

ELEGYES FAÁLLOMÁNYOK KOMPETÍCIÓS VIZSGÁLATA

HORVÁTH Tamás

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.
optix@emk.nyme.hu

Kulcsszavak: elegyes állományok, kompetíció, átlagnövedék

Összefoglalás: Az elegyes állományok növekedésének előrejelzéséhez kulcsfontosságú a faegyedek és fafajok közötti versengés ismerete. Az elegyes állományok versengési viszonyaira vonatkozó vizsgálatok alapadatait szolgáltatva a Soproni-hegyvidéken 1990-ben kijelölt 4 mintaterület – amely a hegyvidék jellemző faállományait ölelte fel – egyenként 3 ha nagyságban, amelyek eredeti célja a hegyvidéki faállományok növekedésének vizsgálata. A kijelölés a hosszúlejárátú kísérletek mintájára történt, az egyes mintaterületek megfelelő részletességű termőhelyi feltárása mellett. Jelen munka ezen állományok faegyedeinek versengésben betöltött szerepét, és a versenyhelyzet mutatószámait vizsgálja a különböző növekedési paraméterek tükrében azzal a céllal, hogy a szakirodalomban használatos egyszerű kompetíciós indexek korrigálásával kifejezhetővé váljanak a fafaji és faegyedi tulajdonságok. A karcsúsági szám alkalmazása korrekciós tényezőként ezekben az elegyes állományokban megfelelőnek bizonyult.

Bevezetés

Az erdészeti kutatás és az erdészeti gyakorlat egyik legérdekesebb és egyben legtöbb kérdést felvető területe az egyes fák és faállományok növedékének, valamint a növedéket befolyásoló tényezők meghatározása, a termőhely, a faállomány szerkezet és az emberei beavatkozás növedékre gyakorolt hatásának vizsgálata. Az elegyes erdők fatermésének vizsgálata a jövőben kiemelt fontosságú kérdés mindamellett, hogy a ma erdőgazdálkodója nemcsak a fatermesztést szem előtt tartva gazdálkodik a természeti környezet egyik legmeghatározóbb elemével, az erdővel. Az elegyes erdő belső dinamikájának megértése a természetközeli erdőgazdálkodás alapvető kérdése.

A kezdeti egyszerű modellek, a fatermési táblák, csak az egykorú, elegyetlen erdők fatermésének megállapítására voltak alkalmasak. Az elegyes, többkorú erdők fatermésének megállapítására rugalmasabb modellek szükségesek (DOBBERTIN 2004). Összetettebb modellek a nevelési modelltáblák, amelyek fatermési osztályonként tartalmazzák a nevelővágásokat, a nevelővágások után lábon maradó faállományrész (főállomány) szerkezetének fontosabb adatait és a vágáskort (VÁRADI 1984). A cél azonban továbbra is a lehetőleg minél pontosabb modellek készítése a faállományok növekedésének leírására. Nyilvánvaló, hogy minél nagyobb adatmennyiséget adunk meg egy modell input adataként, annál pontosabb eredményt kapunk. Nem célszerű azonban a túl nagy felbontású modellek szerkesztése, ellenben a megfelelő eredmény érdekében nem is szabad lemondanunk arról.

Jelenleg az erdészeti kutatások egyik legfontosabb területe a különböző növekedési modellek fejlesztése, nem pusztán növekedés-előrejelzés célzattal. A modellkészítés általános és célorientált számítógépes modellek segítségével történik.

Az általános számítógépes modellezés egyik kiemelkedő alkalmazása a Simile (System dynamics and object-based modelling and simulation software – Egyed alapú

dinamikus rendszerek modellező és szimulációs szoftvere), amely szoftver alkalmas az elegyes állományok vizsgálatára (VANCLAY 2006).

A célszoftverek feladata a különböző szerkezetű erdők növekedésének előrejelzése, amely növekedési modellnek kihagyhatatlan része a kezelt erdők modellezése (ROBERTSON és DAUME 2000). Európa erdeire vonatkozóan több növekedési szimulációs modell került kidolgozásra, például a SILVA, CAPSIS vagy a Sibyla Suit. HARKÖNEN (2010) és mtsai néhány növekedési szimulátor előrejelzéseit tesztelték a finn nemzeti erdőleltár állandó mintavételi helyeinek adataival. A szimulációk a mellmagassági átmérő valamint a famagasság növekedése esetében jobb eredményt mutattak, mint a fatérfogat növekedés várható mértékére vonatkozó eredmények. Az állomány modellek a körlapösszeg és az átmérő növekedés becslésében nagyobb pontosságot eredményeztek, mint az egyes fa modellek, ahol is utóbbiak a fatérfogat és állománysűrűség esetében eredményeztek kielégítő adatokat.

