS	SD	Z%	S%	N	NL	SIS2
átlag	0,47	13,67	1,37	41,02	8,46	17,57	17,48	111,30
min.	0,00	9,40	0,00	21,60	0,74	7,60	6,81	73,87
max.	4,20	17,60	3,00	72,84	21,05	28,30	30,66	162,25
szórás	0,70	1,88	0,57	9,39	3,29	3,88	4,14	15,26
	SISM	SML	LIL	KI	LA	CK	MK	CKI
átlag	84,45	62,63	44,87	7,60	1,23	5,51	0,79	5,37
min.	65,10	46,50	30,11	4,44	0,39	1,00	0,00	1,06
max.	94,52	79,42	63,42	12,31	2,20	16,00	10,75	15,50
szórás	4,67	6,28	5,21	1,18	0,48	2,68	1,44	2,52

2. táblázat. A kocsánytalan tölgy taxonok kvantitatív bélyegeinek átlagai

Table 2. Mean of quantitative characters of sessile oak taxa

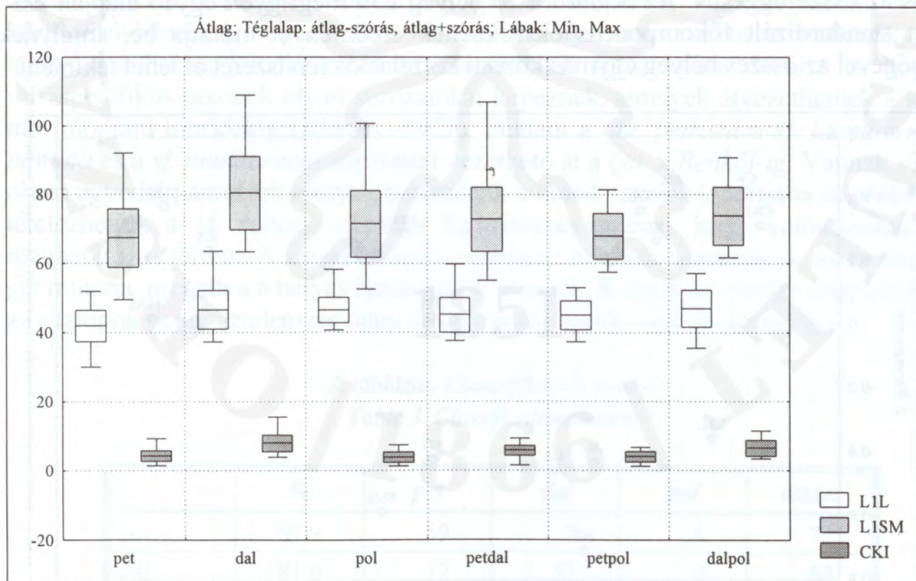
	<i>pet</i> <i>npet</i> = 72	<i>dal</i> <i>ndal</i> = 63	<i>pol</i> <i>npol</i> = 37	<i>petdal</i> <i>npetdal</i> = 35	<i>petpol</i> <i>npetpol</i> = 15	<i>dalpol</i> <i>ndalpol</i> = 17
ÖE	0,33	0,83	0,36	0,31	0,30	0,42
KS	14,98	13,25	12,39	13,93	13,46	12,13
SD	1,42	1,33	1,35	1,31	1,64	1,29
Z%	39,74	47,70	32,95	42,41	34,97	41,74
S%	8,67	8,64	8,45	7,71	8,23	8,67
N	16,80	18,27	17,67	18,56	17,50	16,04
NL	15,73	17,74	19,42	17,45	20,20	17,35
SIS2	120,28	103,34	106,73	112,28	109,28	112,41
SISM	86,60	81,06	85,87	84,39	85,22	84,23
SML	63,04	58,65	66,00	62,62	66,97	64,56
LIL	41,96	46,53	46,38	45,15	45,05	46,98
KI	7,35	7,97	7,53	7,85	6,56	7,92
LA	1,05	1,25	1,45	1,10	1,55	1,47
CK	4,41	8,14	3,35	6,07	3,25	5,94
MK	1,39	0,81	0,18	0,67	0,07	0,40
CKI	4,08	7,87	3,64	5,61	3,76	6,31

A levélmorfológiai bélyegek egyikével sem lehetett a 6 taxont átfedésmentesen jellemezni. Az átfedésmentesség nemcsak a minimális és maximális értékek figyelembevételével, hanem az átlag  $\pm$  szórás által meghatározott terjedelem esetében sem áll fenn. A 3. és 4. ábrák 3–3 bélyegen szemléltetik a fentieket.



3. ábra. Határozóbélyegek átfedése I

Fig. 3. Overlapping of taxonomic characters I



4. ábra. Határozóbélyegek átfedése II

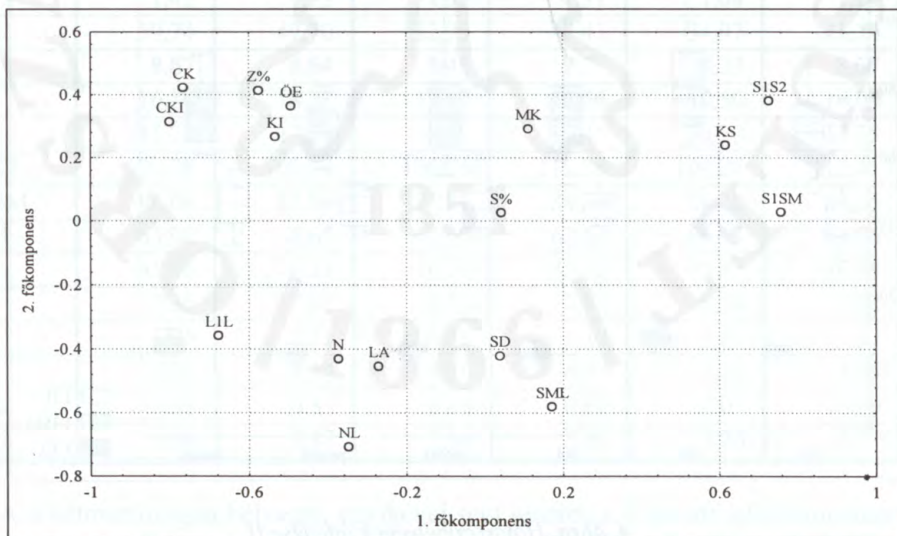
Fig. 4. Overlapping of taxonomic characters II

### A levélmorfológiai bélyegek együttes vizsgálata (sokváltozós statisztikai analízis)

A 239 vizsgált egyed (megfigyelési objektum) és az egyedenként mért és származtatott 16 határozóbélyeg (változó) együttesen definiál egy 239x16 méretű adatmátrixot. Ahhoz, hogy a különböző mértékegységben és mérési skálán kifejezett változók együttesen vizsgálhatók legyenek, az adatok standardizálására és a mérési skálák egységessé tételére van szükség. A standardizálást szórással végeztük ( $x_{ij} = \{x_{ij} - \bar{x}_i\} / s_i$ ) és valamennyi mérést arányskálán fejeztük ki. Ezért a levélalap (LA) bonitált értékeit radiánra kell átszámítani, továbbá fel kell tenni, hogy a szóródenzitás (SD) bonitálása során becsült értékek arányosak a levélfonákon található szőrök számával.

### Főkomponens elemzés

A 16 határozóbélyeg (megfigyelési változó) együttes viselkedését jól lehet jellemezni főkomponens elemzéssel (PCA). Az eljárás lehetőséget ad arra, hogy sok dimenziót (esetünkben 239) helyettesítsünk kevés számú, de az eredeti adatstruktúrát jól tükröző dimenzióval (példánkban 1. és 2. főkomponensekkel) (Sváb, 1979). A határozóbélyegeket az egymás közötti korrelációjuk alapján csoportosítani lehet és ezzel vizsgálható, hogy mely bélyegek tartoznak össze, hány csoport van és milyen szoros az összefüggésük. Az 5. ábra a 16 bélyeg 239 megfigyelt egyed alapján számított standardizált főkomponens elemzésének eredményét mutatja be, amelynek segítségével az összes bélyeg egymás közötti korrelációs rendszerét át lehet tekinteni.



5. ábra. 16 megfigyelési változó forgatás nélküli standardizált főkomponenselemzése  
Fig. 5. Unrotated standardized PCA of 16 taxonomic variables

### Diszkriminancia elemzés

Az analízis kiindulási alapja, hogy minden megfigyelt egyed a klasszikus határozókulcsok segítségével, tehát valamely előzetes szempontrendszer szerint, *priori* csoportokba (taxonokba) soroljuk. Az elemzés során az alábbi kérdésekre keressük a választ:

*Helyes-e az egyedek előzetes csoportokba sorolása valamennyi kvantitatív határozóbélyeg együttes figyelembevételével?*

*Mekkora a csoportok közötti átfedések nagysága több kvantitatív változó együttes alakulása alapján?*

*Mennyire jelentősek az egyes kvantitatív határozóbélyegek a csoportok szétválasztása szempontjából?*

*Egy újabban megfigyelt egyed melyik csoportba sorolandó?*

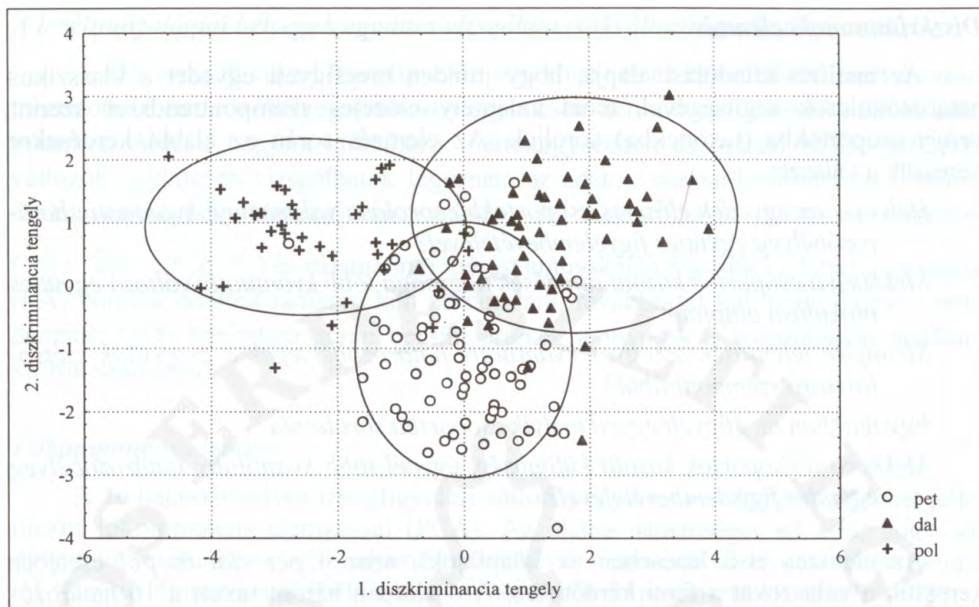
*Mekkora a csoportok közötti különbség, egynél több kvantitatív határozóbélyeg együttes figyelembevételével?*

Az elemzés első lépésében az "alapfajok", azaz a *pet*, *dal* és *pol* esetében keressük a válaszokat a fenti kérdésekre. A 6. ábra a három taxon a 16 határozóbélyeg együttes hatását kifejező, diszkriminancia változók alapján történő ordinációját mutatja (Füstös és tsai, 1986). A jelek eloszlásából látható, hogy a klasszikus határozókulcsokkal, előzetesen létrehozott (*priori*) csoportok valóban három centrum körül sűrűsödnek. A csoportok között azonban folyamatos átmenet mutatkozik, amely utalhat a hibridek jelenlétére és az introgresszió folyamatára, de arra is, hogy az infraspecifikus taxonok olyan sorozatokat képeznek, amelyek átvezethetnek a köztes morfológiájú hibridekig (Mátyás, 1971). Például a *Qu. petraea* a *sf. laciniata*, a *sf. pinnata* és a *sf. pinnatisecta* sorozattal vezethető át a *Qu. x Benkői*-ig. Vannak viszont olyan egyedek, amelyek mélyen behatolnak a másik taxon csoportjába és ezekről feltelezhetjük a 16 változó együttes figyelembevételével, hogy valószínűleg téves meghatározás történt. A klasszifikációs mátrix az előzetes besorolások eredményességét mutatja, megadva a helyes határozások arányát. A sorok az eredeti csoportszámot, az oszlopok pedig az elemzés utáni átsorolásokat adják meg (3. táblázat).

3. táblázat. Klasszifikációs mátrix

Table 3. Classification matrix

	%	<i>pet</i>	<i>dal</i>	<i>pol</i>	összes
<i>pet</i>	81,9	59	9	4	72
<i>dal</i>	81,0	12	51	0	63
<i>pol</i>	89,2	2	2	33	37
összes	83,1	73	62	37	172



6. ábra Három taxon többszoportos diszkriminancia elemzése  
 Fig. 6. Multigroup discriminant analysis of three taxa

Az analízissel meghatározható a taxonok és a kvantitatív bélyegek közötti kapcsolat, amelyet klasszifikációs függvénynek nevez a szakirodalom. Az eredmény interpretálása hasonlít a többszörös regresszióanalízishez. Itt azonban a függő változó (Y) nem kvantitatív, hanem kvalitatív tulajdonság, éspedig esetünkben a három lehetséges taxon. A függvény általános formáját a következők szerint lehet megfogalmazni:

$$S_i = w_{i1} * x_1 + w_{i2} * x_2 + w_{i3} * x_3 + \dots + w_{im} * x_m + c_i$$

ahol  $i$  jelöli a csoportokat,  $1 \dots m$  a változókat,  $w_{ij}$  az  $i$ -dik csoport  $j$ -dik változójának együtthatója,  $x_j$  a  $j$ -dik változó mért (megfigyelt) értéke,  $c_i$  az  $i$ -dik csoport konstansát és  $S_i$  a klasszifikációs érték.

A klasszifikációs függvények együtthatóit és konstansait a vizsgált taxonokra a 4. táblázat megfelelő soraiból lehet kiolvasni az alábbi módon:

$$S_{pet} = 96,46 * CKI + 169,58 * KS - 83,12 * CK + \dots - 91,18 * N - 3120,45$$

$$S_{dal} = 96,30 * CKI + 168,71 * KS - 82,25 * CK + \dots - 90,97 * N - 3082,13$$

$$S_{pol} = 91,69 * CKI + 166,07 * KS - 79,29 * CK + \dots - 90,85 * N - 3041,83$$

A fajmeghatározás ezek után úgy történik, hogy a három függvénybe behelyettesítjük a mért kvantitatív határozóbélyegeket (CKI, KS .... stb.) és a vizsgált

példány ahhoz a csoporthoz (taxonhoz) tartozik, amelyiknek a klasszifikációs függvénye a legnagyobb értéket adja.

A 4. táblázatban a vizsgált határozóbélyegeket a Wilks'  $\lambda$  értékek és a belőlük származtatott  $F$ -értékek alapján rangsoroljuk, a csoportok elválasztásában játszott jelentőségük alapján (Rao, 1965).

4. táblázat. A klasszifikációs függvény együtthatói és a határozóbélyegek rangsorolása  
Table 4. Coefficients for classifications scores and rank of quantitative characters

Rang	Változók	<i>pet</i>	<i>dal</i>	<i>pol</i>	Wilks' $\lambda$	$F$ -érték	$p$ -szint
1	CKI	96,46	96,30	91,69	0,2223	13,932	0,000
2	KS	169,58	168,71	166,07	0,2150	10,930	0,000
3	CK	-83,12	-82,25	-79,29	0,2113	9,412	0,000
4	SML	1,53	1,38	1,58	0,2030	6,038	0,003
5	KI	284,31	283,06	279,78	0,2027	5,922	0,003
6	Z%	4,65	4,70	4,51	0,1984	4,142	0,018
7	LA	-39,83	-39,50	-37,78	0,1963	3,297	0,040
8	SD	21,55	20,92	20,17	0,1958	3,088	0,048
9	L1L	4,50	4,45	4,68	0,1929	1,912	0,151
10	ÖE	-36,77	-37,09	-35,75	0,1926	1,793	0,170
11	S1SM	15,77	15,61	15,87	0,1923	1,677	0,190
12	MK	-2,65	-2,58	-3,05	0,1916	1,386	0,253
13	S1S2	-1,66	-1,67	-1,72	0,1903	0,831	0,437
14	S%	0,91	0,98	0,87	0,1895	0,505	0,605
15	NL	95,18	95,09	94,69	0,1892	0,380	0,685
16	N	-91,18	-90,97	-90,85	0,1889	0,263	0,769
	konstans	-3 120,45	-3 082,13	-3 041,83			

A változók varianciájának kiegyenlítésével nyert Mahalanobis általánosított távolsággal a három taxon között morfológiai távolságot definiálhatunk. A Mahalanobis-féle távolság alkalmas arra, hogy számszerűen is kifejezzük a vizsgált taxonok fenotipikus hasonlóságát/különbözőségét (5. táblázat). A táblázat adatai alapján a *pet* és *dal* közötti távolság a legkisebb, tehát a két taxon tekinthető leghasonlóbbnak, amely a közelebbi rokonságot is jelezheti. Ezt követi a *pet* és *pol* távolság és a legnagyobb a *dal* és *pol* közötti távolság, amit az alakkörrel foglalkozók empirikus tapasztalatai is alátámasztanak.

5. táblázat. A három taxon közötti Mahalanobis általánosított távolság  
Table 5. Mahalanobis generalized distance between three taxa

	<i>pet</i>	<i>dal</i>	<i>pol</i>
<i>pet</i>	-	5,359	8,988
<i>dal</i>	5,359	-	13,883
<i>pol</i>	8,988	13,883	-

### A hibridizáció vizsgálata a *Quercus x Benkői* példáján

A *Qu. petraea* és a *Qu. Dalechampii* termőhelyileg kevésbé izolált, ezért feltételezett hibridpopulációik igen gyakoriak. A Magyar Tölgyherbárium (*HQH*) adatai alapján a *Qu x Benkői* hibrid a kocsánytalan tölgy populációkban országosan 15%-os részarányal szerepel (*Mátyás és tsai, 1994*). Természetesen ez az arány jelentősen nőhet azokon az átmeneti középhegységi termőhelyeken, ahol a két taxon együttes előfordulásának valószínűsége nagyobb. *Gencsi és Vancsura (1992)* szerint a Mátra hegység déli oldalán, középhegységi mészkerülő tölgyesben a populáció 30%-át, a Soproni-hegységben szintén mészkerülő tölgyesben, a populáció 45%-át (!) alkotja a fenti hibrid. A Soproni-hegységet illetően a *HQH* adatai alapján mások 12%-ot állapítottak meg (*Mátyás és tsai, 1994*), amellyel jól összefüggésbe hozható *Majer (1987, 1989)* Sopron környéki kocsánytalan tölgy állományokat feldolgozó tanulmányainak azon megállapítása, hogy a három alapfaj egyikébe sem sorolható alakok (valószínűleg hibridek) részaránya 9–14% között változott. Az eltérések okai a hibridek meghatározásának nehézségeiből fakadhatnak. A tanulmány további része a probléma numerikus módszerekkel történő vizsgálatával foglalkozik.

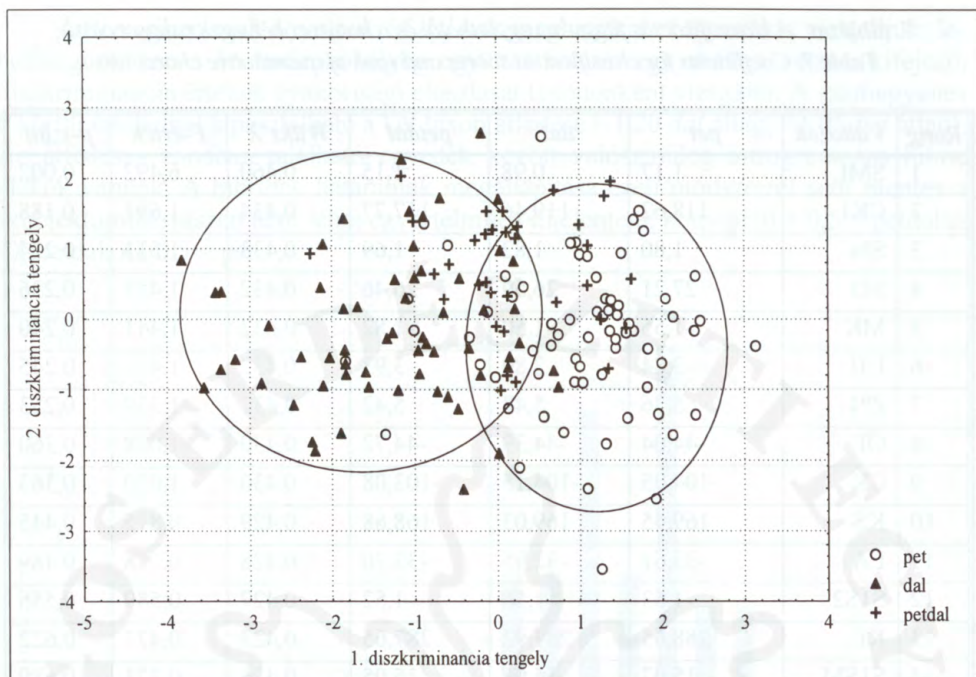
### Diszkriminancia elemzés

A kiindulási alap azonos a korábbi elemzéssel. A vizsgált egyedeket előzetesen csoportokba soroljuk és vizsgáljuk a kialakított csoportok tulajdonságait. A klasszifikációs mátrix foglalja össze a két "alapfaj" és hibridjük vizsgálat előtti és utáni csoportjainak összetételét, az előzetes határozás sikerességét (6. táblázat).

6. táblázat Klasszifikációs mátrix  
Table 6. Classification matrix

	%	<i>pet</i>	<i>dal</i>	<i>petdal</i>	összes
<i>pet</i>	84,7	61	8	3	72
<i>dal</i>	76,2	9	48	6	63
<i>petdal</i>	40,0	15	6	14	35
összes	72,4	85	62	23	170

A táblázat adataiból kitűnik, hogy az eredetileg *petdal* csoportba sorolt 35 egyednek csak 40%-a bizonyult a 16 változó együttes figyelembe vétele után is hibridnek. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy a természetben a hibridek részaránya valószínűleg alacsonyabb, mint azt a klasszikus határozóbélyegekkel meghatározott egyedekre alapozottan korábban feltételezték. A 7. ábra a három taxon diszkriminancia változók alapján történő ordinációját mutatja. Ha figyelembe vesszük az elemzés utáni átsorolásokat is, akkor két elkülönülő pontfelhőt kapunk, amelyek között a *petdal* összekötő, átvezető jelleget mutat. Az eredmények alátámasztják az introgresszió folyamatának lehetőségét a vizsgált taxonok esetében, ha igaz az  $F_1$ -hibridek intermedier öröklődése a levélmorfológiai bélyegek tekintetében.



7. ábra. Három taxon többcsoportos diszkriminancia elemzése  
 Fig. 7. Multigroup discriminant analysis of three taxa

Természetesen lehetőség van határozófüggvények megkonstruálására speciálisan a *pet* és *dal*, valamint hibridjük esetére is ( $S'$ ). Alkalmazása abban az esetben indokolt, amennyiben az "alfajokra" számított klasszifikációs függvényértékek közül  $S_{pet}$  és  $S_{dal}$  közel azonos és nagyobb, mint  $S_{pol}$ . Ebben az esetben ugyanis feltételezhető a vizsgált példány *petdal* volta. Az  $S'$  függvények konstansait és együtt-hatóit a 7. táblázat foglalja össze, a határozóbélyegek újabb rangsorolásával együtt. A határozóbélyegek kétféle rangsorolásának összehasonlítása önmagában is tanulságos és sokat elárul a taxonok jellemvonásairól.

$$S'_{pet} = 1,17 \cdot SML + 118,62 \cdot CKI + 1,80 \cdot S\% + \dots + 88,93 \cdot NL - 3134,16$$

$$S'_{dal} = 0,98 \cdot SML + 119,46 \cdot CKI + 1,82 \cdot S\% + \dots + 88,66 \cdot NL - 3106,95$$

$$S'_{petdal} = 1,15 \cdot SML + 117,77 \cdot CKI + 1,69 \cdot S\% + \dots + 88,80 \cdot NL - 3119,45$$

7. táblázat. A klasszifikációs függvény együtthatói és a határozóbélyegek rangsorolása  
 Table 7. Coefficients for classificatio scores and rank of quantitative characters

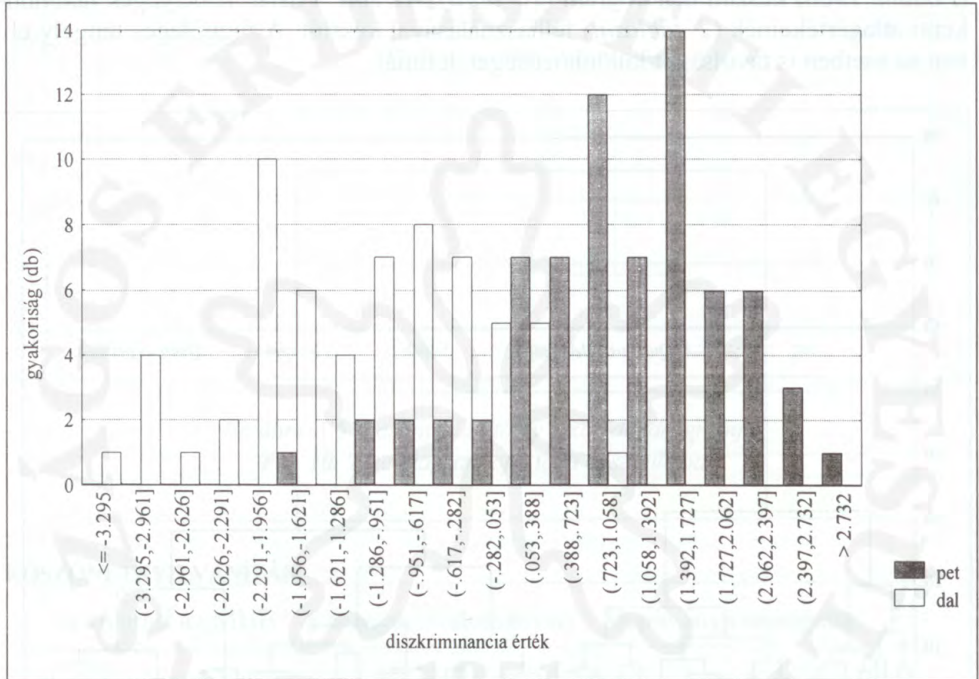
Rang	Változók	pet	dal	petdal	Wilks'λ	F-érték	p-szint
1	SML	1,17	0,98	1,15	0,460	6,492	0,002
2	CKI	118,62	119,46	117,77	0,434	1,691	0,188
3	S%	1,80	1,82	1,69	0,433	1,513	0,224
4	SD	27,21	26,59	26,46	0,432	1,457	0,236
5	MK	-1,55	-1,50	-1,82	0,432	1,441	0,240
6	L1L	3,84	3,80	3,93	0,432	1,421	0,245
7	Z%	5,36	5,43	5,42	0,432	1,389	0,253
8	ÖE	-44,04	-44,39	-44,72	0,430	1,028	0,360
9	CK	-104,05	-104,15	-103,08	0,430	1,020	0,363
10	KS	169,45	169,03	168,68	0,429	0,815	0,445
11	LA	-33,61	-32,95	-33,70	0,428	0,718	0,489
12	S1S2	-1,53	-1,56	-1,52	0,427	0,589	0,556
13	KI	288,65	287,92	287,65	0,427	0,477	0,622
14	S1SM	15,07	14,98	15,05	0,426	0,373	0,689
15	N	-82,66	-82,31	-82,47	0,426	0,310	0,734
16	NL	88,93	88,66	88,80	0,425	0,160	0,852
	konstans	-3 134,16	-3 106,95	-3 119,45			

A teljesség kedvéért megadjuk a hibrid bevonásával számított Mahalanobis általánosított távolságokat (8. táblázat). A *dal-petdal* távolság nagyobb a *pet-petdal* távolságnál. Ez magyarázható a *dal* taxon a *pet*-hez képest nagyobb morfológiai variabilitásával, ami az egyes tulajdonságok (3. és 4. ábra) és valamennyi változó együttes vizsgálatát figyelembevéve is (6. és 7. ábra) tapasztalható (elnyújtottabb pontfelhők).

8. táblázat A három taxon közötti Mahalanobis általánosított távolság  
 Table 8. Mahalanobis generalized distance between three taxa

	pet	dal	petdal
pet	-	5,435	1,581
dal	5,435	-	2,932
petdal	1,581	2,932	-

Amennyiben csak a *pet*-nek és *dal*-nak meghatározott egyedeket vizsgáljuk, lehetőségünk van a 16 határozóbélyeg együttes hatását egy skálára vetítve kifejező, diszkriminancia értékek gyakorisági eloszlását taxononként vizsgálni. A számegyenes 0 körüli értékeinél tapasztalható a két taxon átfedése (-1,20 *dal* átlag; +1,05 *pet* átlag). Az átfedéses zónában található egyedek között valószínűleg introgresszáns hibrid alakok vannak. A hibridek határainak megállapítása ezen módszerrel sem mentes a szubjektumtól, hiszen nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy pl.  $0 \pm 0,5 = \text{petdal}$  és  $-0,5 > \text{dal}$ , ill.  $0,5 < \text{pet}$ .



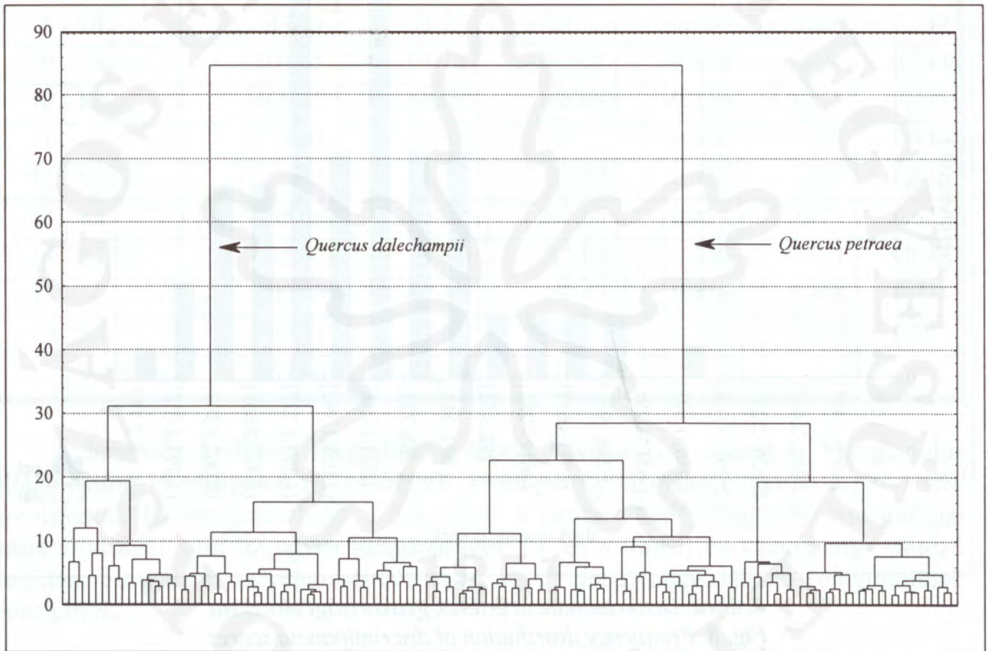
8. ábra. Diszkriminancia értékek gyakorisági eloszlása  
 Fig. 8. Frequency distribution of discriminancia scores

### Cluster elemzés

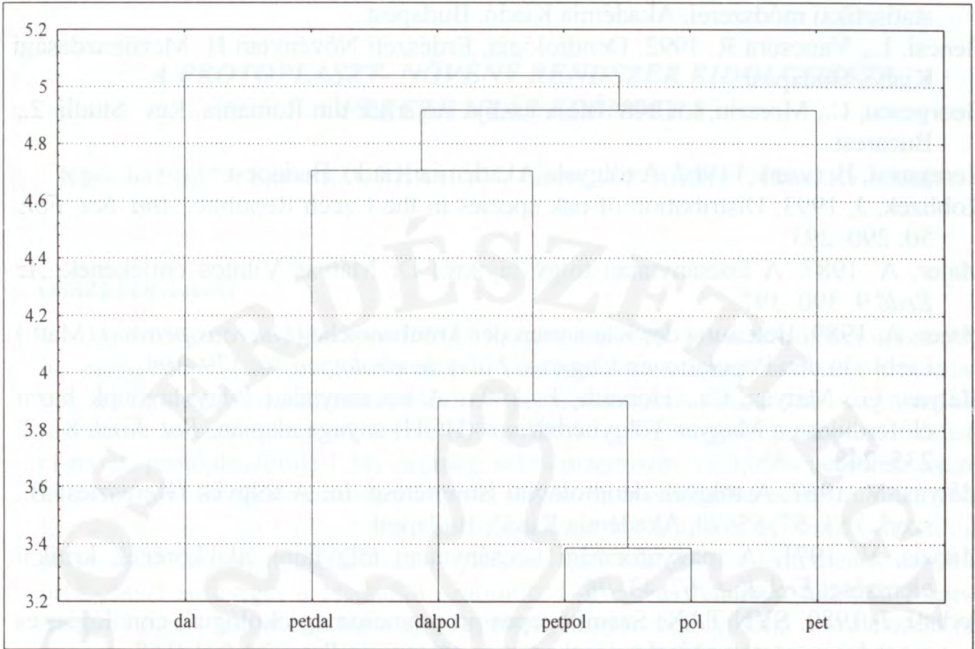
Az eddigi dimenziószám csökkentő (ordinációs) módszereken túlmenően sokféle lehetőségünk van az adastuktúránk további elemzésére. Mivel eddig is igyekeztünk a csoportok egyszerű felosztásán túlmenően a csoportok közötti kapcsolatokat is elemezni, ezért a továbbiakban a hierarchikus osztályozások lehetőségeiből mutatnánk be kettőt. Elsőként a *pet* és *dal* taxonok 135 egyedének *euklidészi* távolságra és az agglomeratív osztályozó algoritmusok közül, a homogenitás-optimalizáló kombinatorikus módszerre (Ward-módszer) (Füstös és tsai, 1986) alapuló cluster analízis eredményét interpretáló dendrogramot szerkesztettük meg (9. ábra). A függőleges

skála a csoportok elválásának szintjeit mutatja, távolsággént definiálva azt. Az egyedek jeleit (mivel úgysem látszana) elhagytuk, így csak a két fő csoportot jelöltük. A dendrogram nem csupán a két csoport létét ábrázolja szemléletesen, hanem a csoportokon belüli struktúrát is jól mutatja. További vizsgálatot igényel, annak megállapítása, hogy milyen megfelelés van ezen struktúra és a klasszikus quercidológiai irodalom infraspécifikus felosztásai között.

A 6 kocsánytalan tölgy taxon hierarchikus kapcsolatát mutatja az euklidészi távolsággal és az agglomeratív osztályozó algoritmusok közül, a távolság-optimalizáló kombinatorikus módszerek, egyszerű lánc (legközelebbi szomszéd) eljárásával (Podani, 1980) készült dendrogram (10. ábra). Az ábra a határozóbélyegek taxononkénti átlagértékeinek (2. táblázat) felhasználásával készült. A függőleges tengely ebben az esetben is távolságot/különbözőséget definiál.



9. ábra. A pet és dal taxonok 135 egyedének dendrogramja  
 Fig. 9. Tree diagram for 135 individuals of pet and dal taxa



10. ábra A 6 kocsánytalan tölgy taxon dendrogramja  
Fig. 10. Tree diagram of 6 taxa of sessile oak

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást az MHB "A Magyar Tudományért" Alapítványa támogatta.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Béky, A. 1989. A tölgy természetése és hasznosítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Bondor, A. (szerk.) 1987. A kocsánytalan tölgy. Akadémia Kiadó, Budapest.
- Borhidi, A. 1969. Adatok a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* fajcsoport) és a molyhos tölgy (*Quercus pubescens* fajcsoport) kistípusainak ökológiai magatartásáról. *Bot. Közl.* 56:155–158.
- Borhidi, A. 1995. A zárwatermők fejlődéstörténeti rendszertana. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Camus, A. 1936–54. Les Chénes. Vol. I–II., Paris.
- Enescu, V. 1995. Genetische Ressourcen der Eichenarten in Rumänien: Durchführung, Aussichten und Überwachung. *Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz* 34: 219–233.

- Füstös, L., Meszéna, Gy., Simonné Mosolygó, N. 1986. A sokváltozós adatelemzés statisztikai módszerei. Akadémia Kiadó, Budapest.
- Gencsi, L., Vancsura R. 1992. Dendrológia, Erdészeti Növénytan II. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Georgescu, C., Morariu, I. 1948. Monografia stejarilor din Romania. Rev. Studii. 2., Bucarest.
- Keresztesi, B. (szerk.) 1967. A tölgyek. Akadémia Kiadó, Budapest.
- Koblizek, J. 1993. Distribution of oak species in the Czech Republic. *Ann. Sci. For.* 50: 290–293.
- Majer, A. 1987. A kocsánytalan tölgy fajokról Dr Mátyás Vilmos emlékének. *Az Erdő* 9: 390–397.
- Majer, A. 1989. Beteiligung der Kleinarten der Traubeneiche (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in den Populationen Ungarns. *Folia dendrologica* 16: 179–194.
- Mátyás, G., Mátyás, Cs., Horváth, F. 1994. A kocsánytalan tölgy taxonok hazai előfordulása a Magyar Tölgyherbárium (HQH) anyaga alapján. *Bot. Közl.* 81. 2: 235–248.
- Mátyás, V. 1967. A tölgyek dendrológiai ismertetése. In: A tölgyek (Keresztesi B., szerk.) 53–57, 65–70, Akadémia Kiadó, Budapest.
- Mátyás, V. 1971. A magyarországi kocsánytalan tölgyfajok alakkörének kritikai elemzése. *Erd. Kut.* 67: 43–96.
- Podani, J. 1980. SYN-TAX: Számítógépes programcsomag ökológiai, cönológiai és taxonómiai osztályozások végrehajtására. *Abstracta Botanica* 6: 1–158.
- Podani, J. 1993. SYN-TAX Version 5.0 User's Guide. Scientia Publishing, Budapest.
- Rao, C. R. 1965. Linear statistical inference and its applications. Wiley, New York..
- Schwarz, O. 1936–37. Monographie der Eichen Europas und des Mittelmeergebietes. Feddes Repetorium, Dahlem-Berlin.
- Simon, T. 1994. A magyarországi edényes flóra határozója. 2. Kiadás. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Simonkai, L. 1890. Hazánk tölgyfajai és tölgyeredei (*Quercus et Querceta Hungariae*). MTA kiadvány, Budapest.
- Sneath, P., Sokal, R. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Soó, R. 1970. A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve IV. Akadémia Kiadó, Budapest.
- StatSoft 1983–1994. STATISTICA for Windows. Vol. I–III. StatSoft, Inc., Tulsa.
- Sváb, J. 1979. Többváltozós módszerek a biometriában. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

## **A PROTOPLASZT- NÖVÉNY RENDSZER KIDOLGOZÁSA FEKETE NYÁR KLÓNOKRA**

**KISS JÓZSEF\*\* , KONDRÁK MIHÁLY\*\* , GERGÁ CZ JÓZSEF\* , HESZKY LÁSZLÓ\*\***

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

Az Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kísérleti Állomásáról származó *Populus nigra* N-SL, Lassi x Oslí 96 és Oslí 96 klónokat vizsgáltuk a nyárfa protoplaszt-növény rendszer kidolgozása céljából. A protoplasztokat nodális szár-szegmensekből regenerált in vitro növények leveleiből izoláltuk. A legnagyobb protoplaszt sűrűséget ( $1,6 \times 10^6$  protoplaszt/ml) 1,5% cellulóz, 0,8% macerozim és 0,05% pectoliáz összetételű enzim oldat alkalmazásakor kaptuk. Az enzimes emésztést és mosó oldatos kezelést követően a protoplasztokat centrifugálással különítettük el, majd vizsgáltuk a protoplaszt sűrűség megoszlását. A szakirodalmi adatokkal ellentétben a maximális protoplaszt sűrűséget a felszíntől számított 1–2 cm-es rétegben találtuk. Megvizsgáltuk, hogy a folyékony táptalaj összetétele hogyan befolyásolja a szélesztési hatékonyságot. A 0,2 M mannitot, 0,4 M glükózt, 1 mg/l 2,4-D-t és 0,5 mg/l BA-t tartalmazó folyékony MS táptalajon történő előkezelést követően, a szélesztés maximális hatékonysága 10,8% volt. A nodális szárdarabon indukált kalluszokkal szemben a protoplaszt eredetű kalluszok a maximális hajtásregenerálást alacsonyabb citokinin koncentrációnál adták. Optimálisnak a 0,5 mg/l BA és 0,2 mg/l NES hormon kombináció bizonyult. A *Lassi x Oslí96* klónból regenerált 68 hajtásból összesen 5 db növényt sikerült felnevelnünk. Mind a maximális protoplaszt sűrűség, mind a szélesztési hatékonyság, illetve a növényregeneráció erős genotípus függést mutatott. E három tényező alapján a legjobb klónnak a Lassi x Oslí96 bizonyult. A regenerált növényeket gyökeresítés után szabadföldbe ültettük.

**KULCSSZAVAK:** protoplaszt izolálás, szélesztési hatékonyság, mikrokallusz, növényregenerálás, fekete nyár

### **ABSTRACT**

Three *Populus nigra* clones (N-SL, Lassi x Oslí96, Oslí96) originating from the Sárvár Research Station of the Hungarian Forest Research Institute were used in experiments to develop a protoplast-plant system. Leaf protoplasts were isolated from in vitro plantlets regenerated from nodal stem segments via direct organogenesis. The

\*\* Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Genetika és Növénynevelés Tanszék

\* Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest, Sárvári Kísérleti Állomás

highest protoplast density ( $1,6 \times 10^6$  protoplast/ml) was achieved when using the enzyme combination of Cellulase 1,5%, Macerozyme 0,8% and Pectolyase 0,05%. After enzymatic digestion and washing procedure protoplasts were separated by centrifugation and the vertical protoplast gradient within the centrifuge tube was analysed. Contrary to international references, the maximum protoplast density was measured in the upper 1–2 cm layer of the tube. The effect of the composition of the liquid medium on plating efficiency was also evaluated. The maximal plating efficiency (10,8%) was achieved when the protoplasts were precultured on MS liquid medium containing 0,2 M Mannitol, 0,4 M glucose, 1 mg/l 2,4-D and 0,5 mg/l BA. Contrary to the calli induced on in vitro nodal stem segments, the optimal cytokinin and auxin concentration for shoot regeneration from the protoplast derived calli was lower (0,5 mg/l BA and 0,2 mg/l NAA). From 68 shoots 5 plantlets could be regenerated. Both the protoplast density and the plating efficiency, as well as the plant regeneration was strongly genotype dependent. Considering these three factors the most efficient clone for protoplast culture was the *Populus nigra* Lassi x Osl96. 2–3 months after rooting, plantlets were acclimatised then transferred to the field.

**KEYWORDS:** *Populus nigra*, protoplast isolation, microcollus, plant regeneration

## BEVEZETÉS

A nyárfa széles alkalmazkodó képességgel, gyors életciklussal, nagy növekedési eréllyel és sokféle gazdasági felhasználási lehetőséggel rendelkezik. A nyárfa produktivitásának növelése érdekében az erdőápolási és erdőművelési módszerek tökéletesítésén kívül figyelembe kell venni a növénynemesítési technikákat, amelyek felhasználásával a hazai nyárfatermesztés minőségi és mennyiségi mutatóit is javító új fajtákat lehet előállítani.

A hagyományos nemesítési módszerek az erdészeti – és ezen belül a nyárfa – nemesítés folyamatában a hosszú generációs intervallum miatt csekély részarányal szerepelnek. In vitro technikák alkalmazásával a keresztezéses nemesítés időigénye jelentősen csökkenthető. Előző publikációinkban (Kiss és mtsai, 1995) ismertettük, hogyan segít ebben az in vitro haploid indukció és doubled haploid növény-előállítás. A növénybiotechnológia további módszerei közül jó néhányat – például a genetikai transzformációt, a szomaklonális sejtszelekcziót, a szomatikus hibridizációt és a protoplaszt kultúrát – sikeresen lehet a nyárfánál is használni. A cikkünkben ismertetett protoplaszt tenyésztés kiválóan alkalmas szomatikus hibridizációra, genetikai manipulációra, in vitro szelekczióra stb.

A kifejllett fák szomatikus sejtjeinek alacsony regeneráló képessége miatt néhány biotechnológiai technika – pl. a protoplaszt kultúra és a genetikai transzformáció – visszafiataltított alapanyagot igényel. Ahhoz azonban, hogy a fentebb felsorolt in vitro módszerek megbízhatóan működjenek, steril tenyészetekre és pontosan kidolgozott rendszerekre van szükség.

A Genetika és Növénynemesítési Tanszéken folyó nyárfa protoplaszt előállítási kísérletek célja az, hogy a nemzetközi irodalomban közölt eredmények alapján a legígéretesebb hazai, illetve hazai termesztésű nyár klónokra kidolgozzuk a proto-

plaszt-növény rendszert, mely jelentős segítséget adhat a hazai nyárfa nemesítésnek. E célból az Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kísérleti Állomásáról származó három *Populus nigra* klónnál végeztünk protoplasztálási vizsgálatokat.

## SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### *Protoplaszt izolálás*

A protoplasztok – fajtól és genotípustól függően – izolálhatók levélből, levélnyélből, hajtáscsúcsból gyökérből, termésből, hipokotilból, embrióból, gyökérgumóból, mikrspóra anyasejtéből, tetrádból, mikrospórából, illetve kallusz- és szuszpenziós kultúrából (Eriksson, 1985).

A protoplasztok izolálásához elsősorban sejtfal emésztő enzimekre van szükség. A sejtfal főbb alkotórészei a tiszta cellulóz (20–30 %), a hemicellulóz és a pektin komponensek. A sejtfal alkotók aránya a környezeti feltételektől és a sejt korától függően változik (Pelletier 1993). A sejtfal emésztéséhez legáltalánosabban használt enzimek a celluláz, hemicelluláz, pektináz, drizeláz és pektoliáz. Az izolált protoplasztok – megfelelő tenyésztési körülmények mellett – újraszintetizálják a sejtfalat, és osztódni kezdenek. A protoplaszt eredetű embriókból vagy kalluszokból regenerált növényeket protoklónoknak nevezzük (Wu és Zapata, 1992; Hauncaruna-Perolles és Schieder, 1993; Megia és mtsi., 1993).

