

A KARSZTÖKOLÓGIAI ADOTTSÁGOK ÉS AZ ERDŐGAZDÁLKODÁS KAPCSOLATÁNAK VIZSGÁLATA AZ EGYES FAJAJOK TERMŐHELYI PREFERENCIÁI ALAPJÁN, AGGTELEKI PÉLDÁN

TANÁCS ESZTER-KEVEINÉ BÁRÁNY ILONA

SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2.
Pf 653

nadragulya@geo.u-szeged.hu, keveibar@earth.geo.u-szeged.hu

Abstract: The potential vegetation of Hungarian karstlands is woodland. Despite the vegetation having been affected for centuries by human activity, the proportion of woodlands in these areas is still high. The extension and state of the forest today is defined by forest management; meanwhile changes in the vegetation have an effect on the other factors of the karstecological system: they directly affect microclimate and soil.

Forest management is based on management plans, which - some dating back to beginning of the 20th century - provide a unique information source on the state of forests and production sites. This study provides a review of the possible impacts of silvicultural practices on karstlands on the example of Aggtelek National Park and also aims to examine the possible uses of forest management plans in karst research.

Bevezetés

A magyarországi karsztterületeken földrajzi elhelyezkedésük, illetve magassági viszonyaik szerint a potenciális növénytakaró az erdő. Annak ellenére, hogy a vegetációt évszázadok óta alapvetően befolyásolja az emberi tevékenység, az erdők aránya ezeken a területeken ma is magas. (az Aggteleki Nemzeti Park területén például az erdőborítás meghaladja a 70 %-ot, ami az országos átlagnak több mint háromszorosa). A karsztok, mint környezeti hatásokra fokozottan érzékeny területek kutatásában csak az utóbbi években merült fel az igény, hogy megismerjük a tágabb környezet összefüggéseit, amelybe szorosan beletartozik a felszint borító növényzet. A vegetáció kölcsönhatásban áll a karsztökölógiai rendszer egyéb tényezőivel: a mikroklímával, a talajjal, és ezeken keresztül közvetve az egész rendszerrel (KEVEIBÁRÁNY 2004). Az abiotikus tényezők meghatározzák a növényzet faji összetételét és növekedését, amiből következik, hogy a vegetáció változásai jelezhetik a rendszerben végbemenő folyamatokban bekövetkező változásokat. Ahhoz, hogy a karsztok kutatásában az erdőnek ezt a tulajdonságát kihasználhassuk, és a jeleket értelmezni tudjuk, ismernünk kell a növekedési sajátosságait, valamint az ezeket befolyásoló emberi tényezőket. Az erdő kiterjedését, állapotát, jellemzőit napjainkban mindenütt az erdőgazdálkodási

tevékenység határozza meg. A tudatos erdőgazdálkodás az Aggteleki-karszt területén a XIX. század végére nyúlik vissza, ez megegyezik az itt található legidősebb erdők korával. Az erdőbirtokosok, erdészek kezdettől fogva érdekelték voltak az erdő növekedési sajátosságainak felmérésében, hiszen a jövedelmük függött tőle, hogy a megfelelő termőhelyen az ott legjobban teljesítő fafaj domináljon. Az erdészeti tevékenység így a karsztökológiai rendszer szempontjából két okból nyerhet jelentőséget: az egyik, hogy az erdőgazdálkodás közvetlenül alakítja a rendszer egyik elemét, így közvetve befolyásolja valamennyit; a másik, hogy az évszázados terepi jelenlét során felhalmozódott tapasztalati tudás segíthet a rendszer összefüggéseinek feltárásában. Az erdő élete évszázadokban mérhető, ebből adódóan a jelenlegi állapotra nézve nem csak, illetve nem elsősorban napjaink erdőgazdálkodása a meghatározó, hanem a megelőző évtizedek, évszázadok tevékenysége. Napjaink erdőgazdálkodása pedig meghatározza a magyarországi erdők állapotát a következő évtizedekben.