Az elegyes erdő belső dinamikájának megértése a természetközeli erdőgazdálkodás alapvető kérdése.

PRETZSCH (2005) az elegyhatás mértékét vizsgálta a hosszúléjáratú kísérletek adatainak segítségével. Az elegyetlen állományokkal ellentétben az erőforrás felhasználása akár 30%-al is jobban elősegíthető korai és kései szukcessziós fafajok kombinációjával, ontogenetikusan korai illetve kései kulminációjú fafajok elegyítésével, fényigényes illetve árnytűrő fafajok elegyítésével.

A kísérleti eredmények értékeléséből felállított faterméstani modellek (egyed alapú és más növekedési modellek) felbontása egyre inkább szükségessé teszi a fafajok közötti, illetve a fafajon belüli versengések vizsgálatát. Az egyes fák növekedését befolyásoló tényezők modellbe illesztése sokrétű feladat, mivel az összefüggések jelentős része nem ismert. Ezen témába tartozik az egyes faegyedek közötti versengés (kompetíció), és az ezt befolyásoló tényezők megismerése is.

A versengés modellbe illesztése a kompetíciós indexek és a növekedési mutatószámok közötti összefüggések segítségével lehetséges oly módon, hogy ezen összefüggések alapján a versengési indexek segítségével redukáljuk a prognosztizált növedéket.

A versengés (kompetíció) alapvető ökológiai folyamat, amely vezérli a populáció dinamikát, a túlélést, a növekedést és a fajok (fafajok) együttélését. Ezért a kompetíció megértése elengedhetetlen az állománystruktúra kialakulás folyamatának előrejelzéséhez, mi több, a kompetíció megértése az erdőrendezési (management) gyakorlatban is fontos szerepet játszik (GRAY és HE 2009).

Anyag és módszertan

Az 1990-es évet megelőzően megteremtődött a lehetősége annak, hogy 4 db, a Soproni-hegyvidéken található egyenként 3–3 ha-s (150×200m) mintaterületek segítségével a hegyvidék jellemző faállomány-típusainak növekedését hosszúléjáratú kísérlet keretei között vizsgálják. 1990-re mindegyik mintaterület kijelölése megtörtént, és befejeződött az első egyedenkénti felvétel is. A faegyedek mérése mellett mindegyik mintaterületen 3–5 talajszelvény nyitása történt meg, amelyek segítségével a mintaterületek termőhelyi adottságai pontosan megállapíthatók.

A 4 mintaterület esetében (Bükkös mintaterület, Házoldal mintaterület, Kemping mintaterület, Károly-magaslati mintaterület) rendre 1–1–2–2 felvétel követte az elsőt. Ennek megfelelően két mintaterület esetében 1, két mintaterület esetében 2 növekedési ciklus vizsgálható.

Az 1990. évi felvételtkor rögzítésre kerültek az egyes egyedek lokális X és Y koordinátái, valamint minden törzs egyedi sorszámmal, illetve a mellmagassági átmérő mérési helyének megjelölésével lett ellátva.

Minden felvételtkor a következő adatok kerültek rögzítésre:

- mellmagassági átmérő két irányból,
- famagasság.

Az egyes növekedési időszakokra így a következő növekedési mutatók voltak kifejezhetőek:

- mellmagassági átmérő éves növedéke,
- fatérfogat éves növedéke.

A kompetíciós vizsgálatok során minden mintaterület esetében minden törzsre meghatározásra került annak kompetitor környezete (szögszámláló módszerrel, illetve az egyedek közelségi rangsora segítségével) valamint növétere.

Adatok minden mintaterület esetében csak a 3 ha terület faegyedeiről állnak rendelkezésre. Ennek megfelelően a szélső faegyedek szociális helyzetéről, verseny szituációjáról nincs információ, így a feldolgozás során mérlegelésre került a szélső fák helyzete. Az ismeretlen állományrész mesterséges szerkezetgenerálása helyett célszerűnek látszott a mintaterületenként úgynevezett magterület meghatározása, amely a teljes területek 20–20 m-el rövidebb oldalhosszúságú téglalap által lefedett területet jelentették az eredeti téglalap alakú mintaterületekhez képest. Ilyen formában a vizsgálat tárgyát képező magterületek szélső fái esetében is pontos adataink vannak azok versenyszituációjáról.