A jól működő protoplaszt-növény rendszer kidolgozása elengedhetetlen feltétele a különböző génmanipulációs technikák alkalmazhatóságának. A protoplasztból regenerálódott sejtek két morfogenetikai úton fejlődhetnek növényekké: (1) szomatikus embriógenézisen keresztül; vagy (2) organogenezis útján. Protoplaszt eredetű szomatikus embriókat közvetett úton, kallusz fázison keresztül (Saha és Sen, 1992; Wang és Lörz, 1994) vagy közvetlenül a protoplasztokból (Polgár és Kransnyanski, 1992) regenerálhatunk. A második morfogenetikai út előfordulása elég ritka. A protoplaszt izolálás és az abból történő növényregenerálás sikerét számos tényező befolyásolja (pl. a donor növény genotípusa és fiziológiai állapota, az izolálás módszere, az alkalmazott táptalajok és hormonok, a protoplaszt tenyészet denzitása, stb.), melyeket minden egyes fajra (genotípusra) külön optimalizálni szükséges (Dudits és Heszky, 1990).

### *Növényregenerálás nyárfa protoplasztból*

Számos sikeres protoplaszt izolálásról és növényregenerálásról számoltak be nem hibrid (Sasamoto és mtsi, 1989), illetve hibrid (Russell és McCown, 1988; Park és Son, 1992) nyárból. Levél mezofillum eredetű protoplaszt izolálást közöltek *Populus alba* fajból (Saito, 1987) és *Populus alba* x *P. grandidentata* hibridből (Chun, 1985). Park és Son (1987) négy különböző összetételű enzimidat hatásfokát hasonlította össze szárkambium eredetű *Populus alba* kallusz- és sejtsuszpenziós tenyészetből indított protoplasztokon. A vizsgálatok alapján optimalizálta az enzimidat összetételét az általa használt klónra. Russell és McCown (1986) in vitro növényből (levél szegmens) izolált protoplasztokat, majd kalluszfázison keresztül

növényeket regenerált *Populus alba* x *P. grandidentata* hibridből. Sasamoto és mtsi (1989) a levélszövet protoplasztok kalluszosodását befolyásoló tényezőket vizsgálták *Populus alba* fajban. A kalluszokból gyökeres növényeket regeneráltak.

A levélmezofillum eredetű hibridnyár (*Populus nigra* x *P. maximowiczii*) protoplasztok egyes fejlődési fázisaiban (pl. sejtosztódás és kolónia képzés) alkalmazott különböző tenyésztési módszerek hatását vizsgálta Park és Son (1992). A legtöbb osztódó protoplasztot akkor kapták, amikor  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  mentes folyékony MS táptalajra szélesítették a tenyészetet. A kolónia képzés akkor volt a legnagyobb arányú, amikor a félig szilárd agarra történő szélesztéskor a fent említett táptalajra szövetdarabot helyeztek, a protoplasztok kedvezőbb tapadása végett. Chupeau és mtsi (1994) közvetlenül a protoplasztokból regeneráltak növényeket nőivarú *Populus tremula* x *P. alba* hibridből. Ezt a rendszert sikerrel alkalmazták később az elektroporációs géntranszfer kísérleteikben.

A fentiekből következi, hogy a legtöbb sikeres eredményt a *P. alba* fajban közölték. A *P. nigra* vonatkozásában csak néhány protoplaszt izolálási kísérletről számoltak be.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *A donor növények fenntartása és szaporítása*

Kísérleteinkben az Erdészeti Tudományos Intézet Sárvári Kutató Állomásáról származó 3 *Populus nigra* klónt (Lassi x Oslí 96, N-SL, Oslí 96) használtunk donor növényként.

Első lépésként az üvegházban visszafiatalított hajtásokból steril kultúrát létesítettünk. A steril tenyészetet a továbbiakban nodális szegmensekre alapozott direkt és indirekt organogenezis útján tartottuk fenn MS táptalajon, amely 0,5 mg/l zeatint vagy 1 mg/l benzyladenint (BA), illetve 0,2 mg/l naftilecetsavat (NES) tartalmazott. Fajtától függően a regeneráció során először a nodális szegmens vágási felülete elkalluszosodott, majd a kalluszokból hajtás fejlődött, illetve a nóduszokon közvetlenül regenerálódott a hajtás. A hajtásokat minimum 2 leveles állapotban, kb. 6 hét után hormon-mentes WPM táptalajra oltottuk, ahol 1 hónap alatt gyökeresedtek és rajtuk – a protoplaszt izolálás számára alkalmas – egészséges levelek fejlődtek.

### *Protoplaszt izolálás*

A donor növények kb. 1 hónapos, hormon-mentes WPM táptalajon történő tenyésztése után, a fiatal, zöld leveleket levágtuk. A protoplaszt izoláláshoz szükséges levélmennyiség valamivel több mint 1 gramm volt. Ez a mennyiség kb. 6–10 in vitro növényről származott. A leveleket steril borotvapengével 0,5–1 mm széles csíkokra daraboltuk, majd gyengén rázatva 15–18 óráig emésztettük, 20 ml – szűrve sterilizált – enzim oldatban.

## Az enzim oldat összetétele és elkészítése

### Összetevői:

0,5 M szacharóz	3,4 g/20 ml
5 mM MES (morfin-etán-szulfonsav)	19,5 mg/20 ml
1/5 M MS sók	18,84 mg/20 ml

### Enzim komponensek:

1,5 % Celluláz	300 mg/20 ml
0,8 % Macerozim	160 mg/20 ml
0,05 % Pectoliáz	10 mg/20 ml

A pH 5,7–5,8-ra történő beállítása után az enzim oldatot 10 percig 1000/min fordulatszámon centrifugáltuk a fel nem oldódott komponensek elkülönítéséhez. Az oldatot ezután steril szűrőn sterilizáltuk, majd a levél szegmentumokra pipettáztuk.

Az emésztés 15–18 óráig, sötétben, 24°C-on, gyengén rázatva történt. Az inkubáció után az emésztetlen levéltörmelékét 0,094 mm átmérőjű nylonszítán átszűrve eltávolítottuk. A sértetlen protoplasztokat centrifugálással 5 percig 500/min, majd további 3 percig 600/min fordulaton elválasztottuk a sejttörmeléktől. A protoplasztok zöld gallért képezve a kémcső felső harmadában helyezkedtek el. Pasteur pipettával ezeket összegyűjtöttük, majd W5 kimosó oldattal háromszor átmostuk. A protoplasztok ekkor elkülönülve, a kémcső alján ülepedtek le. A protoplasztokat a W5 oldat eltávolítása után ammónium-nitrát mentes folyékony MS táptalajra, 5 cm-es Petri csészébe szélesztettük.

### A W5 mosó oldat alkotórészei: (pH 5,6–5,7)

CaCl <sub>2</sub> x 2H <sub>2</sub> O	9,2 g/500 ml
NaCl	4,5 g/500 ml
Glükóz	0,5 g/500 ml
KCl	0,2 g/500 ml

A protoplaszt sűrűséget Bürker kamra segítségével állapítottuk meg *Gyulai (1984)* módszerével. Minden mérésnél 10–10 kis téglatestben (1/5x1/10x1/20 mm) számoltuk meg a sejteket, az értékeket átlagoltuk. A protoplaszt számlálás mérési hibája ± 10% volt.

A frissen izolált protoplasztok tenyésztése ammónium-nitrát mentes, 0,2 M mannitot és 0,4 M glükózt tartalmazó folyékony MS táptalajon, enyhe ráztatás mellett, sötétben, 23°C-on történt. A táptalaj 0,5 mg/l 2,4-D-t és 0,5 mg/l BA hormont tartalmazott. A tenyésztés minden negyedik napján 2–3 ml friss, 3 % szacharózt tartalmazó, a korábbival azonos összetételű tápoldatot cseppentettünk a Petri-csészébe, az ozmotikus egyensúly fenntartása érdekében. A folyékony táptalajon fejlődő mikrokalluszokat 200/min fordulatszámon elkülönítettük és félig szilárd MS táptalajra oltottuk át, amelybe 35%-os szacharóz oldattal, 2 mg/l 2,4-D-vel és 0,01 mg/l BA-nel átitatott steril szűrő papírt helyeztünk, amely mint egy tápláló réteget jelentett az osztódó sejtek számára.

## Növényregenerálás

A félig szilárd táptalajon fejlődött mikrokalluszokat 0,1, 0,5, 1,0, és 2,0 mg/l BANE, illetve 0,2 mg/l NES-val kiegészített MS regeneráló táptalajra oltottuk át és 1000 lux megvilágítás, illetve 16/8 órás fotoperiódus mellett 23°C-on inkubáltuk. Az átoltás után 4–5 héttel hajtások regenerálódtak a kalluszokon, amelyeket hormonmentes WPM táptalajra oltottuk gyökeresítés céljából. A gyökeres növényeket perlitel kevert sterilizált földbe történő átültetés után kb. 2–3 hétig akklimatizáltuk, majd az üvegházba ültettük.

## EREDMÉNYEK

### Protoplaszt sűrűség

Az izolálás során elérhető protoplaszt sűrűséget nagy mértékben befolyásolja a donor növény kora, a levél fejlettségi stádiuma és az izolálás módja. Kísérleteinkben a nemzetközi szakirodalomban leggyakrabban alkalmazott izolálási módszert használtuk, amellyel a legnagyobb protoplaszt sűrűség érhető el nyárfa esetében. E módszer alkalmazásával a protoplaszt sűrűség klónonkénti megoszlása a következő volt:

<i>Populus nigra</i> Lassi x Oslı96	8,9 x 10 <sup>5</sup>	
<i>Populus nigra</i> Oslı96	6.4 x 10 <sup>5</sup>	(protoplast/ml)
<i>Populus nigra</i> N-SL	1,6 x 10 <sup>6</sup>	

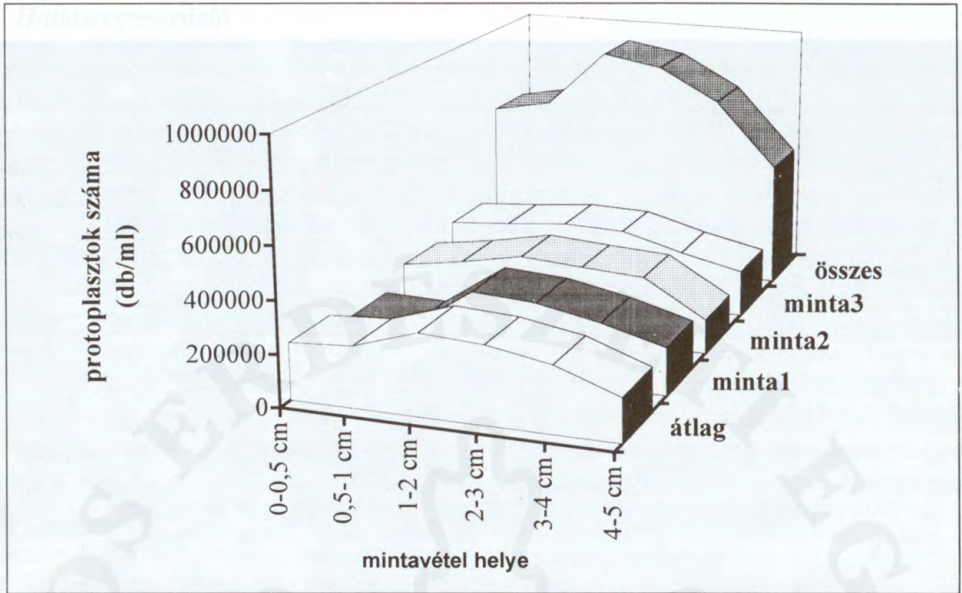
Habár a *Populus nigra* N-SL klón esetében sikerült a legnagyobb protoplaszt sűrűséget elérnünk, a protoplasztok 80%-a az izolálást követő 5 napon belül elpusztult. Hasonló mértékű protoplaszt elhalást a Lassi x Oslı96 és az Oslı96 klónok esetében nem tapasztaltunk.

### A protoplaszt-sűrűség megoszlása a centrifugálást követően

A kísérletek során megvizsgáltuk a protoplaszt sűrűség megoszlását, illetve a protoplaszt/sejttörmelék arány alakulását a centrifugálást követően az oldat különböző helyein.

A nemzetközi szakirodalmi adatok alapján a nyárfa protoplasztoknak a sejttörmelék szeparálása után egy zöld gyűrűt alkotva a kémcsőben levő folyadék felső rétegében kellene lebegniük. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a protoplasztok nagy része ugyan valóban a folyadék felső rétegében található, de ezen belül legnagyobb sűrűségben a felszíntől számított 1–2 cm-es sávban fordultak elő. A folyadék felszíntől számítva koncentrációjuk eddig a rétegig folyamatosan növekedett, majd a protoplasztok száma fokozatosan csökkent. Jelentős mennyiséget találunk az alsóbb régiókban is, de itt már a törmelékfrakció aránya is számottevő volt. A legkevesebb törmelék a felszíntől számított 1–3 cm-es régióban volt. Ebben a szintben a protoplasztok mérete is nagyobb volt.

A protoplaszt sűrűség megoszlását a centrifugacső belsejében az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A protoplaszt koncentráció változása a centrifugacső belsejében a *P. nigra* N-SL protoplaszt tenyészetében

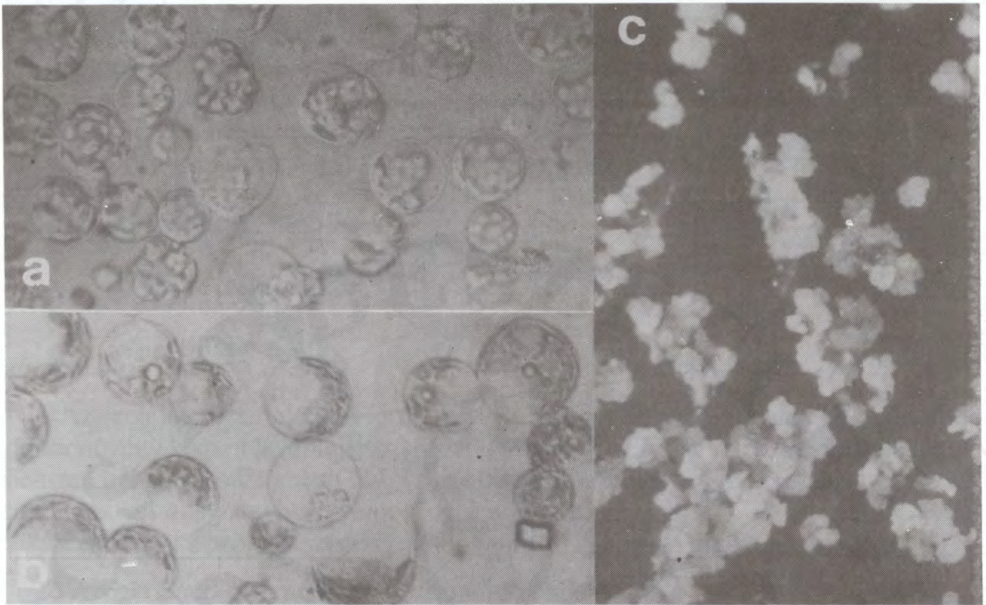
Fig. 1. Distribution of the protoplast density in the centrifuge tube in *P. nigra* N-SL protoplast culture

A 3 mintát 3 különböző protoplaszt izolálás során vettük az egyes rétegekből, ezeket összegeztük, majd átlagoltuk. Mindegyik mintánál látható, hogy a legnagyobb protoplaszt koncentráció az 1–2 cm-es rétegben található. A jövőben azt fogjuk megvizsgálni, hogy a különböző rétegekből kivont protoplászok osztódási és regenerációs kapacitása között van-e lényeges eltérés.

### Mikrokallusz fejlődés és -osztódás

Izolálás után a protoplászokat ammónium-mentes folyékony táptalajon tenyésztettük. Az első mikrokalluszok az izolálás után 3-5 héttel jelentek meg (2. ábra). A szélesztési hatékonyság és a mikrokalluszosodás (1. táblázat) az 1 mg/l 2,4-D-t és 0,5 mg/l kinetint tartalmazó MS táptalajon volt a legnagyobb (35 % illetve 10,8 %).

A maximális kalluszosodás és osztódás 2 mg/l 2,4-D-t és 0,01 mg/l BA-t tartalmazó MS táptalajon volt megfigyelhető. Két átoltás után a 3–4 mm átmérőjű kalluszokat hajtásregenerálás céljából szilárd MS táptalajra oltottuk.



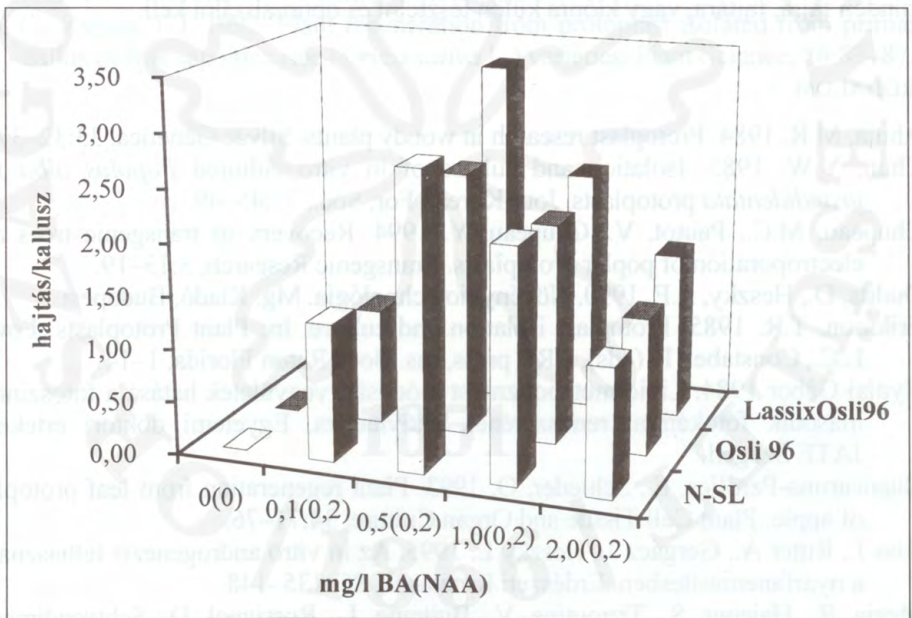
2. ábra. *P. nigra* Lassi x Oslı96 eredetű protoplasztok a tenyésztés 2. (a) , és 4. (b) napján, illetve protoplasztból fejlődött kalluszok (c) a tenyésztés 30. napján  
 Fig. 2. *P. nigra* Lassi x Oslı96 protoplasts after 2 (a) and 4 (b) days in culture, and callus culture (c) derived from protoplasts on the 30<sup>th</sup> day of culture

1. táblázat. A különböző hormon kombinációk hatása a *P. nigra* LassıxOslı96 donor növényből izolált protoplaszt kultúra szélesztési hatékonyságára és a mikrokallusz fejlődésre  
 Table 1. Effect of the different hormon combinations on the plating efficiency and microcallus development of *P. nigra* LassıxOslı96 protoplast culture

Táptalaj	Hormon koncentráció (mg/l)				Szélesztési hatékonyság %	Mikrokallusz fejlődése %
	2,4-D	BA	Kinetin	NES		
MS	2	0,5	-	-	28,6	1,4
MS	1	-	0.5	-	35	10,8
MS	0,5	0,5	-	-	33,7	3,6
MS	-	0,5	-	2	10,2	1,0 •

### Hajtásregeneráció

A hajtásregeneráló táptalajra áttolt kalluszok 4–5 nap után megzöldültek. Az áttolást követő 3–4. héten a kalluszokon megjelentek az első hajtások. A hajtásregeneráció hatékonysága erősen függött a BA koncentrációjától. Hajtásregenerációt hormonmentes táptalajon nem észleltünk. A nodális szegmenseken fejlődött kalluszokkal ellentétben a protoplaszt eredetű kalluszok esetében a maximális hajtásregenerálási értékek alacsony citokinin koncentrációnál voltak megfigyelhetők. Ahogyan a 3. ábrán is látható, a hajtásregeneráció optimuma 0,5 mg/l BA és 0,2 mg/l NES hormon-kombináció alkalmazásakor jelentkezett. A nemzetközi eredményekkel összhangban, a sikeres hajtásregeneráláshoz szükség volt auxinra is, viszonylag alacsony koncentrációban (0,2 mg/l NES). A regenerált növényeket hormonmentes WPM táptalajon gyökereztettük. A 3 klónból összesen 68 hajtást regeneráltunk. A hajtások gyökeresítése azonban csak 5 növényen sikerült. A protoplaszt eredetű kalluszból regenerált hajtások növekedési és fejlődési jellemzőiket tekintve jelentősen elmaradtak a szárfragmentum eredetű kalluszból regenerált hajtásokhoz képest. Valószínűleg ezzel magyarázható a gyökeresedés rendkívül alacsony százalékos aránya is (7 %).



3. ábra. A hormonkoncentráció hatása a hajtásregenerációra protoplaszt eredetű kallusztenyésztésben

Fig.3. Effect of the growth regulators on the shoot regeneration in protoplast derived callus culture

## AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Russell és mtsai (1986) sikeresen regeneráltak protoplasztot hibridnyár levél mezofillum szövetéből (*P. alba* x *P. grandidentata*). Ugyancsak hibrid nyárból (*P. sieboldii* L.) regenerált protoplaszt eredetű mikrokalluszokat Saito (1987), de a kalluszok szaporítása nem járt sikerrel. Russel és McCown (1986) megfigyelték, hogy a nem hibrid nyárból (rezgőnyár) izolált protoplasztokból a hibrid nyárra kidolgozott módszerrel nem regenerálhatók növények. Sasamoto (1989) azt a következtetést vontta le, hogy a nem hibrid nyár klónokból sokkal nehezebb protoplaszt eredetű növényt regenerálni, mint a hibridekből. Ezt az állítást saját eredményeink is alátámasztják, mert a három klón közül csak a hibridből (Lassi x Oslí 96) sikerült növényt regenerálni.

Korábbi kísérleteinkben megvizsgáltuk azt is, hogy a protoplaszt izoláláshoz használt levél kora hogyan befolyásolja az eredményességet. Ebből egyértelműen arra a következtetésre jutottunk, hogy a fiatal in vitro növényekről izolált levelek a legalkalmasabbak. Ezt a megállapításunkat támasztja több nemzetközi publikáció is (Ahuja, 1984; Russel és McCown, 1988; Park és Son, 1992).

Az eredményeink bizonyítják, hogy a protoplaszt izolálás minden egyes lépését minden fajra, fajtára, vagy klónra külön tesztelni és optimalizálni kell.

## IRODALOM

- Ahuja, M.R. 1984. Protoplast research in woody plants. *Silvae Genetica*, 33:32–37.
- Chun, Y.W. 1985. Isolation and culture of in vitro cultured *Populus alba* x *P. grandidentata* protoplasts. *Jour.Korean For. Soc.*, 71:45–49.
- Chupeau, M.C., Pautot, V., Chupeau, Y. 1994. Recovery of transgenic trees after electroporation of poplar protoplasts. *Transgenic Research*, 3:13–19.
- Dudits, D., Heszky, L.E. 1990. Növénybiotechnológia. Mg. Kiadó, Budapest.
- Eriksson, T.R. 1985. Protoplast isolation and culture. In: *Plant Protoplasts*. Fowke, L.C., Constabel, F. (eds), CRC press, Ins. Boca Raton Florida, 1–14.
- Gyulai Gábor 1984. Lipid metabolizmust módosító vegyületek hatása a fotoszintézis második fotokémiai rendszerének aktivitására. Egyetemi doktori értekezés. JATE Szeged.
- Huancaruna-Perolles, E., Schieder, O. 1993. Plant regeneration from leaf protoplasts of apple. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 34:71–76.
- Kiss J., Ritter Á., Gergác J., Heszky L. 1995. Az in vitro androgenézis felhasználása a nyárfanemesítésben. *Erdészeti Kutatások*, 85: 135–148.
- Megia, R., Haicour, S., Tizroutine, V., Buitrang, L., Rossignol, D., Schwendiman, J. 1993. Plant regeneration from cultured protoplast of the cooking banana cr. Bluggoe (*Musa spp.*, ABB group). *Plant Cell Reports*, 13:41–44.
- Murashige T., Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*, 15: 473–497
- Park, Y.G., Son, S.H. 1987. Protoplast isolation from callus and suspension cultured cells of *Populus alba*. *Kor. J. Genet.* 9:133–140.

- Pelletier, G. 1993. Somatic hybridization. In: Plant Breeding Principles and Prospects. (Hayward, M.D., Bosemark, N.O., Romagosa, I. eds) University press, Cambridge, 93–106.
- Polgár, Z., Kransyanski, S. 1992. Plant regeneration from cell suspension and mesophyll protoplasts of *Helianthus maximiliani* (Schrad.). Plant Science, 87:191–197.
- Russel, J.A., McCown, B.H. 1986. Culture and regeneration of *Populus* leaf protoplasts isolated from non-seedling tissue. Plant Sci., 46:133–141.
- Russel, J.A., McCown, B.H. 1988. Recovery of plants from leaf protoplasts of hybrid poplar. Plant Cell Reports 7:59–62.
- Saha, T., Sen, S.K. 1992. Somatic embryogenesis in protoplast derived calli of cultivated jute, *Corchorus capsularis* L. Plant Cell Reports, 10:633–636.
- Saito, A., Hosoi, Y., Ishii, K., Saito, T. 1987. Callus formation from protoplasts of mesophyll cells of *Populus* plantlets. J.Jap. For. Soc., 69:472–477.
- Sasamoto, H., Hosoi, Y., Ishii, T.S., Saito, A. 1989. Factor affecting the formation of callus from leaf protoplasts of *Populus alba*. J.Jap. For.Soc., 71(11):449–455.
- Wang, X.H., Lörz, H. 1994. Plant regeneration from protoplasts of wild barley (*Hordeum murinum* L.). Plant Cell Reports, 13:139–144.
- Wu, C., Zapata, F.J. 1992. Plant regeneration from protoplast isolated from primary callus of four japonica rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Plant Science, 86:83–87.



A KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK HATÁSA  
A SPHAEROPSIS SAPINEA DYKO & SUTTON SPÓRASZÓRÓDÁSÁRA

ERDŐVÉDELEM

ÖRSELETTŐRTEK

1986. évi vizsgálatok során megfigyelték a fenyőtelepeken a *Sphaeropsis sapinea* spórás szóródását. Az állományokba biológiai mérőszekereket helyeztek. A spóraszóródást a szövetekkel a hőmérséklet és csapadék adatokkal összekapcsolták. Az eredmények azt mutatják, hogy a spóraszóródásban a május végi időszakban a csapadékos nem figyelhető meg. A spóraszóródási biológiai szerkezetek a meteorológiai tényezők hatására

1851

1866

1851

BEVEZETÉS

A feketefenyő állományok gyökereit károsító *Sphaeropsis sapinea* (Dyko & Sutton) (syn. *Diplodia pinea* Desmaz.) a nyárcsúszó egy fajta gomba, amely a Balatonföldvidéken és néhány évvel később az egész ország területén elterjedt, helyenként epidemikus jelleggel (Koltay, 1996). Az őszes károsítások először a velamennyi Pinus fajtát megtalálható (Gibson, 1979). Magyarországon is Európában elsősorban a feketefenyőn és kisebb részben az erdeifenyőn fordul elő (Koltay, 1991; Kónyi, 1984). A legjelentősebb károkat Dél-Afrikan és Új-Zélandon a *Pinus radiata* állományokban okozza (Swart W.J., 1988; Chow C.K.S., 1976).



## A KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK HATÁSA A SPHAEROPSIS SAPINEA DYKO & SUTTON SPÓRASZÓRÓDÁSÁRA

KOLTAY ANDRÁS

### ÖSSZEFOGLALÓ

1991–1996 között 8 db. spóracsapdával folyamatosan vizsgáltuk a *Sphaeropsis sapinea* spóraszóródásának évszakos menetét. Az állományokban fenológiai méréseket is végeztünk. A spóraszóródási adatokat összevetettük a hőmérséklet és csapadék adatokkal. Az eredmények azt mutatják, hogy a spóraszóródásban a május végi időszakon kívül ciklikusság nem figyelhető meg. A spóraszóródási és fenológiai görbék alapján meghatározható a fertőzések pontos ideje.

**KULCSSZAVAK:** *Sphaeropsis sapinea*, feketefenyő, hajtáspusztulás, spóracsapdázás, spóraszóródás

### ABSTRACT

Between 1991–1996 the seasonal course of spore disseminating of *Sphaeropsis sapinea* were being investigated. Fenological measurements were carried out in the stands too. Data of spore disseminating were compared to data of temperature and precipitation. The results showed that there was not cyclic quality in spore dissemination apart from the season at the end of May. The exact time of infections is determinable on the basis of the strength of spore dissemination and fenological data.

**KEYWORDS:** *Sphaeropsis sapinea*, *Pinus nigra*, Austrian pine, tip blight, spore trapping, spore disseminating

### BEVEZETÉS

A feketefenyő állományok egyik legveszélyesebb kórokozója a *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton (syn. *Diplodia pinea* Desm). A nyolcvanas évek végén jelent meg a Balatonfelvidéken és néhány évvel később az egész ország területén előfordult, helyenként epidemikus jelleggel (Koltay, 1990). Az összes kontinensen elterjedt és valamennyi *Pinus* fajon megtalálható (Gibson, 1979). Magyarországon és Európában elsősorban a feketefenyőn és kisebb részben az erdeifenyőn fordul elő (Koltay, 1993, Kam M., 1984). A legjelentősebb károkat Dél-Afrikában és Új-Zélandon a *Pinus radiata* állományokban okozza (Swart W.J., 1988; Chou C.K.S., 1976).

A kórokozó piknosporái az új hajtásokon és túleveleken, valamint a kétéves zöld tobozokon telepednek meg. A fertőzést követően a növekedés leáll, majd két–három héten belül a túlevelek, hajtások megbarnulnak, elhalnak. Kialakul az ágvégeken a jellegzetes *Sphaeropsis sapinea* okozta elhalási tünet, az egészséges előző évi túlevelek feletti vörös, rövidtűs hajtásvég formájában. Az elhalt hajtásokon gyakori a gyantafolyás.

A fertőzés ideje és a jellegzetes kórkép kialakulása a tavaszi–nyári spóraszóródás függvénye, amit elsősorban az időjárási tényezők befolyásolnak. A spóraszóródás és a környezeti viszonyok kapcsolatát vizsgáltuk az 1991–1996 közötti időszakban nyolc darab spóracsapda segítségével, valamint a hőmérsékleti és csapadék adatok folyamatos megfigyelésével, elemzésével.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Az ERTI Gödöllői Arborétumának területén két, középkorú és *Sphaeropsis sapinea*-val közepesen fertőzött feketefenyő állományban helyeztünk ki erdőrésztelenként 4–4 db spóracspadát. A csapdák egyszerű drót keretben vízszintesen elhelyezett tárgylemezek voltak. Ezeket egy illetve két méter magasságban helyeztük el, kettőt az állományok belsejében, kettőt az állományok szegélyén az ágakra függesztve. A tárgylemezek felületét kezdetben parafinnal kezeltük de később e bevonat nélkül helyeztük ki azokat. A parafinos bevonatú lemezeken olyan tömegű szennyeződés is megtapadt, ami nagyon megnehezítette a spórák azonosítását, számlálását. A bevonat nélküli tiszta tárgylemezen a spórák jól megmaradtak természetes tapadó-képességük révén, ugyanakkor az egyéb szennyeződések mértéke jóval kisebb volt.

A spóracspadákban május elejétől szeptember végéig hetente cseréltük a tárgylemezeket, míg a késő őszi és kora tavaszi időszakban kéthetente. A téli hónapokban havonta helyeztünk el tiszta lemezt a csapdákban. A megfigyeléseket 1991-től 1996-ig folyamatosan végeztük. A meteorológiai adatokat az arborétum területétől 1,5 km távolságban lévő Gödöllői Agrártudományi Egyetem mérőállomásán rögzítették.

A begyűjtött tárgylemezeken egy 1 cm<sup>2</sup>-es felületen számoltuk meg a *Sphaeropsis sapinea* konídiumait. A spórák jellegzetes barnás színűek, hosszúkás kerekdedek és viszonylag nagyok, 30–40 x 10–15 μm méretűek. Többnyire egy osztatúak de néha két részre tagoltak. Elsősorban az idősebb, késő őszi, téli spórák között jelentek meg a két osztatúak.

A spóraszóródás, valamint a csapadék és hőmérséklet adatait évenkénti bontásban ábrázoltuk. A grafikonok bal oldalán lévő Y tengelyen a spóraszámok szerepelnek, míg a jobb oldalon csapadék adatok skálabeosztása található.

## EREDMÉNYEK

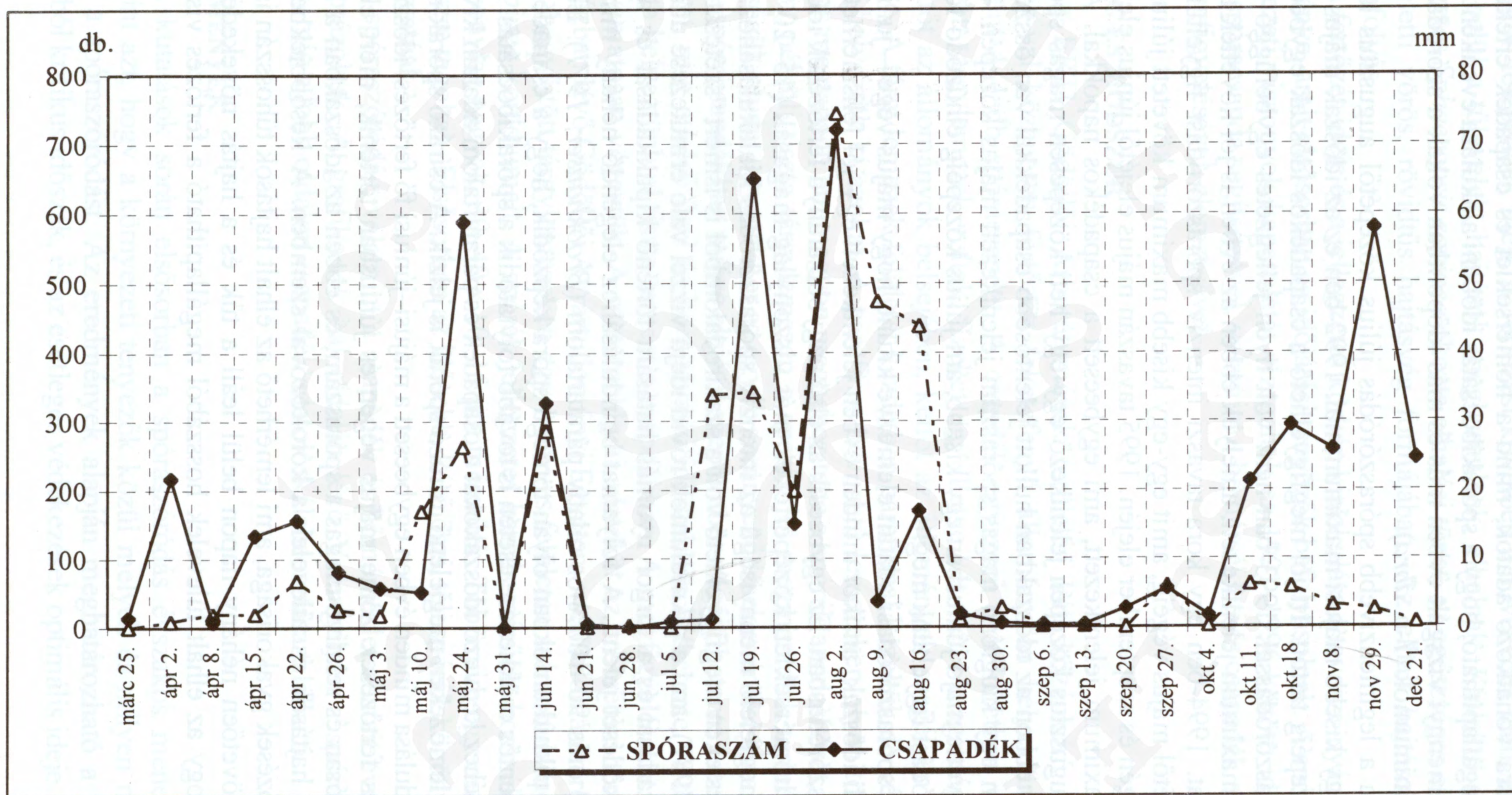
A kutatások során elsősorban a spóraszóródás évszakos menetét vizsgáltuk, valamint azt, hogy a környezeti tényezők közül melyek és milyen módon befolyásolják a spóraszóródást. Az eredmények alapján meghatározható a fertőzés szempontjából kritikus időszak, és az esetleges védekezések optimális ideje.

Az 1991–1996 közötti időszakban rendkívül változatos képet mutatnak mind a spóraszóródásra vonatkozó adatok, mind a hőmérséklet és csapadék értékei. Mindenekelőtt megállapítható, hogy a spórákibocsátás időbeni alakulása évenként nagyon változó. Valamennyi vizsgált évben más és más időpontban voltak a szóródási maximumok és minimumok (1-6. ábra).

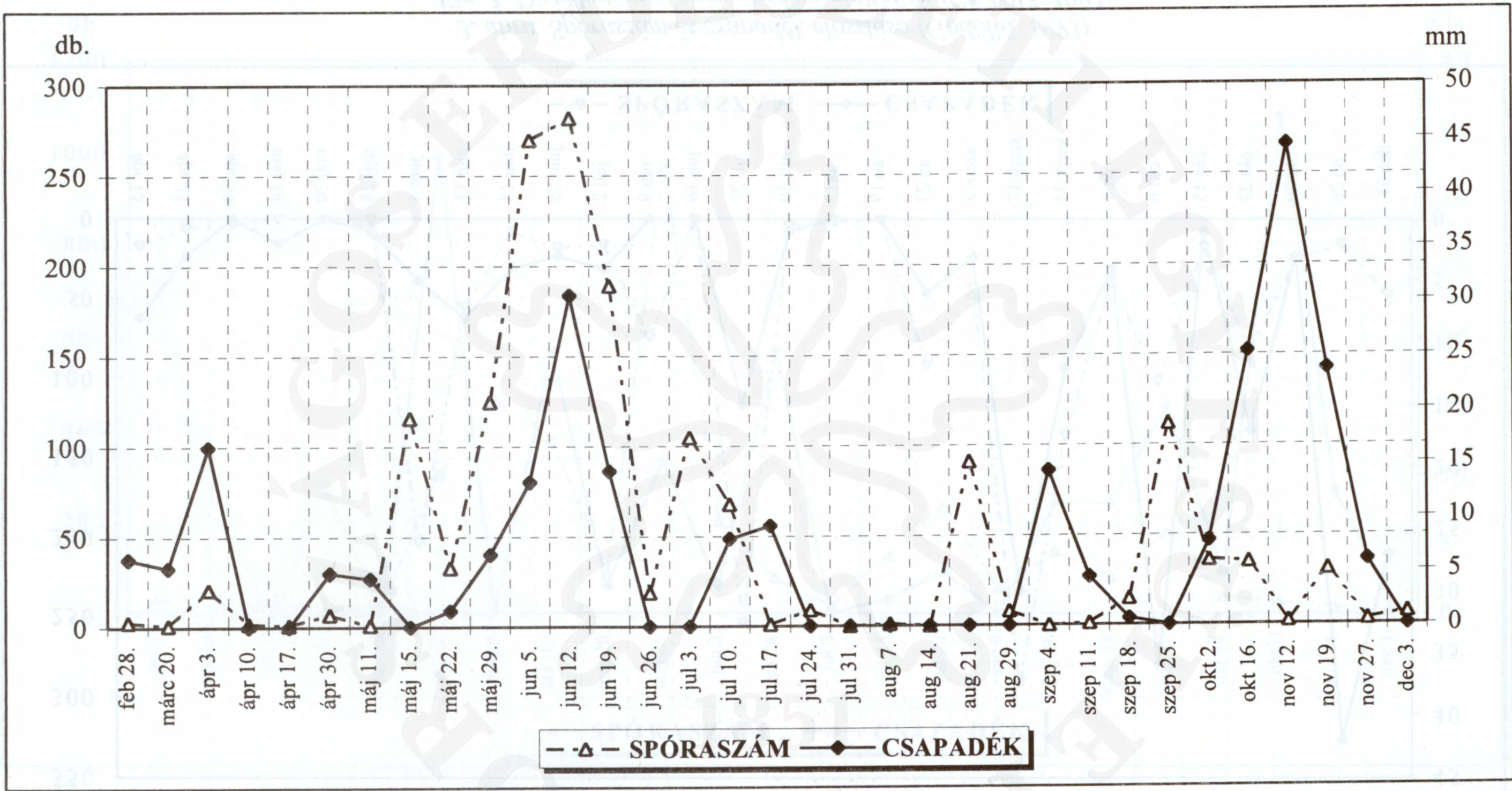
1991-ben a legintenzívebb spóraszóródás július közepétől augusztus közepéig jelentkezett egy kisebb májusi maximummal. 1992-ben ez az időszak május közepétől június közepéig tartott. Itt jól megfigyelhető a csapadékos időszak egybeesése az intenzív spóraszóródással. 1993-ban nem volt ilyen jellegzetes egybefüggő időszak. Több kisebb maximum jelentkezett, amelyek ebben az évben is jól követték a csapadékos napokat. 1994-ben egy kora tavaszi intenzív spóraszóródást figyeltünk meg április közepétől május végéig, amit egy-egy kisebb maximum követett július végén, augusztus végén és szeptember elején. 1995 tavaszán május elejétől június elejéig egy határozott maximum jelentkezett, ami egybeesett a csapadékos napokkal. A július közepén és augusztus közepén jelentkező egy-egy heti közepesen magas spóraszám ugyancsak az ebben az időszakban hullott jelentősebb csapadékkal van összefüggésben. 1996-ban egy kiugróan magas spóraszám jelentkezett május közepén. Ezt egy visszaesés követte majd júniusban egy kisebb, ám július közepéig elhúzódó folyamatos spóraszóródást figyeltünk meg.

A hat év spóraszóródási adatait elemezve kitűnt, hogy május vége – június eleje az az egyedüli időszak, amikor minden évben jelentkezett egy jól felismerhető maximum a spóraszóródásban. Ez egybeesik az első nagyobb arányú fertőzések időpontjával. Ekkor a hőmérsékleti középértékek már viszonylag magasak (15–20 °C), és a csapadék is megfelelő mennyiségű az intenzív spóraszóródás kialakulásához. Májusban a termőtesteken megfigyelhető volt a szakirodalomból is ismert "szétcsattanó hatás" (Swart, 1987), ami a piknídiumok rövid idejű vízzel való érintkezése után bekövetkező duzzadását és a turgor nyomás hatására történő kipukkadását és a spórák intenzív kilökődését jelenti. A folyamat beindulásához elegendő néhány mm csapadék és 12–20 órás 90–100%-os relatív páratartalom (Brookhauser, 1971). Ebben az időszakban a piknídiumokban olyan tömegű spóra képződik, hogy a csapadék és páratartalom jelentős csökkenése esetén is tovább folytatódik a spórákibocsátás. A kórokozó fertőzéséhez kedvező időszakokat a csapadék és páratartalom adatain kívül a begyűjtött tárgylemezeken megjelenő csírázó spórák is jelzik. A csírázó spórák nagyobb arányú előfordulása minden évben egybeesett a májusi–júniusi fő fertőzési időszakokkal.

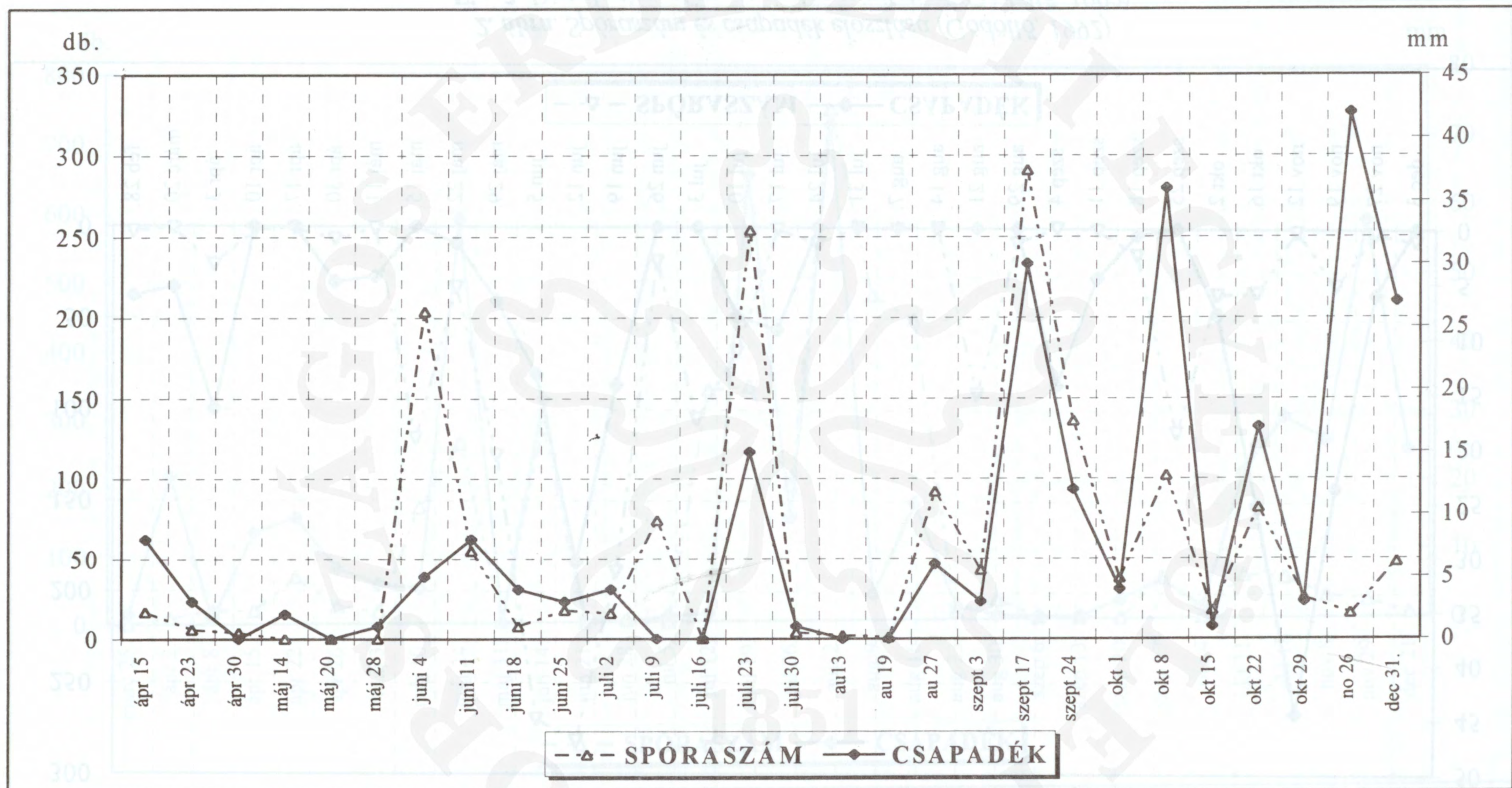
A sikeres fertőzések zöme május végén és júniusban történik, mert ekkor viszonylag tartósan és relatíve magas a spóraszám, és ebben az időszakban a legfogékonyabbak a hajtások és tülvelek a kórokozóval szemben. A későbbiekben egyre kisebb a fertőzések gyakorisága, ami lemérhető az elhalt hajtások tűhosszán is. Mivel a fertőzést követően néhány napon belül leáll a tűk és a hajtás növekedése, úgy gondoltuk, hogy az elhalt tülvelek hosszából megállapítható a fertőzés viszonylag pontos ideje.