Módszerek

Az erdő szerepe a karsztökológiai rendszerben nem merül ki a változások esetleges előrejelzésében. Mivel a rendszer elemei között kölcsönhatás áll fenn, az erdő alakulása visszahat a klímára, a talajra, és ezeken keresztül közvetve befolyásolja a felszín alatti morfológia alakulását is. Az erdőket azonban az elmúlt évszázadokban az ember jelentősen átalakította, és ezzel megváltoztatta a termőhelyüket is (BARTHA 2001). A karsztökológiai rendszer folyamatainak megismeréséhez ezért érdemes áttekinteni azokat a tevékenységeket, amelyek befolyásolták, illetve napjainkban befolyásolják az erdők alakulását. A továbbiakban áttekintjük a mai Aggteleki Nemzeti Park területén található erdők történetét, jellemzőit és térinformatikai, valamint statisztikai módszerek segítségével kísérletet teszünk a korábbi erdőgazdálkodási beavatkozások kimutatására az erdészeti adatbázisból.

Az Aggteleki Nemzeti Park területére vonatkozó 1993 évi erdészeti adatbázis egyes részeit (termőhelyi jellemzők, faállomány-jellemzők) az *ArcView* 3.2 szoftver segítségével egy térinformatikai rendszerbe integráltuk. Az adatok minőségét korábbi, a terület egyes részeire vagy egészére vonatkozó adatok alapján próbáltuk megbecsülni.

A különféle attribútumokra vonatkozó lekérdezések alapján a terület erdeinek általános leírásához térképeket, illetve ábrákat készítettünk, melyeket összehasonlítottunk az Országos Erdőállomány-adattár országos adataival. A termőhelyi tényezők és a faállomány összefüggéseinek vizsgálatával kísérletet tettünk a korábbi beavatkozások kimutatására az adatbázisból.

Mivel az erdészeti adatbázisban a termőhelyet leíró adatok nominális adattípusként szerepeltek, a fajoknak a területre jellemző termőhelyi igényeit, illetve a beavatkozásokra utaló esetleges torzulásokat kontingencia-mátrix, valamint a fajok és a termőhelyi tényezők sztochasztikus függetlenségének vizsgálatával próbáltuk leírni. Ehhez az *SPSS 11*, valamint a *Microsoft Excel 2002* szoftvereket alkalmaztuk. Referenciaként erdészeti és növénytan szakkönyveket, valamint *JÁRÁSI* (1997) a terület erdőinek történetét leíró könyvét használtuk fel.

Az adatbázis pontossága

Az alább leírtak az 1993 évi erdészeti adatbázis alapján kerültek megállapításra, de az eltelt években bekövetkezhetnek változások (pl. a vágásérett erdők kitermelése, a korosztályok módosulása). Az erdőrészek területe nagyobb, mint az adatbázisban szereplő termőhelyi tényezők változásának léptéke, de az egyes erdőrészeknél az adatbázisban mindig csak egy, a részletet legjobban leíró érték szerepel. Az adatbázis elkészítése során gyakran alkalmaznak becslést, ami a pontosság rovására megy.

Minden pontatlanság ellenére az erdészeti adatbázis nagy területekre nézve egyedülálló információforrás, amely az ország valamennyi erdőterületére évtizedek óta rendszeresen és egységesen készül.

Az adatbázisban szereplő tengerszint feletti magasságot Bódis Katalinnak a területről topográfiai térkép alapján készített domborzatmodelljével vetettük össze. Mivel az adatbázisban 100 m-es kategóriák szerepelnek, a modellt ezeknek az alkalmazásával újraosztályoztuk. Egy kategóriányi eltérést a terület kb. egynegyedén tapasztaltunk, elsősorban a meredekebb, délies lejtőkön. Ennek oka lehet, hogy ilyen terepen a domborzatmodell alapjául szolgáló topográfiai térkép pontossága sem a legnagyobb. Az eltérés magyarázata lehet még az adatbázis léptéke.