A hipotéziseknek megfelelően a szakirodalomban található egyszerű távolságfüggő és távolság független kompetíciós mutatószámok közül a leggyakrabban alkalmazott formulákat alkalmazva a következő versengési mutatók kerültek kiszámításra:

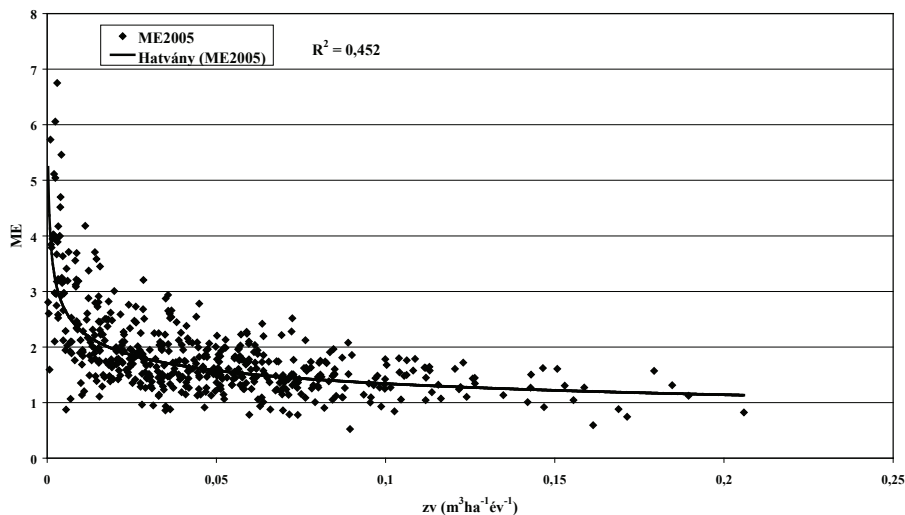
- Hegyi index (Hegyi 1974),
- Lorimer index (Lorimer 1983),
- ME (Martin és Ek 1984) index.

Eredmények, értékelések

A rendelkezésre álló átmérő adatok segítségével meghatározásra kerültek az időszakra jellemző mellmagassági átmérő éves növedékek (korszaki átlagnövedékek) törzsenként.

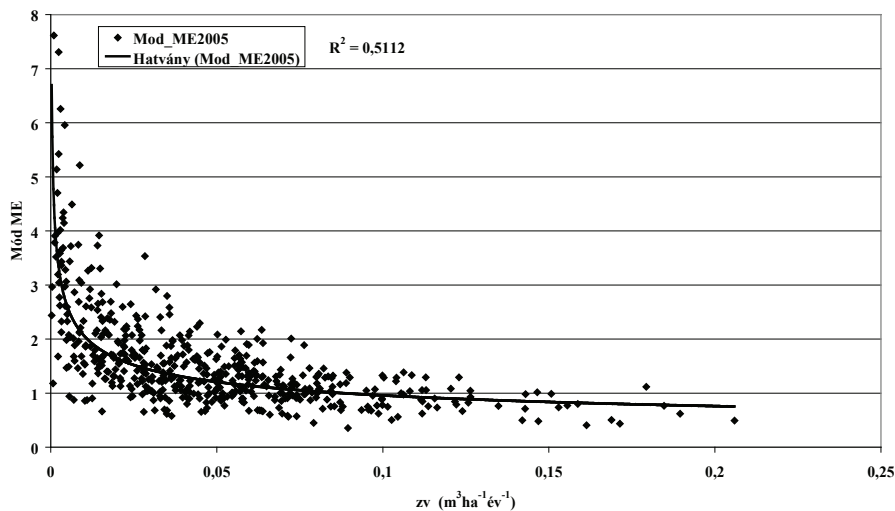
A továbbiakban minden törzs esetében kiszámításra kerültek a felsorolt versengési mutatószámok, amelyekkel a növekedési mutatószámokat korreláltattam. Ezen mutatószámok és a növekedési mutatók között nem lineáris korrelációt számoltam (1. és 2. ábra).

Ezen korrelációs vizsgálatok mellett a kiindulási hipotéziseknek megfelelően vizsgálat tárgyát képezte egy olyan független változó meghatározása, amely lehetővé teszi a fafaji és az erdészeti beavatkozások által generált kumulált faegyedi tulajdonságok megjelenítését az egyszerű kompetíciós formulákban.