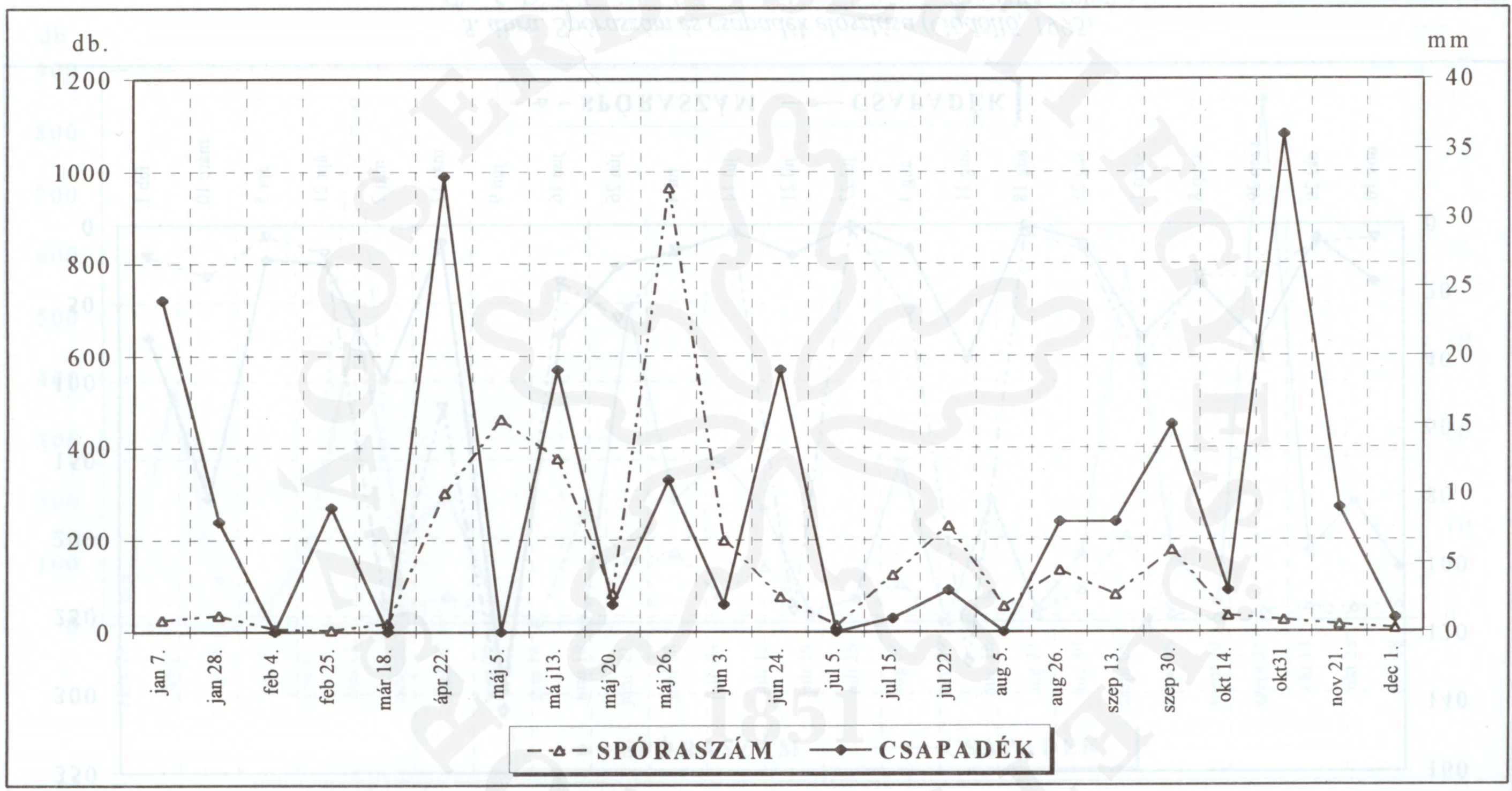
1. ábra. Spóraszám és csapadék eloszlása (Gödöllő, 1991)  
 Fig. 1. Distribution of spore and precipitation (Gödöllő, 1991)



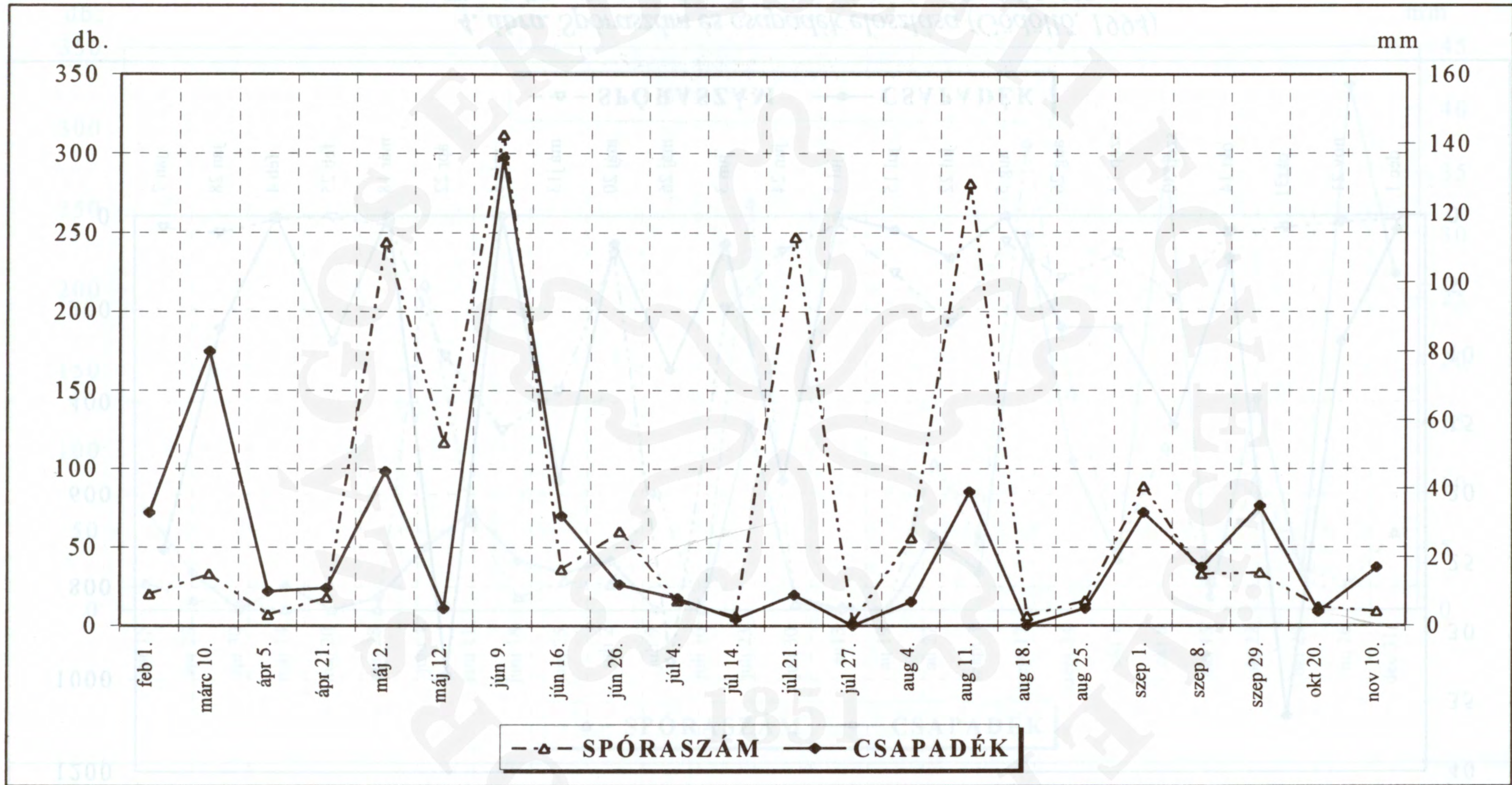
2. ábra. Spóraszám és csapadék eloszlása (Gödöllő, 1992)  
 Fig. 2. Distribution of spore and precipitation (Gödöllő, 1992)



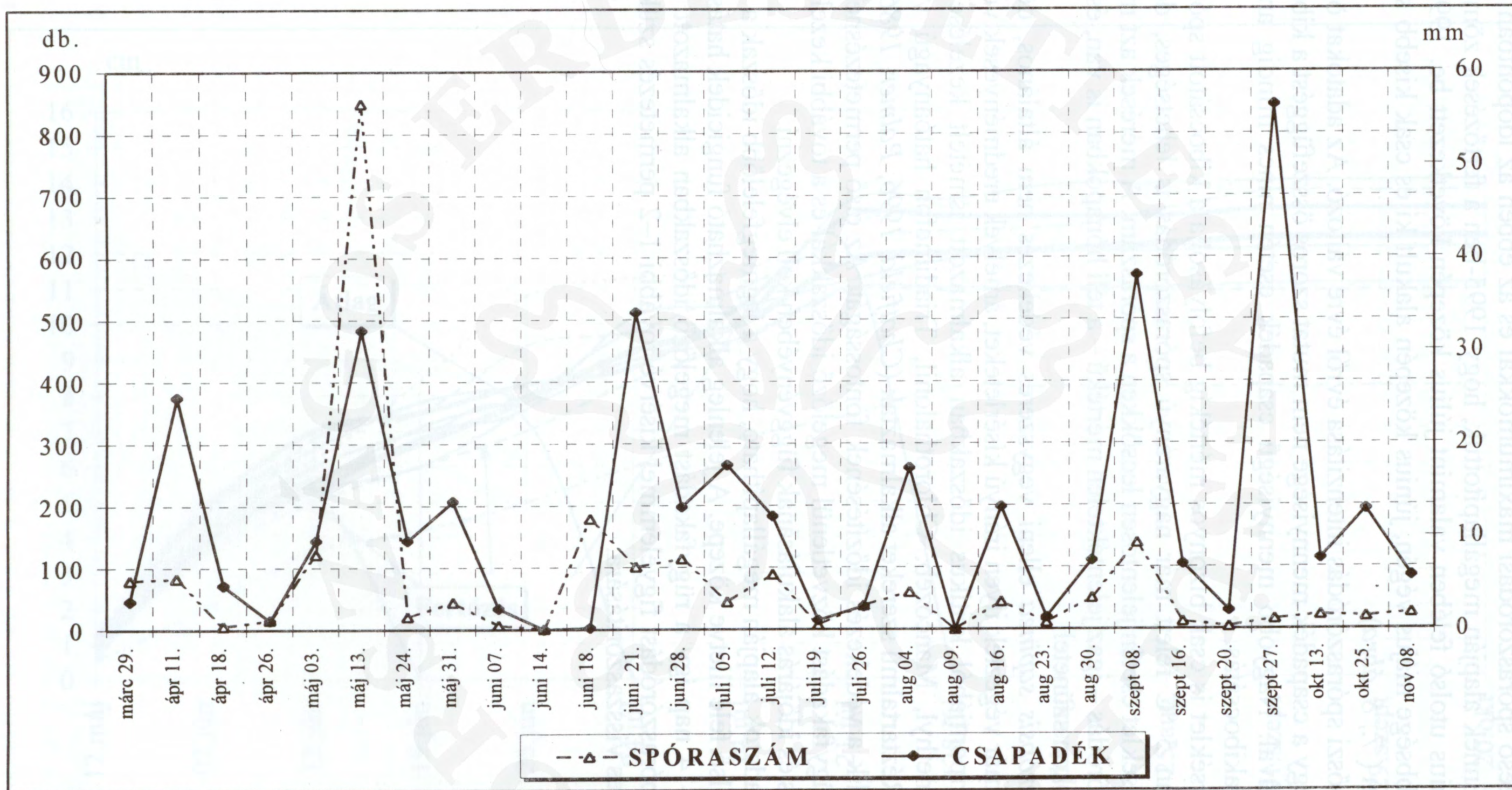
3. ábra. Spóraszám és csapadék eloszlása (Gödöllő, 1993)  
 Fig. 3. Distribution of spore and precipitation (Gödöllő, 1993)



4. ábra. Spóraszám és csapadék eloszlása (Gödöllő, 1994)  
 Fig. 4. Distribution of spore and precipitation (Gödöllő, 1994)



5. ábra. Spóraszám és csapadék eloszlása (Gödöllő, 1995)  
 Fig. 5. Distribution of spore and precipitation (Gödöllő, 1995)



6. ábra. Spóraszám és csapadék eloszlása (Gödöllő, 1996)  
 Fig. 6. Distribution of spore and precipitation (Gödöllő, 1996)

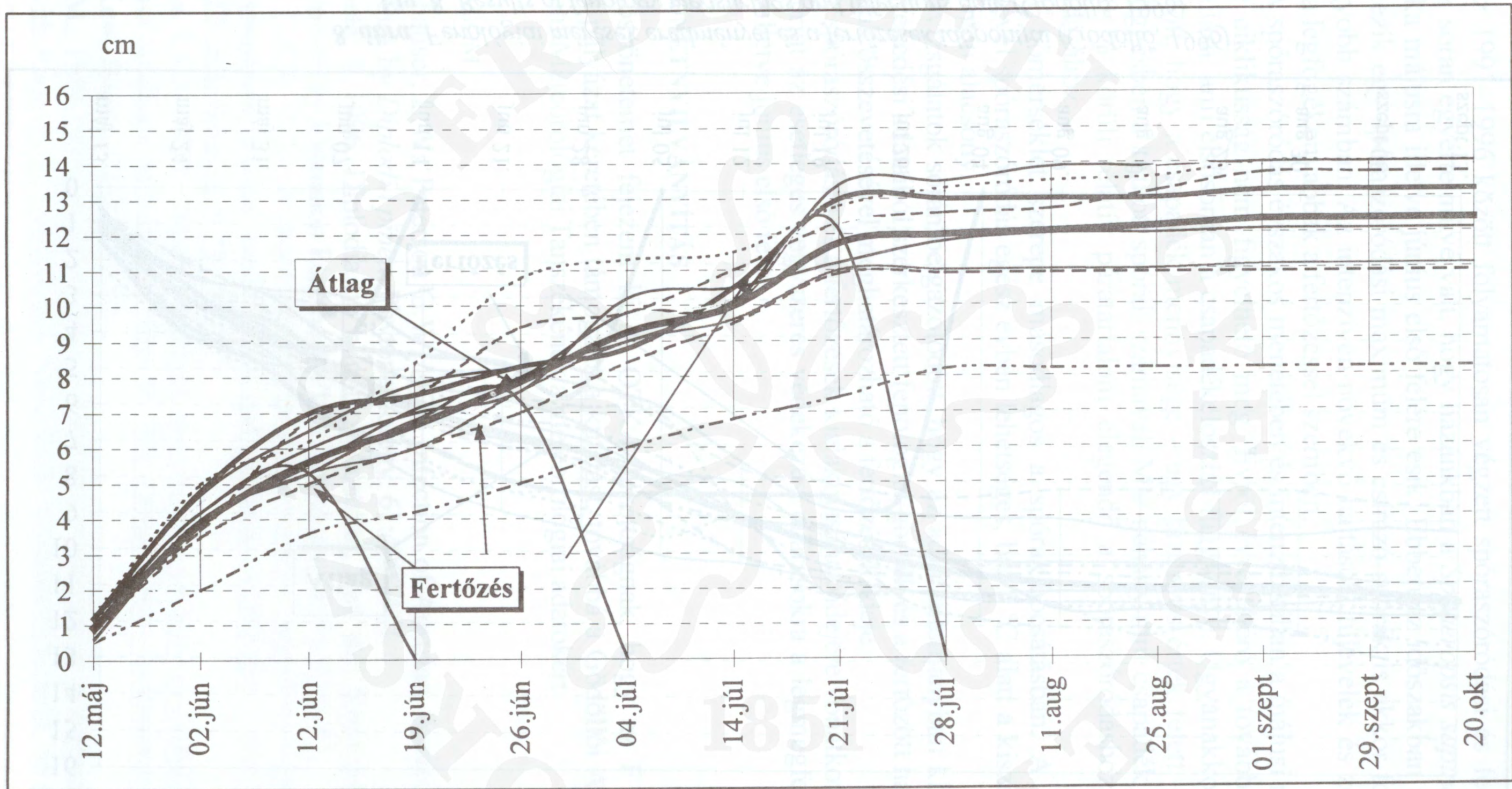
A tavaszi, kora nyári fertőzések időpontja jó egyezést mutat a csapadékos időszakokkal egybeeső spóraszóródási maximumokkal és az ebben az időpontban mért túlhosszakkal. Ennek alapján megállapítottuk, hogy 1995-ben a fertőzések zöme június elején, és június utolsó felében valamint július közepén következett be. 1996-ban a fertőzések többsége május végén, június közepén alakult ki és csak kisebb számban július közepén (7., 8. ábra).

A nyári–ősz spóraszóródás intenzitása évről évre változó. Az adatokat összevetve látható, hogy a csapadék mennyisége nem mutat szoros összefüggést a kibocsátott spórák számával. Nagyobb mennyiségű csapadék esetén nincs mindig arányosan nagyobb spórákibocsátás.

A hőmérséklet is csak bizonyos mértékig befolyásolja a kibocsátott spórák számát. Általában 5 °C felett már nagyarányú spóraszóródás is lehetséges, de ennél kisebb hőmérséklet esetén jelentősen lecsökken a spóraszám. A mérések azt mutatják, hogy spóraszóródás – igaz jelentéktelen mértékű – a téli hónapokban is van, és csupán a fagyos napokon szünetel.

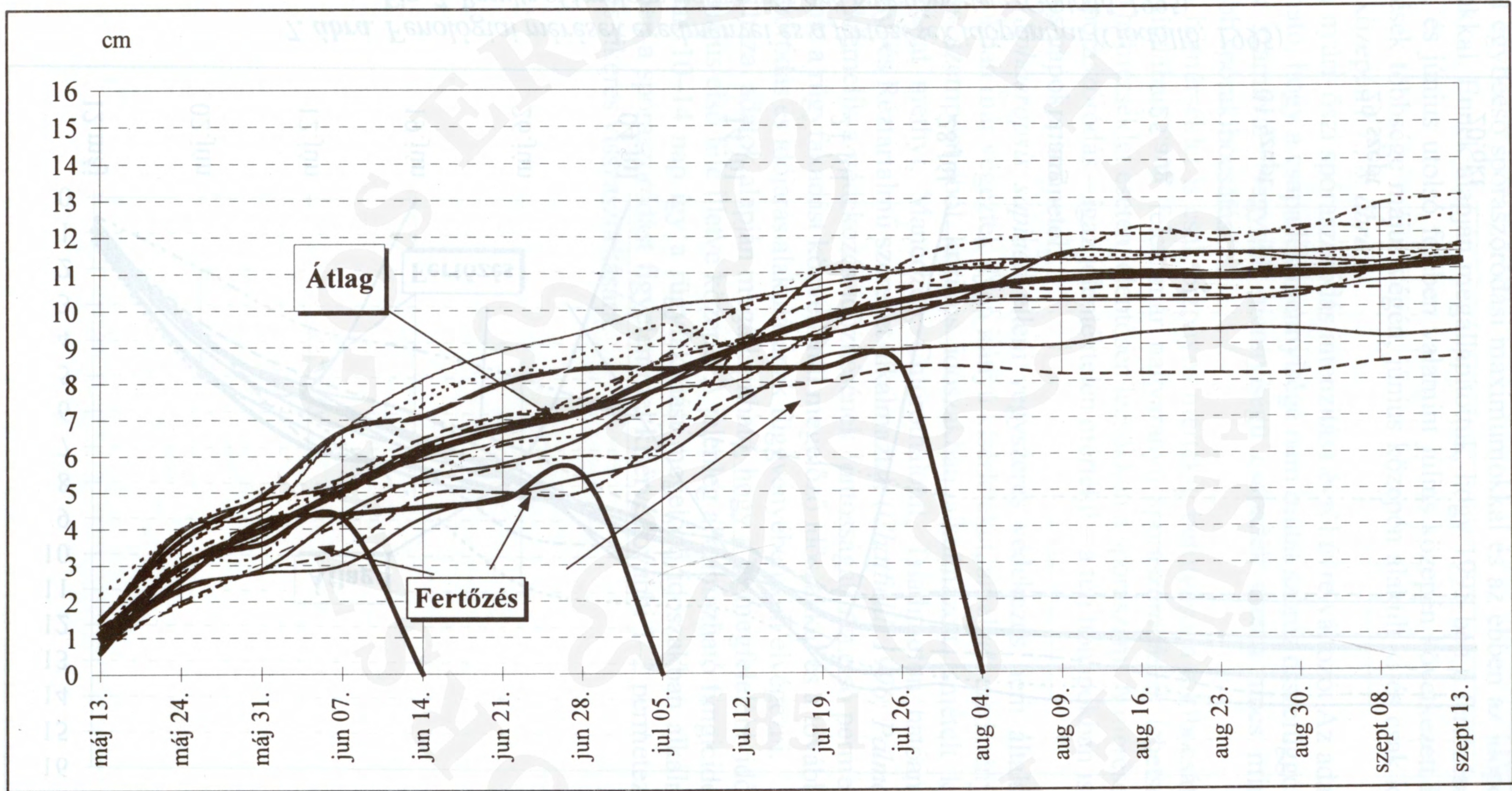
A *Sphaeropsis sapinea* elleni vegyszeres védekezés nem általános, de egyes országokban már végeztek ilyen irányú kísérleteket, amelyek eredményesek voltak. A fertőzés szempontjából kritikus időszakban alkalmazott ismételt kezelések során Thiophanat methyl, Mancozeb, Chlorothalonil, Triadimefon hatóanyagú valamint Benomyl és Réztartalmú szereket alkalmaztak (Chatfield, 1996; Palmer, 1986). Mindenütt kiemelik a védekezés időzítésének fontosságát. Az első permetezésnek egybe kell esnie a rügyfakadást közvetlenül megelőző időszakokkal és a további kezeléseket a spóraszóródás és időjárás alakulásának függvényében kell elvégezni.

A hazai adatok alapján megállapítható, hogy a legmegfelelőbb időszak a védekezésre május első fele illetve közepe. A jelenleg alkalmazható fungicidek hatástartama általában 10–14 nap így a rügyfakadást megelőző időszakban alkalmazott kezelést követően a spóraszóródást figyelemmel kísérve további 1–2 permetezés szükséges a fertőzés sikeres visszaszorítására.



7. ábra. Fenológiai mérések eredményei és a fertőzések időpontjai (Gödöllő, 1995)

Fig. 7. Results of phenology measurements and infections date (Gödöllő, 1995)



8. ábra. Fenológiai mérések eredményei és a fertőzések időpontjai (Gödöllő, 1996)

Fig. 8. Results of fenology measurings and infections date (Gödöllő, 1996)

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az 1991–1996 között folyamatosan végzett spóraszóródási és fenológiai vizsgálatok során egyértelművé vált, hogy hazánkban a *Sphaeropsis sapinea* fő fertőzési időszaka májusra illetve június első felére esik. Ebben az időszakban minden évben jelentkezik egy spóraszóródási maximum és csírázó spórák is ekkor fordulnak elő a legnagyobb számban. Az intenzíven növekvő hajtások, tűlevelek és zöld tobozok is ekkor a legfogékonyabbak a fertőzéssel szemben.

A spóraszóródás évszakos menetében és intenzitásában a májusi maximumokat kivéve ciklikusság nem figyelhető meg. Évről évre eltérő a további maximumok kialakulása, ami elsősorban a csapadékeloszlás függvénye. Ugyanakkor az is bebizonyosodott, hogy a csapadék mennyisége – egy bizonyos érték felett – nincs szoros összefüggésben a kijutott spórák számával. Már néhány mm csapadék és 12–20 órás 90–100 % körüli relatív páratartalom elegendő a spóraszóródáshoz, a fertőzések kialakulásához.

A hőmérséklet szerepe másodlagos a spórákibocsátásban. A fagyos napok kivételével spóraszóródás egész évben lehetséges, bár 5 °C alatt a kiszabadult spórák száma igen alacsony.

A vizsgálatok során beigazolódott, hogy az adott állományban kifejlődő tűlevelek növekedési adataiból szerkesztett fenológiai görbék és a fertőzött hajtások túhossz adatainak összevetésével meghatározható a fertőzések ideje.

A spóraszóródásra és a fertőzések kialakulásának idejére vonatkozó megfigyelések szerint az esetleges vegyszeres védekezési eljárásokra a legmegfelelőbb időszak május, illetve június első fele.

## KÖSZÖNETNYILVÁNYÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki az OTKA bizottságnak, hogy az F 13130 számú OTKA pályázat keretében támogatta a kutatást, továbbá a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Meteorológiai Tanszékének a meteorológiai adatokért.

## IRODALOM

- Brookhauser, L.W., Peterson G.W. 1971. Infection of Austrian, Scots and Ponderosa Pines by *Diplodia pinea*. *Phytopathology*, 61:409–414.
- Chatfield, J. 1996. *Diplodia* tip blight of Austrian, Red and Scots pine. Ohio State University Extension Factsheet, Plant Pathology, HYG-3041-96.
- Chou, C.K.S. 1976. A shoot dieback in *Pinus radiata* caused by *Diplodia pinea*. I: Symptoms, disease development and isolation of pathogen. *New-Zeland Journal of Forest Science*, 6:72–79.
- Gibson, I.A.S. 1979: Disease of forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere. Part II. The genus *Pinus*. *Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, England*, 135.
- Kam M., 1984. *Sphaeropsis sapinea* (= *Diplodia pinea*) cause of dieback of top shoots with *Pinus* in the Netherlands. *Nederlands Bosbouwtijdschrift*, 56 (6):173–177.

- Koltay, 1990. A feketefenyő hajtáspusztulását okozó gomba, *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx. (syn. *Sphaeropsis sapinea*) hazai előfordulása. Növényvédelem, október XXVI. évf. 10:448–450.
- Koltay, 1993. A feketefenyő és erdeifenyő hajtás-pusztulását okozó gomba, *Diplodia pinea* (Desm.) Kickx. hazai előfordulása, biológiájának vizsgálata. Wood Tech Erdészeti Szakmai Konferencia, Sopron.
- Palmer, M.A. 1986. Fungicidal control of shoot blight caused by *Sphaeropsis sapinea* on red pine nursery seedling. Plant Disease, 70:194–196.
- Swart, W.J., Knox-Davies, P.S., Wingfield, M.J. 1987. Conidial dispersal of *Sphaeropsis sapinea* in three climatic regions of South Africa. Plant Disease, 71: 1038–1040.
- Swart, W.J., Knox-Davies, P.S., Wingfield, M.J. 1988. Relative susceptibilities to *Sphaeropsis sapinea* of six *Pinus* spp. cultivated in South Africa. Eur. J. For. Path., 18:184–189.

## **AZ ALFÖLD NAGYLEPKEFAUNÁJA AZ ERDÉSZETI FÉNYCSAPDÁK ADATAI ALAPJÁN (1962–1996)**

**LESKÓ KATALIN, SZABÓKY CSABA**

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A szerzők 789 nagylepkefajt közölnek az Alföld területéről az 1962–96 között működő 9 erdészeti fénycsapda állomás gyűjtése alapján. Az ember által okozott változások a lepkefaunán is megmutatkoznak. Az idősebb kocsányos tölgyes maradványokat, – amelyek az utolsó menedékei a tölgyön élő lepkefajoknak –, jelenleg a kiszáradás veszélye fenyegeti. Ezzel szemben az új erdők telepítése (pl. ahol még lehetséges, tölgy, és főként fenyő) elősegítette a lepkegyűttesek fennmaradását, és új lepkefajok megjelenését az Alföldön. Erre a folyamatra példa a karcagi mintegy 50 éves erősen izolált tölgyes, amelyben már megtelepedett a tölgyesre jellemző lepkefauna. A gyors kolonizációt a lepkék nagy vagilitása biztosítja. Számos faj nem várt helyen történt fogása bizonyítja, hogy élőhelyeiktől nagy távolságra is eljutottak. A szerzők további példákat adnak a délről bevándorló részben megtelepedett lepkefajokra.

**KULCSSZAVAK:** Alföld, nagylepke faunája, fénycsapda, maradványtölgyesek, vagilitás, refugium, kolonizáció

### **ABSTRACT**

The authors listed 789 macrolepidopteran species of the Hungarian Great Plain based on collections of 9 forestry light trap stations between 1962–1996. The local species compositions of moth assemblages were influenced by the land-use changes (e.g. agricultural intensification, dropping water-table level caused by drainage and droughty climate), because of the decreasing area and increasing fragmentation of typical lowland forests. The relics of old-growth oak forests, serving as refuges for the original lowland moths, are seriously threatened by drying up. Whereas, the settlements of new forest stands (e.g. oak, pine) have promoted the remaining of assemblages and new moth species followed their food plant (*Pinus spp.*) in lowlands. As an example for this process a young (50 years old), isolated oak forest stand is mentioned which have been already colonised by the typical moth fauna. Unexpected captures of numerous moth species supported evidences

for greater distance flights (50-150 km) far from their habitats. The authors gave further examples for moth species migrating to northward and partly settled in lowlands, too (e.g. *Noctua haywardy*, *Helicoverpa armigera*, *Heliiothis peltigera*, *Celerio lineata*, *Chersotis cuprea* etc.)

**KEYWORDS:** Macrolepidoptera fauna, Hungarian Great Plain, light trap, relic oak forest, vagilitat, refuges, colonisation, vagility

## BEVEZETŐ

Az 1960-as évek elejére kialakult egyedülállóan szervezett és működtetett fénycsapda hálózat jelentős segítséget nyújt az erdészeti kártevők előrejelzéséhez, és felbecsülhetetlenül értékes adatsorokat szolgáltat, amelyek különböző szempontok szerinti tudományos feldolgozása még sokáig nem fejeződik be.

A hazai rovarfogó fénycsapdák nemcsak a kártevők rajzásmenetéről, gradációs viszonyairól szolgáltatottak már eddig is rendkívül értékes adatokat, hanem a kártevők számos ellenségének hasonló biológiai paramétereire is fényt derítettek, jelentős faunisztikai, állatföldrajzi, ökológiai stb. eredményeket adtak.

Az erdészeti fénycsapdák által fogott nagylepke anyagot 1971-ben bekövetkezett haláláig dr. Kovács Lajos teljeskörűen határozta meg, majd az ERTI Erdővédelmi Osztály munkatársai folytatták a Kovács Lajos által megkezdett munkát. Jelenleg minden szerénység nélkül kijelenthetjük, hogy a világon egyedülálló adatsorokkal rendelkezünk. A rendelkezésre álló naplók adatai a potenciális kártevők rajzás- és gradációdinamikájának visszamenőleges vizsgálata mellett alkalmasabbak között egy térség faunisztikai vizsgálatára is.

A fénycsapdák fogásai alapján végzett faunisztikai értékelést már mások (*Tallós Pál*, *Uherkovich Ákos*, *Fazekas Imre*, *Szűcs József* stb.) is végeztek, de kizárólag kisebb területre koncentrálva, egy csapdával és max. 1–2 évig terjedő időszakra vonatkozóan.

Mindenki előtt világos, hogy a fénycsapdát mint egyedüli faunakutatási eszközt nem lehet tökéletesnek tekinteni. A nappali lepkék – normális körülmények között – kizárólag nappal repülnek, vannak fénykerülő lepkék, vagy olyanok melyeknek szárnya nincs stb. A következő adatsor mely 789 fajból áll – a hazai nagylepke faunánk több mint fele – csak az előzőekben említettek hiányosságának pótlásával lenne közelítőleg teljes. A rendelkezésre álló adatsorok nagyon jól tükrözik a terület geológiai, földrajzi, meteorológiai, botanikai determináltságát. Nagyon jól láthatók az emberi beavatkozás következményei, mint pl. a vízrendezések, fenyvesítések, nemesnyár ültetvények, amelyek rendkívüli módon megváltoztatták a táj arculatát.

## LEGFONTOSABB EREDMÉNYEK

Jelen dolgozat az Alföld nagylepke faunáját foglalja össze az erdészeti fénycsapdák adatai alapján.

Faunisztikai vizsgálódásunk célja:

- ✦ a nagylepkefajok elterjedése az Alföldön,
- ✦ a nagylepkék vagilitása,
- ✦ az Alföld szigetszerű maradvány tölgyeseinek szerepe a nagylepkefajok fennmaradásában,
- ✦ nagylepkék betelepülése az újonnan telepített kocsányos tölgyesekbe,
- ✦ vándorlepkék az Alföldön,
- ✦ a fauna változása az alföldi fenyvesítések hatására.

A lepkék nagyfokú expanzív mozgására szolgáltat bizonyítékot a *Chersotis cuprea* tompai megjelenése amely hegyvidéki elem – Magyarországon még a "magas" hegyeinkben is nagyon ritkának számít – valószínűleg délnyugatról a Papukból (ahol gyakori) repült ide.

Jól kirajzolódik a lepkeegyüttes milyenségén, hogy homoki lepkét csak a Duna–Tisza közti fénycsapdák gyűjtöttek *Actebia praecox*, *Arctia festiva (hebe)*, *Spudea ruticilla*, *Platyperigia terrea*, *Eublemma (Porphyrinia) pannonica* – ez utóbbi faj homoki szalmagyopáron él – gerlai adata rendkívül érdekes, mivel a tápnövénye itt nem fordul elő, ez is bizonyítékot szolgáltat a faj vagilitásához.

A fénycsapda naplók adatai bizonyítékai annak, hogy a Duna–Tisza közén a tölgyön élő lepkefajok utolsó menedékei a maradványtölgyesek, ahol a tölgyre jellemző lepkefajok megmaradtak: *Spatialia argentina*, *Catocala promissa*, *Scotochrosta pulla* stb.

A kunfehértói fénycsapda (1975–ig működött) környékének gyöngyvirágos tölgyese egy szigetszerűen létező hatalmas fajszerű lepkeegyüttest őrzött meg a naplók tanúsága szerint. Sajnos a Fehértó kiszáradása után a talajvíz tovább csökkent ami megpecsételte a tölgyes sorsát. Fontos feladat lenne a gyűjtéssorozat megismérlése, hiszen kiderülhetne mi az ami elpusztult és mi az ami megmaradt az erdő leromlása óta.

Egyedülálló "sziget" Karcag mellett a 40–50-es években telepített kocsányos tölgyes, hiszen itt azelőtt nem volt erdő (szikes terület volt) mégis a tölgyesre jellemző lepkeegyüttes már megtalálható, ami egyúttal a lepkefajok nagyarányú vagilitását bizonyítja.

Ásotthalmon az erdei- és feketefenyő telepítések mellett fellelhetők a kocsányos tölgyesek maradványai is.

Bugac maradvány kocsányos tölgyesében is megmaradtak a tölgyre jellemző lepkefajok. E két utóbbi csapda gyűjtötte a feltehetőleg recens terjedésű *Noctua haywardi* bagolylepkét, amely tölgyes elem. A fénycsapda környékén a fenyő telepítések mellett szürkenyárasok és borókás–nyárasok találhatók.

Tompa környékén zömmel kultúr erdei-, feketefenyő és nemesnyár telepítések vannak, gyöngyvirágos tölgyes maradványerdő is található.

A fenyőtelepítésekkel egyidőben és annak ütemében terjedtek el az erdei- és feketefenyőn élő lepkefajok: *Bupalus piniarius*, *Dendrolimus pini*, *Hyloicus pinastri*, *Hylea fasciaria* stb. A listából kiderül, hogy pl. Jánkmajtis és Karcag környékén nincs fenyőtelepítés, így gyakorlatilag fenyőn élő lepke sincs. Érdekes azonban, hogy a jánkmajtisi és gerlai csapda egy alkalommal *Lymantria monacha*-t fogott. A faj valószínűleg mindkét esetben a Kárpátokból repült be.

Folyóvizek melletti területeken működő csapdák rovaranyaga a jellegzetes galéria erdők jelenlétéről is szolgáltatnak információt. Kömörő mellett a Túr folyik míg Jánkmajtis mellett a Szamos. Érdekes a Szatmár-beregi síkságon a *Gortina borelii lunata* (*leucographa*) sziki kocsord bagolylepke előfordulása. Példányait a jánkmajtisi csapda rendszeresen gyűjti, de a lepke kizárólag a sziki kocsordon (*Peucedanum officinale*) él, ami azt jelenti, hogy a terület szikes foltokkal tarkított. Jánkmajtis melletti település Kocsord neve utal a növény gyakori előfordulására.

Jelentős a délről vándorló fajok száma: *Celerio lineata*, *Rhodometra sacraria*, *Heliothis peltigera*, *Helicoverpa armigera* stb. A *Helicoverpa armigera* esetében – új kártevő Magyarországon! – nagyon jól megfigyelhető, hogy ez a faj faunánkban hosszú évtizedeken keresztül mint vándorlepke volt jelen, s szinte egyik napról a másikra robbanásszerűen elszaporodott. A fénycsapda naplók adatai alapján évente ha 1–2 példány előkerült az szinte szenzációnak számított, most a 3–500 példányos éves fogások sem ritkák. Ugyancsak a naplók bizonyítékai annak, hogy a lepke már a hazai viszonyok között áttelel. E faj áttelelése is megerősíti, az utóbbi évtized időjárásának rendkívüli száraz, aszályos voltát – klímaváltozás!?, –, teleink szokatlan enyhességét.

A vízelvezetések és a hosszantartó aszályos évek miatti további talajvízszint csökkenések a maradvány kocsányos tölgyesek létét fenyegetik, pusztulásuk a térség faunájában minőségi változást fog okozni.

Hosszas elemzést itt nem állt módunkban bemutatni, csupán néhány gondolattal szeretnénk volna hozzájárulni a környező világunkban lévő változások megértéséhez.

A fénycsapdák környékén lévő erdők fitocönológiai elemzése meghaladná a dolgozat kereteit, ezért csak néhány mondattal jelezte az állományokat.

A lista értő vizsgálatához szükséges információ a csapdákban elhelyezett fényforrás milyensége.

Gerla	100 W normál izzó	1962–1990
Tompa	100 W normál izzó	1962–
Kunfehértó	100 W normál izzó	1962–1975
Kömörő	100 W normál izzó	1979–
Jánkmajtis	100 W normál izzó	
Ásotthalom	125 W HGLI izzó célfénycsapdaként	
Karcag	100 W normál izzó	1976–1994
Kecskemét	125 W HGLI izzó	1996–

Rövidítések: Á=Ásotthalom, B=Bugac, G=Gerla, J=Jánkmajtis, Ka=Karcag, Ke=Kecskemét, Kf=Kunfehértó, Kö=Kömörő, T=Tompa.

Jelen dolgozat az OTKA T5404 által támogatott.