A talajtípusra vonatkozó összehasonlítást Zseni Anikó 2001-es vizsgálata alapján (*ZSENI* 2003) végeztük el, egy kisebb, 8 km²-es területre. Azokat a talajokat, melyeket Beck és Borger német kutatók allochton üledékek mállásából maradt, és az idők során degradálódott rendzinaszerű terra fusca-ként határoztak meg, az erdészek következetesen rendzinának tekintették. Mivel előbbi az utóbbtól elsősorban keletkezésében, nem pedig tulajdonságaiban tér el (*BECK, BORGER* 2000), ezt az eltérést figyelmen kívül hagytuk. Az eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az adatbázisban szereplő genetikai talajtípus meghatározás ugyan pontatlan, de ez a tény a gyakorlat szempontjából jelentéktelen, mivel a genetikai talajtípus elsősorban a hozzá köthető tulajdonságok által befolyásolja a vegetá-

ció alakulását (pl. kötöttség, vagy glejesedés, stb.). Ezek a tulajdonságok pedig a gyakorlatban egyértelműbben meghatározhatóak, mint maga a genetikai talajtípus.

Az adatbázis százalékos bontásban tartalmazza az egyes erdőrészek fafaj-összetételét. Ezt hasonlítottuk össze egy, 1996-ban a terület egy kisebb részén elvégzett vegetációvizsgálattal (HORVÁTH, 1996). A vizsgált mintaterület kb. 17%-án az erdészeti adatok hiányosak voltak, a fennmaradó, összehasonlításra alkalmas terület 84%-án az adatbázisban szereplő adatok megfeleltek a vegetációvizsgálat eredményének. A 16%-os eltérés valószínűleg azzal magyarázható, hogy a vizsgálatban szereplő kategóriák élőhely-kategóriák, így megállapításukkor nem csak a jelenlévő fajokat, hanem a termőhelyet is figyelembe vették.

A vizsgált terület termőhelyi jellemzői

Az erdészeti adatbázis alapján a Nemzeti Park területéhez tartozó erdőrészek termőhelyi viszonyai a következőképpen alakulnak.

A terület tengerszint feletti magassága átlag 315 m, kb. 75%-a 250 és 450 m közé esik. Az erdőterület kétharmada 12,5°-os, vagy annál meredekebb lejtőkön található. A kitétség szerinti megoszlásban a délies oldalak többségben vannak (kb. 30%), a többi nagyjából egyenlően oszlik meg. Az erdőrészek 16%-a túl változatos domborzata miatt jellemző kitétséggel nem rendelkezik („*változó*” kategória). A területet a gyertyános-tölgyes klíma uralja, aránya 81,4%, a bükkös klíma 11,4%-ra jellemző, míg a kocsánytalan-tölgyes klíma mindössze 7,2%-ot képvisel.

A genetikai talajtípus uralkodóan a rendzina (56,7%), nagyobb területet foglalnak el a barna erdőtalajok (28%), de jelentős a sziklás-köves váz-talajok aránya is (13,4%). A fizikai talajféleséget tekintve a terület háromnegyede vályogos, a homok nem jellemző, az agyagos és törmelékes talajok 12-12%-ot képviselnek. A talaj mélysége a terület 79%-án nem haladja meg a 60 cm-t.

A nagyobbbrészt kedvezőtlen termőhelyi jellemzők ismeretében nem okoz meglepetést, hogy az elsődlegesen gazdasági célokat szolgáló erdők aránya a területen mindössze 36,7%, ami az országos átlagnak (65,2%) valamivel több, mint fele. Ez megmagyarázza, hogy miért maradhattak meg a területen olyan állományok (karsztbokorerdők, molyhos tölgyesek), amelyeknek gazdasági értéke elenyésző.