1. ábra A Házoldal mintaterület második növekedési időszakára jellemző ME index és a fatérfogat éves növekedésének korrelációja

Figure 1. Correlation between the ME index typical for the second growth period and the current annual increment in the sample plot Házoldal



2. ábra A Házoldal mintaterület második növekedési ciklusára jellemző Módosított ME index és a fatérfogat éves növekedésének korrelációja

Figure 2. Correlation between the modified ME index typical for the second growth period and the current annual increment in the sample plot Házoldal

A számítások során az adott egyed magassága és mellmagassági átmérőjének hányadosából képzett karcsúsági szám korrekciós tényezőként került bevezetésre az egyes kompetíciós mutatószámok matematikai formulájába, mint független változó:

$$1. \text{ Korrekciós tényező} = \frac{h}{d} \text{ (mcm}^{-1}\text{)}$$

ahol h a központi faegyed magassága (m) és d a központi faegyed mellmagassági átmérője (cm).

A korrekciós tényezővel módosított versengési mutatószámokat rendre Módosított Lorimer index (Mod_Lor) és Módosított ME index (Mod_ME) névvel jelöltem.

A különböző versengési mutatószámok – beleértve a módosított mutatószámokat is – az egyes mintaterületek esetében különböző szorosságú korrelációt mutattak fatérfogat éves növedéke és a mellmagassági átmérő éves növedék összefüggésében.

Az összefoglaló táblázatok (1–6 táblázat) szerint a fatérfogat növedékével minden esetben szorosabb az összefüggés, mint az átmérő éves növedékével, a különbség esetenként nagyságrendi is lehet. A módosított kompetíciós mutatók egy esettől eltekintve minden mintaterületen szorosabb összefüggést mutattak az átmérő éves folyónövedékével, mint az eredeti mutatószámok.

Az ME index összefüggéseiben ez utóbbihoz hasonlóan a szorosságtól függetlenül mindenhol erősebb korrelációt mutat a Módosított ME, mint az eredeti formulával számított mutató. A szakirodalomban általánosan alkalmazott, egyik legelterjedtebb mutatóként alkalmazott Hegyi index szinte minden esetben rosszabb korrelációt mutat, mint a Módosított mutatók valamelyike.

A jelentős kocsánytalan tölgy egyedek magába foglaló állomány esetén (Kemping mintaterület), ahol relatíve kisebb az elegyfajok – különös tekintettel a fenyő – aránya, ott a mutatószámok korrelációja (különös tekintettel a mellmagassági átmérő éves növedékére) gyenge, igen gyenge. Ez a laza kapcsolat még inkább jellemző az állomány idősebb korában.

A módosító tényező a táblázatok tanulsága szerint az ME index esetében hoz szignifikánsan jobb eredményt. Ennek okát a karcsúsági szám tulajdonságainak tükrében értelmezhetjük.

A karcsúsági szám alapvetően a fa egyedi (fafaji és az állományban betöltött szerepéből fakadó) tulajdonságait hivatott a kompetíció során reprezentálni. Ez a következő elemekből áll:

- a fafaji tulajdonságokból eredő karcsúság
- a felvételi időpontot megelőző kitermelések és mortalitások következtében fellépő növtér változások hatása
- termőhely jóságából következő hatás
- adott állományszerkezet hatása
- állomány korának hatása.

Mindezekből látható, hogy a karcsúsági szám, amely számos tényező hatását hivatott tükrözni a formulákban, az ME index esetében hatékony eszköznek bizonyult a versengés mutatószám értékének pontosabb meghatározásában. Az elegyes erdők versengésének pontosabb becslése megfelelő alap az elegyes, természetközeli erdők belső dinamikájának megértéséhez.

1. táblázat A Bükkös mintaterület kompetíciós indexei a növedékadatok függvényében
Table 1. Competition indices of the sample plot Bükkös as a function of the increment data

		zd_i		zv_i	
		Kompetíciós index	determinációs együttható	Kompetíciós index	determinációs együttható
Mintaterület neve:	Bükkös/Hermesz	Mod_Lor	0,5122	Lor	0,7113
Időszak vége:	2005	Lor	0,5021	Mod_Lor	0,6665
Állomány kora:	109 év	Mod_ME	0,4303	HI	0,6084
		HI	0,4055	Mod_ME	0,5312
		ME	0,3452	ME	0,4617