### A fénycsapdák által fogott fajok jegyzéke

<b>Nolidae</b>										
<b>Nola</b>										
<i>cuculatella</i> Linnaeus 1758			B	G		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>cicatricalis</i> Treitschke 1835				G					Kö	T
<i>confusalis</i> Herrich-Schäffer 1835				G						
<i>crisatula</i> Hübner 1793					J				Kö	T
<i>chlamitulalis</i> Hübner 1813	Á	B	G			Ka		Kf	Kö	T
<i>aerugula</i> Hübner 1793	Á	B	G	J		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Meganola</b>										
<i>strigula</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G	J		Ka		Kf		T
<i>togatulalis</i> Hübner 1796			G							
<i>albula</i> Denis et Schiffenmüller 1775	Á	B	G	G		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Lithosiinae</b>										
<b>Thumata</b>										
<i>senex</i> Hübner 1808	Á	B	G	J		Ka		Kf	Kö	T
<b>Mitochrista</b>										
<i>miniata</i> Forster 1771	Á		G	J		Ka		Kf	Kö	T
<b>Cybosia</b>										
<i>mesomella</i> Linnaeus 1758	Á		G	J		Ka		Kf	Kö	T
<b>Lithosia</b>										
<i>quadra</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J		Ka		Kf	Kö	T
<b>Eilema</b>										
<i>deplana</i> Esper 1787	Á	B						Kf		T
<i>griseola</i> Hübner 1803	Á	B	G	J		Ka		Kf	Kö	T
<i>sororcula</i> Hufnagel 1766	Á	B	G	J		Ka	Ke	Kf	Kö	T

<b>Eilema</b>									
<i>palliatella</i> Scopoli 1763			G	J	Ka		Kf		T
<i>complanata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	
<i>lurideola</i> Zincken 1817	Á	B		J	Ka		Kf		
<i>lutarella</i> Linnaeus 1858	Á	B	G		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>pallifrons</i> Zeller 1847	Á		G				Kf	Kö	T
<b>Atolmis</b>									
<i>Rubricollis</i> Linnaeus 1758			G						
<b>Pelosia</b>									
<i>muscerda</i> Hufnagel 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>obtusa</i> Herrich-Schäffer 1852		B		J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Arctiidae</b>									
<b>Ocnogyna</b>									
<i>parasita</i> Hübner 1790	Á	B	G	J					
<b>Chelis</b>									
<i>maculosa</i> Gerning 1780	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<b>Watsonarctia</b>									
<i>deserta</i> Bartel 1902		B	G	J			Kf		T
<b>Phragmatobia</b>									
<i>fuliginosa</i> Linnaeus 1758		B	G	J	Ka		Kf		T
<i>caesarea</i> Goeze 1781		B	G	J	Ka	Ke		Kö	
<b>Spilosoma</b>									
<i>luteum</i> Hufnagel 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>lubricipedum</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>urticae</i> Esper 1789	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Hyphantria</b>									
<i>cunea</i> Drury 1773	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Diaphora</b>									
<i>mendica</i> Clerck 1759	Á	B	G	J	Ka				
<b>Diacrisia</b>									
<i>sannio</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Rhyparia</b>									
<i>purpurata</i> Linnaeus 1758									T
<b>Arctia</b>									
<i>caja</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J			Kf	Kö	T
<i>villica</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>festiva</i> Hufnagel 1766 ++	Á	B				Ke			T
<b>Callimorpha</b>									
<i>dominula</i> Linnaeus 1758	Á			J				Kö	T
<b>Euplagia</b>									
<i>quadripunctaria</i> Poda 1761			G	J					
<b>Tyria</b>									
<i>jacobae</i> Linnaeus 1758				J	Ka			Kö	
<b>Ctenuchidae</b>									
<b>Syntomis</b>									
<i>phegea</i> Linnaeus 1758							Kf		T
<b>Dysauxes</b>									
<i>ancilla</i> Linnaeus 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T

<b>Notodontidae</b>										
<b>Furcula</b>										
<i>bicuspis</i> Borkhausen 1790 +									Kö	
<i>furcula</i> Clerck 1759		B				Ka			Kö	T
<i>bifida</i> Brahm 1787	Á	B	G	J				Kf	Kö	T
<b>Cerura</b>										
<i>vimula</i> Linnaeus 1758	Á	B	G					Kf	Kö	T
<i>erminea</i> Esper 1783	Á	B	G						Kö	T
<b>Stauropus</b>										
<i>fagi</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J				Kf	Kö	T
<b>Harpya</b>										
<i>milhauseri</i> Fabricius 1778	Á	B				Ka		Kf		T
<b>Dicranura</b>										
<i>ulmi</i> Denis et Schiffermüller 1775			G					Ke	Kf	T
<b>Gluphisia</b>										
<i>crenata</i> Esper 1785		B	G	J	Ka			Kf	Kö	T
<b>Pheosia</b>										
<i>tremula</i> Clerck 1759	Á	B	G	J				Ke	Kf	Kö
<b>Drymonia</b>										
<i>querna</i> Denis et Schiffermüller 1775		B	G	J						
<i>ruficornis</i> Hufnagel 1766		B	G	J	Ka				Kö	T
<i>dodonea</i> Denis et Schiffermüller 1775		B	G	J	Ka			Kf	Kö	
<i>melagona</i> Borkhausen 1780		B		J	Ka					T
<b>Notodonta</b>										
<i>dromedarius</i> Linnaeus 1767	Á	B						Kf	Kö	T
<i>tritophus</i> Esper 1786		B						Ke		T
<i>ziczac</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J				Ke	Kf	Kö
<b>Peridea</b>										
<i>anceps</i> Goeze 1787			G	J					Kf	Kö
<b>Ochrostigma</b>										
<i>velitaris</i> Hufnagel 1766		B	G							
<b>Ptilodon</b>										
<i>capucina</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka			Kf	Kö	T
<i>cucullina</i> Denis et Schiffermüller 1775				J					Kö	T
<b>Spatialia</b>										
<i>argentina</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kf	Kö	T
<b>Euchila</b>										
<i>palpina</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kf	Kö	T
<b>Ptilophora</b>										
<i>plumigera</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G	J				Kf	Kö	
<b>Clostera</b>										
<i>anachoreta</i> Denis et Schiffermüller 1775			G	J						
<i>curtula</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kf	Kö	T
<i>anastomosis</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka			Kf	Kö	T
<i>pigra</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kf	Kö	T
<b>Phalera</b>										
<i>bucephala</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka			Kf	Kö	T

<b>Lymantriidae</b>									
<b>Elkneria</b>									
<i>pudibunda</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Pentophera</b>									
<i>morio</i> Linnaeus 1767		B			Ka			Kö	
<b>Orgya</b>									
<i>antiqua</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Teia</b>									
<i>recens</i> Hübner 1819				J			Kf		T
<b>Laelia</b>									
<i>coenosa</i> Hübner 1808	Á	B	G		Ka		Kf		
<b>Arctornis</b>									
<i>l-nigrum</i> Müller 1764				J				Kö	
<b>Lymantria</b>									
<i>dispar</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>monacha</i> Linnaeus 1758			G	J					
<i>rubea</i> Fabricius 1787	Á				Ka				
<b>Euproctis</b>									
<i>similis</i> Fuessly 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>chryssorrhoea</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Leucoma</b>									
<i>salicis</i> Linnaeus 1758		B	G	J			Kf	Kö	T
<b>Thaumetopoeidae</b>									
<b>Thaumetopoea</b>									
<i>processionaea</i> Linnaeus 1758	Á		G					Kö	
<b>Thyatiridae</b>									
<b>Habrosyne</b>									
<i>pyritoides</i> Hufnagel 1766	Á		G	J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Thyatira</b>									
<i>batis</i> Linnaeus 1758		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Tethea</b>									
<i>duplaris</i> Linnaeus 1761		B					Kf		T
<i>or</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	
<i>ocularis</i> Linnaeus 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<b>Asphalia</b>									
<i>ridens</i> Fabricius 1887		B	G	J				Kö	
<b>Achlya</b>									
<i>flavicornis</i> Linnaeus 1758	Á	B						Kö	T
<b>Drepanidae</b>									
<b>Drepana</b>									
<i>falcataria</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J		Ke	Kf		T
<i>curvatula</i> Borkhausen 1790		B							T
<i>cultraria</i> Fabricius 1775	Á	B	G					Kö	
<i>binaria</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J			Kf	Kö	T
<b>Sabra</b>									
<i>harpagula</i> Esper 1786		B	G	J					T
<b>Cilix</b>									
<i>glaucatus</i> Scopoli 1763	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T

<b>Saturniidae</b>										
<b>Saturnia</b>										
<i>pyri</i> Denis et Schiffermüller 1775 ++			B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Eudia</b>										
<i>spini</i> Denis et Schiffermüller 1775++					J					
<i>pavonia</i> Linnaeus 1758.			G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Endromididae</b>										
<b>Endromis</b>										
<i>versicolora</i> Linnaeus 1758								Kf		
<b>Lemoniidae</b>										
<b>Lemonia</b>										
<i>taraxaci</i> Denis et Schiffermüller 1775					J					
<i>dumi</i> Linnaeus 1761			G	J						
<b>Lasiocampidae</b>										
<b>Malacosoma</b>										
<i>neustrium</i> Linnaeus 1758		Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	
<i>castrensis</i> Linnaeus 1758					J	Ka				
<b>Trichiura</b>										
<i>crataegi</i> Linnaeus 1758		Á		G	J					
<b>Poecilocampa</b>										
<i>populi</i> Linnaeus 1758				G	J			Kf	Kö	
<b>Eriogaster</b>										
<i>rimicola</i> Denis et Schiffermüller 1775									Kö	
<i>catax</i> Linnaeus 1758 ++									Kö	
<i>lanestris</i> Linnaeus 1758					J					
<b>Lasiocampa</b>										
<i>quercus</i> Linnaeus 1758			B	G	J				Kö	T
<i>trifolii</i> Denis et Schiffermüller 1775		Á	B					Kf		T
<b>Macrothylacia</b>										
<i>rubi</i> Linnaeus 1758		Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Euthrix</b>										
<i>potatoria</i> Linnaeus 1758			B		J			Kf	Kö	T
<b>Odonestis</b>										
<i>pruni</i> Linnaeus 1758			B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Dendrolimus</b>										
<i>pini</i> Linnaeus 1758		Á	B	G			Ke	Kf		T
<b>Phyllodesma</b>										
<i>ilicifolia</i> Linnaeus 1758										T
<b>Phyllodesma</b>										
<i>tremulifolia</i> Hübner 1810		Á	B	G				Kf		T
<b>Gastropacha</b>										
<i>quercifolia</i> Linnaeus 1758				G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Gastropacha</b>										
<i>populifolia</i> Esper 1781			B	G						
<b>Sphingidae</b>										
<b>Agrius</b>										
<i>convolvuli</i> Linnaeus 1758			B	G				Ke		

<b>Sphinx</b>										
<i>ligustri</i> Linnaeus 1758	Á	B	G			Ka	Ke	Kf		
<b>Hyloicus</b>										
<i>pinastri</i> Linnaeus 1758	Á	B	G				Ke	Kf		
<b>Mimas</b>										
<i>tiliae</i> Linnaeus 1758			G				Ke	Kf		T
<b>Marumba</b>										
<i>quercus</i> Linnaeus 1758 +		B	G							
<b>Smerinthus</b>										
<i>ocellatus</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J		Ka	Ke	Kf	Kö	
<b>Laothoe</b>										
<i>populi</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Macroglossum</b>										
<i>stellatarum</i> Linnaeus 1758		B								
<b>Proserpinus</b>										
<i>proserpina</i> Pallas 1772 ++			G				Ke			T
<b>Hyles</b>										
<i>euphorbiae</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>galii</i> Rottemburg 1775		B								
<i>livornica</i> Esper 1780		B					Ke			
<b>Deilephila</b>										
<i>porcellus</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J			Ke	Kf	Kö	T
<i>elpenor</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Geometridae</b>										
<b>Archiearis</b>										
<i>puella</i> Esper 1787										T
<b>Alsophila</b>										
<i>quadripunctaria</i> Esper 1800			G	J		Ka			Kö	T
<i>aescularia</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B	G	J		Ka		Kf	Kö	T
<b>Euchoeca</b>										
<i>obliterata</i> Hufnagel 1767		B		J						
<b>Asthena</b>										
<i>albulata</i> Hufnagel 1767	Á		G	J				Kf	Kö	T
<i>anseraria</i> Herrich-Schaeffer 1775			G	J				Kf	Kö	T
<b>Hydraelia</b>										
<i>flammeolaria</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J					Kö	T
<b>Minoa</b>										
<i>murinata</i> Scopoli 1763				J				Kf	Kö	T
<b>Epirrita</b>										
<i>dilutata</i> Denis & Schiffermüller 1775		B	G	J					Kö	T
<i>christyi</i> Prout 1906			G					Kf		
<i>autumnata</i> Borkhausen 1794				J						
<b>Operophtera</b>										
<i>brumata</i> Linnaeus 1758		B	G	J		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>fagata</i> Scharfenberg 1805				J						
<b>Anticlea</b>										
<i>badiata</i> Denis & Schiffermüller 1775				J		Ka			Kö	
<i>derivata</i> Denis & Schiffermüller 1775		B						Kf	•	T

<b>Pelurga</b>										
<i>comitata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Mesoleuca</b>										
<i>albicillata</i> Linnaeus 1758		B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<b>Colostygia</b>										
<i>pectinataria</i> Knoch 1781	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<b>Lampropteryx</b>										
<i>suffumata</i> Denis & Schiffermüller 1775			G	J	Ka			Kö		
<b>Cosmorhoe</b>										
<i>ocellata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>salicata</i> Hübner 1799			G							
<b>Eulithis</b>										
<i>populata</i> Linnaeus 1758			G							
<i>pyraliata</i> Denis & Schiffermüller 1775		B	G	J	Ka					
<b>Ecliptoptera</b>										
<i>siliceata</i> Denis & Schiffermüller 1775				J	Ka		Kf		T	
<i>capitata</i> Herrich-Schaeffer 1839	Á		G	J			Kf		T	
<b>Chloroclysta</b>										
<i>siterata</i> Hufnagel 1767	Á									T
<i>truncata</i> Hufnagel 1767		B	G	J						
<b>Cidaria</b>										
<i>fulvata</i> Forster 1771	Á		G	J	Ka					T
<b>Thera</b>										
<i>firmata</i> Hübner 1822	Á	B					Kf			
<i>obeliscata</i> Hübner 1787	Á	B				Ke		Kö	T	
<i>variata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B	G							
<i>juniperata</i> Linnaeus 1758		B	G				Kf			
<b>Hydriomena</b>										
<i>furcata</i> Thunberg 1784				J						
<i>impluviata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B	G	J						T
<b>Horisme</b>										
<i>vitalbata</i> Denis & Schiffermüller 1775			G	J			Kf		T	
<i>tersata</i> Denis & Schiffermüller 1775			G		Ka		Kf		T	
<i>corticata</i> Treitschke 1835	Á	B	G							
<b>Melanthia</b>										
<i>procellata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T	
<b>Pareulype</b>										
<i>berberata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B					Kf		T	
<b>Rheumaptera</b>										
<i>cervinalis</i> Scopoli 1763	Á		G			Ke	Kf			
<b>Triphosa</b>										
<i>dubitata</i> Linnaeus 1758				J			Kf		T	
<b>Philereme</b>										
<i>transversata</i> Hufnagel 1767		B	G	J			Kf		T	
<i>vetulata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B	G	J			Kf	Kö	T	
<b>Perizoma</b>										
<i>affinitata</i> Stephens 1831			G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>alchemillata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	

<b>Perizoma</b>									
<i>hydrata</i> Treitschke 1828				J				Kö	T
<i>lugdunaria</i> Herrich-Schaeffer 1775			G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>bifasciata</i> Haworth 1809	Á	B		J			Kf	Kö	T
<i>blandiata</i> Denis & Schiffermüller 1775		B	G	J					
<i>albulata</i> Denis & Schiffermüller 1775			G						
<i>flavofasciata</i> Thunberg 1792	Á			J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Euphya</b>									
<i>biangulata</i> Haworth 1809		B		J	Ka			Kö	T
<i>unangulata</i> Haworth 1809		B		J	Ka			Kö	T
<b>Orthonama</b>									
<i>vittata</i> Borkhausen 1794		B	G	J	Ka		Kf		T
<i>obstipata</i> Fabricius 1794	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Xanthorrhoe</b>									
<i>biriviata</i> Borkhausen 1794	Á	B	G	J	Ka		Kf		T
<i>designata</i> Hufnagel 1767		B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>spadicearia</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>ferrugata</i> Clerck 1759	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>quadrifasciaria</i> Clerck 1759	Á	B		J	Ka				T
<i>montanata</i> Denis & Schiffermüller 1775								Kö	
<i>fluctuata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Scotopteryx</b>									
<i>coarctaria</i> Denis & Schiffermüller 1775		B							
<i>chenopodiata</i> Linnaeus 1758		B	G	J				Kö	T
<i>luridata</i> Hufnagel 1767 ( <i>plumbaria</i> )	Á	B	G	J			Kf	Kö	T
<b>Catarhoe</b>									
<i>rubidata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B	G	J			Kf	Kö	T
<i>culcata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Epirrhoe</b>									
<i>tristata</i> Linnaeus 1758		B		J				Kö	T
<i>alternata</i> Müller 1764	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>rivata</i> Hübner 1813		B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>molluginata</i> Hübner 1813							Kf		
<i>galiata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B		J			Kf	Kö	T
<b>Costaconvexa</b>									
<i>polygrammata</i> Borkhausen 1794	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Campptogramma</b>									
<i>bilineata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Cataclysmes</b>									
<i>riguata</i> Hübner 1813	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	
<b>Mesotype</b>									
<i>virgata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Aplocera</b>									
<i>praeformata</i> Hübner 1826		B	G	J	Ka		Kf	Kö	
<i>plagiata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>efformata</i> Guenée 1857		B	G		Ka		Kf		T
<b>Lithostege</b>									
<i>farinata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T

<b>Lithostege</b>									
<i>griseata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Lythria</b>									
<i>purpuraria</i> Linnaeus 1758	Á	B				Ke	Kf		
<i>purpuraria</i> Linnaeus 1758	Á	B				Ka	Ke	Kf	Kö
<b>Lobophora</b>									
<i>halterata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J		Ke	Kf		T
<b>Pteraphapteryx</b>									
<i>sexalata</i> Hübner 1786	Á	B		J			Kf	Kö	T
<b>Trichopteryx</b>									
<i>carpinata</i> Borkhausen 1794	Á	B	G			Ke			T
<i>sertata</i> Hübner 1817T	Á								T
<i>polycommata</i> Denis & Schiffermüller 1775		B	G				Kf		T
<b>Eupithecia</b>									
<i>temuiata</i> Hübner 1813									T
<i>haworthiata</i> Doubleday 1856			G				Kf		T
<i>plumbeolata</i> Haworth 1809			G				Kf		
<i>linariata</i> Denis & Schiffermüller 1775			G				Kf		T
<i>insigniata</i> Hübner 1790 G			G						
<i>centaureata</i> Denis & Schiffermüller 1775	Á		G			Ke	Kf		T
<i>gueneata</i> Milliere 1862T									T
<i>selinata</i> Herrich-Schaeffer 1861			G				Kf		T
<i>catharinae</i> Vojnits 1969			G				Kf		T
<i>absinthiata</i> Clerck 1759			G				Kf		T
<i>assimilata</i> Doubleday 1856			G				Kf		
<i>fcastigata</i> Hübner 1813							Kf		
<i>succenturiata</i> Linnaeus 1758			G				Kf		
<i>millefoliata</i> Rössler 1866			G				Kf		T
<i>subnotata</i> Hübner 1813			G				Kf		T
<i>indigata</i> Hübner 1813	Á						Kf		T
<i>virgaureata</i> Doubleday 1861			G				Kf		T
<i>dodoneata</i> Guenée 1857							Kf		T
<i>sobrinata</i> Hübner 1817			G						
<b>Gymnoscelis</b>									
<i>rufifasciata</i> Haworth 1809			G				Kf		
<b>Chlorocystis</b>									
<i>v-ata</i> Haworth 1809			G	J		Ke	Kf		T
<b>Chlorocystis</b>									
<i>rectangulata</i> Linnaeus 1758			G	J			Kf		T
<b>Anticollix</b>									
<i>sparsata</i> Treitschke 1828		B	G	J			Kf	Kö	T
<b>Rhodometra</b>									
<i>sacrararia</i> Linnaeus 1767	Á	B	G						
<b>Idaea</b>									
<i>rufaria</i> Hübner 1799J		B		J				Kö	T
<i>sericeata</i> Hübner 1813		B	G	J			Kf		T
<i>ochrata</i> Scopoli 1763	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>aureolaria</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B						Kö	T

<b>Idaea</b>										
<i>muricata</i> Hufnagel 17667	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf			T
<i>rusticata</i> Denis et Schiffmüller 1775	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö		T
<i>filicata</i> Hübner 1799	Á	B	G		Ka		Kf	Kö		T
<i>laevigata</i> Scopoli 1765							Kf			
<i>moniliata</i> Denis et Schiffmüller 1775	Á	B	G							
<i>sylvestraria</i> Hübner 1799	Á	B	G				Kf			T
<i>elongaria</i> Rambur 1833	Á									
<i>iselata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<i>inquinata</i> Scopoli 1763		B								
<i>dilutaria</i> Hüner 1799	Á	B	G	J				Kö		T
<i>fuscovenosa</i> Goeze 1781	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<i>humiliata</i> Hufnagel 1781	Á	B	G		Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>poliata</i> Hüner 1799	Á	B	G	J			Kf			T
<i>seriata</i> Schrank 1802	Á	B	G		Ka		Kf			T
<i>dimidiata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf			T
<i>susericeata</i> Haworth 1809	Á	B	G		Ka		Kf	Kö		
<i>trigeminata</i> Haworth 1809	Á	B	G	J	Ka		Kf			
<i>niidata</i> Herrich-Schäffer 1861	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<i>emarginata</i> Linnaeus 1758		B		J	Ka		Kf	Kö		T
<i>aversata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>rubraria</i> Saudinger 1871	Á	B		J			Kf			T
<i>degeneraria</i> Hüner 1799	Á	B	G				Kf			T
<i>inornata</i> Haworth 1809		B		J	Ka	Ke	Kf			T
<i>deversaria</i> Herrich-Schäffer 1847	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Timandra</b>										
<i>griseata</i> Peersen 1902	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Cyclophora</b>										
<i>alipuncata</i> Hufnagel 1767			G	J	Ka					
<i>aliocellaria</i> Hüner 1789				J				Kö		
<i>annulata</i> Schulze 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>pendularia</i> Clerck 1759	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<i>ruficiliaria</i> Herrich-Schäffer 1855	Á	B	G	J	Ka			Kö		T
<i>quercimonaria</i> Baselerer 1897			G	J	Ka		Kf	Kö		T
<i>porata</i> Linnaeus 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>puncaria</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>linearia</i> Hübner 1799	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Scopula</b>										
<i>immorata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>corrivalaria</i> Kretschmar 1862	Á	B	G	J	Ka		Kf			T
<i>caricaria</i> Reutti 1853	Á	B	G	J			Kf			
<i>umbelaria</i> Hübner 1813	Á				Ka			Kö		
<i>nigropuncata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G		Ka		Kf	Kö		T
<i>virgulata</i> Denis e Schiffmüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>ornata</i> Scopoli 1763	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>decorata</i> Denis e Schiffmüller 1775	Á	B	G	J			Kf	Kö		
<i>rubiginata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>marginepuncata</i> Goeze 1781	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö		T

<b>Scopula</b>									
<i>incanata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka			Kö	
<i>immutata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>flaccidaria</i> Zeller 1852	Á	B	G	J	Ka		Kf		T
<i>floslactata</i> Haworth 1809	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>subpunctaria</i> Herrich-Schäffer 1847		B							T
<b>Rhodosphia</b>									
<i>vibicaria</i> Clerck 1759	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Abraxas</b>									
<i>sylvata</i> Scopoli 1763						Ke			T
<i>grossulariata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Lomaspilis</b>									
<i>marginata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Lidia</b>									
<i>adustata</i> Fabricius 1775	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Stegania</b>									
<i>cararia</i> Hübner 1790	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö	T
<i>dilectaria</i> Hübner 1790	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Semiothisa</b>									
<i>notata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>alternaria</i> Hübner 1799	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>signaria</i> Hübner 1809			G				Kf		
<i>liturata</i> Clerck 1759	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö	T
<i>clathrata</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>glarearia</i> Brahm 1791	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Diastictis</b>									
<i>artesiaria</i> Denis e Schiffmüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Itame</b>									
<i>wauaria</i> Linnaeus 1758	Á								
<i>fulvaria</i> de Villers 1789		B	G	J			Kf		T
<b>Narraga</b>									
<i>asciolaria</i> Hufnagel 1767	Á	B	G		Ka	Ke	Kf		T
<i>tessularia</i> Mezner 1845	Á	B	G				Kf		T
<b>Isturgia</b>									
<i>roraria</i> Fabricius 1777			G	J	Ka				
<b>Tephрина</b>									
<i>murinaria</i> Denis e Schiffmüller 1775	Á						Kf		
<i>arenacearia</i> Denis e Schiffmüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kö	T
<b>Cepphis</b>									
<i>advenaria</i> Hübner 1790		B						Kö	T
<b>Petrophora</b>									
<i>chlorosata</i> Scopoli 1763		B	G	J				Kö	
<b>Plagodis</b>									
<i>pulveraria</i> Linnaeus 1758			G	J				Kö	
<i>dolabraria</i> Linnaeus 1767	Á		G	J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Opisthograptis</b>									
<i>luteolata</i> Linnaeus 1758		B	G	J			Kf	Kö	T

<b>Epione</b>										
<i>repandaria</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>parallellaria</i> Denis e Schiffermüller 1775				J			Kf			
<b>Pseudopanthera</b>										
<i>macularia</i> Linnaeus 1758	Á	B					Kf			T
<b>Therapis</b>										
<i>flavicaria</i> Denis e Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Hypoxytis</b>										
<i>pluviaria</i> Fabricius 1787	Á							Kö		
<b>Ellicrinia</b>										
<i>trinotata</i> Metzner 1845		B					Kf			T
<i>cordiaria</i> Hübner 1790		B	G							T
<b>Apeira</b>										
<i>syringaria</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<b>Ennomos</b>										
<i>autumnarius</i> Werneburg 1859	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>quercinarius</i> Hufnagel 1767							Kf	Kö		
<i>alniarius</i> Linnaeus 1758		B	G	J			Kf			T
<i>fuscantarius</i> Stephens 1809		B	G	J	Ka	Ke	Kf			T
<i>erosarius</i> Denis e Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka			Kö		
<b>Selenia</b>										
<i>dentaria</i> Fabricius 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>humularia</i> Hübner 1788	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>tetralunaria</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kö	T	
<b>Artiora</b>										
<i>evonymaria</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G				Kf	Kö	T	
<b>Crocallis</b>										
<i>elinguaris</i> Linnaeus 1758		B	G	J		Ke	Kf	Kö		
<b>Colotois</b>										
<i>pennaria</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Angerona</b>										
<i>prunaria</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Apocheima</b>										
<i>hispidarium</i> Denis et Schiffermüller 1775			G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>pilosaria</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á		G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<b>Lycia</b>										
<i>onaria</i> Denis et Schiffermüller 1775			G	J	Ka			Kö		
<i>hirtaria</i> Clerck 1759	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<b>Biston</b>										
<i>strataris</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>betularis</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Erannis</b>										
<i>defoliaria</i> Clerck 1759	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<b>Agriopsis</b>										
<i>leucophaearia</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á		G		Ka		Kf	Kö	T	
<i>bajaria</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á		G	J			Kf			T
<i>aurantiaria</i> Hübner 1799	Á		G	J			Kf	Kö	T	
<i>marginaria</i> Fabricius 1776			G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	

<b>Synopsia</b>									
<i>sociaria</i> Hübner 1799		B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Peribatodes</b>									
<i>rhomboidarius</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>secundarius</i> Esper 1794	Á	B	G	J	Ka				T
<b>Cleora</b>									
<i>cinctaria</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Deileptenia</b>									
<i>ribeata</i> Clerck 1759	Á								
<b>Alcis</b>									
<i>repandata</i> Linnaeus 1758	Á						Kf	Kö	T
<b>Boarmia</b>									
<i>danieli</i> Wehrli 1932	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>punctinalis</i> Scopoli 1763	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>arenaria</i> Hufnagel 1767		B	G						
<i>viertlii</i> Bohatsch 1883	Á								
<b>Ascotis</b>									
<i>selenarius</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Ectropis</b>									
<i>histortata</i> Goeze 1781	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>extersaria</i> Hübner 1799	Á		G	J	Ka			Kö	
<i>consonaria</i> Hübner 1799	Á								
<b>Aethalura</b>									
<i>punctulata</i> Denis et Schiffermüller 1775		B	G						T
<b>Ematurga</b>									
<i>atomaria</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Tephronia</b>									
<i>sepiaria</i> Hufnagel 1767		B					Kf		T
<b>Bupalus</b>									
<i>piniarius</i> Linnaeus 1758	Á	B	G				Kf		T
<b>Cabera</b>									
<i>pusaria</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<i>exanthemata</i> Scopoli 1763	Á	B	G	J	Ka		Kf		T
<b>Lomographa</b>									
<i>bimaculata</i> Fabricius 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>temerata</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Theria</b>									
<i>rupicapraria</i> Denis et Schiffermüller 1775			G	J			Kf	Kö	T
<b>Campaea</b>									
<i>margaritata</i> Linnaeus 1767	Á		G	J			Kf	Kö	T
<b>Hylaea</b>									
<i>fasciaria</i> Linnaeus 1758	Á	B	G		Ka			Kö	T
<b>Odontognophos</b>									
<i>dumetatus</i> Treitschke 1827			G				Kf		T
<b>Siona</b>									
<i>lineata</i> Linnaeus 1763			G						
<b>Chariaspilates</b>									
<i>formosaria</i> Eversmann 1837	Á	B							

<b>Pseudoterpna</b>									
<i>pruinata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G				Kf		T
<b>Aplasta</b>									
<i>ononaria</i> Fuessly 1783			G		Ka		Kf		
<b>Geometra</b>									
<i>papilionaria</i> Linnaeus 1758				J				Kö	
<b>Comibaena</b>									
<i>pustulata</i> Hufnagel 1767	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Thetidia</b>									
<i>smaragdaria</i> Fabricius 1787	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Hemitheia</b>									
<i>aestivaria</i> Hübner 1799	Á	B	G	J	Ka			Kö	T
<b>Chlorissa</b>									
<i>viridata</i> Linnaeus 1758	Á		G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>cloraria</i> Hübner 1813	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>pulmentaria</i> Guenée 1857	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Thalera</b>									
<i>fimbrialis</i> Scopoli 1763	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Hemistola</b>									
<i>chrysophasaria</i> Esper 1794	Á	B	G	J			Kf		T
<b>Jodis</b>									
<i>lactearia</i> Linnaeus 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Noctuidae</b>									
<b>Heliothis</b>									
<i>viriplaca</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kö	T
<i>maritima</i> de Graslin, 1855	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>peltigera</i> Denis & Schiffermüller, 1775						Ke			T
<b>Helicoverpa</b>									
<i>armigera</i> Hübner, 1808	Á	B	G				Ke		T
<b>Protoschinia</b>									
<i>scutosa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G				Ke	Kf	T
<b>Pyrrhia</b>									
<i>umbra</i> Hufnagel, 1766		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Periphanes</b>									
<i>delphinii</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G				Ke	Kf	T
<b>Agrotis</b>									
<i>cinerea</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á		G				Ke		T
<i>vestigialis</i> Hufnagel, 1766	Á	B					Ke	Kf	T
<i>segetum</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>clavis</i> Hufnagel, 1766		B							
<i>exclamationis</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>ippsilon</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>crassa</i> Hübner, 1803	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<b>Yigoga</b>									
<i>forcipula</i> Denis & Schiffermüller, 1775					Ka				
<b>Actebia</b>									
<i>praecox</i> Linnaeus, 1758			G				Kf		T

<b>Parexarnis</b>									
<i>fugax</i> Treitschke, 1825								Kf	T
<b>Euxoa</b>									
<i>vitta</i> Esper, 1789 +							Ke		
<i>obelisca</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G		Ka	Ke	Kf		T
<i>tritici</i> Linnaeus, 1761		B					Kf		T
<i>segnilis</i> Duponchel, 1836	Á	B					Kf	Kö	T
<i>nigricans</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka				T
<i>temera</i> Hübner, 1808	Á	B				Ke	Kf		T
<i>distinguenda</i> Lederer, 1857 +		B							
<i>aquilina</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G					Kö	T
<b>Rhyacia</b>									
<i>simulans</i> Hufnagel, 1766	Á	B		J	Ka				T
<b>Chersotis</b>									
<i>cuprea</i> Denis & Schiffermüller, 1775									T
<b>Diarsia</b>									
<i>mendica</i> Fabricius, 1775			G	J			Kf	Kö	T
<i>brunnea</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á							Kö	T
<i>rubi</i> Vieweg, 1790			G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Peridroma</b>									
<i>saucia</i> Hübner, 1808	Á		G				Kf		T
<b>Axylia</b>									
<i>putris</i> Linnaeus, 1861	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Ochropleura</b>									
<i>pecta</i> Linnaeus, 1761	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Noctua</b>									
<i>promuba</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>orbona</i> Hufnagel, 1766	Á		G				Kf		T
<i>interposita</i> Hübner, 1790	Á	B	G	J	Ka	Ke			T
<i>comes</i> Hübner, 1813		B							
<i>fimbriata</i> Schreber, 1759	Á	B		J	Ka	Ke	Kf		T
<i>janthe</i> Borkhausen, 1792	Á	B				Ke			
<i>janthina</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>haywardi</i> Tams, 1926 +	Á	B							
<b>Epilecta</b>									
<i>linogrisea</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B					Kf		T
<b>Spaelotis</b>									
<i>ravida</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf		T
<b>Metagnorisma</b>									
<i>depuncta</i> Linnaeus, 1761	Á		G	J	Ka	Ke			T
<b>Eugraphe</b>									
<i>sigma</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á		G		Ka				T
<b>Megasema</b>									
<i>c-nigrum</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>ditrapezium</i> Denis & Schiffermüller, 1775			G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>triangulum</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T

<b>Xestia</b>									
<i>baja</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>rhomboidea</i> Esper, 1796		B	G						
<i>xanthographa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Naenia</b>									
<i>typica</i> Linnaeus, 1758	Á		G				Kf	Kö	T
<b>Cerastis</b>									
<i>rubricosa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>leucographa</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Cucullia</b>									
<i>absinthii</i> Linnaeus, 1761		B					Kf		T
<i>fraudatrix</i> Eversmann, 1837		B	G	J			Kf	Kö	T
<i>artemisiae</i> Hufnagel, 1766			G						
<i>chamomillae</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á		G		Ka		Kf		T
<i>lactucae</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G				Kf		T
<i>umbratica</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>balsamitae</i> Boissduval, 1840	Á	B			Ka	Ke			T
<i>tanacetii</i> Denis & Schiffermüller, 1775			G				Kf		T
<i>dracunculi</i> Hübner, 1813 +			G						
<i>asteris</i> Denis & Schiffermüller 1775		B	G				Kf		
<b>Shargacucullia</b>									
<i>thapsiphaga</i> Treitschke, 1825		B					Kf		
<i>lychnitis</i> Rambur, 1833	Á	B			Ka				T
<i>scrophulariae</i> Denis & Schiffermüller, 1775									T
<i>verbasci</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J			Kf		
<i>prenanthis</i> Boissduval, 1850	Á	B	G						
<b>Calophasia</b>									
<i>lunula</i> Hufnagel, 1766		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Omphalophana</b>									
<i>antirrhinii</i> Hübner, 1803	Á	B					Kf		T
<b>Epimecia</b>									
<i>ustula</i> Freyer, 1835	Á	B	G				Kf		T
<b>Asteroscopus</b>									
<i>sphinx</i> Hufnagel, 1766	Á		G	J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Brachionycha</b>									
<i>nubeculosa</i> Esper, 1785			G						T
<b>Meganephria</b>									
<i>bimaculosa</i> Linnaeus, 1767									T
<b>Allophyes</b>									
<i>oxyacanthae</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Valeria</b>									
<i>oleagina</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G			Ke	Kf		
<b>Episema</b>									
<i>glaucina</i> Esper, 1789	Á	B	G	J			Kf		T
<i>tersa</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B					Kf		T
<b>Cleoceris</b>									
<i>scoriacea</i> Esper, 1789	Á	B							

<b>Mythinna</b>									
<i>turca</i> Linnaeus, 1761	Á	B	G			Ke	Kf	Kö	T
<b>Aletia</b>									
<i>conigera</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B			Ka			Kö	
<i>ferrago</i> Fabricius, 1787	Á	B	G	J	Ka	Ke			T
<i>albipuncta</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>vitellina</i> Hübner, 1808	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>pudorina</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	
<i>pallens</i> Linnaeus, 1758		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>impura</i> Hübner, 1808	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kö	T
<i>l-album</i> Linnaeus, 1767	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Leucania</b>									
<i>comma</i> Linnaeus, 1761	Á						Kf		
<i>obsoleta</i> Hübner, 1803	Á	B	G		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Senta</b>									
<i>flammea</i> Curtis, 1828	Á	B	G		Ka		Kf		T
<b>Discestra</b>									
<i>trifolii</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>dianthi</i> Tauscher 1809			G		Ka				T
<b>Hada</b>									
<i>nana</i> Hufnagel, 1766J	Á			J				Kö	T
<b>Polia</b>									
<i>bombycina</i> Hufnagel, 1766	Á	B					Kf		T
<i>nebulosa</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G		Ka		Kf	Kö	T
<b>Pachetra</b>									
<i>sagittigera</i> Hufnagel, 1766		B	G	J		Ke	Kf		T
<b>Sideridis</b>									
<i>albicolon</i> Hübner, 1813	Á	B					Kf		T
<b>Conisania</b>									
<i>leineri</i> Freyer, 1836	Á	B					Kf		T
<b>Heliophobus</b>									
<i>reticulata</i> Goetze, 1781	Á	B	G			Ke		Kö	T
<b>Saragossa</b>									
<i>implexa</i> Hübner, 1809		B							
<i>porosa kenderesiensis</i> Kovács, 1966		B							
<b>Hyssia</b>									
<i>cavernosa gozmanyi</i> Kovács, 1968	Á	B	G	J	Ka			Kö	
<b>Manestra</b>									
<i>brassicae</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Melanchnra</b>									
<i>persicariae</i> Linnaeus, 1761	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>pisi</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Lacanobia</b>									
<i>w-latinum</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>aliena</i> Hübner, 1809	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Diataraxia</b>									
<i>contigua</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á		G			Ke		Kö	T
<i>thalassina</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T

<b>Diataraxia</b>										
<i>suasa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>splendens</i> Hübner, 1808	Á									T
<i>oleracea</i> Linnaeus, 1758 <i>Polia o.</i>	Á	B	G	J		Ke		Kö		T
<b>Hecatera</b>										
<i>bicolorata</i> Hufnagel, 1766		B					Kf	Kö		T
<i>dysodea</i> Denis & Schiffermüller, 1775			G				Kf			T
<b>Aneda</b>										
<i>rivularis</i> Fabricius, 1775	Á		G		Ka	Ke	Kf			T
<b>Anepia</b>										
<i>perplexa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G		Ka		Kf			T
<i>silenes</i> Hübner, 1822	Á	B				Ke	Kf			T
<i>irregularis</i> Hufnagel, 1766	Á	B					Kf			T
<b>Hadena</b>										
<i>luteago</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>confusa</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G							
<i>compta</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J			Kf			T
<i>bicuris</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G		Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>magnolii</i> Boisduval, 1829	Á	B					Kf			T
<i>filigrana</i> Esper, 1788		B					Kf			
<b>Eriopygodes</b>										
<i>imbecilla</i> Fabricius, 1794		B	G	J				Kö		
<b>Cerapteryx</b>										
<i>graminis</i> Linnaeus, 1758		B	G	J	Ka			Kö		
<b>Tholera</b>										
<i>cespitis</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>decimalis</i> Poda, 1761	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Panolis</b>										
<i>flammea</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G			Ke	Kf	Kö		T
<b>Dioszeghyana</b>										
<i>schmidtii</i> Dioszeghy, 1935			G							
<b>Semiophora</b>										
<i>gothica</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Anorthoa</b>										
<i>munda</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G			Ke	Kf	Kö		T
<b>Microrthosia</b>										
<i>cruda</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<b>Monima</b>										
<i>miniosa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<i>opima</i> Hübner, 1809	Á	B	G	J	Ka			Kö		
<i>populeti</i> Fabricius, 1781	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<i>cerasi</i> Fabricius, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Cororthosia</b>										
<i>gracilis</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<b>Orthosia</b>										
<i>incerta</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Egira</b>										
<i>conspicillaris</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T

<b>Jodia</b>										
<i>croceago</i> Denis & Schiffermüller, 1775								Ke		Kö
<b>Conistra</b>										
<i>vaccinii</i> Linnaeus, 1761	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>ligula</i> Esper, 1791	Á	B	G	J			Kf	Kö	T	
<i>rubiginosa</i> Scopoli, 1763	Á	B	G	J	Ka		Kf		T	
<i>veronicae</i> Hübner, 1813A	Á				Ka				T	
<b>Dasycampa</b>										
<i>rubiginea</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G		Ka		Kf	Kö	T	
<i>erythrocephala</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G		Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Sunira</b>										
<i>circellaris</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Anchoscelis</b>										
<i>nitida</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G		Ka		Kf		T	
<i>helvola</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>humilis</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á		G	J						
<b>Agrolitha</b>										
<i>litura</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Agrochola</b>										
<i>lychnidis</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G		Ka		Kf	Kö	T	
<b>Propenistra</b>										
<i>laevis</i> Hübner, 1803	Á	B	G	J	Ka		Kf		T	
<b>Leptologia</b>										
<i>lota</i> Clerck, 1759		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>macilenta</i> Hübner, 1809	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		
<b>Spudaea</b>										
<i>ruticilla</i> Espe., 1791 ++	Á	B								T
<b>Atethmia</b>										
<i>centrago</i> Haworth, 1809	Á	B	G	J		Ke				
<i>ambusta</i> Denis & Schiffermüller, 1775			G		Ka					
<b>Xanthia</b>										
<i>togata</i> Esper, [1788	Á	B	G	J						
<b>Cirrhia</b>										
<i>icteritia</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G				Kf		T	
<i>gilvago</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>ocellaris</i> Borkhausen, 1792	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Tiliacea</b>										
<i>aurago</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G							T
<i>fulvago</i> Clerck, 1759	Á	B	G	J			Kf	Kö		
<i>citrago</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö		
<b>Mesogona</b>										
<i>oxalina</i> Hübner, 1803	Á						Kf		T	
<i>acetosellae</i> Denis & Schiffermüller, 1775			G	J		Ke				
<b>Brachylomia</b>										
<i>viminalis</i> Fabricius, 1776	Á		G				Kf			
<b>Ammonoconia</b>										
<i>caecimacula</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G		Ka	Ke	Kf		T	

<b>Aporophila</b>										
<i>lutulenta</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Scotochrosta</b>										
<i>pulla</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á			J						
<b>Lithophane</b>										
<i>hepatica</i> Clerck, 1759			G	J			Kf	Kö	T	
<i>ornitopus</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>furcifera</i> Hufnagel, 1766	Á		G							T
<b>Eupsilia</b>										
<i>transversa</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Xylena</b>										
<i>vetusta</i> Hübner, 1813	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>exsoleta</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Dichonia</b>										
<i>aprilina</i> Linnaeus, 1758				J	Ka		Kf			T
<i>convergens</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G							
<b>Dryobotodes</b>										
<i>eremita</i> Fabricius, 1775			G				Kf			
<i>monochroma</i> Esper, 1790		B	G							
<b>Polymixis</b>										
<i>polymita</i> Linnaeus, 1761		B								T
<b>Mniotype</b>										
<i>adusta</i> Esper, 1790			G	J			Kf	Kö	T	
<i>satura</i> Esper, 1790	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö	T	
<b>Apamea</b>										
<i>monoglypha</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>sicula</i> tallosi Kovács & Varga, 1969 +								Kö		
<i>lithoxylea</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J						T
<i>sublustris</i> Esper, 1788	Á		G				Kf			
<i>crenata</i> Hufnagel, 1766	Á		G						Kö	
<i>Parastichtis rurea</i>										
<i>charactera</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J			Kf			T
<i>aquila</i> Donzel, 1837									Kö	T
<i>oblonga</i> Haworth, 1809	A	B			Ka				Kö	
<i>remissa</i> Hübner, 1809		B				Ke				
<i>unanimis</i> Hübner, 1813			G		Ka					
<i>illyria</i> Freyer, 1846		B			Ka		Kf	Kö	T	
<i>anceps</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B		J					Kö	T
<i>sordens</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<i>scolopacina</i> Esper, 1788	Á	B	G	J			Kf			T
<b>Oligia</b>										
<i>strigilis</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>versicolor</i> Borkhausen, 1792	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>latruncula</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	
<b>Mesoligia</b>										
<i>furuncula</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T	
<i>literosa</i> Haworth, 1809	Á				Ka					
<b>Mesapamea</b>										
<i>secalis</i> Linnaeus, 1758	Á		G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T	

<b>Photodes</b>									
<i>minima</i> Haworth, 1809		B		J					
<b>Chortodes</b>									
<i>extrema</i> Hübner, 1809	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kö	T
<i>morrisii</i> Morris, 1837							Kf		
<i>fluxa</i> Hübner, 1809	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>pygmina</i> Haworth, 1809	Á	B	G	J	Ka		Kf		
<b>Luperina</b>									
<i>testacea</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Amphipoea</b>									
<i>oculea</i> Linnaeus, 1761				J	Ka			Kö	T
<b>Hydraecia</b>									
<i>micacea</i> Esper, 1789		B	G	J	Ka			Kö	T
<b>Gortyna</b>									
<i>flavago</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	
<i>borelii lunata</i> Freyer 1839 ++			G	J					
<b>Calamia</b>									
<i>tridens</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<b>Staurophora</b>									
<i>celsia</i> Linnaeus, 1758++	Á	B		J			Kf		T
<b>Celaena</b>									
<i>leucostigma</i> Hübner, 1808	Á	B	G	J			Kf		
<b>Nonagria</b>									
<i>typhae</i> Thunberg, 1784	Á	B	G	J	Ka			Kö	
<b>Phragmatiphila</b>									
<i>nexa</i> Hübner, 1808 ++		B							
<b>Archanara</b>									
<i>geminipuncta</i> Haworth, 1809		B			Ka		Kf		T
<i>dissoluta</i> Treitschke, 1825	Á	B	G	J	Ka				T
<i>sparganii</i> Esper, 1790	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>algae</i> Esper, 1789		B	G	J	Ka		Kf		
<b>Rhizodra</b>									
<i>lutosa</i> Hübner, 1803	Á	B	G		Ka	Ke	Kf		
<b>Sedina</b>									
<i>buettneri</i> Hering, 1858	Á	B	G	J			Kf	Kö	T
<b>Arenostola</b>									
<i>phragmitidis</i> Hübner, 1803		B	G						
<b>Charanyca</b>									
<i>trigrammica</i> Hufnagel, 1766			G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Dypterygia</b>									
<i>scabriuscula</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Rusina</b>									
<i>ferruginea</i> Esper, 1785	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Polyphaenis</b>									
<i>sericata</i> Esper, 1787			G						
<b>Thalpophila</b>									
<i>matura</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T

<b>Trachea</b>										
<i>atriplicis</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf			T
<b>Euplexia</b>										
<i>lucipara</i> Linnaeus, 1758	Á		G	J	Ka	Ke	Kf			T
<b>Phlogophora</b>										
<i>meticulosa</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Eucarta</b>										
<i>amethystina</i> Hübner, 1803	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<i>virgo</i> Treitschke, 1835	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Ipimorpha</b>										
<i>retusa</i> Linnaeus, 1761	Á	B	G	J	Ka			Kö		T
<i>subtusa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kö		T
<b>Enargia</b>										
<i>ypsillon</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B		J	Ka		Kf			
<b>Parastichtis</b>										
<i>suspecta</i> Hübner, 1817	Á	B	G			Ke	Kf	Kö		T
<b>Dicycla</b>										
<i>oo</i> Linnaeus, 1758						Ke				
<b>Cosmia</b>										
<i>affinis</i> Linnaeus, 1767	Á		G				Kf			T
<i>diffinis</i> Linnaeus, 1767		B	G			Ke				T
<i>pyralina</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<i>trapezina</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Auchmis</b>										
<i>detersa</i> Esper, 1787	Á		G				Kf			
<b>Actinotia</b>										
<i>polyodon</i> Clerck, 1759		B	G	J	Ka		Kf	Kö		T
<b>Actinotia</b>										
<i>hyperici</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B			Ka	Ke	Kf			
<b>Caradrina</b>										
<i>morpheus</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Platyperigea</b>										
<i>terrea</i> Freyer, 1840	Á	B					Kf			T
<i>aspersa</i> Rambur, 1834			G							
<i>kadenii</i> Freyer, 1836	Á	B	G				Kf			T
<b>Paradrina</b>										
<i>clavipalpis</i> Scopoli, 1763	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Spodoptera</b>										
<i>exiguana</i> Hübner, 1808	Á	B					Kf			T
<b>Hoplodrina</b>										
<i>octogenaria</i> Goeze, 1781	Á		G	J		Ke	Kf	Kö		T
<i>blanda</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf			T
<i>superstes</i> Ochsenheimer, 1816			G							T
<i>respersa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf			T
<i>ambigua</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö		T
<b>Atypha</b>										
<i>pulmonaris</i> Esper, 1790			G							

<b>Athetis</b>									
<i>gluteosa</i> Treitschke, 1835	Á	B	G		Ka		Kf	Kö	T
<i>pallustris</i> Hübner, 1808	Á	B	G		Ka		Kf		T
<i>furvula</i> Hübner, 1808	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<i>lepigone</i> Mäschler, 1860	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Acosmetia</b>									
<i>caliginosa</i> Hübner, 1813	Á	B	G	J	Ka	Ke			T
<b>Aegle</b>									
<i>kaekeritziana</i> Hübner, 1799			G				Kf		T
<b>Simyra</b>									
<i>nervosa</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B					Kf		
<i>albovenosa</i> Goeze, 1781		B	G	J	Ka		Kf		
<b>Moma</b>									
<i>alpium</i> Osbeck, 1778	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<b>Oxicesta</b>									
<i>geographica</i> Fabricius, 1787	Á	B		J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Acronicta</b>									
<i>megacephala</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Acronicta</b>									
<i>aceris</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G	J					T
<i>cuspidis</i> Hübner, 1813						Ke			
<i>tridens</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<i>psi</i> Linnaeus, 1758			G		Ka	Ke	Kf		T
<b>Hyboma</b>									
<i>strigosa</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G						
<b>Viminia</b>									
<i>euphorbiae</i> Denis & Schiffermüller, 1775				J					
<i>auricoma</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G			Ke		Kö	
<i>rumicis</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Craniophora</b>									
<i>ligustri</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Cryphia</b>									
<i>receptricula</i> Hübner, 1803									T
<i>fraudatricula</i> Hübner, 1803	Á	B	G		Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>algae</i> Fabricius, 1775	Á	B	G		Ka		Kf		T
<b>Bryoleuca</b>									
<i>ereptricula</i> Treitschke, 1825				J					T
<i>raptricula</i> Denis & Schiffermüller, 1775			G				Kf		T
<b>Bryophila</b>									
<i>domestica</i> Hufnagel, 1766									T
<b>Eublenma</b>									
<i>pannonica</i> Freyer, 1840 ++		B	G				Kf		
<i>respersa</i> Hübner, 1790						Ke			
<i>purpurina</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Calymma</b>									
<i>communimacula</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G						
<b>Phyllophila</b>									
<i>obliterata</i> Rambur, 1833		B	G						

<b>Protodeltote</b>									
<i>pygarga</i> Hufnagel, 1766	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Pseudeustrotia</b>									
<i>candidula</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Deltote</b>									
<i>uncula</i> Clerck, 1759	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>bankiana</i> Fabricius, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>deceptor</i> a Scopoli, 1763	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Elaphria</b>									
<i>venustula</i> Hübner, 1790	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Emmelia</b>									
<i>trabealis</i> Scopoli, 1863	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Acontia</b>									
<i>lucida</i> Hufnagel, 1766		B	G		Ka	Ke	Kf		
<b>Earias</b>									
<i>clorana</i> Linnaeus, 1761	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>vernana</i> Fabricius, 1787	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Bena</b>									
<i>prasinana</i> Linnaeus, 1758			G	J	Ka			Kö	
<b>Pseudoips</b>									
<i>fagana</i> Fabricius, 1781	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Nycteola</b>									
<i>asiatica</i> Krulikovsky, 1904	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>revayana</i> Scopoli, 1772	Á	B		J	Ka	Ke	Kf		
<b>Colocasia</b>									
<i>coryli</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Abrostola</b>									
<i>triplasia</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>trigemina</i> Werneburg, 1864		B	G	J			Kf	Kö	T
<i>asclepiadis</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Lamprotes</b>									
<i>c-aureum</i> Knoch, 1781++		B	G	J			Kf	Kö	
<b>Panchrysia</b>									
<i>deaurata</i> Esper, 1787 ++							Kf		
<b>Diachrysia</b>									
<i>chrysis</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Plusia</b>									
<i>festucae</i> Linnaeus, 1758		B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Macdunnoughia</b>									
<i>confusa</i> Stephens, 1850	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Autographa</b>									
<i>gamma</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>pulchrina</i> Haworth, 1809							Kf		
<i>jota</i> Linnaeus, 1758				J					T
<b>Catocala</b>									
<i>fraxini</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G				Kf		T
<i>mupta</i> Linnaeus, 1767		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>elocata</i> Esper, 1787	Á	B	G				Kf	*	T

<b>Catocala</b>									
<i>puerpera</i> Giorna, 1791	Á	B	G			Ke	Kf		T
<i>electa</i> Vieweg, 1790		B	G			Ke	Kf		T
<i>promissa</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B		J					T
<i>nymphagoga</i> Esper, 1787			G						
<i>fulminea</i> Scopoli, 1763			G	J			Kf		T
<b>Ephesia</b>									
<i>hymenaea</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G				Kf		T
<b>Minucia</b>									
<i>lunaris</i> Denis et Schiffermüller 1775	Á		G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Callistege</b>									
<i>mi</i> Clerck, 1759		B							
<b>Euclidia</b>									
<i>glyphica</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka			Kö	
<b>Amphipyra</b>									
<i>pyramidea</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka	Ke		Kö	T
<i>livida</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf		T
<i>tragopoginis</i> Clerck, 1759	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<i>tetra</i> Fabricius, 1787						Ke			
<b>Catephia</b>									
<i>alchymista</i> Denis & Schiffermüller, 1775			G		Ka	Ke	Kf		
<b>Aedia</b>									
<i>funesta</i> Esper, 1766	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<b>Tyta</b>									
<i>luctuosa</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Lygephila</b>									
<i>husoria</i> Linnaeus, 1758				J					
<i>pastinum</i> Treitschke, 1825	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>viciae</i> Hübner, 1822	Á	B	G	J	Ka		Kf		T
<i>cracca</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G				Kf		
<i>proca</i> Hübner, 1813				J	Ka				
<b>Scoliopteryx</b>									
<i>libatrix</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Calyptra</b>									
<i>thalictri</i> Borkhausen, 1790							Kf		T
<b>Laspeyria</b>									
<i>flexula</i> Denis & Schiffermüller, 1775		B	G	J	Ka		Kf		T
<b>Parascotia</b>									
<i>fuliginaria</i> Linnaeus, 1761	Á	B	G	J	Ka		Kf		T
<b>Phytometra</b>									
<i>viridaria</i> Clerck, 1759	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Colobochyla</b>									
<i>salicalis</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Rivula</b>									
<i>sericealis</i> Scopoli, 1763	Á	B	G	J		Ke	Kf	Kö	T
<b>Simplicia</b>									
<i>rectalis</i> Eversmann, 1842	Á	B	G	J			Kf		T

<b>Macrochilo</b>									
<i>cribrumalis</i> Hübner, 1790	Á	B	G	J	Ka				T
<b>Polypogon</b>									
<i>tenacularia</i> Linnaeus, 1758	Á		G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>gryphalis</i> Herrich-Schaeffer, 1851		B		J					T
<i>strigilata</i> Linnaeus, 1758		B	G	J	Ka			Kö	T
<i>lunalis</i> Scopoli, 1763	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Herminia</b>									
<i>tarsipennalis</i> Treitschke, 1835	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>tarsicrinalis</i> Knoch, 1782	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>grisealis</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>temialis</i> Rebel, 1899	Á								
<b>Trisateles</b>									
<i>emortualis</i> Denis & Schiffermüller, 1775	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<b>Paracolax</b>									
<i>tristalis</i> Fabricius, 1794	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Hypena</b>									
<i>rostralis</i> Linnaeus, 1758	Á	B	G	J	Ka		Kf	Kö	T
<i>proboscidalis</i> Linnaeus, 1758		B	G	J	Ka	Ke	Kf	Kö	T
<b>Schrankia</b>									
<i>costaestrigalis</i> Stephens, 1834	Á	B	G	J	Ka	Ke	Kf		T
<i>taenialis</i> Hübner, 1809	Á	B	G		Ka		Kf		T
<i>humidalis</i> Doubleday, 1850			G						
<b>Hypenodes</b>									
<i>orientalis</i> Staudinger, 1901 +			G						

## **ANDRICUS HUNGARICUS HARTIG EGYIVARÚ GUBACSBÓL NEVELT PARAZITOID ROVAROK (HYMENOPTERA: CYNIPIDAE)**

THURÓCZY CSABA, CSÓKA GYÖRGY, MELIKA GEORGE

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A szerzők 7 családba tartozó, 21 parazitoid rovarfajt sorolnak fel, melyeket az *Andricus hungaricus* Hartig egyivarú gubacsaiból neveltek ki. E lista az eddigi legteljesebb felsorolás a faj parazitoid együtteséről. A lárva kamra és a gubacs falának elkülönített kinevelése új és megbízható adatokat eredményezett a trofikus kapcsolatokra vonatkozóan. 6 parazitoid fajt kizárólag a gubacsokozó lárváiból neveltünk ki. 9 faj az *Andricus hungaricus* és a gubacs leggyakoribb inquiline-je, a *Synergus umbraculus* lárváiban egyaránt kifejlődhet. A további 6 kinevelt fajra vonatkozóan nem ismertek a pontos trofikus kapcsolatok.