Erdőgazdálkodás a területen

Az erdőgazdálkodás története a mai Aggteleki Nemzeti Park területén két nagyobb szakaszra osztható fel: az erdőhasználat és a tudatos erdőgazdálkodás szakaszaira. Mindkét szakaszra jellemző, hogy az erdők megmaradását illetve kiterjedését elsősorban a mindenkori birtokos személye és pillanatnyi gazdasági érdeke határozta meg. A politika, a törvények hosszú időn át csak annyiban voltak képesek szabályozni az erdőgazdálkodást, amennyiben befolyásolták a gazdasági érdekek alakulását (*JÁRÁSI* 1997).

I. szakasz

Az erdőhasználat korszaka a XIX. század elejéig tartott, jellemzője, hogy az ember felhasználta az erdőből kinyerhető javakat, de nem törődött az erdő megújításával, illetve a fenntarthatósággal. Az erdők átalakulása már ebben a szakaszban megkezdődött, a mai folyamatok gyökere ebben az időszakban rejlik.

Az erdő nem képviselt akkora értéket, mint a szántó, vagy a legelő, így a terület nagy részén fokozatosan kiirtották, és a talajokat mezőgazdasági művelés alá vonták. Az irtás évszázadokon át folyt, az 1782-85 között végzett első katonai felmérés térképén az Aggteleki Nemzeti Park ma szigorúan védett, erdőkkel borított A-zónája még cserjés legelőként szerepel (*NAGY* 2003). A legnagyobb mértékű irtás a jobbágyfelszabadítás következményeképpen, 1848-78 között ment végbe (*BARTHA* 2001). A megmaradt erdőkben a használat jellemző módjai ekkoriban a szálalás, tűzifa gyűjtése, erdei legeltetés, makkoltatás, hamuzsír-égetés, mészégetés, gyümölcsök, gyógynövények gyűjtése voltak. Ezek a használatok együttesen a tölgyek és a bükk kiritkulásának, és a gyertyán elterjedésének kedveztek. A fákat kivágták különféle célokra, viszont a legeltetés, makkoltatás gátolta a magról való felújulásukat. Így mindenütt a jól sarjadzó, rendkívül jó termőhely-megtartó képességgel rendelkező gyertyán újult fel. A legeltetés káros hatásait már a XVI. században felismerték, de a folyamatos tiltás ellenére a gyakorlat a XX. századig jellemző volt (*JÁRÁSI* 1997).

Átmenet

A XIX. század és a XX. század eleje a két szakasz közötti átmenet ideje. Az időszak kezdetén már komolyan felmerült az erdők fenntarthatóságának kérdése, és törvények is születtek a védelmükben, de a joghézagok, illetve a végrehajtással megbízott nemesi vármegye ellenérdekeltsége folytán nem volt sok foganatjuk. Az 1870-es években egy új erdei termékre, a cserkéregre jelentkező nagy kereslet betetőzte a korábbi kedvezőtlen gyakorlatot: a tölgyeseket 15-20 éves vágásfordulóval vágták, és folyamatosan sarjzatták. A sarjeredetű állományok egy idő után fokozatosan legyengül-

tek, és ezeknek a helyén is előretört a gyertyán (*JÁRÁSI* 1997). A gyertyán uralomra jutása, bár fatermelési szempontból kedvezőtlen volt, sok helyen voltaképpen megakadályozta az erdők végleges kiirtását és a lejtők kopárosodását (*GENCSI-VANCSURA* 1992).