2. táblázat A Házoldal mintaterület kompetíciós indexei a növedékadatok függvényében
Table 2. Competition indices of the sample plot Házoldal as a function of the increment data

		zd_i		zv_i	
		Kompetíciós index	determinációs együttható	Kompetíciós index	determinációs együttható
Mintaterület neve:	Házoldal	Mod_Lor	0,328	Lor	0,7009
Időszak vége:	2005	Lor	0,2994	Mod_Lor	0,6516
Állomány kora:	122 év	Mod_ME	0,2746	HI	0,5598
		HI	0,2485	Mod_ME	0,5112
		ME	0,202	ME	0,452

3. táblázat A Kemping 2005 mintaterület kompetíciós indexei a növedékadatok függvényében
Table 3. Competition indices of the sample plot Kemping 2005 as a function of the increment data

		zd_i		zv_i	
		Kompetíciós index	determinációs együttható	Kompetíciós index	determinációs együttható
Mintaterület neve:	Kemping	Mod_Lor	0,1238	Lor	0,2753
Időszak vége:	2005	Lor	0,1208	Mod_Lor	0,2394
Állomány kora:	83 év	Mod_ME	0,0634	HI	0,1392
		ME	0,0284	Mod_ME	0,1153
		HI	0,0207	ME	0,0613

4. táblázat A Kemping 1999 mintaterület kompetíciós indexei a növedékadatok függvényében
 Table 4. Competition indices of the sample plot Kemping 1999 as a function of the increment data

		zd_i		zv_i	
		Kompetíciós index	determinációs együttható	Kompetíciós index	determinációs együttható
Mintaterület neve:	Kemping	Lor	0,2038	Lor	0,4151
Időszak vége:	1999	Mod_Lor	0,2036	Mod_Lor	0,3954
Állomány kora:	77 év	HI	0,1912	HI	0,3453
		Mod_ME	0,1762	Mod_ME	0,2702
		ME	0,113	ME	0,1532

5. táblázat A Károly-magaslati 2005 mintaterület kompetíciós indexei a növedékadatok függvényében
 Table 5. Competition indices of the sample plot Károly-magaslati 2005 as a function of the increment data

		zd_i		zv_i	
		Kompetíciós index	determinációs együttható	Kompetíciós index	determinációs együttható
Mintaterület neve:	Károly	Mod_Lor	0,1175	Lor	0,498
Időszak vége:	2005	Mod_ME	0,1104	HI	0,4583
Állomány kora:	133 év	HI	0,1015	Mod_Lor	0,4563
		Lor	0,0959	Mod_ME	0,3389
		ME	0,0721	ME	0,2777

6. táblázat A Károly-magaslati 2000 mintaterület kompetíciós indexei a növedékadatok függvényében
 Table 6. Competition indices of the sample plot Károly-magaslati 2000 as a function of the increment data

		zd_i		zv_i	
		Kompetíciós index	determinációs együttható	Kompetíciós index	determinációs együttható
Mintaterület neve:	Károly	Mod_Lor	0,4032	HI	0,6675
Időszak vége:	2000	HI	0,3823	Lor	0,6632
Állomány kora:	128 év	Lor	0,3383	Mod_Lor	0,6353
		Mod_ME	0,3331	Mod_ME	0,4567
		ME	0,2051	ME	0,3442

Összefoglalás

A 4 mintaterület (Bükkös, Házoldal, Kemping, Károly-magaslat) versengés szemléletű vizsgálata után a kezdeti hipotézisnek megfelelően – miszerint a lombos és fenyőelegyes állományok versengési vizsgálataiban esetében lehetséges differenciálni az egyes törzsek versengésben betöltött szerepét a távolságfüggő kompetíciós mutatószámok segítségével olyan módon, hogy a mutatószám kiszámításakor fafaji-faegyedi tulajdonságokat építünk a formulába – az elvégzett számítások és az értékelés során a következő tényszerű tapasztalatok következnek.

A mintaterületek adatai alapján igazolt, hogy az elegyes állományokban (lombos-fenyő) a faegyedekre jellemző versengésben betöltött szerep nem kiegyenlített, hanem erősen függ az elegyaránytól, ezért szükséges a fafaji sajátosságokat megjeleníteni a kompetíciós mutatószámok kifejezésekor.

A mintaterületek adatainak feldolgozását követően igazolt, hogy elegyes, egykorú állományok esetében a távolságfüggő kompetíciós mutatószámok szorosabb korrelációt mutatnak a növedék mutatószámaival, mint a nem távolságfüggő kompetíciós mutatószámok.

A mintaterületek által reprezentált állományszerkezetű erdők esetében a távolságfüggő egyszerű kompetíciós mutatószámok érzékenyebbek a növekedési paraméterek változására, mivel ezekben az esetekben a vizsgált adatok szorosabb korrelációt mutatnak.