**KULCSSZAVAK:** gubacsdarázs, *Cynipidae*, *Andricus hungaricus*, parazitoid rovarok, trofikus kapcsolatok

### **ABSTRACT**

The authors give a list of 21 parasitoid insects (belonging to 7 families) reared from unisexual galls of *Andricus hungaricus* Hartig. The list is the most complete record available of the parasitoid assemblage of this species. Separate rearings of the inner cells and the outer walls helped to gain new and reliable data on trophic connections. 6 species were exclusively reared from the larvae of the gall causer. 9 species were reared both from the gall causer and *Synergus umbraculus*, the most common inquiline in this gall. The exact trophic relationships for the other 6 species are not yet known.

**KEYWORDS:** gallwasp, *Cynipidae*, *Andricus hungaricus*, parasitoid insects, trophic relations

### **BEVEZETÉS**

Az *Andricus hungaricus* Hartig Közép-, és Dél-Európai elterjedésű, 20–40 mm nagyságú, gömbölyű, egykamrás uniszexuális rügygubacs. A faj biszexuális nemzedékét nem ismerjük. Tápnövénye a kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.). Egyes helyeken és években tömegesen jelenik meg. A gubacs parazitoid együttese kevésbé ismert. Ezidáig csupán néhány munka közölt szórvány nevelési adatokat (*Andriescu, 1974*;

Boucek, 1977; Fahringer, 1921; Gyórfi, 1962; Ruschka, 1921). *Fulmek* (1968) összefoglaló munkája csupán összegzi az előbb említett szerzők eredményeit. Jelen közleményben 5 éven át végzett kiterjedt gyűjtési és nevelési munkánk eredményeit, valamint az ismert irodalmi adatokat összegezzük. Ennek eredményeképpen jelen lista az *Andricus hungaricus* parazitoidjairól készült eddigi legteljesebb munka.

## MÓDSZER

A *Synergus umbraculus* Olivier (Hym., Cynipidae) nevű inquiline igen gyakori, a *Synergus incrassatus* Hartig kevésbé gyakori az *Andricus hungaricus* egyivarú gubacsokban (*Diakontshuk és Melika, 1994*). Az inquilinek általában a gubacsok külső falában fejlődnek, anélkül, hogy magát a gubacsokozót közvetlenül károsítanák. Mivel a gubacsokból kinevelt parazitoidok számottevő része nem csak a gubacsokozóban, hanem az inquilinekben is fejlődhet, az egyszerű tömegnevelések nem tárják fel a valós trofikus kapcsolatokat. Ezért a tömegnevelések mellett több esetben a lárvakamrát, és a külső falat szétválasztva, elkülönített neveléseket is végeztünk. Mindenütt, ahol ez eredménye vezetett, feltüntetjük, hogy az adott parazitoidot a gubacsokozóból, vagy inquiline rovarból neveltük. Ha ilyen megjegyzés nincs, az arra utal, hogy a parazitoid valós gazdájáról nincs megbízható információnk.

A kinevelt és preparált rovarok Szombathelyen, a Savaria Múzeum gyűjteményében található. Jelen közleményben *Graham (1994)* szerinti nevezéktant használjuk.

## EREDMÉNYEK

A kinevelt parazitoidok számát követően zárójelben először a hím, majd a nőstény példányok száma látható. Az irodalmi adatokat a szokásos hivatkozással jelöljük.

### *Eulophidae*

#### *Aprostocetus aethiops* (Zetterstedt)

Gödöllő: 2(0+2)

#### *Aulogymmus trilineatus* (Mayr):

Gödöllő: 21(6+15)

Románia: *Andriescu (1974)*

A fajt csak a gubacsot okozó *A. hungaricus* lárvájából neveltük.

### *Eupelmidae*

#### *Eupelmus annulatus* Nees

Gödöllő: 4(1+3)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük.

#### *Eupelmus rostratus* Ruschka

Ausztria: *Ruschka (1921)*

*Eupelmus urozonus* (Dalman)

Gödöllő: 24(1+23)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük

*Macroneura vesicularis* (Retzius) Ol.

Gödöllő: 11(0+11)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük

***Eurytomidae***

*Eurytoma brunniventris* Ratzeburg

Doboz: 3(3+0)

Gödöllő: 161(114+47)

Ivanovka (Ukrajna): 2(1+1)

Kisterenye: 62(55+7)

Mesterszállás: 3(2+1)

Püspökladány: 9(0+9)

Újszentmargita: 4(4+0)

Románia: *Andriescu* (1974)

Szerbia: *Boucek* (1977)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük.

*Sycophila biguttata* (Swederus)

Gödöllő: 24(2+22)

Mátrahaza: 7(4+3)

Püspökladány: 9(0+9)

Románia: *Andriescu* (1974)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük.

*Sycophila variegata* (Curtis)

Gödöllő: 10(5+5)

Kisterenye: 1(1+0)

Mesterszállás: 6(2+4)

Románia: *Andriescu* (1974)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük

***Ormyridae***

*Ormyrus pomaceus* (Geoffroy) (= *O. punctiger* Westwood)

Mesterszállás: 1(0+1)

*Ormyrus nitidulus* (Fabricius)

Gödöllő: 4(0+4)

Románia: *Andriescu* (1974)

***Pteromalidae***

*Caenacis lauta* (Walker)

Románia: *Andriescu* (1974)

*Cecidostiba fungosa* (Geoffroy) (= *C. hilaris* (Walker))

Doboz: 7(3+4)

Gödöllő: 163(94+69)

Gyula: 1(1+0)

Kisterenye: 19(13+6)

Kunmadaras: 2(1+1)

Mesterszállás: 4(3+1)

Püspökladány: 37(21+16)

Újszentmargita: 6(1+5)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük.

*Mesopolobus amaenus* (Walker)

Gödöllő: 4(1+3)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük.

*Mesopolobus fasciventris* Westwood

Gödöllő: 15(6+9)

Az *A. hungaricus* és a *S. umbraculus* lárvájából egyaránt kineveltük.

***Torymidae***

*Megastigmus dorsalis* (Fabricius).

Gödöllő: 15(7+8)

Románia: *Andriescu* (1974)

Csak az *A. hungaricus* lárvából neveltük.

*Megastigmus stigmatizans* (Fabricius)

Gödöllő: 6(2+4)

Csak az *A. hungaricus* lárvából neveltük.

*Torymus erucarum* (Schrank)

Gödöllő: 2(1+1)

Csak az *A. hungaricus* lárvából neveltük.

*Torymus geranii* (Walker)

Gödöllő: 1(0+1)

Románia: *Andriescu* (1974)

Csak az *A. hungaricus* lárvából neveltük.

*Torymus nitens* (Walker)

Gödöllő: 15(8+7)

Püspökladány: 1(1+0)

Csak az *A. hungaricus* lárvából neveltük.

## *Ichneumonidae*

### *Scambus elegans* Wolds.

Gödöllő: 2 (0+2)

Nem tisztázott, hogy e faj miben fejlődik. Feltételezhető az is, hogy a gubacs külső falában időnként előforduló sodrómoly (*Tortricidae*) lárvákat parazitálja.

## KÖSZÖNETNYILVÁNYÍTÁS

A tölgyeken élő gubacsdarazsakkal kapcsolatos vizsgálatokat az 5090-es számú OTKA támogatás tette lehetővé, amiért ezúton is köszönetet mondunk.

## IRODALOM

- Andriescu, I. 1974. Chalcidoidiens (*Chalcidoidea*, *Hym.*, *Insecta*), d'importance economique de Roumanie (catalogue hôte/parasite, parasite/hôte). Lucrarile Statiunii de cercetari biologice, geologice si geografice "Stejarul", Universitatea "Al. I. Cuza"- Iasi, 1972–1973:155–190.
- Boucek, Z. 1977. A faunistic review of the Yugoslavian Chalcidoidea (parasitic *Hymenoptera*). *Acta Entomologica Jugoslavica*, **13** (supplementum):146 .
- Diakontshuk, L. and Melika, G. 1994. A compilation of the oak galling cynipids (*Hymenoptera: Cynipidae*) in the Ukraine. *In: The ecology and evolution of gall-forming insects* [eds. Price, P. W., W. J. Mattson and Y. N. Baranchikov]. United States Department of Agriculture, Forest Service. General Technical Report NC-174. Minnesota, 102–108.
- Fahringer, J. 1921. Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger Chalcididen. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Insektenbiologie*, **16**:228–235.
- Fulmek, L. 1968. Parasitinsekten der Insektengallen Europas. *Beiträge für Entomologie*, **18** (7/8):719–952.
- Györfi J. 1962. Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise der Chalcididen-Arten in Ungarn. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **49**:207–223.
- Graham, M. W. R. de V. 1994. The identity of some species of *Chalcidoidea* (Hym.) described by Geoffroy (in Fourcroy, 1785), with new synonymy. *Entomologist's Monthly Magazine*, **130**:121–129.
- Ruschka, F. 1921. Chalcididenstudien I. Die Eupelmiden Europas und der Mittelmeerländer. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, **70** (1920):234–315.



# **A GYŰRŰSSZÖVŐ (*MALACOSOMA NEUSTRIA* L.) HOSSZÚ TÁVÚ (1962–1996) POPULÁCIÓINGADOZÁSAI MAGYARORSZÁGON**

**LESKÓ KATALIN, SZENTKIRÁLYI FERENC\*, KÁDÁR FERENC\***

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

Jelen tanulmányban a szerzők a gyűrűsszövő (*Malacosoma neustria* L.) hosszú távú fluktuációs mintázatait elemzik statisztikai módszerekkel. A vizsgálatok 10 erdészeti fénycsapda évenkénti fogásainak (1962–96) és a kártételek (1963–96) adatsorain történtek. Az idősor-analízis eredményei szerint a gyűrűsszövő populáció-fluktuációi regionális léptékben szinkronban voltak egymással. A fénycsapdás fogások csúcsai 2–3 évvel megelőzik a gradációs csúcsoakat, amely jelenség hasznosítható az előrejelzésben. Az autokorrelációs függvény szerint a fluktuációk aperiódikusak, a gradációk rendszeretlenül léptek fel. A *Malacosoma* és az *Euproctis* populációingadozások szinkronban voltak egymással. Az ariditási indexek szerint a gyűrűsszövő gradációinak kiváltásában, a populációsszint növekedésében az aszályos évek jelentős szerepet játszanak.

**KULCSSZAVAK:** gyűrűsszövő, *Malacosoma neustria* L., fénycsapdázás, hosszú távú fluktuációs mintázat, gradáció, szinkronitás, aszály

## **ABSTRACT**

In recent study the authors analyse statistically the long-term fluctuation patterns of the lackey moth (*Malacosoma neustria* L.). The investigations were made on data series of ten light trap stations (1962–96) and estimated damages caused by defoliations (1963–96). By the results of time series analysis the fluctuations of lackey moth were regionally synchronised. The maxima of light trap catches generally occurred 2–3 years earlier before the peaks of outbreak which phenomenon can be useful for forecasting of this pest. No significant periodicity in the fluctuation patterns was detected by the autocorrelation function, consequently the outbreak patterns of *Malacosoma* were aperiodic in each area investigated. The fluctuations of *Malacosoma* and *Euproctis* were regionally synchronised. The population increases and outbreaks of lackey moth was strongly promoted by droughty years.

**KEYWORDS:** lackey moth, *Malacosoma neustria* L., light trapping, long-term fluctuation pattern, outbreak, synchrony, drought effect

---

\* MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest

## BEVEZETÉS

A kocsányos tölgyek egyik legjelentősebb kártevő lepkefaja a gyűrűsszövő (*Malacosoma neustria* L.), amely a 80-as évekbeli gradáció során, az aranyfarú szövővel együtt, egyre növekvő mértékű kártétellel lépett fel. Főként a Tiszántúl öntéstalajokon álló kocsányos tölgyeseiben károsított (Leskó, 1991). Melegkedvelő faj lévén, az aszályos, melegnyarú években történik a felszaporodása, ezért a hazai várható klímaingadozási trendeket figyelembe véve, igen időszerű a hosszú távú populációdinamikájának vizsgálata. A faj életmódjára, gradációinak jellemzésére számos hazai vizsgálat történt már eddig is (pl. Leskó és mtsai, 1986; Leskó, 1991; Szontagh, 1962, 1963a,b, 1986, 1987).

A gyűrűsszövő Kárpát-medencében észlelt gradációiról több feljegyzést találunk már a múlt századi és e század első évtizedeire vonatkozó erdészeti szakirodalomban is (Anon., 1891, 1895; Földes, 1908; Pánczél, 1914). Ezek a tudósítások az 1889–1892 és 1900–1914 közötti időszak gradációiról számolnak be, megemlítve, hogy a károsítások általában száraz, meleg években lépnek fel és a gyűrűsszövő többnyire az aranyfarú szövővel együtt károsít. Az 1945–57 közötti időszak európai gyűrűsszövő gradációkat *Templin* (1957) tekintette át.

Mivel e korábbi vizsgálatok eredményei arra utalnak, hogy a gyűrűsszövő gradáció-dinamikájának alakulására jelentős hatással van az aszály, amelynek hatását még fokozza a vízelvezetések következtében lesüllyedő talajvízszint is (Leskó, 1991), ezért jelen vizsgálatunkban e szempontok elemzése hangsúlyozott. Az elemzésekhez kitűnő lehetőséget teremtett az Erdővédelmi Figyelő Jelzőszolgálat által 1962–96 közötti években gyűjtött hosszú távú, egységes fénycsapdás és kártételi adatsorok. Ebben az időszakban a gyűrűsszövőnek több gradációja is előfordult hazánkban. Elemzéseinkben az alábbi kérdésekre kerestük a válaszokat: (1) milyen mértékű a hasonlóság/szinkronitás a különböző mintavételi eljárásokból nyert fluktuációs mintázatok között, (2) a populációdinamikai ingadozásoknak mik a jellemzőik, periódikus fluktuációk kimutathatók-e, (3) milyen mértékben szinkronizáltak regionális léptékben a fluktuációk, (4) van-e kapcsolat a gradációk fellépése, általában a gyűrűsszövő felszaporodás és az aszályos évek között, (5) milyen mértékű a gyűrűsszövő és az aranyfarú szövő hosszú távú fluktuációs mintázatainak szinkronitása.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *Mintavételi módszerek*

**Fénycsapdázás:** Az erdészeti előrejelzés 1962 óta használja a hazai fejlesztésű ún. Jermy-típusú fénycsapdát a kártevő lepkék nyomonkövetésére. A terelőlemez nélküli csapda fényforrása (100 W-os normál, fehérfényű izzó, vagy 125 W-os higanygőzlámpa) 2 m-re van a talaj felszíne felett. A csapdák kiürítése naponta történik, és üzemelésük a fagyos időszakokat leszámítva teljes szezonra vonatkozik. Az elemzésekhez azon csapdák adatait használtuk fel, amelyek legalább 10 évig folyamatosan működtek és a vizsgált időszakban a gyűrűsszövőből elegendő nagyszámú példányt gyűjtöttek. A következő fénycsapda-állomások adatait használtuk fel: Makkos-

hotyka, Felsőtárkány, Kömörő-Jánkmajtis, Gerla, Karcag, Sopron, Kapuvár, Szalafő, Gilvánfa-Sumony, Várgesztes. Ábráinkon csak a főbb károsítási területeket reprezentáló csapdák idősorait tüntettük fel (1. ábra).

**Károsítás felvételezése:** A lombkárosítási adatok tekintetében a károsítás mértékének fokozatai, illetve a károsított erdőterület nagysága (ha) állt az elemzések rendelkezésére.

**A vizsgált idősorok hossza:** A fénycsapdás adatsorok 1962–96, a kártételi adatsorok pedig 1963–96 közötti évekből származnak.

### ***A vizsgált erdőállományok és tájegységek***

A *M. neustria* fő tápnövénye a kocsányos tölgy, így a kártételi adatok is ennek állományaira vonatkoznak. A kártételek főként a Tiszántúl síkvidéki tölgyeseiben, nevezetesen a Körösök és a Berettyó vidékén és a Felső-Tisza vidékén (Szatmár-Berégi sík, Bodroghöz) történtek. Kisebb kártételek előfordultak máshol is az országban, ezeket az egyéb kártételi kategóriában összesítettük.

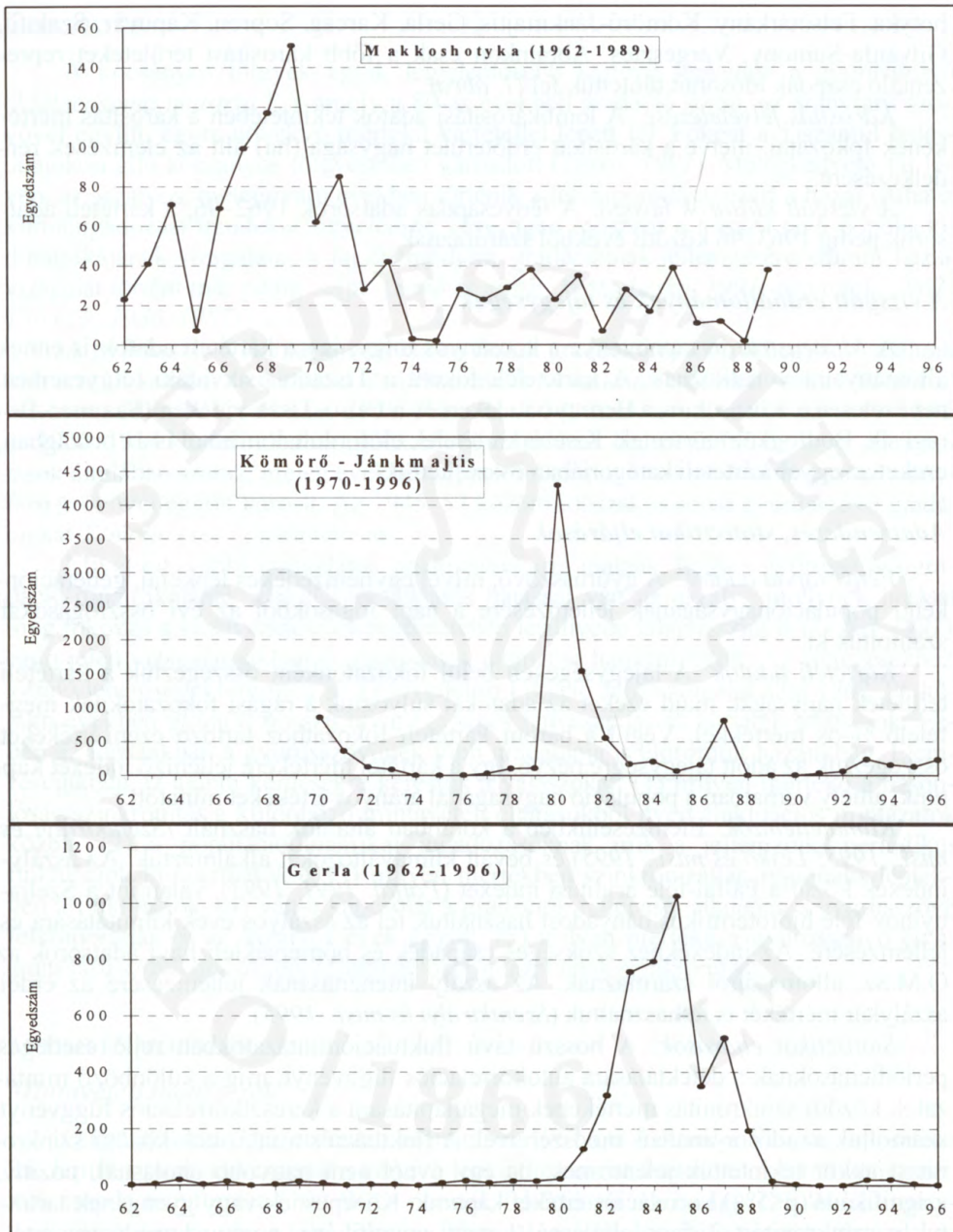
### ***Adatrendezés, statisztikai eljárások***

**Fénycsapda adatok:** A gyűrűsszövő, mivel egynemzedékes lepkefaj, generációnkénti populáció nagyságának jellemzésére a napi fogásokból az évi összfogásokat számoltuk ki.

**Kártételi adatok:** A tájegységeken belül fokozatonként összegeztük a kártételi területek nagyságát, majd ezeket az adatokat súlyoztuk a rágási fokozatoknak megfelelő %-os mértékkel. Végül a három kártételi fokozathoz tartozó ezen értékeket összegeztük az adott tájegységre nézve. Így a kártétel mértékére jellemző indexet kaptunk, amely várhatóan a populáció nagyságával arányos értékeket mutatott.

**Klimajellemzők:** Elemzéseinkben a korábban általunk használt (Szentkirályi és mtsi., 1995; Leskó és mtsi., 1995) és bevált klímaváltozókat alkalmaztuk. Az aszály-indexek közül a Pálfai-féle ariditási indexet (Pálfai, 1991, 1993), valamint a Szeljanyinov-féle hidrotermikus hányadost használtuk fel az aszályos évek kimutatására és jellemzésére. Az indexekhez szükséges csapadék és hőmérsékleti havi adatsorok az O.M.Sz. állomásairól származnak. Az aszály intenzitásának jellemzésére az erdei aszálykár mértékét is felhasználtuk (Szentkirályi és mtsi., 1995).

**Statisztikai eljárások:** A hosszú távú fluktuációmintázatokban rejlő esetleges periodicitásoknak a detektálására autokorrelációs függvényt, míg a különböző mintázatok közötti szinkronitás mértékének megállapítására a keresztkorrelációs függvényt számoltuk az idősor-analízis módszereivel. A fluktuációs mintázatok közötti szinkronitást akkor tekintettük jelentősnek, ha egy évnél nem nagyobb eltolásnál, pozitív, szignifikáns ( $p < 5\%$ ) korrelációs értéket kaptunk. Közepesnek vagy gyengének tartottuk a szinkronitást 2 éves eltolásnál kapott szignifikáns, pozitív korrelációs érték esetében. Aszinkronnak vettük az ennél nagyobb mértékű eltolásnál kapott szignifikáns-korrelációs értékek fellépését vagy ezek teljes hiányát.



1. ábra. A *M. neustria* hosszú távú populációs ingadozásának mintázata különböző fénycsapda-állomásoknál  
 Fig. 1. Long-term population fluctuation patterns of *M. neustria* at different light trap stations

## EREDMÉNYEK

### *A fénycsapdás és kártételi idősorok közötti szinkronitás*

Feltételeztük, hogy a két független mintavételi eljárásból, akkor következtethetünk nagyobb megbízhatósággal a valós populációdinamikai változásokra, ha az ezekből származó idősorok adott tájegységen belül kimutathatóan szinkronban vannak egymással, azaz a fénycsapdás és kártételi hosszú távú mintázatok hasonlók egymáshoz. Amennyiben a tájegységek többségében az idősorok közötti átfedés fennáll, az egyúttal a mintavételi eljárásaink megbízhatóságára is reflektál a tényleges hosszú távú fluktuációk valós megközelítése tekintetében.

Az éves fénycsapda fogások és a becsült kártételek mintázata közötti szinkronitást az idősor-analízis keresztkorrelációs függvény eljárásával vizsgáltuk. Az elemzést a két fő kártételi területre, a Szatmár–Beregi síkra és a Körösök-vidékére, illetve az országos szintű átlagos fogások és az összkártételi index értékek között végeztük el.

A Szatmár–Beregi sík esetében a jánkrajtisi fénycsapda állomás adatsorát vetettük össze a becsült kártétellel. A keresztkorrelációs függvény értékei alapján a fénycsapdás fogások csúcsai 2 évvel megelőzik a kártétel csúcsait (-2 év eltolás;  $r=0,38$ ;  $p<5\%$ ). Ezzel szemben a Körösök vidékén a kétféle módszerrel nyert idősorok szinkronban voltak egymással. A tájegységen belül működő gerlai fénycsapda fogási adatsora és a kártételi mintázat között eltolás nélkül szignifikáns korrelációt kaptunk (0 eltolás;  $r=0,66$ ;  $p<5\%$ ). Az országos szintű idősorok esetében pedig a fénycsapdás fogások csúcsa 3 évvel szignifikánsan megelőzte az összkártételi maximumokat (-3 év eltolás;  $r=0,60$ ;  $p<5\%$ ). A két adatsor (2. és 5. ábra) összevetésénél jól látszik, hogy az 1970-es maximumok egybeesnek, míg az 1983-as kártételi maximumot a fénycsapdás átlag 1980-as csúcsa jelzi, amikor a kártétel enyhébb emelkedése már a kitérés kezdeti fázisára (1979–82) utalt. Az átlagos fénycsapdás fogási szint megemelkedett egyébként a gradáció teljes időszaka alatt (1982–88).

Az eredményül kapott szignifikáns keresztkorrelációk alapján megállapítható, hogy a különböző mintavételekből származó gyűrűsszövő populációs mintázatai tájegységeken belül kellően szinkronban voltak, így megbízható becslést adnak a gradációdinamikáról. Az előrejelzés számára fontos tény az is, hogy a fénycsapdás fogások emelkedése már két évvel a gradációs csúcs előtt jelezte a kitérés tájegységi szinten (Szatmár–Beregi sík), míg országos átlagban ez az indikáció 3 évvel korábban jelentkezett.

### *Azonos módszerrel nyert mintázatok tájegységek közötti szinkronitása*

Az elemzések során keresztkorrelációs függvénnyel megállapítottuk külön-külön a fénycsapdás mintázatok, illetve a tájegységi károsítási mintázatok közötti átfedések mértékét.

*Károsítási idősorok:* A hosszú távú kártételi idősorok tájegységek közötti szinkronítására a következő eredményeket kaptuk: A Felső-Tisza vidék és a Körösök-vidékének kártételi és ennek megfelelő gyűrűsszövő populációs ingadozások is szinkronban voltak egymással (0 eltolásnál;  $r=0,39$ ;  $p<5\%$ ). A 4. ábra szerint is a főbb éves

kártételi maximumok (1966, 1970, 1982–84) egybeestek a két vidéken. A két tájegységet együttesen reprezentáló Tiszántúl kártételi mintázatát összevetettük az ország egyéb területein tapasztalt kisebb károsítások összesített idősorával. Ez esetben a tiszántúli mintázatban tapasztalt ingadozások tendenciát mutatnak egy 4 évvel korábbi fellépésre az ország egyéb területein történt károsításokkal összevetésben ( $-4$  év eltolás;  $r=0,38$ ;  $p=5\%$ ). Az elemzés szerint a *M. neustria* felszaporodások a kártételi adatsorok szerint csak a Tiszántúlon voltak többé-kevésbé szinkronban.

*Fénycsapdás idősorok:* 10 fénycsapda állomáson nyert fogási idősorokat minden lehetséges párosításban keresztkorrelációs elemzésnek vetettük alá. A szinkronitás vizsgálatban a következő esetekben kaptunk szignifikáns ( $p<5\%$ ) pozitív közepes vagy erős keresztkorrelációs értéket:

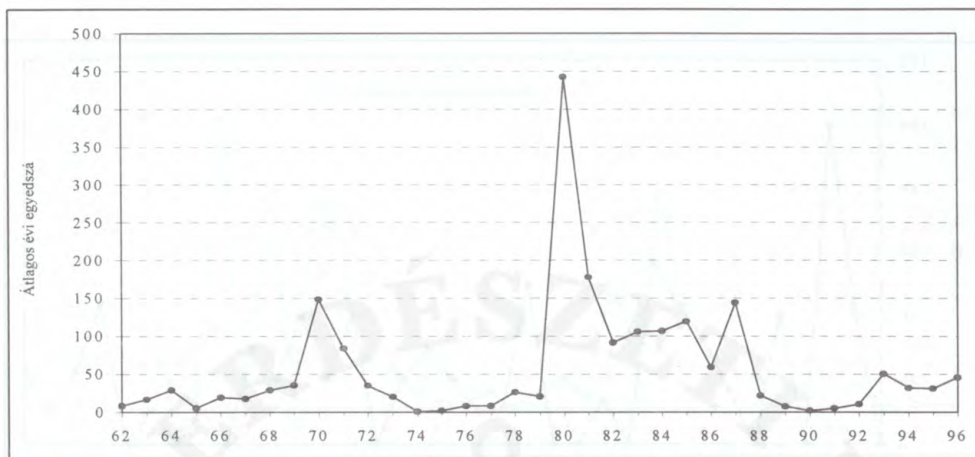
- (a) eltolás nélkül: tájegységen belül: Karcag-Gerla, Makkoshotyka-Felsőtárkány; tájegységek között: Sopron-Felsőtárkány, Várgesztes-Felsőtárkány, Szalafő-Felsőtárkány, Szalafő-Várgesztes, Sumony-Várgesztes, Sumony-Szalafő;
- (b) 1 éves csúszással: Makkoshotyka-Szalafő, Sopron-Várgesztes, Kapuvár-Jánkmajtis;
- (c) 2 éves csúszással: Makkoshotyka-Várgesztes, Kapuvár-Gerla, Kapuvár-Várgesztes, Kapuvár-Karcag, Felsőtárkány-Sumony, Jánkmajtis-Sumony;
- (d) 3 éves csúszással: Gerla-Jánkmajtis, Karcag-Jánkmajtis, Kapuvár-Sumony.

A többi párosításban már több éves elcsúsztatásoknál volt – vagy egyáltalán nem lépett fel – szignifikáns pozitív korreláció. Számos távolabbi fénycsapda állomás adatsorai közötti jelentős hasonlóság ( $0, \pm 1$  év elcsúszás) arra mutat, hogy az ország egyes területein több-kevesebb valószínűséggel egyszerre fluktuálnak a gyűrűsszövő populációi, míg más területeken 2–3 éves szignifikáns eltolódás vagy teljes aszinkronitás tapasztalható. A Tiszántúlon Gerla és Karcag fénycsapdás fogásai egy tájegységet reprezentálnak, erősen szinkronban voltak, míg e két állomás a Szatmár-Beregi síkot képviselő jánkmajtisi adatsorral 3 éves késést mutatott a populációdinamikában.

## TÁJEGYSÉGI FLUKTUÁCIÓS MINTÁZATOK KVALITATÍV ÉS KVANTITATÍV JELLEMZÉSE

### *Fénycsapdás fluktuációs mintázatok jellemzése*

A gyűrűsszövő főbb károsítási területein működő fénycsapda-állomásokon tapasztalt hosszú távú populációs ingadozásokat az 1. ábrán mutatjuk be. Makkoshotyka, valamint Kömörő-Jánkmajtis a Felső-Tisza vidéket képviselik, az előbbi fogásai inkább a Bodroghözben, míg az utóbbi a Szatmár-Beregi síkon bekövetkezett *Malacosoma* populációs változásokra jellemzők. A két fénycsapda adatsorai jól kiegészítik egymást, mivel Kömörőn csak 1970-től folytak gyűjtések. A másik tájegység, ahol a gyűrűsszövő jelentősebb kártételeket okozott, a Körösök-vidéke volt, amelyet a gerlai fénycsapda-állomás adatsora jól reprezentál. A 2. ábra az országos átlagos fogási idősort ábrázolja a tíz állomás átlaga alapján.



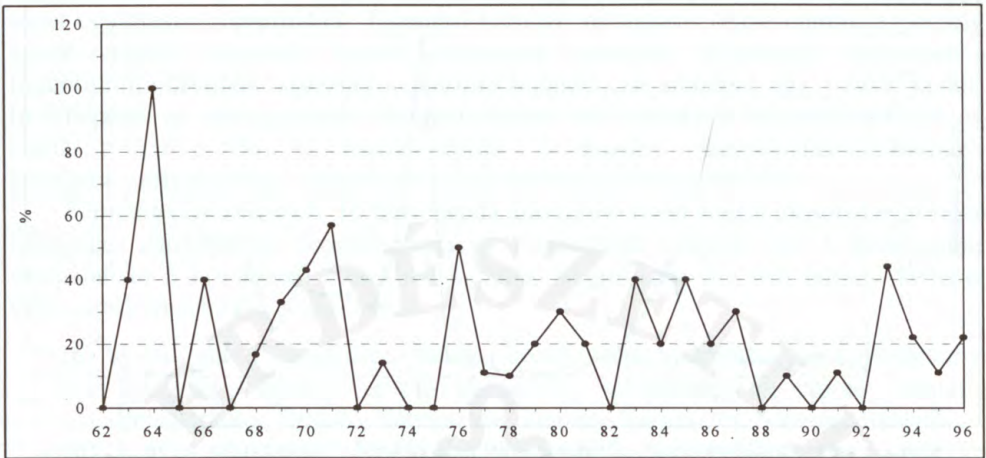
2. ábra. A *M. neustria* hosszú távú fluktuációs mintázatának országos átlaga fénycsapdás gyűjtések alapján (10 fénycsapda éves fogásainak átlaga)

Fig. 2. Mean long-term fluctuation pattern of *M. neustria* based on catches of light trapping (mean yearly catches of 10 light traps)

A fénycsapdás mintavételek alapján három felszaporodási periódus mutatható ki a *Malacosoma* populációdinamikájában. Az első nyolc éves szakasz 1964–1971 között volt, amelyet 1969–1970-ben jelentős populációs csúcs, illetőleg 1964-ben és 1971-ben további kisebb fogási maximumok jellemeztek. A második növekedési szakasz, amely mind a fő károsítási területeken, azaz a Tiszántúlon és országos szinten is a legnagyobb fogásokat produkálta, 1980–1988 közötti évekre esett. E gradációs időtartam alatt (a kitöréstől a teljes összeomlásig) a fénycsapdás fogások szerint a Szatmár–Beregi síkon (1980–87) és a Körösök-vidékén (1981–88) egyaránt nyolc évig tartott a magasabb populációs szint, amely Jánkmajtisnál 1980-ban és 1987-ben, míg Gerlánál 1983-ban, 1985-ben és 1987-ben ért el maximumokat. A harmadik kismértékű populáció-növekedés 1992 után következett be, amely 1993–94-ben egy csekélyebb maximummal jellemezhető (2. ábra). A 3. ábrán a szomszédos évekhez képest fogási/populációs csúcsot mutató csapdahelyek százalékos gyakorisági arányát fejeztük ki. Az egyes években kimutatható populáció-csúcs gyakorisági maximumok a *Malacosoma* populációdinamikai változásainak regionális vagy országos szinkronitására utalnak. A maximális évi csapdázások ilyen egybeesése volt tapasztalható a 3. ábra szerint: 1964, 1966, 1971, 1976, 1980, 1983, 1985, 1987, 1993 években.

A fénycsapdás hosszú távú mintázatok (1–3. ábrák) alapján megállapítható, hogy a gyűrűsszövő mind a fő, mind az egyéb másodlagos károsítási területein a populáció-növekedési periódusok, ezeken belül a fogási maximumok egybeestek, amelyet a keresztkorrelációs analízis eredményei is alátámasztottak.

Az autokorrelációs analízis szerint a tíz fénycsapdás hosszú távú idősorban nem tudunk kimutatni statisztikailag szignifikáns periodikus fluktuációt, azaz a fénycsapdázás szerint a *Malacosoma* populáció-ingadozásai aperiodikusak.

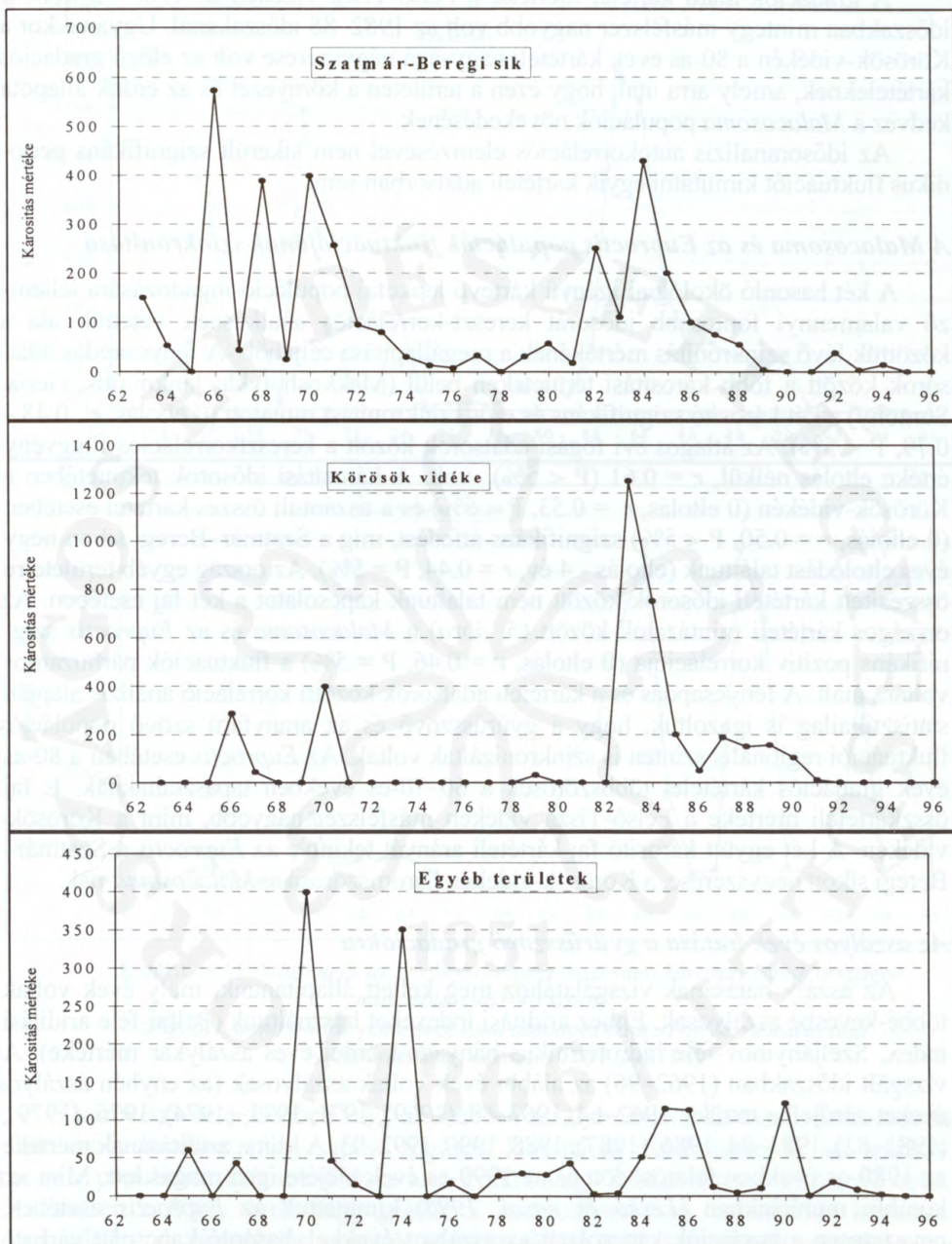


3. ábra. A *M. neustria* fogási csúcsainak gyakorisága a fénycsapda állomások számának a %-ában

Fig. 3. Frequency of catching peaks of *M. neustria* expressed in % of light trap numbers

### Károsítási fluktuációmintázatok jellemzése

A gyűrűsszövő hosszú távú kártételi idősorait a 4. ábrán mutatjuk be. A károsítás mértéke alapján a két jelentősebb gradációs periódus, amelyet a fénycsapdázás is jelzett, kimutatható az ország egész területén amerre a *Malacosoma* fellépett. Ugyanakkor a 90-es években csak igen csekély kártétel volt 1992-ben. A Szatmár-Beregi síkon az első gradációs periódus 1966–72 közötti években volt, 1966-ban, 1968-ban és 1970-ben egy-egy kártételi maximummal. A második gradációs hullám 1982–88 között lépett fel, amelynek során 1982-ben egy alacsonyabb, 1984-ben pedig egy magasabb kártételi csúcs alakult ki. Mindkét kártételi periódus hossza hét év ezen a tájegységen belül. A Körösök-vidékén az első felszaporodási időszak csak két kisebb mértékű kártételi maximum fellépésével jellemezhető. Sokkal jelentősebb gradációja volt a fajnak e tájegységben 1983–1990 között, amely egy nagyobb csúccsal jelentkezett 1983-ban, a kitörés évében. A mintázat szerint a Körösök-vidékén az első kisebb mértékű felszaporodás csak öt éves, míg a második nyolc évi időtartam alatt zajlott le. Az ország egyéb területein a gyűrűsszövőt rendszertelen időközökben és helyeken fellépő kisebb mértékű, rövid tartamú károsításokkal lehetett jellemezni. Ilyen időszakok voltak: 1965, 1967, majd jelentősebb kártétel 1970-ben és 1974-ben, 1985–86-ban, 1990-ben volt. Az országos szintű összesített kártétel mértékének hosszú távú ingadozásait az 5. ábra foglalja össze. Az ennek alapján kirajzolódó két gradáció 1966–74 (9 év) és 1982–90 (9 év) időszakában zajlott le. A nagyobb kártételi maximumok 1966-ban, 1970-ben, 1983-84-ben voltak.



**4. ábra.** A *M. neustria* károsításának hosszú távú regionális fluktuációs mintázatai  
**Fig. 4.** Long-term regional fluctuation patterns of estimated damage caused by *M. neustria*

A gradációk alatti kártétel mértéke a Felső-Tisza vidéken az 1966–73 közötti időszakban mintegy másfélszer nagyobb volt az 1982–88 időszakánál. Ugyanakkor a Körösök-vidékén a 80-as évek kártételi nagysága négyszerese volt az előző gradációs kártételeknek, amely arra utal, hogy ezen a területen a környezet és az erdők állapota kedvez a *Malacosoma* populációk növekedésének.