Néhány erdőbirtokos és szakember ekkor már felismerte, hogy az erdők ilyen kihasználtság mellett maguktól nem képesek többé megújulni. A XX. század elejére kidolgozták a fenntartható erdőgazdálkodást lehetővé tevő elveket, azonban a tulajdonosi szerkezet, és a gazdasági helyzet nem volt kedvező. Az 1860-as úrbéri rendezés után sok kisebb-nagyobb birtok jött létre a területen, és ezeknek csak a tizedrésze volt köteles üzemterv szerint gazdálkodni (*JÁRÁSI* 1997). A XX. század első felének háborús és gazdasági válságai megnövelték a fa iránti keresletet, és ellehetetlenítették a szabályozást vagy annak betartását. Trianon után az ország elveszítette legfontosabb erdőterületeit, a fokozódó kereslet kielégítése a megmaradt erdőkre hárult. Az erdőbirtokosoknak ugyanakkor sok esetben nem volt más jövedelemforrása. Mindezen okok együttes következményeképpen a II. világháború és az újjáépítés végére a területen szinte nem maradt kitermelhető erdő. A mai erdők nagy része ebből az időszakból származik, annak ellenére, hogy az erdők felújítására nem mindig álltak rendelkezésre megfelelő források.

II. szakasz

1947 és 1951 között az erdők fokozatosan állami tulajdonba kerültek. Az államosítás után kezdték el nagy területen alkalmazni a korábban kialakított alapelveket. Az állami tulajdon szavatolhatta volna a hosszú távú érdekek előtérbe kerülését, a kezdeti időszakban azonban a termelés bővítését célzó tervgazdálkodás folyt. Elsődleges cél volt, hogy gyorsan növényeket ültessenek, melyek viszonylag rövid idő alatt használható, jó minőségű faanyagot biztosítanak, ezért a telepítésekben a fenyvesek aránya elérte a 70%-ot (*JÁRÁSI* 1997). 1968 után pedig elkezdődött a nyereségorientált gazdálkodás, ami nem csak mai környezetvédelmi szempontok szerint ártott az erdőnek, hanem maguk az erdészek is felismerték „...a szakmai kívánalmak és a gazdaságosság ellentmondásait...” (*JÁRÓ* 1972).

A mai erdőgazdálkodást az 1996-ban érvénybe lépett erdőtörvény (1996. évi LIV. törvény) szabályozza. Az Aggteleki Nemzeti Park területén cél a természetszerű erdők kialakítása, de a területen egyidejűleg állami tulajdonú erdészeti részvénytársaságok nyereségorientált erdő- és vadgazdálkodást folytatnak. (*EXNER, JÁVOR* 2003) Az elsődleges rendeltetés meghatározásakor a védelem csak a fokozottan védett területeken kapott elsőbbséget. A többi ilyen erdő elsődleges rendeltetése „gazdasági célú fatermesztés” lett, ami komoly konfliktusforrást jelent (*VARGA* 1998).

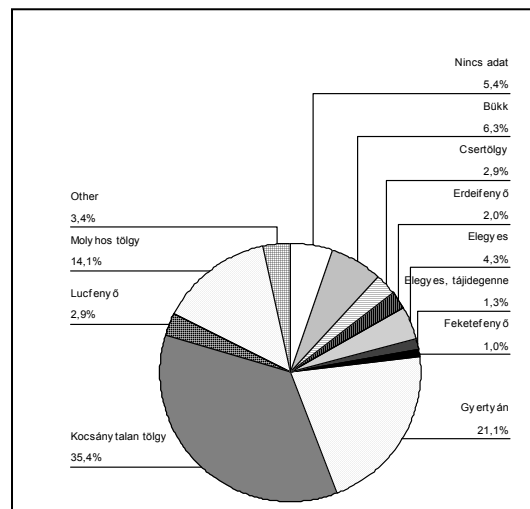
A park területén felhagyott szántók, gyepek, és gyümölcsösök a spontán erdősülés különböző fázisait mutatják (NAGY 2003, BECK, BORGER 2001). Ez azt a furcsa helyzetet eredményezte, hogy a ritka fajok védelme miatt a természetvédelem egyik célja az emberi hatásra létrejött gyepek megőrzése a természetes szukcesszióval szemben (BECK, BORGER 2001).