A versenyszituáció pontosabb becslését célzandó, a rendelkezésre álló matematikai formulákba független változó került beépítésre, amely a karcsúsági számmal fejezhető ki. Számításokkal igazolt, hogy a vizsgált állományok esetében – amelyek jellemzően lombos-fenyő elegyűek – a karcsúsági szám (h/d) megfelelő módon reprezentálja az egyedek fafaji tulajdonságait, valamint állományban betöltött szerepét.

A mintaterületek által reprezentált állományszerkezetű erdők esetében az ME (MARTIN és EK 1984) kompetíciós mutatószám javasolt módosítása minden esetben szorosabb korrelációt eredményezett a kompetíciós helyzet és a növekedési mutatószámok között, különös tekintettel a mellmagassági átmérő éves növedékére vonatkozóan.

A Lorimer index (kompetíciós mutatószám) módosítása a fafaji, illetve az egyed állományon belüli szerepét reprezentáló korrekciós tényezővel nem minden esetben eredményezett szorosabb korrelációt a növekedési mutatószámokkal, így igazolt, hogy a nem távolságfüggő kompetíciós mutatószámok alkalmazása a mintaterületek által reprezentált faállományok esetében kevésbé jellemzik pontosan az állományon belüli versengési viszonyokat.

A korszerű növekedési modellek sajátja az egyedi fa alapú növekedési modellek alkalmazása a döntés előkészítés során. A bemutatott eredmények alapján indokolt a digitális modellezés során a mintaterületek által reprezentált faállományok esetében a távolságfüggő módosított ME (MARTIN és EK 1984) kompetíciós mutatószám alkalmazását a növekedés előrejelzésében.

Irodalom

- DOBBERTIN M. 2004: Forest Growth Research in Europe. The Role of Forests for Coming Generations – Philosophy and Technology for Forest Resource Management. pp. 21–30.
- GRAY L., HE F. 2009: Spatial point-pattern analysis for detecting density-dependent competition in a boreal chronosequence of Alberta, *Forest Ecology and Management*, 259: 98–106.
- HARKÖNEN S., MAKINEN A., TOKOLA T., RASINMAKI J., KALLIOVIRTA J. 2010: Evaluation of forest growth simulators with NFI permanent sample plot data from Finland, *Forest Ecology and Management* 259: 573–582.
- HEGYI F. 1974: A simulation model managing Jack-pine stands, In: FRIES J. (ed) *Growth models for tree and stand simulation*, Royal College of Forest, Stockholm, Sweden, pp. 74–90.
- LORIMER C. G. 1983: Tests of age-independent competition indices for individual trees in natural hardwood stands. *For. Ecol. Manage* 6: 343–360.
- MARTIN G.L., EK A.R. 1984: A comparison of competition measures and growth models for predicting plantation Red pine diameter and height growth. *Forest Science* 30: 731–743.
- PRETZSCH H. 2005: *Diversity and Productivity in Forests: Evidence from Long-Term Experimental Plots*, Ecological Studies, vol.176, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- ROBERTSON D., DAUME, S. 2000: A Heuristic Approach to Modelling thinnings. *Silva Fennica* 34(3): 234–249.
- VANCLAY J. K. 2006: Spatially-explicit competition indices and the analysis of mixed-species plantings with the Simile modelling environment. *Forest Ecology and Management* 366: 295–302.
- VÁRADI G. (szerk.) 1984: Fakitermelési műszaki irányelvek IV. Erdőnevelés, MÉM Információs központja.

INVESTIGATION ON THE COMPETITION IN MIXED FOREST STANDS

T. HORVÁTH

University of West Hungary, Faculty of Forestry,
Institute of Forest Resources Management and Rural Development
Bajcsy-Zs. Street 4. H-9400 Sopron

Keywords: mixed stands, competition, mean annual increment.

To predict the growth of mixed stands it is inevitable to have information about the competition between trees and species. Data for analyzing the competition within stands were taken from 4 sample plots (3 hectares each), covering the typical stands on the Sopron Hills, established in 1990 with the original goal of analyzing the growth conditions in this area. The designation of the plots has followed the guidelines of establishing long term growth and yield plots with a highly detailed site survey on each plot. The aim of the present work is to analyze the role and the different growth parameters of the single trees of these stands to allow us to express the different species and single tree characteristics with the help of corrected simple competition indices described in the literature. The using of slenderness as a correction parameter results adequate effect in these mixed stands.