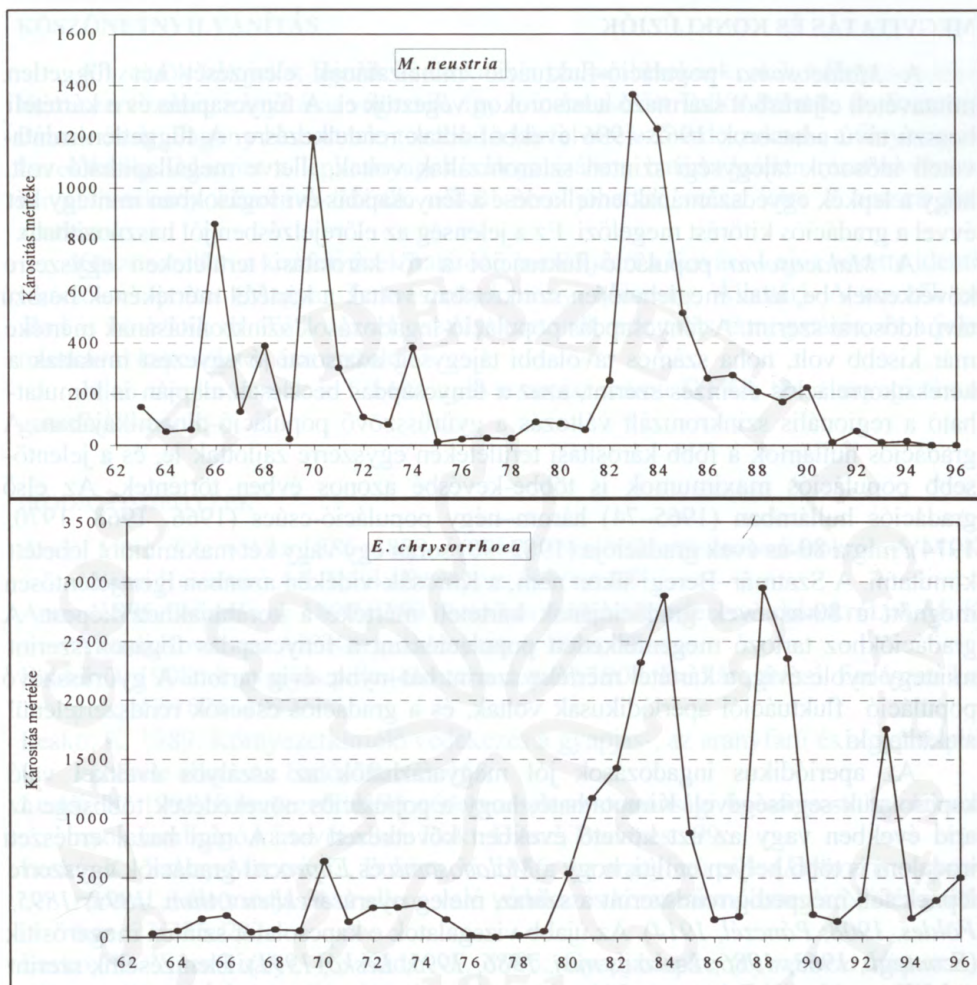
Az idősoranalízis autokorrelációs elemzésével nem sikerült szignifikáns periodikus fluktuációt kimutatni egyik kártételi adatsorban sem.

### ***A Malacosoma és az Euproctis populációk fluktuációjának szinkronitása***

A két hasonló ökológiai igényű kártevő lepkefaj populáció-ingadozására jellemző valamennyi fontosabb idősorát kereszt-korrelációs analízisnek vetettük alá a közöttük lévő szinkronitás mértékének a megállapítása céljából. A fénycsapdás adatsorok között a főbb károsítási területeken belül (Makkoshotyka, Jánkmajtis, Gerla, Sumony) a két károsító szignifikáns és erős szinkronitást mutatott (0 eltolás,  $r : 0.48 - 0.79$ ;  $P < 5\%$ ). Az átlagos évi fogási adatsorok között a kereszt-korrelációs függvény értéke eltolás nélkül,  $r = 0.61$  ( $P < 5\%$ ) volt. A károsítási idősorok tekintetében a Körösök-vidékén (0 eltolás,  $r = 0.53$ ,  $P < 5\%$ ) és a tiszántúli összes kártétel esetében (0 eltolás,  $r = 0.50$ ,  $P < 5\%$ ) szignifikáns átfedést, míg a Szatmár–Beregi síkon négy éves eltolódást találtunk (eltolás - 4 év,  $r = 0.44$ ,  $P = 5\%$ ). Az ország egyéb területeire összesített kártételi idősorok között nem találtunk kapcsolatot a két faj esetében. Az országos kártételi mintázatok között (5. ábra) a *Malacosoma* és az *Euproctis* szignifikáns pozitív korrelációja (0 eltolás,  $r = 0.46$ ,  $P = 5\%$ ) a fluktuációk párhuzamos voltára utalt. A fénycsapdás és a kártételi adatsorok közötti korreláció analízis alapján statisztikailag is igazoltuk, hogy a gyűrűszövő és az aranyfarú szövő populációk fluktuációi regionális szinten is szinkronizáltak voltak. Az *Euproctis* esetében a 80-as évek gradációs kártételei többszöröse a 60–70-es években tapasztaltaknak. E faj összkártételi mértéke a Felső-Tisza vidéken másfélszer nagyobb, mint a Körösök-vidékén. A két együtt károsító faj kártételi arányát tekintve az *Euproctis* a Szatmár–Beregi síkon négyszerese, a Körösök-vidékén háromszorosa a *Malacosoma*-nak.

### ***Az aszályos évek hatása a gyűrűszövő gradációkra***

Az aszály hatásának vizsgálatához meg kellett állapítanunk, mely évek voltak többé-kevésbé aszályosak. Ehhez ariditási indexeket használtunk (Pálfai-féle ariditási index, Szeljanyinov-féle hidrotermikus hányados, erdei éves aszálykár mértéke). A vizsgált időszakban (1962–96) az alábbi évek voltak aszályosak (az enyhén aszályos éveket zárójelbe tettük): 1962–64, 1967–68, (1969), 1971, 1973, (1974), 1976, (1979), (1981–82), 1983–84, 1986, (1987), 1988, 1990, 1992–93. A klíma ariditásának mértéke az 1980-as években felerősödött és az 1990-es évek elejére igen magas lett. Mint azt korábbi munkánkban (Leskó és mtsai, 1995) kimutattuk az *Euproctis* esetében, nevezetesen a gradációk kapcsolatát az aszályos évekkel, hasonló kapcsolat várható volt a *Malacosoma* populációdinamikájánál is.



5. ábra. A *M. neustria* és az *E. chrysorrhoea* összesített károsításainak országos mintázata 1963-96 között

Fig. 5. Country-wide pattern of total damages caused by *M. neustria* and *E. chrysorrhoea* between 1963 and 1969

Összevetve az erősebben vagy enyhébben aszályos éveket az összes *Malacosoma* fluktuációs mintázat (fénycsapdás fogások, kártételek) maximumaival, azt találtuk, hogy a populációs csúcsok 85%-a arid évekre vagy azokat követő első évre estek. Különösen a 80-as évek nagy gradációi az aszályos évek sorozatával hozhatók kapcsolatba. A populációs csúcsok és az aszályos évek kapcsolatát statisztikailag szignifikánsnak találtuk ( $\chi^2 = 4.8$ ,  $P < 5\%$ ).

## MEGVITATÁS ÉS KONKLÚZIÓK

A *Malacosoma* populáció-fluktuáció mintázatának elemzését két független mintavételi eljárásból származó adatsorokon végeztük el. A fénycsapdás és a kártételi hosszú távú adatsorok 1962–1996 évekből álltak rendelkezésre. A független mintavételi idősorok tájegységi szinten szinkronizáltak voltak, illetve megállapítható volt, hogy a lepkék egyedszámának emelkedése a fénycsapdás évi fogásokban mintegy két évvel a gradációs kitörést megelőzi. Ez a jelenség az előrejelzésben jól hasznosítható.

A *Malacosoma* populáció-fluktuációi a fő károsítási területeken egyszerre következtek be, azaz meglehetősen szinkronban voltak a kártétel mértékének hosszú távú idősorai szerint. A fénycsapdás populáció-ingadozások szinkronitásának mértéke már kisebb volt, noha számos távolabbi tájegység adatsorai jó egyezést mutattak a keresztkorrelációs elemzés szerint, azaz a fénycsapdás becslések alapján is kimutatható a regionális szinkronizált változás a gyűrűsszövő populáció-dinamikájában. A gradációs hullámok a főbb károsítási területeken egyszerre zajlottak le, és a jelentősebb populációs maximumok is többé-kevésbé azonos évben történtek. Az első gradációs hullámban (1965–74) három–négy populáció-csúcs (1966, 1968, 1970, 1974), míg a 80-as évek gradációja (1982–90) során egy vagy két maximumot lehetett kimutatni. A Szatmár–Beregi síkon nem, a Körösök-vidékén azonban igen jelentősen megnőtt a 80-as évek gradációjának kártételi mértéke a korábbiakhoz képest. A gradációkhoz tartozó megemelkedett populációs szint a fénycsapdás fogások szerint mintegy nyolc évig, a kártétel mértéke szerint hat–nyolc évig tartott. A gyűrűsszövő populáció fluktuációi aperiódikusak voltak, és a gradációs csúcsok rendszertelenül alakultak ki.

Az aperiódikus ingadozások jól magyarázhatók az aszályos évekkel való kapcsolatuk segítségével. Kimutatható, hogy a populációs növekedések többsége az arid években vagy az azt követő években következett be. A régi hazai erdészeti irodalom is több helyen említi, hogy a *Malacosoma* és *Euproctis* gradációk egyszerre lépnek fel, mégpedig rendszerint a száraz, meleg nyarú években (Anon, 1891; 1895; Földes, 1908; Pánczél, 1914). Az újabb vizsgálatok e kapcsolatot szintén megerősítik (Szontagh, 1963; 1986; Leskó és mtsi, 1986; 1995; Leskó, 1991). Elemzéseink szerint a *Malacosoma* és *Euproctis* hosszú távú populációingadozásait az aszályos klíma regionálisan szinkronizálta. A gradációknak a kiváltásában az aszályos évek közvetlen és közvetett hatásán túl (Leskó és mtsai, 1986; 1995; Leskó, 1991; Szentkirályi és mtsai, 1995) a vízelvezetések, folyószabályozások következtében az Alföldön mindenféle tapasztalható talajvízszint süllyedések is jelentős szerepet játszanak az erők leromlási folyamata révén (Leskó, 1991). Ezeknek a kedvezőtlen folyamatoknak a gradációk gyakoriságára és erősségére gyakorolt hatásait nagyszámú erdei kártevő lepkéfaj esetében lehetett kimutatni (Szentkirályi és mtsai, 1995).

Jelen munkánk elemzései igazolták a vízhiány stressz gradációt elősegítő hatásait (Szentkirályi és mtsai, 1995) a gyűrűsszövő hosszú távú populáció-fluktuációs mintázataiban. E faj a hasonló környezeti igény miatt az aranyfarú szövővel együtt gradál az alföldi főbb élőhelyeken, ahol – amennyiben az aszályos évek sorozata tovább fennmarad – növekvő kártételével lehet a jövőben számolni.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők hálójukat fejezik ki azoknak a szakembereknek, akik a fénycsapdahálózat szervezését, irányítását végezték, így mindenekelőtt Tallós Pálnak, dr. Szontagh Pálnak és dr. Pagony Hubertnek, továbbá a kárfelvételező erdészeknek, a fénycsapda-kezelőknek, valamint a lepkeanyagok válogatásában, határozásában résztvevőknek, mivel hatékony közreműködésük nélkül nem jöhettek volna létre a hosszú távú adatsorok.

Köszönet illeti a kezdeti évek határozó munkájáért a Kovács Lajos vezette identifikációs csoportot (Magyar Természettudományi Múzeum, Állattár). A szerzők ezúton is köszönik dr. Tóth József osztályvezetőnek a kutatás támogatását, és a jelen munkával kapcsolatos észrevételeit.

Jelen tanulmányunk a T 5404 nyilvántartási számú OTKA téma anyagi támogatásával készült.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Anon. 1891. Jelentés az 1886–1889. években felmerült erdei rovarkárokról. A M. K. Állami Rovartani Áll. Közl., Budapest, 1. kötet, 49.
- Anon. 1895. Jelentés az 1890–1893. években felmerült erdei rovarkárokról. A M. K. Állami Rovartani Áll. Közl., Budapest, 1. kötet, 88.
- Földes, J. 1908. A gyapjas pille (*Ocneria dispar*) 1908. évi károsításai. Erdészeti Lapok, 47:1026–1032.
- Leskó, K. 1989. Környezetkímélő védekezés a gyapjas-, az aranyfarú és a gyűrűspille kártétele ellen. Az Erdő, 38:162–168.
- Leskó, K. 1991. Környezetkímélő védekezések az ormánsági kocsányostölgy állományok lombrágó kártevői ellen. Dokt. Dissz., Budapest, 99
- Leskó, K., Szalay-Marzsó, L., Lukács, V. 1986. Az aranyfarú pille (*Euproctis chrysorrhoea* L.) életmódja és az ellene való védekezés korszerű módszerei. Növényvédelem, 22:225–227.
- Leskó, K., Szentkirályi, F., Kádár, F. 1995. Gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) populációk fluktuációs mintázatai 1963–1993 közötti időszakban Magyarországon. Erdészeti Kutatások, 84:163–176.
- Pálfai, I. 1991. Az 1990. évi aszály Magyarországon. Vízügyi Közlemények, 73:117–135.
- Pálfai, I. 1993. Az 1992. évi aszály értékelése az aszályossági index alapján. Az 1992. évi aszály értékelése c. konf., Budapest, 25–28.
- Pánczél, O. 1914. Tölgyerdők pusztulása. Erdészeti Lapok, 53: 718–721.
- Szentkirályi, F., Leskó, K., Kádár, F. 1995. Jeleznek-e klímaváltozást a fénycsapdás rovargyűjtések? In: Tar K. és mtsi. (eds): Erdő és Klíma c. konf., 171–177.
- Szontagh, P. 1962. A gyűrűslepke (*Malacosoma neustria* L.) tömegszaporodása és károsítása tölgyeseinkben. Erdészeti Kutatások, 58:125–143.
- Szontagh, P. 1963a. Adatok a *Malacosoma neustria* L. hazai életmódjához. Állattani Közlemények, 50:167–173.
- Szontagh, P. 1963b. On the causes of the collapse of *Malacosoma neustria* L. radiation in Hungary. Acta Biologica, 37.

- Szontagh, P. 1986. Tölgy nagylepke károsítóinak populációdinamikája és a másodlagos károsító rovarok okozta kárláncolat. Erdészeti Kutatások, 76–77:305–314.
- Szontagh, P. 1987. A tölgyeseink rovarok okozta problémái. Erdészeti Kutatások, 79: 243–245.
- Templin, E. 1957. Der Einfluss von Bekämpfungskaktionen auf den Verlauf der letzten Gradation von *Euproctis chryorrhoea* L. Z. ang. Entomol. 41:425–437.



## A TÖSÉRÜLÉSEK OKOZTA VESZTESEG ÉS A KÍMÉLETES FAKITERMELÉS TÖBBLETKÖLTSÉGE

### ERDÉSZETI ÖKONÓMIA

#### ÖSSZEFOGLALÓ

Munkánkban megpróbáltunk arra, hogy modellezés útján számításokat végeztünk a fűrészes erdőkezelés jövedelmezőségeire való hatással. Konkrét kalkulációt készítettünk egy sérülésérzékeny (nyír) és egy kevésbé érzékeny fűfaj (akác) törzssérülésre való lehetséges következményeiről. Kimutattuk azt is, hogy milyen lehetőség van az erdőkezelési rendszer kialakításánál és erre vonatkozóan példákat dolgoztunk ki. Az elemzésünk végénél már sok dolgot igazlattnak tartasz egyszerűsíteni, és tudjuk, hogy nem a probléma a gyakorlatban sokkal bonyolultabb, mint a kísérletünké, és itt a legegyszerűségeket is megpróbáltuk megmutatni. Azonban munkánkban nem foglalkoztunk a valódi lépésekkel, hanem megpróbáltuk megmutatni a módszert, hogy többféle lehetőséget is kibővítsük.

**KEYWORDS:** fakitermelés, technológia, törzssérülés, költség, árbevétel, veszteség

#### ABSTRACT

In this work we have made an attempt to make calculations in the form of model experiments on the influence of field harvesting method on rentability. We have made calculations in connection with the possible consequences of the root collar damage of a species of trees which is sensitive to injury (beech) and of one, which is less sensitive (robinia). We have demonstrated what possibilities there are for the construction of the incentive program and we have also presented models regarding this matter. In order to do the analysis work, we have tried to simplify a number of things, but we are aware of the fact, that the problem is much more complicated in practice. Thus e. g. forbearance and roughness have many other aspects, that we have not dealt with in this work. However we have made the first step, the elementary method can be developed and completed.

**KEYWORDS:** logging, technology, root collar damage, cost, profit, loss

- Szonayfi, F. 1986. Tölgy mészlepke károsítókak populációdinamikája és a maszkírges károsító rovarkórosok okozta kármentesítés. Erdészeti Kutatások, 76-77. 305-314.
- Szonayfi, F. 1987. A szilveszterek rovarkórosok okozta problémái. Erdészeti Kutatások, 79. 233-245.
- Templin, E. 1937. Der Einfluss von Bekämpfungskämpfen auf den Verlauf der letzten Gradabstufung von *Lupinus christi* L. Z. ang. Entomol. 41. 425-437.

ERDÉSZETI ÖKONÓMIA



# **A TŐSÉRÜLÉSEK OKOZTA VESZTESÉG ÉS A KIMÉLETES FAKITERMELÉS TÖBBLETKÖLTSÉGE**

GÓLYA JÁNOS

## **ÖSSZEFOGLALÓ**

Munkánk során kísérletet tettünk arra, hogy modellkísérletek formájában számításokat végezzünk a kéméletes erdőkezelés jövedelmezőségre való hatásáról. Konkrét kalkulációt készítettünk egy sérülésérzékeny fafaj (bükk) és egy kevésbé érzékeny fafaj (akác) törzssérüléseinek lehetséges következményeiről. Kimutattuk azt is, hogy milyen lehetőség van az ösztönzési rendszer kialakítására, és erre vonatkozóan példákat dolgoztunk ki. Az elemzések elvégzéséhez sok dolgot igyekeztünk leegyszerűsíteni, és tudatában vagyunk annak, hogy a probléma a gyakorlatban sokkal bonyolultabb. Így pl. a kéméletességnek és a kéméletlenségnek sok más aspektusa is van, amelyekkel jelen munkában nem foglalkoztunk. Az első lépéseket azonban megtettük, a kidolgozott módszer továbbfejleszhető és kibővíthető.

**KULCSSZAVAK:** fakitermelés, technológia, tőserülés, költség, árbevétel, veszteség

## **ABSTRACT**

In this work we have made an attempt to make calculations in the form of model experiments on the influence of mild harvesting method on rentability. We have made calculations in connection with the possible consequences of the root collar damage of a species of tree, which is sensitive to injury (beech) and of one, which is less sensitive (robinia). We have demonstrated what possibilities there are for the construction of the incentive pay system and we have also elaborated models regarding this matter. In order to do the analysis work, we have tried to simplify a number of things, and we are aware of the fact, that the problem is much more complicated in practice. Thus e. g. forbearance and roughness have many other aspects, that we have not dealt with in this work. However we have made the first steps, the elaborated method can be developed and completed.

**KEYWORDS:** logging, technology, root collar damage, cost, profit, loss

## KONCEPCIÓ

Kiemeltük a fahasználati beavatkozások kíméletessége, illetve kíméletlensége szempontjából legfontosabbnak ítélt két témát. Ezek az alábbiak:

- ❖ A visszamaradó állományban a közelítéssel okozott tősrülések.
- ❖ Az alkalmazott technológia.

A tősrülések esetében feltételeztük a következőket:

- ❖ A közelítőeszköz mozgása és a vonszolt vagy vontatott rakomány a lábön maradó állomány fainak általában a törésén okozhat sérülést.
- ❖ A tősrülések a következő (legközelebbi) fahasználati beavatkozások során kitermelt faanyag választékszerkezetében okoznak változást.
- ❖ Mivel a szokványos erdei választékok közül a legrövidebb az 1 m-es választék hossz, a tősrülés – legalább – a törzs legalsó 1 méteres szakaszán rontja a kihozható választékminőséget.
- ❖ A legalsó 1 m-ből kerülhet ki optimális esetben a legértékesebb választék, amely a sérülés következtében a leggyengébb minőségű választékká válhat.
- ❖ Leggyengébb minőségű választéknak általában a tűzifa tekinthető.
- ❖ A tősrült fa választékszerkezete tehát úgy módosulhat, hogy amennyi az alsó 1 m-es darabjának százalékos aránya az összes fatérfogathoz képest, olyan mértékben nő a tűzifaarány és ugyanilyen mértékben csökken a legértékesebb választék(ok) aránya.

A leírtakhoz hasonló elveket használtak fel *Rumpf J., Mihály S., Tóth F. (1995)* a kötélpályás közelítéssel foglalkozó tanulmányukban, amelyben a különböző kötélnyomtavolságoknak és az előközelítéssel ill. közelítéssel okozott törzssérüléseknek a költségre és árbevételre való hatásait elemezték.

A fahasználati technológiák tekintetében az alábbi alapfeltevésekre támaszkodtunk:

- ❖ A vonszolásos közelítés általában nagyobb tősrüléseket okoz a visszamaradó állományban, mint a kihordásos közelítés.
- ❖ Minél hosszabb a közelített faanyag (hosszúfa, szálfa), annál nagyobb a tősrülés esélye, és minél rövidebb a közelítés közben a faanyag, annál könnyebb az álló fák közötti mozgás.
- ❖ Leegyszerűsítve tehát a hosszúfás és szálfás vonszolásos technológiák kíméletlenek, a rövidfás kihordásos technológiák kíméletesnek tekinthetők.

Természetesen nem szabad megfeledkezni arról, hogy a technológiákat elsősorban a bennük dolgozó ember teheti kíméletessé és kíméletlenné, modellkísérletünkben azonban a kíméletesség és a kíméletlenség fogalmát az előbb említett módon egyszerűsítettük le.

Fentiek alapján tehát azt vizsgáltuk meg, hogy milyen árbevétel-csökkenést okozhat a törzsek alsó 1 m-es darabjának értékcsökkenése a választékszerkezet meg-

változása révén, és milyen költségnövekedést jelenthet a kíméletes technológiák alkalmazása a kíméletlenek helyett.

Vizsgálatainkat egy közismerten sérülésérzékeny fafajra (bükk) és egy a sérülésekre kevésbé érzékeny fafajra (akác) végeztük el. Bükk esetén 10–50 cm közötti, akácnál pedig 10–35 cm közötti mellmagassági átmérőjű állományokra készítettünk elemzéseket 5 cm-es átmérő-fokozatonként.

## AZ ELEMZÉS MÓDSZERE

Ahhoz, hogy – az említett átmérő-fokozatonként – meghatározhassuk a faméreteket, az egyes fák fatérfogatát, a mellékállomány fatömegét és az alsó 1 m fatérfogatát illetve az egész fához viszonyított arányát, *felhasználtuk Mendlik G. (1980), Halupa L., Kiss R., Rédei K. (1980) erdőnevelési modelljeit és fatermési tábláit, Sopp L. (1974) fatömegtábláit, valamint Rumpf J. (1995) választékszerkezeti táblázatait.*

A kalkulációk végzésénél ugyancsak *Rumpf J. (1995) választékszerkezeti és árbevételi adataira, valamint az ERTI Ökonómiai osztályának saját adatgyűjtéseire (technológiák, költségek) támaszkodtunk.* Az egész elemzést 1995. évi ár- és költségadatok felhasználásával végeztük el.

Elemzéseinket kiváló (I. o.) és átlagos minőségű (III. o.) állományokra készítettük el. A leggyengébb állományoknál nem végeztünk számításokat, mert abból a hipotézisből indultunk ki, hogy a legrosszabból sérülés esetén sem lehet még rosszabb választék-összetétel, mint a költség-hozam elemzéseinkben ilyen állományokra évek óta alkalmazott 50% tűzifa : 50% rostfa arány.

## A TECHNOLÓGIA HATÁSA A KÖZVETLEN KÖLTSÉGRE

Az ERTI Ökonómiai Osztálya és a Soproni Egyetem Erdőhasználati Tanszéke több, mint 10 éve közösen végez fahasználati költség-hozam elemzéseket, amelyre elkészült egy számítógépes elemző program. Ennek leírásától most eltekintünk, mindössze azt említjük meg, hogy a program – az egyes fakitermelési műveletek időszükségletének és a műveleteket végrehajtó gépek és emberek óraköltségének felhasználásával – technológiánként, fafajonként és átmérő-fokozatonként – kiszámítja a fakitermelési közvetlen fajlagos költséget (Ft/nm<sup>3</sup>).

Az így kiszámított költségadatokat – akác és bükk fajok I. és III. minőségi osztályaira – a következő táblázat tartalmazza.

**1. táblázat** Fakitermelési közvetlen költségek és többletköltségek, kíméletes és kíméletlen technológiáknál

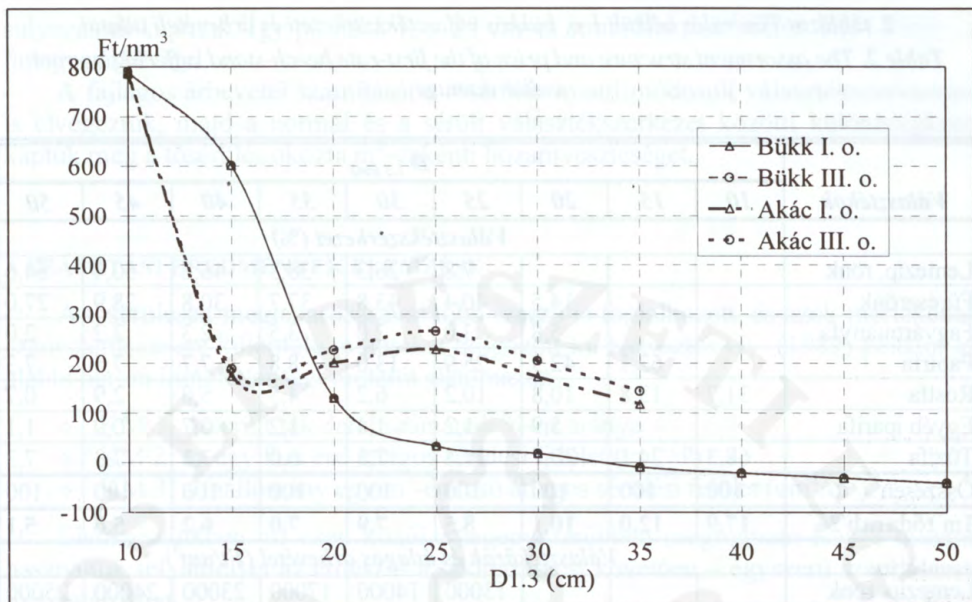
**Table 1.** Direct and additional costs of logging with respect to the mild and rough technologies

Technológiák	<i>D</i> 1.3 (cm)									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
	<b>Fakitermelési közvetlen költségek és többletköltségek (Ft/nm<sup>3</sup>)</b>									
	<b>Akác I. o.</b>									
Kíméletes	2597	1965	1737	1508	1405	1301				
Kíméletlen	2073	1849	1603	1356	1290	1223				
<b>Többletköltség</b>	<b>524</b>	<b>116</b>	<b>134</b>	<b>152</b>	<b>115</b>	<b>78</b>				
	<b>Akác III. o.</b>									
Kíméletes	2589	1944	1735	1526	1426	1325				
Kíméletlen	2066	1818	1584	1349	1289	1229				
<b>Többletköltség</b>	<b>523</b>	<b>126</b>	<b>152</b>	<b>177</b>	<b>137</b>	<b>96</b>				
	<b>Bükk I. o.</b>									
Kíméletes	2689	2413	1899	1575	1403	1239	1151	1090	1029	
Kíméletlen	2162	2012	1813	1553	1391	1245	1165	1111	1056	
<b>Többletköltség</b>	<b>527</b>	<b>401</b>	<b>86</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>-6</b>	<b>-14</b>	<b>-21</b>	<b>-27</b>	
	<b>Bükk III. o.</b>									
Kíméletes	2848	2198	1833	1605	1409	1258	1164	1100	1035	
Kíméletlen	2321	1797	1747	1583	1397	1264	1178	1120	1062	
<b>Többletköltség</b>	<b>527</b>	<b>401</b>	<b>86</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>-6</b>	<b>-14</b>	<b>-21</b>	<b>-27</b>	

Kíméletes technológiának tekintettük (a fentebb leírtak alapján) a kerékpáros rövidfás (vékony állományok) és a kihordó szerelvényes választéktermeléses (vastagabb állományok) technológiákat. Kíméletlen technológiaként vettük figyelembe a lovas hosszúfás (vékony állományok) és az LKT hosszúfás (szálfás), ill. RV hosszúfás technológiákat (vastagabb állományok).

Az 1. táblázatban szereplő többletköltség a kíméletes és a kíméletlen technológiák közötti költségkülönbséget jelenti (Ft/nm<sup>3</sup>). Így pl. I. o. bükk állományokban 20 cm-es mellmagassági átmérőnél a kíméletes beavatkozás többletköltsége 86 Ft/nm<sup>3</sup>, 45 cm-es átmérőnél viszont a kíméletes beavatkozás 21 Ft/nm<sup>3</sup>-rel olcsóbb!

A táblázat adatait az 1. ábrára hordtuk fel. A görbefutásokból jól látható, hogy a kíméletesség elsősorban vékony állományokban jelent többletköltséget, míg az átmérő növekedésével ez a különbség egyre kisebb lesz, sőt a 30 cm feletti bükk állományokban – az elemzés szerint – fajlagosan kissé olcsóbb is, mint a kíméletlenség. Az I. és a III. o. bükkösök többletköltség-görbéi – a költségadatok különbözősége ellenére – teljesen azonos futásúak.



**1. ábra.** A kíméletes technológiák többletköltsége a kíméletlenekhez képest  
**Fig. 1.** The additional costs of mild technologies compared to rough ones

## A TŐSÉRÜLESEK OKOZTA ÁRBEVÉTELCSÖKKENÉS

Ezt a munkát az erdőnevelési modellek adatainak (kor, átmérő, fmagasság, törzsszám, mellékállomány fatérfogata) kigyűjtésével kezdtük. Mind a bükk, mind pedig az akác fafajnál kiválóan az I. fatermési osztályt, átlagosnak a III. fatermési osztályt tekintettük. Az elemzések egyszerűsítése és az ábrázolások megkönnyítése érdekében a modellek adatait 5 cm-enkénti (10, 15, 20 stb.) átmérőfokokra számítottuk át.

A mellmagassági átmérő és a fmagasság függvényében az átmérőfokokhoz kikerestük a fatömeg-táblából az egyes fák fatérfogatát. Az alsó 1 m-es darab térfogatát csúcsátmérője szerint a henger képletével számítottuk. Mivel ez utóbbi nettó m<sup>3</sup>, az egész fa fatérfogatát is nettósítottuk, majd meghatároztuk az alsó 1 m százalékos arányát a teljes (nettó) fatérfogathoz képest.

A részletes számítási táblázatok közlésétől eltekintünk, de mintaként bemutatjuk a választékszerkezeti és ártáblázatot a tősérülés nélküli I. o. bükk állományokra vonatkozóan.

2. táblázat Töserülés nélküli I. o. bükkös választékszerkezeti és árbevételi adatai  
 Table 2. The assortment structure and price of the first-rate beech-stand suffering no root collar damage

Választékok	D <sub>1.3</sub> (cm)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
<b>Választékszerkezet (%)</b>									
Lemezิป. rönk				7,8	26,3	38,3	46,2	50,4	54,6
Fűrészrönk			14,5	40,4	43,8	37,7	30,8	28,9	27,0
Fagyártmányfa			5,8	3,0	2,0	3,5	2,3	2,2	2,0
Papírfa		62,1	42,3	25,9	13,0	8,8	7,7	7,5	7,3
Rostfa	31,7	13,8	10,8	10,2	6,2	4,5	5,0	2,9	0,7
Egyéb iparifa			5,9	1,2	1,4	1,2	0,7	0,9	1,1
Tüzifa	68,3	24,1	20,7	11,5	7,3	6,0	7,3	7,3	7,3
Összesen	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1m tódarab %	17,9	12,0	10,1	8,5	7,9	7,0	6,2	5,6	5,1
<b>Választékárak és átlagos árbevétel (Ft/m<sup>3</sup>)</b>									
Lemezิป. rönk				13000	14000	17000	23000	24000	25000
Fűrészrönk			5500	6000	7500	8500	9600	9600	9600
Fagyártmányfa			5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500
Papírfa		4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Rostfa	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Egyéb iparifa			4600	4600	4600	4600	4600	4600	4600
Tüzifa	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
<b>Átl. árbevétel</b>	<b>3659</b>	<b>4190</b>	<b>4448</b>	<b>5634</b>	<b>8230</b>	<b>10749</b>	<b>14544</b>	<b>15737</b>	<b>17015</b>

A táblázat választékszerkezeti részének utolsó sorában látható értékek azt mutatják, hogy a teljes fa hány százalékát teszi ki az alsó (töserülés lehetőségének kített) 1 m-es darab.

A töserült választékszerkezet úgy alakult ki, hogy az alsó 1 m-es darab százalékos arányával csökkentettük a legértékesebb választék(ok) arányát, és ugyanilyen arányban növeltük a tűzifaarányt. Bükk I. o. 25 cm-es átmérőfokozatban pl. 8,5 %-kal (11,5-ről 20,0-ra) nőtt a tűzifaarány és 8,5%-kal csökkent a rönkféleségek aránya. Ez utóbbi úgy oszlott meg, hogy 0-ra csökkent a 7,8%-os lemezipari rönkarány, a maradék 0,7%-kal pedig a fűrészrönk-arány.

A táblázat "Választékárak és átlagos árbevétel" c. részében tüntettük fel a választékonkénti faárakat. A rönkféleségeken kívüli választékoknál egységes árat alkalmaztunk minden átmérőfokozatban. Fontos megjegyezni, hogy a feltüntetett árakat nem úgy kell értelmezni, hogy az adott átmérőjű választéknak ez az ára, hanem az adott átmérőjű állományból kikerülő adott választék átlagáráról van szó.

Az árbevétel-számítási táblázatrész alsó sora tartalmazza az adott átmérőfokozatban elért fajlagos árbevételt, amit az egyes választékféleségek ezen táblázatrészbeli árainak a választékszerkezeti táblázatrész választékarányaival történő

súlyozással kaptunk. Így pl. bükk I. o. 25 cm-es átmérőfokozat esetén  $5634 \text{ Ft/nm}^3$  a fajlagos árbevétel.

A fajlagos árbevétel számítását a tősérülés miatti módosult választékszerkezetre is elvégeztük, majd a normál és a sérült választékszerkezet közötti különbséggént kaptuk meg a tősérülés okozta  $\text{m}^3$ -enkénti hozamveszteséget.

## A SZÁMÍTÁSI EREDMÉNYEK ELEMZÉSE

A tősérülések meghatározásával több szerző is foglalkozott, és azok mértékének számszerűsítésére különféle mutatókat dolgozott ki. Keresztes Gy. (1989) például az alábbi három kíméletlenségi mutatót alkalmazta:

- ❖ KM 1: A sérült fák darabszámának %-os aránya
- ❖ KM 2: az egy fára eső átlagos sérülési felület ( $\text{cm}^2/\text{db}$ )
- ❖ KM 3: a faállomány egy  $\text{m}^3$ -ére eső átlagos sérülési felület ( $\text{cm}^2/\text{m}^3$ )

Elemzéseinkben mi ezek közül a legegyszerűbben megfogható KM 1 mutatót használtuk fel, amelyet az erdész – a fakitermelést követően – egyszerű számlálással meghatározhat.

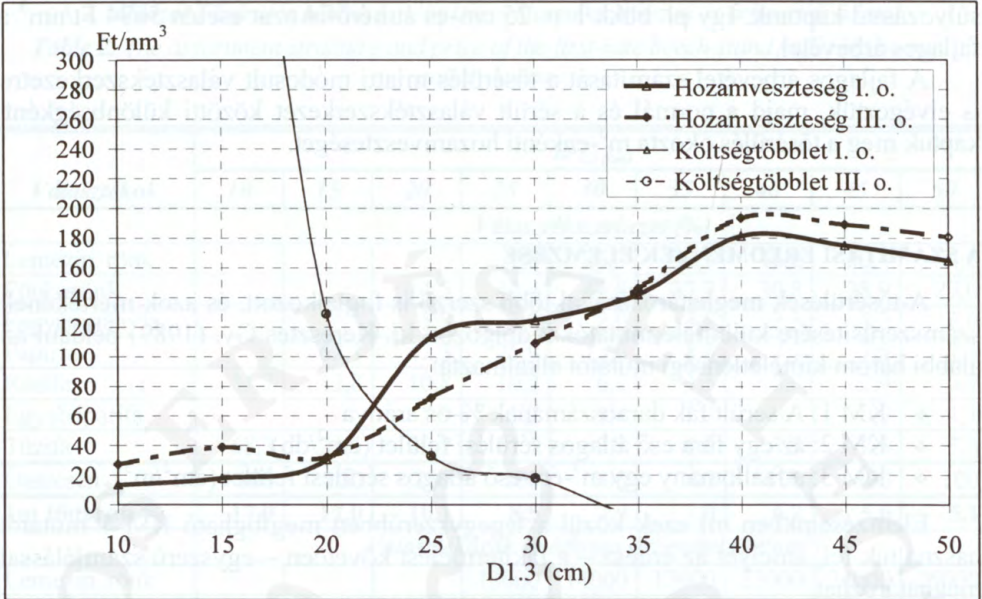
Természetesen tisztában vagyunk azzal, hogy a sérülések mérete, sőt a sebzés mélysége is jelentős hatással van a faanyag minőségváltozására, de mostani példánkban a lehető legegyszerűbb meghatározhatóságra törekedtünk.

Elemzéseink során a KM 1 mutatónál 0% és 30% között több kategóriát is alkalmaztunk. Véleményünk szerint 30%-nál nagyobb arányú sérülés csak úgy képzelhető el, ha a közelítőeszköz szándékosan keresztül kasul járja az erdőt és minél több álló fához igyekszik "hozzádörgölni".

A továbbiakban csak a 15%-os mutatóra (a visszamaradó állomány törzseinek 15%-a sérült) végezzük el a grafikus ábrázolásokat.

A 2. ábrán láthatók a bükk állományokban lehetséges, tősérülés okozta veszteségek I. és III. minőségi osztálynál, 15%-os sérültség esetén. I. o. bükkösökben a veszteség mértéke 25 cm-nél kezd erősen növekedni, majd egy enyhe szakasz után 40 cm-nél éri el a maximumát. Az átlagos minőségű (III. fto.) bükkösök veszteséggörbéje kissé egyenletesebb emelkedést mutat, csúcspontját ugyancsak 40 cm mellmagassági átmérő körül éri el, és a méretes állományokban kissé meg is haladja az I. o. görbéjét.

Már ebből levonható az a következtetés, hogy a bükkösökben a 25 cm átmérőt megelőző beavatkozásoknál végzett kíméletlen munka okozhat hirtelen veszteség-növekedést. Mint az előzőekben utaltunk rá, feltételezzük, hogy egy adott átmérő-fokozatnál megjelenő veszteség a korábban elvégzett kíméletlen fakitermelés "bűne".



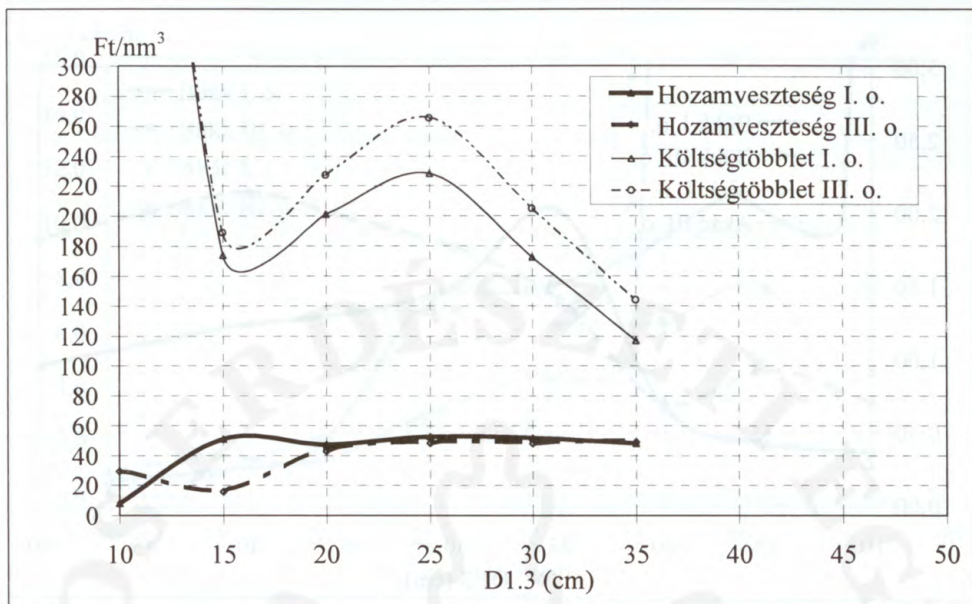
2. ábra. Tösrülés miatti hozamvesztés és kíméletességi többletköltség bükkösökben (KM I : 15%)

Fig. 2. Yield loss per  $m^3$  caused by root collar damage and additional costs as a result of forbearance in beech stands (KM I : 15%)

Megvizsgáltuk, hogyan viszonyul a kíméletlenség okozta veszteség a kíméletesség többletköltségéhez, ezért az ábrára felhordtuk a bükk esetében megjelenő kíméletességi többletköltséget is.

Látható, hogy a görbék 20 és 25 cm-es átmérőfokokozatok között keresztezik egymást. Ezt megelőzően a kíméletesség sokkal többbe kerül, mint a kíméletlenséggel okozott kár, ezt követően viszont nagyságrenddel haladja meg a kíméletlenséggel okozott veszteség a kíméletesség többletköltségét.

Ismét utalnunk kell arra, hogy egy adott átmérőnél végzett kíméletlen beavatkozás a későbbi beavatkozásoknál kitermelt faanyagban jelent értékvesztést. A költségváltozásokat és a sérülés miatti veszteségeket tehát egymáshoz képest 5–10 cm-rel elcsúsztatva kell összehasonlítani. Ebből a megfontolásból a 20–25 cm közötti kritikus pont 25–30 cm-re helyeződik át.



3. ábra. Tősérülés miatti hozamvesztés és kíméletességi többletköltség akácokban (KM I: 15%)

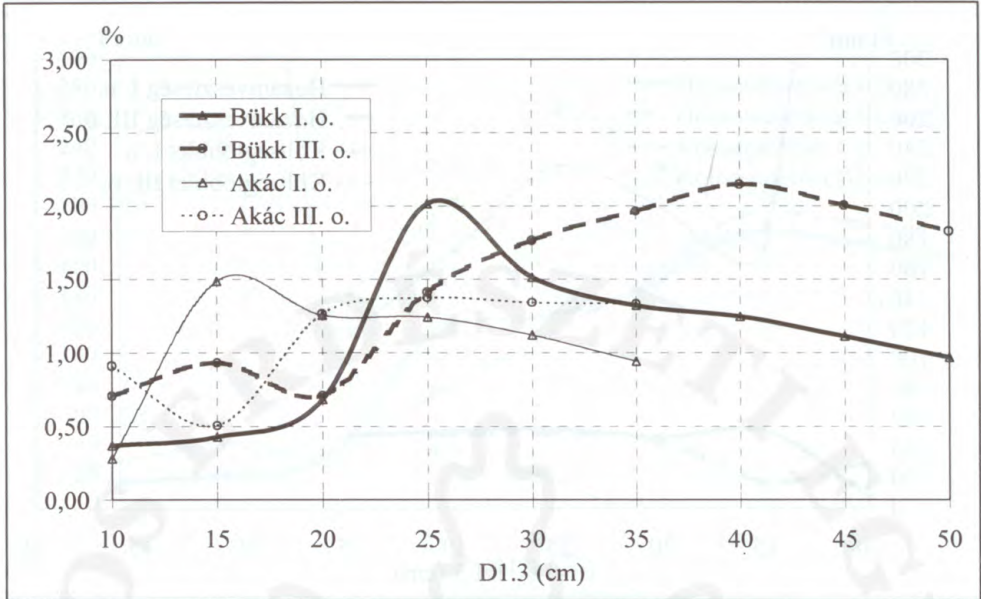
Fig. 3. Yield loss per  $m^3$  caused by root collar damage and additional costs as a result of forbearance in Robinia stands (KM I : 15%)

Az akácnál is elvégezve a fenti összevetést (3. ábra), az derül ki, hogy a kíméletlenség okozta veszteség szinte minden átmérő-kategóriában alatta marad a kíméletesség miatti költségnövekedésnek. Ez a gyakorlat nyelvére lefordítva azt jelenti, hogy az alföldi akácokban nyugodtan megmaradhatnak a jól bevált RV-s (mezőgazdasági traktor markolóval felszerelve) közelítési technológiáknál, nem kell törekedni a drágább, kihordásos technológiák alkalmazására.

Előbbiek alapján eljuthatunk arra a köztudott megállapításra, hogy a bükk sérülésérzékeny fafaj, az akác pedig kevésbé az. Elemzésünk értéke abban jelentkezik, hogy erre a mértékre vonatkozóan konkrét számokkal szolgál.

A veszteségek vizsgálatánál nem érdektelen annak kimutatása, hogy ezek milyen mértékűek a normál árbevételhez viszonyítva. Ezt tüntettük fel a 4. ábrán.

Látható, hogy a kiváló minőségű bükkösökben 25 cm-nél éri el a tősérülés okozta veszteség százalékos aránya a normál árbevételhez viszonyítva a maximumát. Ez is megerősíti tehát, hogy a bükknél 25 cm mellmagassági átmérő körül van a kritikus pont. Ugyanez a kiváló akácokban 15 cm-re tehető. Az átlagos bükkösökben a maximum 40 cm körül jelentkezik, az átlagos akácokban pedig 25 cm körül.