Az erdőgazdálkodási eljárások és hatásaik az erdőre

Ideális esetben az erdőművelési eljárásoknak nem lehetne kezdetét, illetve végét meghatározni, hanem a tevékenység során legalábbis nagy léptékben mindvégig meg kellene maradnia az erdőborításnak (SÓDOR, TEMESI 2001). Azonban az erdőgazdálkodási módszerek már egy nagyon erősen bolygatott ökoszisztéma kezelésére alakultak ki. Ezeknek a bolygatásoknak a kezelésére az erdő rendelkezett volna megfelelő válasszal –a másodlagos szukcesszió beindulásával (STANDOVÁR 2001) – ilyenek tekinthető a vizsgált területen a gyertyán előretörése (GENCSI, VANCSURA 1992). Csakhogy a faszükséglet miatt nincs idő kivárni, amíg a természetes folyamatok eredményeképpen ismét kialakul egy klimax társulás. Ezért egy terület véghasználat utáni felújítása során a kezdeti tevékenységek olyan feltételek mesterséges megteremtését célozzák, amelyek már kezdetben kedveznek a kiválasztott fajnak, vagy fajoknak (LONG *et al.* 2004). A jól hasznosítható faanyagot a hosszú életű, lassú növekedésű fajok szolgáltatják (pl. a nemes tölgyek), amelyek genetikailag valamely tápanyag (időszakos) hiányának eltűrésére rendezkedtek be. Azonban a rövid vágáskoroknak köszönhető gyakori antropogén bolygatás hatására azok a fajok kerülnek előtérbe, amelyek a minél gyorsabb és nagyobb mennyiségű felvételre specializálódtak (GRIME 1991). Ez az ellentmondás csak nagyon erőteljes beavatkozással oldható fel, a nemkívánt fajok eltávolításával, illetve idegenhonos fajok (például a fenyőfélék, vagy akác) ültetésével. A nyereségorientált gazdálkodásban széles körben alkalmazott módszerek a nagy területű véghasználatoktól a fokozott gépesítésen át az intenzív vegyszerezésig terjednek. Ezek a beavatkozások homogenizálják az erdő természetes folyamatait (STANDOVÁR 2001). Az ilyen „erdő” nem tölti be többé funkcióját a karsztökológiai rendszerben sem, nem kölcsönhatásban áll a rendszer egyéb tényezőivel, hanem egyoldalúan befolyásolja azokat.

Az erdőállomány jellemzői

Uralkodó fafajnak (1. ábra) tekintettük azt, melynek elegyaránya a részletben meghaladja az 50%-ot).



1. ábra Az erdők uralkodó fafaj (aránya részletben nagyobb, mint 50 %) szerinti megoszlása az Aggteleki Nemzeti park területén

Fig. 1. Distribution of the dominant species (their proportion at the production site exceeds 50%) in Aggtelek National Park

Az uralkodó fafaj a terület egyharmadán a kocsánytalan tölgy, ami megfelel a várakozásnak, ugyanakkor a második helyezett gyertyán (21,1%) nagyarányú előfordulása mindenütt az erdei ökoszisztéma bolygatásának nyomait őrzi. A molyhos tölgy dominálta erdők nagyobb arányban való fennmaradását (14,1%) véderdő szerepük indokolta, de talán még inkább az, hogy termőhelyükön se mezőgazdasági termény, se más fafaj nem képes tartósan megélni. Jelentősek még (elsősorban a déli részeken) a csertölgy uralta erdők (9,1%) A terület 6,9%-án az idegenhonos fajok uralkodóak (ilyennek tekintetem a fenyőféléket, akácot és a nemesnyárákat), legnagyobb arányban a lucfenyő, erdeifenyő és a feketefenyő fordul elő. Jelen van még a hegyvidékeken kevésbé jellemző kocsányos tölgy és a mézgás éger, amely elsősorban a patakok mentén fordul elő. Néhány részletben uralkodóvá váltak az elegyfajok, például a magas kőris, illetve a kislevelű hárs, ez vagy speciális termőhelyi viszonyokra, vagy valamilyen emberi beavatkozást követően a másodlagos szukcesszió megindulására utal.