4. ábra Tősérülési veszteség a normál árbevétel százalékában (KM 1 : 15%)  
 Fig. 4. Yield loss caused by root collar damage, relative to the percentage of the normal profits (KM 1 : 15%)

Kimutattuk még, hogy mennyi a tősérülés okozta veszteség a vizsgált fajoknál hektáronként. Hogy ezt megkaphassuk, átmérő-fokozatonként megszoroztuk a  $\text{nm}^3$ -enkénti veszteséget a mellékállomány fatérfogatával.

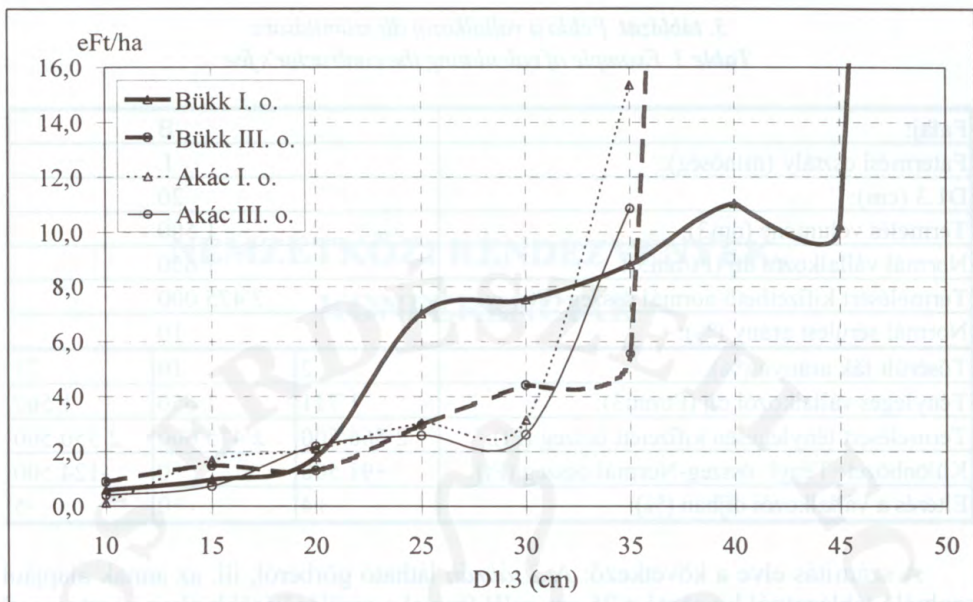
A számítás eredményei az 5. ábrán láthatók. Bükknél a hektáronkénti veszteség ugyancsak 25 cm-től kezd erőteljesen növekedni, és 40 cm-nél éri el a nevelővágások között a maximumát. Akácnál az első (a bükkhöz viszonyítva sokkal mérsékeltebb) igazi emelkedés 15 cm-nél található, a nevelővágási csúcspont pedig 25 cm-nél.

Véghasználatoknál a sérülések miatti hektáronkénti veszteségek – a jóval nagyobb kitermelt fatérfogat miatt – természetesen összehasonlíthatatlanul nagyobbak, és a fenti ábráról messze kifutnak függőleges irányban. A nagyságrend érzékeltetésére nézzük a következő példát. Egy 50 cm átmérőjű, I. o. bükkösben, 15%-os sérülés esetén a következőképpen alakul a hektáronkénti veszteség:

$$(17015 \text{ Ft/nm}^3 - 15917 \text{ Ft/nm}^3) * 720 \text{ nm}^3/\text{ha} * 15/100 = 118584 \text{ Ft/ha}$$

ahol: 17015 Ft/nm<sup>3</sup> a sérülésmentes állomány fajlagos árbevétele,  
 15917 Ft/nm<sup>3</sup> a tősérült állomány fajlagos árbevétele,  
 720 nm<sup>3</sup>/ha pedig a véghasználati fatérfogat.

Megjegyezzük, hogy hektárra átszámítva a kíméletesség miatti fakitermelési többletköltséget, és ezt a hektáronkénti veszteség ábrájára felhordva, ugyanott található a kritikus pont, mint ahol azt a 2. ábra elemzésekor bemutattuk.



5. ábra. Tősérülés okozta veszteség hektáronként (KM I: 15%)

Fig. 5. Yield loss caused by root collar damage for every hectare (KM I : 15%)

## A KÍMÉLETESSÉGRE ÖSZTÖNZÉS

Mivel a tősérülések következtében fellépő árbevétel-csökkenés a leírt módon kiszámítható, ennek segítségével lehetővé válik, hogy kíméletesre ösztönözzük a fakitermelés végrehajtóit. A továbbiakban erre mutatunk be egy példát.

Tételezzük fel, hogy egy fakitermelő vállalkozó  $1500 \text{ nm}^3$  bükk gyérítésre szerződik, amelynek átmérője 20 cm, minőségi osztálya kiváló, a normál vállalkozói díj pedig  $1650 \text{ Ft/nm}^3$ . Az erdő tulajdonosával szerződésben rögzítik azt is, hogy a visszamaradó állomány fáinak max. 10 %-a lehet tősérült a termelés végeztével. Az ezt meghaladó sérültség esetén arányosan csökkentik, az ezen érték alatti sérültség esetén arányosan növelik a vállalkozói díjat.

Ha a termelés befejezésekor az erdész és a vállalkozó közös bejárás (teljes felvétellel vagy mintaterületeken) rögzíti, hogy a visszamaradó állomány törzseinek 2%-a tősérült, a vállalkozói díj  $1711 \text{ Ft/nm}^3$ -re növekszik. A vállalkozó tehát  $91500 \text{ Ft}$ -tal többet kap a teljes termelésért, mint amennyit a normál vállalkozói díj alapján kapott volna. Ha azonban 21%-os sérültség nagyságot állapítanak meg, a vállalkozói díj  $1567 \text{ Ft/nm}^3$ -re csökken, így  $124500 \text{ Ft}$ -tal lesz kisebb a tervezettnél a vállalkozó bevétele.

3. táblázat. Példa a vállalkozói díj számítására  
Table 3. Example of calculating the contractor's fee

Fafaj:	B		
Fatermési osztály (minőség):	I.		
D1.3 (cm):	20		
Termelés volumene (nm <sup>3</sup> ):	1 500		
Normál vállalkozói díj (Ft/nm <sup>3</sup> ):	1 650		
Termelésért kifizethető normál összeg (Ft):	2 475 000		
Normál sérülési arány (%):	10		
Tőserült fák aránya (%):	2	10	21
Tényleges vállalkozói díj (Ft/nm <sup>3</sup> ):	1 711	1 650	1 567
Termelésért ténylegesen kifizetett összeg (Ft):	2 566 500	2 475 000	2 350 500
Különbözet=Tényl. összeg-Normál összeg (Ft):	+91 500	+0	-124 500
Eltérés a vállalkozói díjban (%):	+4	+0	-5

A számítás elve a következő: A 2. ábrán látható görbéről, ill. az annak alapján szolgáló táblázatból kivethető a 25 cm-es!!! (mivel a sérülés később okoz veszteséget) átmérőjű, I. o. bükkösben 1% sérülésnél adódó veszteség: 7,57 Ft/nm<sup>3</sup>. 2%-os sérülésnél ennek nyolcszorosával (10-2=8), vagyis 60,56 ~ 61 Ft/nm<sup>3</sup>-rel növekszik a vállalkozói díj. Ha a tőserületek mértéke 21%-os, akkor az 1% sérülésnél adódó veszteség tizenegyszeresével (10-21= -11) 83,27 ~ 83 Ft/nm<sup>3</sup>-rel csökken a vállalkozói díj.

Természetesen az erdőgazda ugyanígy meghatározhat más elfogadható sérülési arányt is, a számítás pedig – táblázatkezelő számítógépes programmal – igen egyszerűen elvégezhető.

#### IRODALOMJEGYZÉK

- Halupa, L., Kiss, R., Rédei, K. 1980. Akác erdőnevelési modellje. ERTI kézirat.
- Keresztes, Gy. 1989. A fahasználat során a faállományban keletkező károk. ERTI Kutatási jelentés, Sopron.
- Mendlik, G. 1980. Bükkösök erdőnevelési modellje. ERTI kézirat.
- Mendlik, G. 1983. Bükk fatermési táblák. In: Bondor, A. (szerk.) A bükk. Akadémiai kiadó, Budapest, 116–127.
- Rumpf, J, Mihály, S., Tóth, F. 1995. Beiträge zu den Mehrkosten der Pflughilfen. In: Mechanisierung der Waldarbeit, FORMEC '95 Tagungsbericht, Sopron, 110–115.
- Rumpf, J. 1995. Választékszerkezeti táblázatok, faárak. Kézirat.
- Sopp, L. 1974. Fatömegszámítási táblázatok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

A FAO NEMZETKÖZI NYÁRFA BIZOTTSÁG (IPC) 20. ÜLÉSE ÉS AZ IPC  
VÉGREHAJTÓ BIZOTTSÁGÁNAK 38. ÜLÉSE

**NEMZETKÖZI RENDEZVÉNYEK,  
KONFERENCIÁK**



1851

1866

A Nemzetközi Nyárfa Bizottság (International Paper Commission, rövidítve: IPC) 1996-ban kezdte meg működését. Alapították Párizsban 1996-ban 35 ország a tagja lettük Magyarország is. A budapesti Ülésen részt 36 tagországgal együtt Dél-Afrika. Az Ülésen 26 tagország küldött, további 6 országból megfigyelők vettek részt.

A Nemzetközi Nyárfa Bizottság főbb célkitűzése:

- a nyár- és fűztermesztés tudományos, technológiai, társadalmi és ökonómiai vonatkozásainak a tanulmányozása;
- az ismeretek és anyagok cseréjének elősegítése kutatók, termesztők és felhasználók között;
- közös kutatási programok szervezése;
- ösztönzés kongresszusok és tanulmányutak szervezésére;
- beszámolók és ajánlások kidolgozása és előterjesztése a FAO, valamint az egyes nemzeti nyárfa-bizottságok felé.

3. táblázat: Erdélyi erdőgazdálkodás számításai  
 Table 3: Calculations of forestry in Transylvania

Állapot	D
Értékesítési osztály (művelési)	1
III. I. (folyó)	1
Fermentés, szilárdanyag (100%)	1
Nevelési osztály (művelési)	1
Fermentés és tisztítási osztály (művelési)	1
Nevelési osztály (művelési)	1
Ünneplő osztály (művelési)	1
Értékesítési osztály (művelési)	1
Értékesítési osztály (művelési)	1
Különböző osztály (művelési)	1
Értékesítési osztály (művelési)	1

... az erdőgazdálkodás...  
 ... a terület...  
 ... a terület...  
 ... a terület...

... az erdőgazdálkodás...  
 ... a terület...  
 ... a terület...  
 ... a terület...

Hálupa, L., Kiss, J., Rádel, K.: 1990. Erdészeti Gazdaság. Erdészeti Kutatások, Győr, 1-2. kötet. A társaságok 1851-1990 közötti fejlődéséről. Kutatási jelentés.

Mendlik, G.: 1980. Erdészeti gazdasági modellek. ERKI közlemények, 1980. évf. 1. szám.

Mendlik, G.: 1983. Erdészeti gazdasági modellek. Erdészeti Kutatások, 1983. évf. 1. szám.

Kumpf, J., Mihály, S.: 1976. Erdészeti gazdasági modellek. Erdészeti Kutatások, 1976. évf. 1. szám.

Kumpf, J.: 1985. Erdészeti gazdasági modellek. Erdészeti Kutatások, 1985. évf. 1. szám.

Székely, L.: 1974. Erdészeti gazdasági modellek. Erdészeti Kutatások, 1974. évf. 1. szám.

## **A FAO NEMZETKÖZI NYÁRFA BIZOTTSÁG (IPC) 20. ÜLÉSE ÉS AZ IPC VÉGREHAJTÓ BIZOTTSÁGÁNAK 38. ÜLÉSE**

*Budapest, 1996. szeptember 27 – október 4.*

TÓTH BÉLA

A FAO Nemzetközi Nyárfa Bizottsága a 20. – négyévenként szokásos – ülésének megrendezésére Magyarországot kérte fel. Az Ülésre – amelyet általános köznapi szóhasználatnál "nyárfa-világkongresszus" elnevezéssel szokás említeni – 1996. október 1–4 között került sor. Az Ülést megelőzően, 1996. szeptember 27-30 között tanulmányúton vettek részt az érdeklődők.

A budapesti nyárfa-világkongresszus a magyar erdészet (a magyarországi nyárfatermesztés) egyik legjelentősebb, legnagyobb szabású rendezvénye volt az utóbbi évtizedekben. Igazolja ezt a megállapítást a rendezvény globális jellege: öt világrész 32 országából 152 külföldi szakember vett rajta részt a magyarokon kívül.

A külföldi résztvevők megoszlása: Argentína 3, Brazília 2, Chile 13, Peru 1, Uruguay 1, Kanada 4, USA 5, Egyiptom 1, Kenya 1, Új-Zéland 1, India 3, Kína 10, Dél-Korea 3, Pakisztán 1, Belgium 15, Bulgária 7, Egyesült Királyság 2, Franciaország 7, Görögország 1, Hollandia 2, Horvátország 6, Írország 1, Lengyelország 1, Németország 4, Olaszország 20, Portugália 1, Románia 4, Spanyolország 11, Svájc 2, Svédország 7, Szlovákia 1, Törökország 2 fő; továbbá a FAO titkárságról 3 szakember és 6 szinkrontolmács. Magyarországot előadóként 26, hallgatóként 32, rendezőként további 14 fő képviselte. Az ülésen a hivatalos delegátusok, tanácsadók és megfigyelők teljes létszáma 207 volt.

A Nemzetközi Nyárfa Bizottság (**International Poplar Commission**, rövidítve: **IPC**) a FAO egyik szakmai szervezete. 1947-ben alapították Párizsban. 1996-ban 35 ország a tagja, köztük Magyarország is. A budapesti Ülésen vették fel 36. tagországgként Dél-Afrikát. Az ülésen 26 tagország küldöttei, további 6 országból megfigyelők vettek részt.

A Nemzetközi Nyárfa Bizottság főbb célkitűzései:

- a nyár- és fűztermesztés tudományos, technológiai, társadalmi és ökonómiai vonatkozásainak a tanulmányozása;
- az ismeretek és anyagok cseréjének elősegítése kutatók, termesztők és felhasználók között;
- közös kutatási programok szervezése;
- ösztönzés kongresszusok és tanulmányutak szervezésére;
- beszámolók és ajánlások kidolgozása és előterjesztése a FAO, valamint az egyes nemzeti nyárfa-bizottságok felé.

Az IPC tevékenységét a Végrehajtó Bizottság (EC) szervezi. Ez 1996-ban 12 választott és 5 kooptált tagból állott. Magyarországot az EC újraválasztásáig egy kooptált tag képviselte. A Végrehajtó Bizottság a Nevezéktani és Regisztrációs albizottságra, valamint 5 munkabizottságra tagozódik. Ez utóbbiak a következők:

- ❖ Fakitermelési és fahasznosítási munkabizottság,
- ❖ Nyárfa-betegségek munkabizottság,
- ❖ Rovarkárosítások munkabizottság,
- ❖ Nyár - fűz nemesítési és termesztési munkabizottság,
- ❖ Biomassza-termesztési munkabizottság (a nevét éppen a budapesti ülésen változtatták "nyár és fűz termesztéstechnológiai rendszerek munkabizottság"-ra).

Az IPC konkrét feladatai és tevékenysége a munkabizottságokhoz kötődnek.

Érdekességként említésre érdemes, hogy magyar származású elnöke van a "Fakitermelési és fahasznosítási munkabizottság"-nak: *Balatinecz János*, valamint a "Nyár és fűz termesztéstechnológiai munkabizottság"-nak: *Zsuffa Lajos*; mindketten a torontói egyetem professzora.

A Nemzetközi Nyárfa Bizottság tevékenységi témakörébe tartozik a fűztermesztés és -felhasználás is, mint a nyárral egymást kiegészítő témakörök.

A budapesti nyárfa-világkongresszusnak külön rangot adott, hogy az – ha nem is hivatalosan – illeszkedett a millicentenáriumi rendezvények sorába.

A Nemzetközi Nyárfa Bizottság 20. ülése rendezési jogának odaítélése a magyarországi nyárfatermesztési kutatások és gyakorlati tevékenység eredményeinek az elismerését jelentette. Ugyanakkor a rendezvény lehetőséget nyújtott arra, hogy Magyarországra irányuljon a figyelem olyan távoli országokból is, ahol Magyarországról szinte semmi ismerettel nem rendelkeztek.

A nemzetközi nyárfa-kongresszus nem csupán tudományos összefüggés. Pl. a budapesti ülés résztvevőinek csupán mintegy a fele jött kutatási intézményekből, egyetemekről, a másik fele gyakorlati nyárfatermesztő (jórészt tulajdonosként) és fafeldolgozó ipari szakember volt.

Az IPC üléseinek van egy központi témája, amely elsősorban a plenáris ülés egyik vitatémája, másfelől ráirányítja a figyelmet egy-egy aktuális témára, irányt mutat a nyár és fűztermesztés további fejlesztési stb. tennivalóit illetően. A tagországok a központi témáról nemzeti beszámolót készítenek elő; ezek szintézisét a plenáris ülés vitatja meg.

Az IPC 20. (budapesti) ülésének a központi témája: "Környezeti és társadalmi kérdések a nyár és fűz termesztésben és felhasználásban" volt. Ennek résztemái:

### **I. A nyár és fűz természetes állományok, ültetvények környezeti és társadalmi hatásaival kapcsolatos kérdések**

- ◆ Természetes nyár- és fűzállományok: területük, eloszlásuk, fejlődési - fejlesztési trendek; szerepük a vízgyűjtők hidrológiai működésében; jelentős ökoszisztémák megléte; hozzájárulás a tradicionális tájképhez; szerepük a lakosság jólétében.

- ♦ Ültetvények fejlesztése (terület, eloszlás, trendek); hidrológiai hatások; az ökoszisztémákra kifejtett hatásuk; a bio-geokémiai ciklusokra kifejtett hatás; hozzájárulás a tradicionális tájképhez és változásaihoz; hozzájárulás a lakosság jólétéhez.
  - ♦ A nyár és fűz kitermelése és felhasználása.
- II. A nyárok és fűzek telepítését és hasznosítását érintő környezeti és társadalmi közérdekű korlátozások**
- ♦ A nyárral és fűzzel történő erdősítési célkitűzések környezeti/társadalmi indokoltsága.
  - ♦ A nyárok és fűzek telepítését érintő környezeti és/vagy társadalmi korlátozások feloldására elfogadott ösztönzések.
  - ♦ A területhasznosítási célkitűzések speciális rendszabályai.
- III. Környezettel kapcsolatos és/vagy társadalmi konfliktusok nyár- és fűz termesztők, valamint másfelől helyi közösségek vagy nem kormányzati szervezetek között**
- ♦ Általános trendek a nyár- és fűztermesztés környezettel kapcsolatos és/vagy társadalmi hatásának a társadalom által való érzékelésében.
  - ♦ A nyár- és fűztermesztés környezettel kapcsolatos és/vagy társadalmi hatásai által okozott konfliktusok.
- IV. Tudományos kutatás a nyár- és fűztermesztés és felhasználás környezettel kapcsolatos és/vagy társadalmi hatásokról**
- ♦ Folyamatban lévő tudományos munkák.
  - ♦ A felsorolt kérdésekben való fejlődés és együttműködés kilátásai.

A központi témára vonatkozó nemzeti beszámolót a szervező bizottság az FM Erdészeti Hivatal, a KTM Természetvédelmi Hivatal, az Erdészeti Tudományos Intézet és a Magyar Nemzeti Nyárfa Bizottság közreműködésével készítette el.

A tagországoktól nemzeti beszámolót kértek az 1992. évi 19. (Zaragoza-i) ülés óta eltelt időszakban a nyár és fűz termesztésével és felhasználásával kapcsolatos tevékenységről is. Ennek résztémái: gazdaságpolitika és törvénykezés; statisztikai és ökonómiai adatok (terület, területváltozás, fakitermelés és választékok, import-export, trendek, a telepítések menedzselése és adminisztrálása); szakmai adatok (identifikáció, fajtaválaszték, nemesítés, szaporítóanyag termesztés, minőségi ellenőrzés, ültetvények, nyáras erdőállományok, erdővédelem, fakitermelés és hasznosítás); általános információk (pl. tájékoztatás a Magyar Nemzeti Nyárfa Bizottságról, nemzetközi kapcsolatok). Ezt a nemzeti beszámolót a szervező bizottság az FM Erdészeti Hivatal, az Erdészeti Tudományos Intézet, az FM Erdőrendezési Szolgálat, az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet és a Magyar Nemzeti Nyárfa Bizottság közreműködésével állította össze.

A szervező bizottság az említett nemzeti beszámolókon kívül egy reprezentatív kiállítású ismertetőt adott közre "**A nyár és a fűz termesztése Magyarországon**"

címmel, amely a résztvevők körében igen nagy elismerést kapott. A kongresszus hivatalos tárgyalási nyelve az angol volt, bár a FAO többi hivatalos nyelvét (francia, spanyol) is használták.

## **A NEMZETKÖZI NYÁRFA BIZOTTSÁG 20. (BUDAPESTI) ÜLÉSE (1996. OKTÓBER 2–4.)**

Az ülés három részre tagolódott. Ezek: a **Nemzetközi Nyárfa Bizottság (IPC)** plenáris – nyilvános – ülése; az **IPC Végrehajtó Bizottságának 38. – zártkörű – ülése**; a munkabizottságok szakmai – nyilvános – ülése. A nagyközönséget is leginkább érdeklő szakmai előadások ez utóbbiakban hangzottak el.

### **I. AZ IPC PLENÁRIS ÜLÉSE**

Az Ülést 1996. október 2-án V. Steenackers, (Belgium), az IPC ill. az IPC Végrehajtó Bizottságának elnöke nyitotta meg. Tolmácsolta a FAO főigazgatójának üdvözlését. Megemlítette, hogy a budapesti ülésre a magyar kormány meghívására került sor. Ezt követően a résztvevők a 20. ülés elnökévé választották *Dr. Mátyás Csabát*, a Soproni Egyetem professzorát.

A magyar földművelésügyi kormányzat nevében *dr. Buzássy Lajos* helyettes államtitkár köszöntötte a résztvevőket. Áttekintette a magyar erdészet fontos szerepét a fatermesztésben és más javak és szolgáltatások terén, rámutatott az erdészeti ágazat részére a minisztérium által nyújtott támogatásokra. Kiemelte a nemzetközi együttműködés szükségességét az erdészetben, megemlítette Magyarország bő tapasztalatait az erdőgazdálkodásban. Megköszönte a FAO-nak a magyar agrár-gazdaság számára nyújtott támogatását, valamint a hozzájárulását a nemzetközi tevékenység koordinálásához az erdészet terén.

*Dauner Márton*, az FM Erdészeti Hivatal elnöke előadásában áttekintette a magyarországi erdészeti ágazat jelenlegi prioritásait. Ezek között szerepelnek az erdei termékek előállítás mellett a természet- és vadvédelem, valamint a társadalmi-jóléti szolgáltatások. Az új gazdasági és politikai rendszerben, a szövetkezetek felbomlásával változtak a termőföldek és a faipar tulajdoni viszonyai, de nem csökkent az erdőterület, az erdővel kapcsolatos törvények pedig meg lettek erősítve. Az Erdészeti Hivatal céljai világosak: előkészíteni az új erdőtörvény végrehajtásának a szabályait, újjászervezni az erdészeti ágazat és az állami erdők igazgatását, meggyorsítani a föld- és erdőhasználat konszolidációjának a folyamatát és elősegíteni az erdőtelepítéseket.

A Magyar Nemzeti Nyárfa Bizottság elnöke *dr. Erdős László* ismertette, hogy Magyarországon már 153 ezer ha nyáras van, amely a lemez-, a csomagoló- és a papíripar bázisa. A nyárfa alapú ipari termékek nagy része exportra kerül. A kutatás, különösen ami a nemesítést és a faanyag tulajdonságokat illeti, jelentősen elősegíti ezt a folyamatot. Jelentős feladatok állnak előttünk, ideértve a magán erdőtulaj-

donok konszolidálását, valamint a magyarországi agrárszektor szerkezetében beálló további változások hatásainak adaptálását.

*J.B.Ball*, az IPC titkára mindenekelőtt felhívta a figyelmet arra, hogy a Nemzetközi Nyárfa Bizottság létrehozásának 50. évfordulója lesz 1997-ben. Rámutatott, hogy az IPC a FAO egyik szakmai testülete, és mint ilyen: semleges fórum a nyárakkal és fűzekkel kapcsolatos természeti és elvi kérdések megvitatásához; tanácsadó és támogató a diszciplinák széles körében; kapcsolatteremtési lehetőség a FAO 174 tagországának hálózatához.

*Daniel Terasson* (Franciaország), a nomenklatura nevezéki és regisztrációs albizottság elnöke ismertette az Ülés központi témájával kapcsolatosan 17 tagországtól kapott nemzeti beszámolók szintézisét. *A nyárak és fűzek termesztésével és felhasználásával kapcsolatos környezeti és társadalmi kérdésekre adott válaszok* alapján a tagországokat három kategóriába lehet sorolni:

- országok, amelyek a nyárak és fűzek termesztését általában előnyösnek tartják védelmi és/vagy termelési célokra (pl. Kína, Marokkó stb., ahol a alicaceae-k termesztése csökkenti az eróziós veszélyt és zöld folyosókat hoz létre);
- országok, amelyekben a nyár (és kisebb mértékben a fűz) telepítését kritikusan fogadják vagy ellenzik is, főleg azért, mert fenyegetik a nedves termőhelyek és völgyek természetes ökoszisztémáinak egységét (elsősorban Nyugat-Európában);
- országok, ahol közömbösen viszonyulnak a Salicaceae-k termesztése iránt (mint pl. Svédország vagy Kanada, ahol a Salicaceae-k inkább természetesen mint ültetvényekben fordulnak elő).

A nyárak és fűzek természetes állományai általában nagyon megfogyatkoztak folyószabályozások, mezőgazdasági használatba vétel, vagy mesterséges nyárfa-telepítések következtében. Ezért több ország génmegőrzési programot indított (pl. a *Populus nigra* génmegőrzésére Európában, az **EUFORGEN** program részeként). A partmenti természetes állományok elősegítik a folyópartok stabilizálását, több országban fontosnak tartják ezek nitrát-megkötő képességét, folyosókat nyújtanak az állatok vándorlásához, előnyösen befolyásolják a tájképet. A természetes nyárasok és fűzesek jelentősége csökkenő a tüzelő és építőanyag ellátásban.

Bár a Salicaceae-k területe az utóbbi években növekedett, a jelentőségük viszonylag kisebb az ültetvény-programokban (kivéve Kínát). A környezeti és társadalmi hatások az ültetvények céljától függően pozitívak vagy negatívak lehetnek. A beszámolók jelezték a Salicaceae-k telepítésének negatív hatását a természetes ökoszisztémákra, az állatvilágra, valamint a természetes állományokban előidézett gészennyezéssel. A tájképi hatást illetően a nemzeti beszámolók egyaránt jelezték pozitív és negatív értékelést, de a lakosság jólétére kifejtett hatásokat illetően csak pozitív jellegű jelzések érkeztek. A Salicaceae-k fájának felhasználására, a feldolgozás környezeti hatására vonatkozóan több országban is kutatások folynak.

A nemzeti beszámolók megfogalmazták a nyárak és fűzek termesztésével és felhasználásával kapcsolatosan a fontosabb környezeti és társadalmi hatásokat, ezek további vizsgálatának a szükségességét. Úgyszintén szükségesnek tartják a folyó

menti parti erdők megtartását és a nyár-fűz génforrások (így pl. a *Populus nigra*) megőrzését.

A nyárak és fűzek termesztésére, felhasználására, a fogyasztásra, valamint a nemzeti nyárfa bizottságok működésére vonatkozó nemzeti beszámolókat 27 tagország (köztük Magyarország) nyújtotta be. Ezek szintézisének legfontosabb megállapításai a következők:

- A nyárasok területi adatai a legtöbb tagországból rendelkezésre állnak. Ezek közül néhány adat: Franciaország 245 ezer ha, Románia 163 ezer ha (ebből 80 ezer ha természetes állomány), Magyarország 162 ezer ha, Törökország 157 ezer ha (ebből 7 ezer ha őshonos állomány), Irán 150 ezer ha (40 ezer ha őshonos), Németország 103 ezer ha, Spanyolország 98 ezer ha, Olaszország 71 ezer ha, Argentína 55 ezer ha, Belgium 45 ezer ha, Egyiptom 40 ezer ha, Hollandia 31 ezer ha, India 26 ezer ha. Kínában a természetes és mesterséges eredetű nyárasok területe 1,34 millió ha; ebből 360 ezer ha-t 1991–95 között létesítettek. Kanadában nagy területet foglalnak el a keményfával és fenyővel elegyes természetes nyárállományok. A nyárfatelepítések jelentős növekedéséről számolt be Kína, Törökország és Belgium, míg csökkenés ment végbe Franciaországban és Olaszországban. A legnagyobb nyár-élőfakészletről Kanada számolt be: 29 millió m<sup>3</sup> (túlnyomórészt *P. tremuloides*); Franciaország 27, Olaszország 4 millió m<sup>3</sup>-rel rendelkezik (Magyarország 1,2 millió m<sup>3</sup>).
- A nyárfa export és import továbbra is jelentős maradt Európában. A legnagyobb importáló országok: Olaszország kb. 500 ezer tonna, Belgium 313 ezer t, Franciaország 107 ezer t, Hollandia 62 ezer t, Horvátország 24 ezer t. A legfőbb nyárfa exportáló országok: Magyarország kb. 500 ezer t, Belgium 159 ezer t, Franciaország 327 ezer t, Románia 40 ezer t, Horvátország 20 ezer t.
- Több ország is jelezte olyan földhasználati stratégiai formálódását, amely elősegíti a nyárak és fűzek telepítését. Egyes országokban viszont a közhangulat ellenzi a nyárak ültetvényszerű telepítését (esetenként ez a törvényalkotásban is megjelenik) a biológiai változatosság fenyegetettsége és természetellenes megjelenésük miatt. Néhány ország pénzügyileg is elősegíti új nyárasok telepítését felhagyott szántó területeken.
- Egyes országokban (pl. Németország, Svédország) továbbra is érdeklődés mutatkozik a nyár és fűz biomassa termelés iránt, energia előállítási céllal.
- A fűzek termesztéséről kevés információ áll rendelkezésre. Románia 50 ezer ha (ebből 9,4 ezer ha természetes), Egyiptom 40 ezer ha, Argentína 35 ezer ha, Magyarország 23 ezer ha, Svédország 16 ezer ha, India 15 ezer ha (ebből kb. 8 ezer ha természetes), Horvátország 7,4 ezer ha (ebből 3 ezer ha természetes) fűzállománnyal rendelkezik. A statisztikákban regisztrált fűz kitermelés évente Romániában 250 ezer m<sup>3</sup>, Argentínában 245 ezer m<sup>3</sup>, Magyarországon 46,8 ezer m<sup>3</sup>, Horvátországban 28 ezer m<sup>3</sup>.
- A nemzeti nyárfa bizottságok általában aktívak a nemzetközi együttműködésben.

A plenáris ülés keretében a munkabizottságok együttes ülést tartottak. Itt a következő előadások hangzottak el:

- ❖ A nyár mint fatermesztési program-modell (előadó: R. Stettler, USA);
- ❖ A fűzek az Argentin Köztársaságban (R. Arreghini és T. Cerillo, Argentína);
- ❖ A nyárak gén-forrásainak globális kezelése felé (V. Steenackers, Belgium);
- ❖ A nyár csiraplazma biztonságos szállításának technológiai irányelvei (J. Ball, FAO);
- ❖ Egy értéknövelő nyárfahasznosítás Magyarországon (Kovács Zsolt, Láng Elemé, Szabadhegyi Győző).

Az együttes ülésen terjesztették elő jelentéseiket a munkabizottságok, adtak tájékoztatást a munkabizottsági nyílt ülésekről, tették meg javaslataikat.

A fakitermelési és fafelhasználási munkabizottság a következő kutatási prioritásokat határozta meg: fanedvesség (okok, problémák a feldolgozásban és a megelőzés); tenziós fa (létrehozása és felhasználása); a nyárfaanyag biológiai romlása és ennek megelőzése. A munkabizottság a következő témák kidolgozását irányozta elő: a nyárfatermesztés ökonómiaja és modellezése; a fűzek termesztése, műszaki jellemzőik, felhasználásuk; a nyárak termesztése, műszaki jellemzőik, felhasználásuk.

A nyárfa betegségekkel foglalkozó munkabizottság további tennivalókul javasolta a nyárak fontos betegségei világtatlaszának összeállítását, a nyárfabetegségek terén az Európai Unió országaival meglévő együttműködés kiterjesztését más országokra és kontinensekre, a *Marssonina brunnea* és a *Discoporium populeum* kórokozók diverzitásáról részletes tanulmány készítését.

A rovarkárosítások munkabizottsága a jövőbeli tevékenységének irányelveire a következő ajánlásokat tette: az embert és a természetes ökoszisztémákat fenyegető veszélyek csökkentése érdekében a rovarkártevők kontroljára szolgáló módszerek fejlesztése; megelőzési módok bevezetése annak érdekében, hogy csiraplazma vagy más érzékeny anyagok cseréje útján addig ártalmatlan kórokozók jelentős károsítókká váljanak; a nyárkárosítók iránti genetikai rezisztenciára vonatkozó kutatási módszerek harmonizációja az országok között.

A nemesítési és termesztési munkabizottság megállapította, hogy a genetikai diverzitás fenntartásának legjobb módszere az "in situ" megőrzés; hasonlóképpen fontos számos nemzeti intézmény "ex situ" csiraplazma kollekcója. Javasolta, hogy a munkabizottság korábbi előterjesztése nyomán a FAO által a *P. euphratica* és *P. ilicifolia* fajok megfigyelésére kifejlesztett monitoring rendszert terjesszék ki más, a meleg és száraz klímákhoz alkalmazkodott nyárfajokra is, különösképp a *P. ciliata* és *P. yunnanensis* fajokra Ázsiában, valamint az *Aigeiros*, *Abaso* és *Tacamahaca* szekciók fajaira Mexikóban. Kívánatos, hogy a hosszú időn át felhalmozódott nyár és fűz termesztési tapasztalatokkal rendelkező országok ezeket adják át azoknak az országoknak, ahol a nyár- és fűztermesztés még viszonylag új.

A biomassza-termesztési munkabizottság javasolta, hogy a tagországok támogassák az intenzív művelésű és a bioenergia rendeltetésű nyár és fűz telepítéseket, mindenekelőtt annak érdekében, hogy enyhítsék a természetes erdőkre nehezedő nyomást, másfelől egy szén-semleges energiaforrás létrehozása végett. Javasolták

továbbá, hogy a tagországok támogassák a mezőgazdasági művelésből kivont területeken nyár és fűz telepítését Magyarországon és a környező országokban, akár financiálisan is, és támogassák ezekben az országokban a nyár-kutatási programokat.

A nomenklátúra nevezéki és regisztrációs albizottság szorgalmazza a nyár kultivárok nemzetközi katalógusának naprakész állapotba hozását, az újabb kultivárok regisztrálásához szükséges információk szolgáltatását, továbbá együttműködést az erdészeti szaporítóanyag termesztését ellenőrző nemzeti hatóságokkal.

A záró plenáris ülés (okt. 4-én) megválasztotta az új Végrehajtó Bizottságot az 1997–2000. közötti időszakra. Ennek során megtisztelő elismerésben részesült a magyarországi nyárfatermesztés: a 12 tagú VB-ba állandó tagként beválasztották dr. Bach István erdőmérnököt, az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet erdészeti főosztályvezetőjét, akinek kimagasló érdemei vannak a magyarországi nyárfanemesítési munkák elősegítésében, a fajtaválaszték fejlesztésében és a minőségi szaporítóanyag-termesztés rendszerének megalapozásában, állami ellenőrzésében.

A legközelebbi – 21. – Ülés megrendezésére Chile, Irán, valamint közösen az USA és Kanada jelentkeztek. Döntés várhatóan 1998-ban születik.

A záróülésem V. Steenackers – akit ismét az IPC, ill. a Végrehajtó Bizottság elnökévé választottak – megköszönte az általa rendkívül sikeresnek ítélt ülés és tanulmányút megszervezését és lebonyolítását.

Az IPC 20. (budapesti) Ülését dr. Führer Ernő ERTI főigazgatója, a szervező bizottság elnöke zárta be. Kihangsúlyozta, hogy Magyarország a gazdasági nehézségek ellenére is folytatja a nyárak és fűzek termesztését, az idevágó kutatásokat.

## II. AZ IPC VÉGREHAJTÓ BIZOTTSÁG 38. ÜLÉSE (OKT. 1.)

A zártkörű ülés gerincét a munkabizottságok, valamint a nomenklátúra és regisztrációs albizottságok beszámolóí alkották az 1994-ben Törökországban tartott 37. ülés óta végzett tevékenységükről. Elemezték a munkabizottságok kötelezettségeit. Megtárgyalták az IPC 50 éves évfordulójával kapcsolatos előkészületeket. Foglalkoztak a VB 1997–2000. időszakbeli összetételére, továbbá a VB legközelebbi ülésének a helyére és időpontjára vonatkozó javaslatokkal.

A VB megtárgyalta és értékelte az IPC ülését megelőzően lebonyolított tanulmányutat. Megállapították, hogy a tanulmányút jól érzékeltette a magyarországi nyárfatermesztés feladatait, a rendelkezésre álló adottságokat, a leküzdendő nehézségeket, az elért eredményeket. Rendkívül elismerően és meleg hangon, igen magas színvonalúként értékelték a tanulmányutat mind tartalmilag, mind a rendezést tekintve. Különösen mély benyomást keltett a nyárfá kutatások és a természetgyógyászat szoros együttműködése. Ebben, valamint – ennek következményeként – a kutatási eredmények gyors realizálási lehetőségében látták a magyarországi nyárfatermesztés elért színvonalának a hátterét és biztosítékát.

### III. A MUNKABIZOTTSÁGOK SZAKMAI ÜLÉSEI (OKT. 2–3.)

A munkabizottságok szakmai ülései nyilvánosak voltak, és – a tanulmányutakkal együtt – ezek tették valójában az IPC-Ülést nyárfa-kongresszussá. A szakmai közönség – külföldi és belföldi – számára az itt elhangzott előadások, kiegészülve további nagyszámú tanulmánnyal a nyárfa termesztési és felhasználási ismeretek, új kutatási eredmények és termesztési tapasztalatok gazdag tárházát nyújtották. Annál is inkább, mivel az előadásokat és a tanulmányokat a szervező bizottság két kötetben (Proceedings) a résztvevők kezébe is adta.

Az egyes munkabizottsági üléseken az előadások és a kapcsolódó tanulmányok száma, továbbá a magyar szerzők előadásai, tanulmányai az alábbiak:

- ❖ **Fakitermelési és fafelhasználási munkabizottság:** 13 előadás és tanulmány; magyar szerzőktől:
  - ❖ Kovács Zs., Láng E., Szabadhegyi Gy.: Egy értéknövelő nyárfahasznosítás Magyarországon.
  - ❖ Peszlen I., Molnár J.: Magyar nyárfaklónok faanyagának tulajdonságai.
  - ❖ Tóth J.: Faalapú lemezek termelése és a nyárak felhasználása Magyarországon
- ❖ **Nyárfa betegségek munkabizottsága:** 10 előadás és tanulmány; magyar szerzőktől:
  - ❖ Bohár Gy.: Nyárfa betegségek Közép-Európában.
- ❖ **Rovarkárosítások munkabizottsága:** 10 előadás és tanulmány; magyar szerzőktől:
  - ❖ Tóth J.: A nyár rovarkárosítások helyzete Magyarországon.

A nemesítési és termesztési munkabizottság anyaga a kiemelkedően nagy érdeklődés következtében több altémára oszlik. Ezek:

- ❖ **A természetes populációk változatossága:** 7 előadás és tanulmány;
- ❖ **Biotechnológia:** 6 előadás és tanulmány; magyar szerzőktől:
  - ❖ Heszky L., Kiss J., Gergác J., Mázik-Tőkei K.: Virágporokultúra-módszer a nyárfanemesítésben Magyarországon.
- ❖ **Agro-erdészet:** 10 előadás és tanulmány; magyar szerzőktől:
  - ❖ Erdős L.: Nyárfatermesztés mint a földhasznosítás egyik módja.
  - ❖ Kovács G.: Nyárfatermesztési tapasztalatok Észak-Kelet Magyarországon.
  - ❖ Tóth B.: A nyárfanemesítés eredményei Magyarországon.
- ❖ **A nyár és fűz termesztés ökonomiai, környezeti és technológiai vonatkozásai:** 16 előadás és tanulmány; magyar szerzőktől:
  - ❖ Bach I.: A genotípus és a környezet kölcsönhatásának tanulmányozása a magyar klónoknál.

- ❖ *Bagaméry G., Oláh Zs., Bach I.*: Néhány nyárklón növekedési jellemzőinek összehasonlítása egy tághálózatú termesztési kísérletben a Tisza hullámterében.
- ❖ *Gabnai E., Tóth B.*: Magyar nyárfajták termesztési tulajdonságai és fatermésük.
- ❖ *Járó Z., Sitkey J.*: Kölcsönhatások az erdő és a talajvíz között.
- ❖ *Rédey K.*: Akáctermesztés Magyarországon.
- ❖ **Biomassza-termesztési munkabizottság: 14 előadás és tanulmány; magyar szerzőktől:**
  - ❖ *Marosvölgyi B., Halupa L., Wesztergom I.*: A nyár mint biológiai energiaforrás.
  - ❖ *Szendrődy L.*: Hibrid nyáarak biomassza-produkciójának modellezése.

Az ülés színhelyén 51 posztert állítottak ki. Ezek közül magyar szerzőktől:

- ❖ *Babos K., Zsombor F.*: Az elismert nyárfajták Magyarországon és a fajtajelöltek; faminőségük áttekintése.
- ❖ *Dauner M.*: A magyar erdészeti politika aktuális problémái.

#### A TANULMÁNYÚT (SZEPT. 27–30.)

Mint hogy a négynapos tanulmányút során nem lehetett az egész ország nyárfatermesztését bemutatni, a tanulmányúti program Kelet–Északkelet Magyarországra összpontosult. Az útvonal és a program összeállításánál az volt a cél, hogy az a lehető legteljesebb mértékben reprezentálja a magyarországi nyárfatermesztés termőhelyi viszonyait, lehetőségeit, az ezekhez alakított sajátos termesztési technológiákat, a fejlesztési törekvéseket, a gondokat és nehézségeket, betekintést adjon a hazai nyárfafeldolgozás egyes részterületeire is.

A tanulmányúti programban egyaránt szerepeltek üzemi (gazdasági) nyárasok, nyár klón- és termesztési kísérletek, őshonos nyáras galériaerdők mint a génmegőrzés figyelemre méltó helyszínei. Mivel a tulajdoni privatizációt illetően eleve nagy érdeklődésre lehetett számítani, a bemutató programban többféle tulajdoni forma is szerepelt. Az IPC újabban más gyorsannövő fafajok iránt is érdeklődést mutat. Ezért a programba rövidebb akáctermesztési bemutató is belekerült.

A tanulmányút útvonala a következő volt: Budapest–Kunszentmárton–Tiszavárkony–Tószeg–Tiszavárkony–Tiszapüspöki–Debrecen–Derecske–Balmazújváros–Hajdúhadház–Nyírlugos–Vásárosnamény–Szabolcs–Budapest. A bemutató területek előkészítését az Erdészeti Tudományos Intézet irányításával a tulajdonosok, kezelők nagy gonddal végezték. Erről a résztvevők külön is elismerően nyilatkoztak. Minden bemutató területen talajszelvényeket tanulmányozhattak a résztvevők, ezen kívül rendelkezésre álltak a termőhelyfeltárási eredmények, a fatermési adatok, a bemutatott állományra vonatkozó előzmények, továbbá a kezelőkre (gazdálkodók-

ra) vonatkozó információk. A program megfelelő összeállítását, szervezését igazolta a helyszíneken bemutatott rendkívül nagy érdeklődés, újabb és újabb kérdések hosszú sora, ezeknek esetenként az estébe nyúló megvitatása, a meglehetősen feszes program lebonyolítása folyamán mindvégig. A nagy érdeklődést már előre jelezte a külföldi résztvevők meglepően nagy száma (105 fő).

A bemutatók helyi szervezői, a szakmai témák, a közreműködő gazdálkodók, a bemutatót végző szakemberek a következők voltak:

- Körösmenti "Paletta" Kft., Kunszentmárton. A bemutató tárgya: nyárfa feldolgozó középüzem.  
Bemutatta: *Horpácsi József*, ügyvezető.
- Tiszavárkony; egykori tsz-erdő. Tárgy: nyárfajták tághálózatú termesztési kísérlete a Tisza hullámterében.  
Bemutatta: *Bagaméry Gáspár*, az OMMI szaporítóanyag-termesztési főfelügyelője.
- Tószeg, Nagykunsági Erdészeti és Faipari Rt. (NEFAG). A bemutató tárgya: az üzemszerűen egyedül Magyarországon termesztett 'Agathe-F' nyáras a Tisza hullámterében.  
Bemutatta: *Kiss Barnabás*, a NEFAG kerületvezető erdésztechnikusa, a NEFAG-ot: *Szebeni László* vezérigazgató.
- Tiszapüspöki. A bemutató tárgya: őshonos nyáras galériaerdő a Tisza mentén.  
Bemutatta: *dr. Tóth Béla*, az ERTI tud. tanácsadója; a Tisza-szabályozást és a hullámtéri védőerdőkben folytatott gazdálkodást ismertette: *dr. Nagy István* vízügyi igazgató.
- Derecske; a Nyírségi Erdészeti Rt. (NYÍRERDŐ) csemetekertje a "Populus" Kft. üzemeltetésében. A bemutató tárgya: nagyüzemi nyár és fűz szaporítóanyag-termelés különböző fázisai; az ERTI nyár és fűz nemesítői törzsgyűjteménye; országos központi nyár- és fűz törzsanyatelep; a nyár és fűz szaporítóanyag-termesztés magyarországi rendszere és hatósági ellenőrzése; NYÍRERDŐ Rt. és a "Populus" Kft. ismertetése.  
Bemutatták: *dr. Bach István* OMMI, *Szabó Mihály* ("Populus" Kft), *dr. Tóth Béla* (ERTI), ill. *Kovács Gábor* vezérigazgató (NYÍRERDŐ Rt.).
- Balmazújváros; NYÍRERDŐ Rt. A bemutató tárgya: Az ERTI nagyparcellás nyár klónkísérlete.  
Bemutatta: *dr. Tóth Béla*.
- Hajdúhadház; tulajdonosok: Erdőbirtokossági Társulat, SZÖVÁLL Erdő és Fafeldolgozó Termelőszövetkezeti Közös V. Ismertették: *Hajdú Gábor* elnök, ill. *Birta Sándor* termelési igazgató. A bemutató tárgya: 'Pannonia' és 'Agathe-F' nyáras termesztése; növénytér-szabályozási kísérletek 'Agathe-F' nyárasban; nyár és akác együttes termesztése; a magyarországi akácnemesítés háttere és folyamata; nemesített akácfajták gyűjteménye.

Bemutatták: *Áncsán György* műszaki vezető, *dr. Halupa Lajos* (ERTI), *dr. Tóth Béla*.

- Nyírlugos; Nyírlugosi Állami Gazdaság. A bemutató tárgya: magyar nyárfaklónok ('Pannonia', 'Kopecky') és 'Agathe-F' nyár termesztése; nyáras erdősítési technológia; nyáras véghasználati technológia; akáctermesztés; a nyár- és akácgazdálkodás ökonómiai értékelése. Bemutatta, ill. ismertette: *Juhász Mihály* erdőgazdálkodási ágazatvezető; az ERTI nyár fajtaösszehasonlító bemutató kísérleti területét bemutatta: *dr. Tóth Béla*.
- Vásárosnamény; az INTERSPAN Faipari Kft. faforgácslap-gyártó üzeme. Bemutatta: *dr. Kelemen Miklós* igazgató.
- Szabolcs; termelőszövetkezeti erdőkből alakulóban levő erdőbirtokos-sági társulat. A bemutató tárgya: nyárfatermesztés a Tisza hullámterében. Bemutatta: *Jeszenszky András* erdészeti szakirányító; az ERTI nyár klónkísérlete; őshonos nyáras és fűzes galériaerdők a Tisza mentén; bemutatta: *dr. Tóth Béla*.

A résztvevők – köztük a világ legnevesebb nyárfakutatói és nagytekintélyű nyárfatermesztői – a helyszínen is, majd a tanulmányutat követő budapesti ülés folyamán is ismételtlen a legteljesebb elismeréssel állapították meg, hogy a magyarországi nyárfatermesztés a többnyire kevésbé optimális adottságok ellenére is példaszzerű eredményeket ért el. Megállapításaik szerint ennek az alapját a termőhelyi adottságok rendszeres és alapos feltárása, az ezekhez adaptált nyárfajta-választék (benne kiváló tulajdonságú magyar fajták) kialakítása, az államilag ellenőrzött, garanciára épülő fejlett szaporítóanyag előállítási rendszer, a magyarországi termőhelyi adottságokhoz, természeti kívánalmakhoz illeszkedő termesztési technológiák kifejlesztése és alkalmazása, valamint az igen hatékony nyárfatermesztési (nemesítési, technológia, fejlesztési, növényvédelmi) kutatások és ezek eredményeinek gyakorlati alkalmazása képezik.

## EGYEBEK

Az IPC 20. Ülésének megrendezését a magyar földművelésügyi kormányzat a FAO főigazgatójával kötött szerződésben vállalta. A szervezéssel az FM az Erdészeti Tudományos Intézetet bízta meg. Az ERTI-ben létrehozott szervező bizottság összetétele:

- dr. Führer Ernő*, főigazgató (a szervező bizottság elnöke),
- dr. Rédei Károly* (ERTI, a szervező bizottság titkára),
- dr. Tóth Béla* (ERTI, a szakmai szervezés felelőse),
- dr. Sitkey Judit* (ERTI, szervezési és nemzetközi adminisztráció),
- dr. Erdős László* (a Magyar Nemzeti Nyárfa Bizottság elnöke; belföldi hivatali kapcsolatok),
- dr. Bach István* (OMMI, a Magyar Nemzeti Nyárfa Bizottság titkára, szakmai kérdések, kiadványok szerkesztése),
- dr. Gergác József* (ERTI, szakmai kérdések).

A szervező bizottság munkáját az előkészítések és a lebonyolítás során az ERTI technikusai, adminisztrációs dolgozói, az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet erdészeti és kertészeti főosztályának munkatársai, továbbá a tanulmányút ismertetésénél említett cégek, intézmények és felsorolt munkatársaik segítették.

A lebonyolítás folyamán angol nyelvismeretükkel, szakmai tolmácsolásukkal nyújtottak nélkülözhetetlenül hasznos közreműködést *dr. Gál János* (Soproni Egyetem), *dr. Szendrői László* (Soproni Egyetem), *dr. Somogyi Zoltán* (ERTI), *Bagaméry Gáspár* és *Gabnai Ernő* (OMMI).

Külön is kiemelendő *dr. Szodfridt István* professzor (Soproni Egyetem) közreműködése: valamennyi nemzeti beszámoló, kiadvány, több előadás és tanulmány angol nyelvre fordítása kiváló minőségben.

Nélkülözhetetlen szervezési segítséget nyújtott a Debreceni Erdőfelügyelőség, amelynek a működési körzetében bonyolódott le a tanulmányút.

Az Ülés megrendezéséhez rendelkezésre álló szűkös anyagi forrásokat támogatásukkal egészítették ki és járultak hozzá a színvonalas lebonyolításhoz a Délalföldi Erdészeti Rt. (Szeged), a Gemenci Erdő- és Vadgazdaság Rt. (Baja), a Kiskunsági Erdészeti és Faipari Rt. (Kecskemét), a Nagy-kunsági Erdészeti és Faipari Rt. (Szolnok), a Nyírségi Erdészeti Rt. (Nyíregyháza), a Dél-Pestmegyei Mezőgazdasági Rt. (Cegléd), az INTERSPAN Faipari Kft (Vásárosnamény), az ERDÉRT Rt. (Budapest), továbbá a tanulmányúti programba bekapcsolt cégek.

Az IPC magyarországi nyárfa világkongresszusa valóban a magyar erdészetnek egyik legnagyobb sikerű nemzetközi rendezvényeként vonul be szakmai történetünkbe. Ezt a már említett globális jelleg, a külföldi résztvevők kiemelkedően nagy száma mellett a tartalmi gazdagság is igazolja. E megállapításokat alátámasztja a résztvevők részéről felsőfokon ismételt elhangzott elismerő megnyilvánulások sora. A rendezvény méltón illeszkedett a millicentenáriumi nemzeti értékvilágához!



## **AZ EURÓPAI FEKETENYÁR GÉNMEGŐRZÉSI HÁLÓZAT IRÁNYÍTÓ TESTÜLETÉNEK ÜLÉSE AZ ERTI SÁRVÁRI KÍSÉRLETI ÁLLOMÁSÁN**

1996. október 5-7.

TÓTH BÉLA

Az 1990-ben Strasbourg-ban megtartott "Az erdők védelme Európában" témájú európai miniszteri konferencia határozatot hozott az európai erdők genetikai alapjainak a megőrzéséről. A végrehajtás eszközüül létrehozták az Európai Erdők Genetikai Alapjai Programot (**European Forestry Genetic Resources Programme: EUFORGEN**).

Az **EUFORGEN** az európai erdei fafajok génmegőrzése érdekében egyelőre négy fafajra (fafaj csoportra) program-hálózatot, ill. irányító testületet állított fel. Ezek: a lucfenyő, a paratölgy, a feketenyár, nemes keményfák hálózata (network). Az **EUFORGEN** magyar nemzeti koordinátora Dr. Mátyás Csaba egyetemi tanár, a feketenyár génmegőrzési hálózat (**Populus nigra Network**) irányító testületének az **EUFORGEN** által felkért magyar tagja Dr. Tóth Béla (ERTI tud. tanácsadó).

A **Populus nigra Network** irányító testületének 3. ülésére került sor Sárváron, az ERTI rendezésében. (Az előző ülések: a törökországi Izmit-Sapanca-ban 1994-ben, az olaszországi Monferrato-ban 1995-ben). Október 5-6-án folyt a tanácskozás; a résztvevők október 6-án az ERTI sárvári kísérleti állomásának a nemesítői tevékenységével, valamint a feketenyár klóngyűjteményével ismerkedtek, október 7-én pedig a Kisalföldi Erdőgazdasági Rt. észak-hansági és mosonmagyaróvári erdészeteinek területén bemutatott feketenyár plusz-fákat, populációkat mint helyszíni (in-situ) génmegőrzés kiváló példányait tanulmányozták. Az ülésen a **Populus nigra Network** irányító testület 14 tagja (11 európai országból), valamint a feketenyár génmegőrzési tevékenységben közreműködő magyar intézményekből 13 szakember vett részt.

Az Állami Erdészeti Szolgálat országos erdő-adattára 4 011 ha feketenyár által elfoglalt erdőterületet tart nyilván (1994. jan.1-i állapot). Óvatosságra int azonban, hogy ezek részleges felülvizsgálata szerint nagy részük feketenyár és nemesnyárok spontán hibridjei, márpedig génmegőrzés tekintetében csakis tiszta feketenyár előfordulások jöhetnek számításba. Minthogy a feketenyár helyzete Európa-szerte hasonló, szigorú felülvizsgálat szükséges. Ehhez az irányító testület kidolgozta a feketenyár meghatározásához szükséges ismérvek leírását, amelyet éppen a sárvári tanácskozás véglegesített. (A leírás összeállításához a magyar szakemberek is értékes anyagokat szolgáltattak).

A tanácskozás véglegesítette a *P. nigra* klónokra vonatkozó leíró jegyzék formáját, továbbá standard leíró jegyzékre javaslatot állított össze. Ezek segítségével standardizált leírások készíthetők az európai *P. nigra* előfordulásokra, ill. az "in situ"

génmegőrzésre kijelölt plusz-fákra, populációkra, *P. nigra*-állományokra. A leírási jegyzékek alapul vételével európai adatbázist állít össze és kezel az olaszországi Nyárfatermesztési Kutató Intézet (ISP, Casale Monferrato).

Megvitatta a tanácskozás a *P. nigra* "ex situ" génmegőrzési mód irányelveit, ezek véglegesített formáját az Internetre is beviszi az **EUFORGEN**.

Ugyancsak a Casale Monferrato-i intézet **EUFORGEN** központi *P. nigra*-klóngyűjteményt alapozott meg, amelyet a résztvevő országok küldeményeivel folyamatosan fejleszt. (1996-ban az ERTI is küldött anyagot.) A közreműködő országok innen saját gyűjteményüket, klón készletüket fejleszthetik. A belgiumi Erdő- és Vadgazdasági Kutató Intézet (Geraardsbergen) referencia klóngyűjteményt létesített.

Új feladatként kutatások indulnak (Franciaország, Ausztria) az **EUFORGEN** *P. nigra* klóngyűjtemény jellemzésére felhasználható molekuláris jegyek vizsgálatára (első lépésként a meglévő molekuláris módok áttekintése).

Elhatározták *P. nigra* irodalmi szemle összeállítását, ill. ennek naprakész karbantartását.

Fontos feladat a hatékony nyilvános tájékoztatás a génmegőrzés elősegítése érdekében. E célból folyamatban van a gyűjtemény összeállítása, valamint a média lehetőségek feltárása.

A résztvevők nagy érdeklődéssel tanulmányozták az ERTI bajti csemetekertjében elhelyezett *P. nigra* klóngyűjteményt, amely az "ex situ" génmegőrzés feladatát tölti be. Az anyatelepi formában fenntartott géngyűjtemény 46, a faalakú géngyűjtemény 43 *P. nigra* klónt tartalmaz. Különösen az utóbbi keltett nagy figyelmet, hiszen 20 éves korával szinte egyedülálló *P. nigra* klóngyűjtemény Európában.

Közismert, hogy Európában a tiszta *P. nigra* előfordulások száma, területe nagyon megfogyatkozott, csaknem már a kipusztulással veszélyeztetett növényfajok közé került. (A magyarországi *P. nigra* előfordulások viszonylag még mindig jelentőseknek számítanak). Éppen ezért meglepetéssel vegyes elismerést váltott ki a terepi tanulmányúton az Észak-Hanságban és a Kis-Duna térségében (Kisalföldi Erdőgazdaság Rt.) bemutatott nagy méretű, kiváló alaki tulajdonságú *P. nigra* – többnyire *P. albá*-val elegyes – populáció foltok, kijelölt és leírt (jellemzett) törzsfák, mint az "in situ" génmegőrzés tényleges objektumai. A **Populus nigra Network** irányító testületének egyöntetű véleménye szerint Magyarországon a *P. nigra* génmegőrzés számára rendkívül értékes populációk, egyedek szép számmal fordulnak elő. Ezt a véleményt erősítették az irányító testület azon tagjai, akik a tanácskozást közvetlenül megelőző nemzetközi nyárfa kongresszus kelet-magyarországi tanulmányútján részt vettek és tanulmányozhatták egyes Tisza-menti galériaerdőkben bemutatott úgyszintén gazdag *P. nigra* előfordulásokat.

A sárvári tanácskozást a résztvevők nagyon sikeresnek ítélték. Az elhangzottak nagyon aláhúzták, hogy a magyar szakembereknek fokozott figyelmet kell fordítaniok e természeti kincsek megóvására. Sürgős és fontos tennivalókként fogalmazódtak meg számunkra a következők:

- a *Populus nigra* - génmegőrző feladataira, módjaira, a kapcsolatos tevékenységre mihamarabb nemzeti koncepciót kell kidolgozni;

- ennek keretében a *P. nigra* tanácskozásain kidolgozott irányelveknek megfelelően tovább kell fejleszteni, ill. korszerűsíteni kell az ERTI sárvári kísérleti állomásán már meglévő "ex situ" génmegőrző gyűjteményt;
- meg kell gyorsítani, szervezettebbé kell tenni a tiszta *P. nigra* előfordulások (egyedek, populációk, állományrészek) felkutatását: a különleges értékű egyedeket, populációkat törzskönyvezni kell;
- alkalmazni kell a standarizált leírási rendszert a *P. nigra* génmegőrzés mindegyik formájában; össze kell állítani a nemzetközi adatbázist;
- szoros kapcsolatot kell tartani a feketenyár európai klóngyűjteménnyel (Casale Monferrato) és a referencia-klóngyűjteménnyel (Geraardsbergen), továbbfejlesztés, klóncsere stb. érdekében.



Az erdőgazdálkodás egyik fontos feladata az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges.

Az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása érdekében az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges.

Az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása érdekében az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges.

Az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása érdekében az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges.

Az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása érdekében az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges.

Az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása érdekében az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges.

Az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása érdekében az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges.

Az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása érdekében az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges. A faanyag előállításához szükséges a faanyagellátás biztosítása, amihez az erdőterületek fenntartása és a faanyag előállításának biztosítása szükséges.

## AZ ERTI TEVÉKENYSÉGE 1936-TÓL NAPJAINKIG ÉS A JÖVŐ TERVEI

FÜHRER ERNŐ

Az 1936-os magyarországi Erdészeti Világkongresszus 60 éves jubileumi emlékülésén elhangzott előadás szövege (1996. 09. 02. Sopron)

Tisztelt Elnök Úr!

Tisztelt Hölgyeim és Uraim!

1936 a magyar erdészeti kutatás és kísérletügy történeti fejlődésében megkülönböztetett évnek számít. Az Erdészeti Kutató Intézetek Nemzetközi Szövetségének 1929-es Stocholmi Kongresszusa Dr. Roth Gyula, a Magyar Királyi Erdészeti Kísérleti Állomás igazgatójának kezdeményezésére úgy határozott, hogy a már korábbi 1914-es meghívás elismerésével a IX. kongresszus színhelye Magyarország legyen.

Az 1893-ban formailag is megalakult Erdészeti Kutató Intézetek Nemzetközi Szövetségéhez Magyarország 1903-ban nyilvánította ki csatlakozási szándékát. A szövetség 1910-ben, Brüsszelben megtartott VI. kongresszusán Vadas Jenőt az Erdészeti Kísérleti Állomás első igazgatóját egyhangúlag elnökké választotta, mely megtisztelő állást haláláig, 1922-ig betöltött. Ugyanitt a Magyar Kormány nevében Vadas Jenő a szövetség VII. kongresszusát 1914-re meghívta hazánkba, amit a szövetség elfogadott. Sajnos, az első világháború nemcsak ennek a kongresszusnak a meghiúsítását eredményezte, hanem drasztikus változást hozott az ország, ezen keresztül az intézet életében és működésében.

Úgy gondolom, hogy az említett személyek és nevükhöz kötött események méltóan tükrözik az 1936 előtti magyar erdészeti kutatás elismerését. Annak az önálló kutatás és kísérletügynek a megbecsülését, melynek kialakításáért és kifejlesztéséért a múlt század utolsó évtizedében, a Millenneumi Magyarország erdészei, mindenek előtt Vadas Jenő igen sokat tettek. Vadas Jenő az Erdészeti Lapok-ban 1893-ban megjelent „*Szervezzük a magyar erdészeti kísérletügyet*” című tanulmányában már azt a korszerű ökológiai - ökonómiai felfogást hangoztatta, miszerint „a kísérleti állomások ... feladata az erdőgazdaság összes dolgaiban tanulmányokat, kutatásokat, kísérleteket tenni, hogy ezek alapján biztosan legyenek megállapíthatók azok az erdőgazdasági elvek, melyeknek alkalmazásával az erdők jövedelmezősége, a tartós használat s a talaj termőképességének megóvása mellett, a lehetséges legnagyobb mértékig fokozható”. A kitartó és szakmailag jól alátámasztott munkálkodás eredményeképpen, azt mintegy megkoronázva 1897 december 31-én Darányi Ignác akkori földművelésügy miniszter aláírta az 12650 sz. rendeletet, amely 1898 január 1-vel Selmecebányán önálló, közvetlen a minisztérium fennhatósága alatt álló Központi Erdészeti Kísérleti Állomás létesítéséről intézkedett.

Tisztelt Hölgyeim és Uraim !

Az elmondottak talán egyértelművé teszik önök előtt, hogy az 1936-os magyarországi IUFRO kongresszus megrendezésének alapfeltétele az intézményesített erdészeti kutatás létrehívása, Vadas Jenő első világháborút megelőző és Roth Gyula ezt követő kutatás-szervező és irányító, valamint a magyar erdész-kutatók nemzetközi szinten és elfogadott kísérleti eredményeket produkáló tevékenysége volt. A kongresszus 15 napig tartott, ezalatt, a több mint 2000 km-es tanulmányút végig haladt hazánk erdészeti kísérletek szempontjából fontosabbnak tekintett vidékein. Sopron, Pécs, Budapest, Szeged és Debrecen egyetemi városokban összesen 116 előadás hangzott el, melyek közül 31 hazai előadót. A résztvevő külföldiek száma 21 országból 69 fő volt. Roth professzor a kongresszus lefolyását és eseményeit több mint 100 oldal terjedelemben külön füzetben részletesen megírta. A kongresszust élete és szakmai munkássága legfőbb céljának és eredményének tekintette, melynek megvalósításában igen sokat segítettek Magyar Pál és Ijjász Ervin, valamint a kongresszus idejére ideiglenesen beosztott fiatal erdőmérnök kollégák, továbbá az erdőmérnöki főiskola tanári kara.

Sajnos 1936 fordulópontot is jelentett az erdészeti kutatás történetében. A magyar erdőgazdaság akkori vezetője rövid időn belül a szolgáltatételre beosztott munkatársakat áthelyezte és ezzel az a Központi Erdészeti Kísérleti Állomás, illetve 1933-tól Magyar Királyi Erdészeti Kutató Intézet lassan munkaképtelenné vált. Roth Gyula ennek felelősségét nem vállalva 1940-ben lemondott az intézet vezetéséről, melyet Magyar Pál vett át tőle. A II. világháború vihara, a harctéri események következtében a kutató intézet elveszítette teljes műszerfelszerelését, megrongálódtak bútora és tönkrement értékes könyvtára is.

A II. világháború után az erdők államosítása nyomán létrejött nagy állami erdőbirtok kezelése és fejlesztése, majd az ismét napirendre került nagyarányú erdőtelepítési-fásítási program megteremtette a társadalmi igényt az erdészeti kutatások felélesztése, folytatása iránt. Ennek első jeleként az intézet a Magyar Állami Erdőgazdasági Üzemek (MÁLERD) irányítása alá került.

Az intézet vezetését Bokor Rezső főerdőtanácsos, címzetes egyetemi tanárra bízták és munkatervének fő gerincét a gyakorlati életben felmerülő mindazon problémák megoldása jelentette, melyekhez nagyobb tudományos felkészültség és laboratóriumi vizsgálatok szükségesek, illetve amelyeket a gyakorlat a maga eszközeivel megoldani nem tud.

Igazán nagy fordulatot azonban a 4045/1949. számú kormányrendelet jelentette, amely június 1-i hatállyal és budapesti székhellyel létrehozta az Erdészeti Tudományos Intézetet (ERTI).

Erről az alapról indulva bontakozott ki egyre szélesedő szervezeti-személyi-technikai-területi bázison az a rendkívül sokirányú kutató munka, amely az intézet soron következő négy évtizedes tevékenységét jellemzi. A kutatások elvi kereteit azok a politikai és állami határozatok jelentették, amelyeket az irányító szervek a tudomány és a gazdaság, azon belül pedig közelebbről az erdőgazdaság és a vele integrális kapcsolatba került elsődleges faipar fejlesztésére irányulóan hoztak. Az egyre bővülő és gazdagodó feladatkörnek megfelelően alakult ki az intézet differenciált, osztályokra

és állomásokra tagozódó szervezete. A hagyománynak megfelelően az ERTI-ben elsősorban az erdőgazdálkodás gyakorlati, főként a fatermesztés és a fakitermelés fejlesztésére irányuló komplex kutatómunka folyt.

Az 50-es, 60-as és a 70-es évek kitartó tevékenységének eredményei ma már a gyakorlatban realizálódtak, és azt a szakemberek evidenciaként kezelik. Ezek közül kiemelendő például:

- A táji erdőgazdálkodás, a korszerű magyar erdőtípológia, talaj- és termőhely-típológia alapjainak lefektetése. A termőhelyi viszonyoknak, a termőhely termőképességének és a fafajok termőhely-igényének ismerete adott módot megfelelő erdőtelepítési és felújítási eljárások megválasztására és ezáltal az erdősítések eredményességének fokozására. A termőhely és a rajta álló állományok közötti kölcsönhatások vizsgálata bebizonyította, hogy az erdei termőhelyek potenciális termőképessége átlagban csak 60-80 %-ban hasznosított.
- Az erdészeti hozamfokozás másik hatékony eszköze a nemesítői tevékenység. A honosítás, a szelekciós és keresztezéses nemesítés (a törzsfajjelölés, majd klóngyűjtemények, magtermesztő ültetvények magtermelő állományok kialakítása, származási és fajta-összehasonlító kísérletek megindítása) több ígéretes fajtajelölt kiválasztását, új állami fajta elismerését és a gyakorlatba való bevezetését eredményezte. A gyakorlatban is alkalmazott új fajták 10-20 %-kal nagyobb fatömeget adnak, a károsítókkal szemben pedig ellenállóbbak vagy legalábbis kevésbé érzékenyek.
- A hosszú időtartamú fatermeszi, állományszerkezeti és erdőnevelési kísérleti területek kialakításával és folyamatos vizsgálatával meghatároztuk a magyar erdők fatermőképességét (fatömeg- és fatermeszi táblák), az erdőnevelési irányelveket. Az erdőnevelési irányelvek betartásával a faállományok minőségének 10-15 %-os javulása érhető el.
- Az erdővédelmi kutatás szintén a II. világháború után gyorsult fel, amelynek eredményeként ma már nemcsak a legfontosabb abiotikus kártételeket és a biotikus kártevőket ismerjük, hanem hatékonyan tudunk védekezni ellenük a csemetekertekben, sőt a faállományokban is.
- Az erdészeti munkák gépesítettsége terén az intézetben folyó gépkísérleti tevékenység eredményeképpen jelentős fejlesztés realizálódott a gyakorlatban. Különösen az erdőművelés és a csemetetermesztés területén került sor a magyar természeti adottságoknak jobban megfelelő munkagépek illetve géprendszerek kifejlesztésére és gyakorlati alkalmazására.
- Az erdészeti gazdaságtani kutatások megindítása pedig az erdőgazdasági termelés gazdaságosságának fokozását eredményezte, hiszen a költség-hozam vizsgálatok lehetővé tették a fatermesztés, egyéb műszaki megoldások és szervezeti formák hatékonyságának megítélését.

Még sorolhatnám azon eredmények sokaságát, melyek beivódtak a gyakorlat mindennapos tevékenységébe, sokszor talán méltatlanul is elfelejtve abban a kutatómunka szerepét.

Tisztelt Hölgyeim és Uraim !

Az elmondottak talán egyértelművé teszik önök előtt, hogy az 1936-os magyarországi IUFRO kongresszus megrendezésének alapfeltétele az intézményesített erdészeti kutatás létrehívása, Vadas Jenő első világháborút megelőző és Roth Gyula ezt követő kutatás-szervező és irányító, valamint a magyar erdész-kutatók nemzetközi szinten és elfogadott kísérleti eredményeket produkáló tevékenysége volt. A kongresszus 15 napig tartott, ezalatt, a több mint 2000 km-es tanulmányút végig haladt hazánk erdészeti kísérletek szempontjából fontosabbnak tekintett vidékein. Sopron, Pécs, Budapest, Szeged és Debrecen egyetemi városokban összesen 116 előadás hangzott el, melyek közül 31 hazai előadót. A résztvevő külföldiek száma 21 országból 69 fő volt. Roth professzor a kongresszus lefolyását és eseményeit több mint 100 oldal terjedelemben külön füzetben részletesen megírta. A kongresszust élete és szakmai munkássága legfőbb céljának és eredményének tekintette, melynek megvalósításában igen sokat segítettek Magyar Pál és Ijjász Ervin, valamint a kongresszus idejére ideiglenesen beosztott fiatal erdőmérnök kollégák, továbbá az erdőmérnöki főiskola tanári kara.

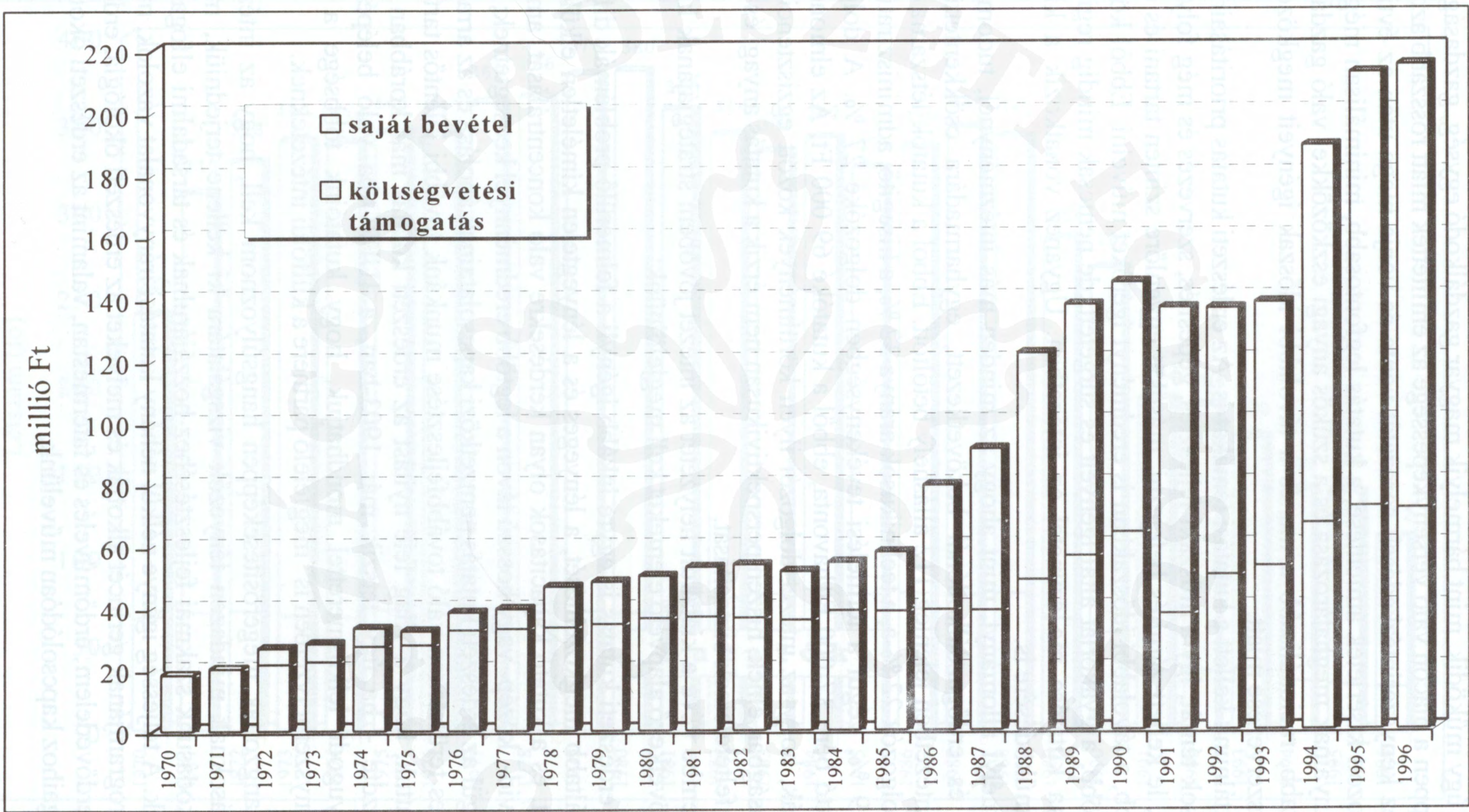
Sajnos 1936 fordulópontot is jelentett az erdészeti kutatás történetében. A magyar erdőgazdaság akkori vezetője rövid időn belül a szolgálatételre beosztott munkatársakat áthelyezte és ezzel az a Központi Erdészeti Kísérleti Állomás, illetve 1933-tól Magyar Királyi Erdészeti Kutató Intézet lassan munkaképtelenné vált. Roth Gyula ennek felelősségét nem vállalva 1940-ben lemondott az intézet vezetéséről, melyet Magyar Pál vett át tőle. A II. világháború vihára, a harctéri események következtében a kutató intézet elveszítette teljes műszerfelszerelését, megrongálódtak bútorai és tönkrement értékes könyvtára is.

A II. világháború után az erdők államosítása nyomán létrejött nagy állami erdőbirtok kezelése és fejlesztése, majd az ismét napirendre került nagyarányú erdőtelepítési-fásítási program megteremtette a társadalmi igényt az erdészeti kutatások felélesztése, folytatása iránt. Ennek első jeleként az intézet a Magyar Állami Erdőgazdasági Üzemek (MÁLERD) irányítása alá került.

Az intézet vezetését Bokor Rezső főerdőtanácsos, címzetes egyetemi tanárra bízta és munkatervének fő gerincét a gyakorlati életben felmerülő mindazon problémák megoldása jelentette, melyekhez nagyobb tudományos felkészültség és laboratóriumi vizsgálatok szükségesek, illetve amelyeket a gyakorlat a maga eszközeivel megoldani nem tud.

Igazán nagy fordulatot azonban a 4045/1949. számú kormányrendelet jelentette, amely június 1-i hatállyal és budapesti székhellyel létrehozta az Erdészeti Tudományos Intézetet (ERTI).

Erről az alapról indulva bontakozott ki egyre szélesedő szervezeti-személyi-technikai-területi bázison az a rendkívül sokirányú kutató munka, amely az intézet soron következő négy évtizedes tevékenységét jellemzi. A kutatások elvi kereteit azok a politikai és állami határozatok jelentették, amelyeket az irányító szervek a tudomány és a gazdaság, azon belül pedig közelebbről az erdőgazdaság és a vele integrális kapcsolatba került elsődleges faipar fejlesztésére irányulóan hoztak. Az egyre bővülő és gazdagodó feladatkörnek megfelelően alakult ki az intézet differenciált, osztályokra



1. ábra. Az ERTI költségvetési támogatása és saját bevétele 1970–1996 között

vagy banki hitelfelvétel teljes kizárása stb. Mindebből következik, hogy az ERTI ma már ugyan úgy működik, mint bármelyik magyar gazdálkodó egység, gazdasági társaság, csak éppen a piacon való versenyképessége az említettek miatt rosszabb azoknál.

Mindez kényszerintézkedések sorozatát vonja és vonja maga után az évtizedek alatt létrehozott kísérletek átmentése, a kutatás legfontosabb, minimálisan még elvégezhető irányainak meghatározása és a szűkös anyagi eszközökkel való gazdálkodás célorientáltabb, racionálisabb a ma és a távolabbi időszak igényeit megközelítően kielégítő átszervezése miatt.

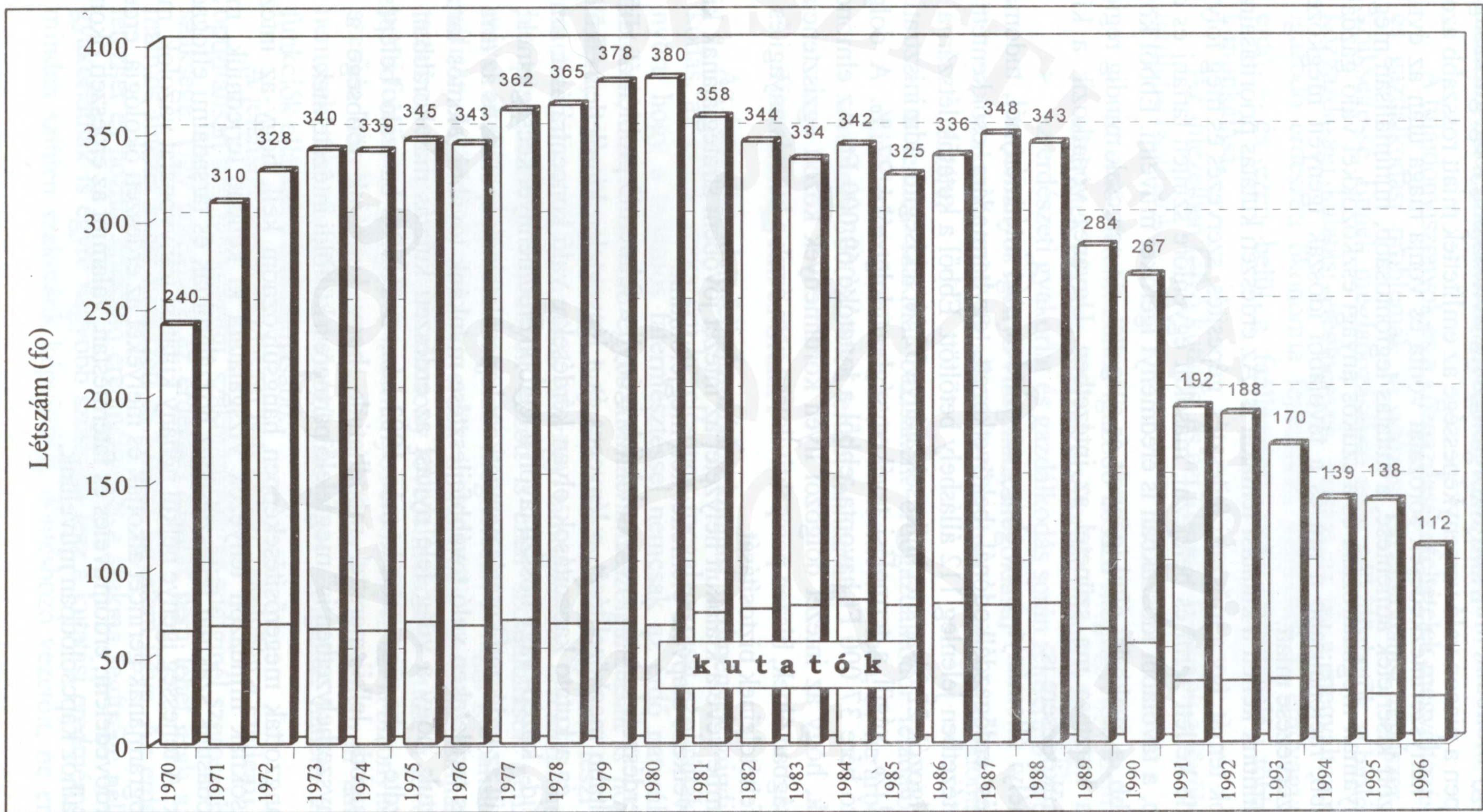
Szelektálnunk kellett a kutatási témákat is. Az erdészeti kutatás prioritásaira való tekintettel sok témát, így a műszaki fejlesztés, gépesítés, szervezés és még folytathatnám a sort, le kellett zárni és befejezni, másokat egyenlőre szinten tartani és csak a legfontosabb, a távolabbi időszakban is eredményt ígéroket művelni. Ebből következik, hogy több, a gyakorlat által igényelt és sürgetett, de nemcsak mindig regionális jellegű téma kutatása ma szünetel az intézetben. Ugyanez vonatkozik a kísérleti állomások működésére is.

A személyi állományt, mint ahogy az minden más intézménynél, tudományos műhelynél és erdőgazdálkodónál bekövetkezett, egyharmadára csökkentettük (2. ábra). Az intézetben jelenleg 112 álláshely betöltött. Ebből a kutatók létszáma 26 fő, ez az összdolgozók 22 %-a, a technikusok aránya 32 %, a kisegítő, adminisztratív személyzeté 19 %, végül a termelési tevékenységben dolgozóké 27 %. A dolgozók átlagos bruttó bére 37 000 Ft havonta, ebből a kutatóké 69 000 Ft. Az elmondottak alátámasztják, hogy az intézet dolgozói ilyen körülmények között egzisztenciálisan bizonytalanságban élnek, hiszen perspektivikusan nem érzik a kutatás anyagi és infrastrukturális feltételeinek biztosítását.

Figyelembe véve a kialakult helyzetet az intézet jövőbeni stratégiájának kialakításához a következő alapvető elemeket kell megjelölnünk:

- az erdészeti kutatás is egyre inkább igényli a felmerülő problémák differenciáltabb megközelítését, a lényeges és a lényegtelen kéméletlen elkülönítését, és a kutató kapacitások olyan kérdésekre való koncentrálását, amelyek rövid-, közép- vagy hosszú távon a legtöbb eredménnyel kecsegtetnek;
- végül az erdészeti kutatás nemzetközi kapcsolatainak ápolása és az arra érdemes területeken való továbbfejlesztése munkánk további jelentős tartaléka. Láttuk, hogy a világ felé nyitást az erdészeti kutatás már korábban megkezdte - ha úgy tetszik már 1903-ban, a IUFRO-ba való belépésével. Nyugodt lelkiismerettel mondhatjuk, hogy kutatóink többsége a „mai kényszerhelyzetben is” megfelelő partnere a külföldi intézeteknek.

Az elhangzottak megerősítésképpen hangsúlyoznom kell, hogy az intézetben folyó kutatásoknak mindazon tényezők vizsgálatára ki kellene terjedniük, melyek erdőgazdálkodásunk szakmai fejlesztéséhez hozzájárulnak és társadalmi elfogadtatását elősegítik. A teljesség igénye nélkül néhány kutatási irányvonalat vázolok, melyek az intézet programjának gerincét alkotják és melyeket az erdészeti ökológia, erdészeti nemesítés, erdővédelem, erdőművelés és fatermésztan, valamint az erdészeti ökonómia tudományágaihoz kapcsolódóan művelünk.



2. ábra. Az ERTI létszámának alakulása 1970–1996 között

vagy banki hitelfelvétel teljes kizárása stb. Mindebből következik, hogy az ERTI ma már ugyan úgy működik, mint bármelyik magyar gazdálkodó egység, gazdasági társaság, csak éppen a piacon való versenyképessége az említettek miatt rosszabb azoknál.

Mindez kényszerintézkedések sorozatát vonja és vonja maga után az évtizedek alatt létrehozott kísérletek átmentése, a kutatás legfontosabb, minimálisan még elvégezhető irányainak meghatározása és a szűkös anyagi eszközökkel való gazdálkodás célorientáltabb, racionálisabb a ma és a távolabbi időszak igényeit megközelítően kielégítő átszervezése miatt.

Szelektálnunk kellett a kutatási témákat is. Az erdészeti kutatás prioritásaira való tekintettel sok témát, így a műszaki fejlesztés, gépesítés, szervezés és még folytathatnám a sort, le kellett zárni és befejezni, másokat egyenlőre szinten tartani és csak a legfontosabb, a távolabbi időszakban is eredményt ígéroket művelni. Ebből következik, hogy több, a gyakorlat által igényelt és sürgetett, de nemcsak mindig regionális jellegű téma kutatása ma szünetel az intézetben. Ugyanez vonatkozik a kísérleti állomások működésére is.

A személyi állományt, mint ahogy az minden más intézménynél, tudományos műhelynél és erdőgazdálkodónál bekövetkezett, egyharmadára csökkentettük (2. ábra). Az intézetben jelenleg 112 álláshely betöltött. Ebből a kutatók létszáma 26 fő, ez az összdolgozók 22 %-a, a technikusok aránya 32 %, a kisegítő, adminisztratív személyzeté 19 %, végül a termelési tevékenységben dolgozóké 27 %. A dolgozók átlagos bruttó bére 37 000 Ft havonta, ebből a kutatóké 69 000 Ft. Az elmondottak alátámasztják, hogy az intézet dolgozói ilyen körülmények között egzisztenciálisan bizonytalanságban élnek, hiszen perspektivikusan nem érzik a kutatás anyagi és infrastrukturális feltételeinek biztosítását.

Figyelembe véve a kialakult helyzetet az intézet jövőbeni stratégiájának kialakításához a következő alapvető elemeket kell megjelölnünk:

- az erdészeti kutatás is egyre inkább igényli a felmerülő problémák differenciáltabb megközelítését, a lényeges és a lényegtelen kéméletlen elkülönítését, és a kutató kapacitások olyan kérdésekre való koncentrálását, amelyek rövid-, közép- vagy hosszú távon a legtöbb eredménnyel kecsegtetnek;
- végül az erdészeti kutatás nemzetközi kapcsolatainak ápolása és az arra érdemes területeken való továbbfejlesztése munkánk további jelentős tartaléka. Láttuk, hogy a világ felé nyitást az erdészeti kutatás már korábban megkezdte - ha úgy tetszik már 1903-ban, a IUFRO-ba való belépésével. Nyugodt lelkiismerettel mondhatjuk, hogy kutatóink többsége a „mai kényszerhelyzetben is” megfelelő partnere a külföldi intézeteknek.

Az elhangzottak megerősítésképpen hangsúlyoznom kell, hogy az intézetben folyó kutatásoknak mindazon tényezők vizsgálatára ki kellene terjedniük, melyek erdőgazdálkodásunk szakmai fejlesztéséhez hozzájárulnak és társadalmi elfogadtatását elősegítik. A teljesség igénye nélkül néhány kutatási irányvonalat vázolok, melyek az intézet programjának gerincét alkotják és melyeket az erdészeti ökológia, erdészeti nemesítés, erdővédelem, erdőművelés és fatermésztan, valamint az erdészeti ökonómia tudományágaihoz kapcsolódóan művelünk.

#### 4. Az erdészeti ágazat közgazdasági feltételrendszerének fejlesztése, különös tekintettel a tulajdonviszonyok megváltozására

A tulajdonviszonyok és a közgazdasági feltételek megváltozásából adódó ágazati és gazdálkodási problémák új adózási és támogatási rendszer kialakítását teszik szükségessé. Ennek megalapozásában nem nélkülözhetők a biológiai, ökonómiai és közgazdasági kutatási eredmények. Fontos az új, a megváltozott körülményekhez igazodó erdészeti ökonómia fejlesztése, kiemelten az erdővagyon-gazdálkodás, az erdő – és ezen belül a faállomány – és földértékelés többcélú rendszerének kimunkálása.

Az intézetben folyó kutatási és azt kisegítő feladatok a jövőben 4 jól elkülönülő területre oszthatók:

- az erdő életciklusához igazodó hosszú megfigyelési idejű monitoring jellegű kísérletek végzése, melyek elsősorban állami feladatok;
- az erdészeti gyakorlat és gazdálkodás során felmerülő kérdések és problémák tudományos igényű vizsgálata, megoldása;
- szaktanácsadói feladatok elsősorban a magántulajdonú erdőgazdálkodók részére;
- a fentiek szakmai bázisaként erdőgazdálkodói feladatok ellátása 700 ha kísérleti erdőterületen és 70 ha csemetekertben, 87 ha arborétum kezelése és mintegy 3000 kísérleti terület fenntartása.

Tisztelt Hölgyeim és Uraim !

Az évtizedek alatt felhalmozódott kutatási eredmények mindig is az erdőgazdálkodás, az erdők szakszerű kezelésének megalapozását szolgálták. Mára bizonyítást nyert, hogy a tartamos fatermesztéssel nemcsak az erdő naturáliákban kifejezhető értékeit, hanem az erdő egyéb immateriális szolgáltatásait is növelhetjük. A társadalom, a nemzet gazdasági helyzete azonban jelenleg nem teszi lehetővé az erdők immateriális szolgáltatásainak pénzügyi támogatásban is realizálható elismerését. Fejlett piacgazdasági viszonyok között is ezen szolgáltatások pénzügyi támogatása, mivel értékük nagyrészt szubjektív megítéléstől is függ, globálisan nem, csak regionálisan valósulhat meg. Az erdők immateriális szolgáltatásainak megvalósítása a tartamos erdőgazdálkodás alacsony jövedelmezősége miatt, a jövőben feltétlen központi forrásokat igényel. A tudományos eredmények azt is bizonyították, hogy a szakszerűen kezelt erdő nemcsak ellenállóbb a káros környezeti hatásokkal szemben, nemcsak több és jobb minőségű faanyagot szolgáltat, hanem a jóléti és védelmi funkciók ellátására is alkalmasabb.

A jelenlegi nehéz gazdasági helyzetben, amelyben a szellemi és anyagi erőinket optimálisan kell felhasználni, szakmánknak az eddiginél szorosabb összefogásra van szüksége. Úgy gondolom az erdészeti kutatás nem lehet csak az Erdészeti Tudományos Intézet és az Erdészeti és Faipari Egyetem ügye. Az erdészeti kutatás nem létezhet és hozhat értékálló eredményeket a szakma segítsége nélkül, mint ahogy a gyakorlatnak is egyre nagyobb szüksége lesz a kutatási eredményekre. Ezért kérem minden szinten szakmánk képviselőit, döntéshozó vezetőit, ne engedjék elveszni a

felhalmozott értékeket és tegyenek meg mindent, hogy a kutatás megbízható motorja legyen az ágazatunk mielőbb remélt teljes kibontakozásának.