A terület erdeinek 5,6 %-ánál nem határozható meg uralkodó fafaj, de ezekben az erdőkben is sokszor idegenhonos fajok dominálnak, vagy nagy arányban fordulnak elő bennük.

2001-ben a terület erdőinek kor szerinti megoszlása az országosnál jóval kedvezőbb. A 61-80 éves korosztály az uralkodó, az országos 12,7%-hez képest aránya itt 40,8%. A 81-100 éves korosztálynál a különbség még szembetűnőbb, 7,8% országosan, a Nemzeti Park területén 24,2%. Jelentős a 41-60 év közötti erdők aránya is (20,3 %)

Az egyes fajok termőhelyi preferenciái

A területen megtalálható fajok közül azt a 11-et vizsgáltuk, melyeknek elegyaránya több mint tíz erdőrészletben meghaladta az 50%-ot, és csak azokban az erdőrészletekben, ahol uralkodóak. A vizsgálat egyik célja az volt, hogy kiderítsük, mennyire mérhetőek fel egy adott térségben az egyes fafélék termőhelyi preferenciái az erdészeti adatbázis alapján. Szintén cél volt, hogy kiderítsük, kimutathatóak-e erdészeti beavatkozásoknak tulajdonítható eltérések az adatok alapján meghatározott termőhelyi preferenciák és az egyes fajok szakirodalomban leírt igényei között.

A vizsgálat során először kontingenciatáblákat készítettünk. Ezek azonban nem hangsúlyozzák ki az egyes fajok termőhelyi igényeit, hanem elsősorban a nagyobb területen előforduló fajok (pl. gyertyán, illetve kocsánytalan tölgy) illetve termőhelyi tényezők (pl. rendzina talajok, vagy gyertyános-tölgyes klíma) együttes előfordulása kap bennük hangsúlyt. Hogy a területbeli különbségek okozta torzításokat kiszűrjük, a sztochasztikus függetlenség definícióját használtuk fel, mely szerint ha két esemény együttes bekövetkezésének valószínűsége egyenlő a két esemény valószínűségének szorzatával, akkor a két esemény sztochasztikusan független. Az alapfeltételezés az volt, hogy egy adott fafaj előfordulása, és a termőhelyi tényezők szoros kapcsolatban állnak egymással, így az egyes fafajok és az egyes tényezők viszonyát jellemezhetjük az együttes előfordulás számított és tényleges valószínűségének különbségével. Egy mátrixot állítottunk fel, melynek sorait az egyes fafajok, oszlopait pedig az adott tényező lehetséges változatai (pl. klíma esetén az egyes klímátípusok) képezik. Az erdészeti adatbázis alapján az összterületből és az egyes fajok, valamint tényezők területeiből kiszámítottuk az egyenkénti, valamint az együttes előfordulási valószínűségeket, majd ezek alapján kitöltöttük a mátrixot. Az első mátrixba a fafajok, illetve tényezőtípusok előfordulási valószínűségeinek szorzata került (elméleti vagy számolt valószínűség), a másodikba pedig az együttes előfordulásuk tényleges valószínűsége (mért valószínűség). A harmadik

mátrixban kiszámítottuk, hogy a valóságban mért értékek hány százalékát képezik a számított (elméleti) értékeknek (1. a-g táblázatok). Ahol az eredmény a 100%-ot közelíti, ott a különbség az elméleti és mért értékek között nem számottevő, vagyis ezekben az esetekben a fafajnak az adott tényezőtípusban való gyakori előfordulása nem valamely különleges igény eredménye, inkább a fajnak a tényezővel szembeni semlegességére utal. A 0 érték azt jelzi, hogy az adott faj az adott tényezőtípusban egyáltalán nem fordul elő. A 0 és 100 közötti értékek azt mutatják, hogy az adott faj a vártnál kevésbé gyakran, a 100 fölöttiek pedig, hogy a vártnál gyakrabban fordul elő. Az értelmezésnél nagyon fontos figyelembe venni, hogy a mátrix erősen torzít a kis területen előforduló fafajok, illetve tényezőtípusok javára. Ezért, bár a 100-tól való eltérés iránya független az adott tényező területi kiterjedésétől, utóbbit az eltérés értékének értelmezésénél mégsem hagyható figyelmen kívül. A kapott mátrixokat (1. a-g táblázatok) GENCSI, VANCSURA (1992), és MAJER (1972) leírásaival vetettük össze.

Az elemzés eredményeit részletesen két, hasonló termőhelyi igényekkel rendelkező faj példáján mutatjuk be. Az idegenhonos feketefenyő (*Pinus nigra*) a mediterrán hegyek pionír jellegű xerofil fája, melyet Magyarországon igénytelensége miatt elsősorattal használtak kopárfásításokhoz. A területen őshonos molyhos tölgy (*Quercus pubescens*) a délies kitétséggű, sekély, meszes vázta talajok melegkedvelő fája, amely véderdőnek kiváló, azonban gazdasági hasznosításra alkalmatlan. A molyhos tölgyet is tartalmazó erdőrészek teljes területének 10 százalékát képezik az olyan erdőrészek, ahol feketefenyő is található, míg a betelepített feketefenyvesek csaknem fele molyhos tölgygel együtt fordul elő. A feketefenyvesek ültetése már a 19. század végén megkezdődött, de az első ültetésekben mai arányuk nemigen haladja meg az 5-10%-ot. A későbbiekben részben együtt telepítették a két fajt, részben pedig utólag telepítették feketefenyőt a korábbi molyhos tölgyesekbe. Az 1. a-g táblázatok azoknak a részleteknek az adatai alapján készültek, ahol az adott faj aránya meghaladja az 50%-ot. Összehasonlításuk az irodalmi adatokkal a következő eredményeket hozta:

- Tengersizint feletti magasság (1. a táblázat) tekintetében nincsenek nagyon látványos tendenciák, a 150-250 m fölötti magassági kategória kirívóan magas értékei a kis terület torzításának köszönhetőek.

- Kitétségekben az 1. b táblázat adatsora alapján a molyhos tölgy a déli, a feketefenyő a nyugati, és kisebb részben szintén a déli hegyoldalakat részesíti előnyben. Ez a preferencia a két faj meleg- és szárazsággkedvelő jellegével magyarázható, de megjelenik a termőhely szélsőségeiben jelentkező árnyalatnyi különbség.

- Klímát tekintve az *1. c táblázat* szerint látható, hogy mindkét fafaj a kocsánytalan tölgyes klímában fordul elő a vártnál nagyobb arányban, míg bükkös klímában elvétve találkozunk velük. Melegkedvelő, illetve szárazságtűrő jellegük alátámasztja ezt a megfigyelést.

- Lejtőszöget tekintve (*1. d táblázat*) feltűnő, hogy a molyhos tölgnél szereplő értékek a lejtőszöggel növekednek. Mivel a lejtő meredekségével a talajtakaró vastagsága csökken, ez egybehangzik *GENCSI, VANCSURA* (1992) leírásával, mely szerint ez a faj kevés csapadékot tároló, sekély talajokon versenyképes. A feketefenyő a közepes meredekségeken fordul elő gyakrabban (12,5°-22,5°), és a meredekebb hegyoldalakon kevésbé jellemző.

- Genetikai talajtípusát tekintve (*1. e táblázat*) a területre jellemző néhány fontosabb genetikai talajtípus közül látható, hogy a molyhos tölgy váztalajokat részesíti előnyben. A rendzinánál szereplő 60% körüli érték azzal magyarázható, hogy az erdészeti adatbázisban „rendzina” néven szereplő típusok nem annyira sekély és szélsőséges vízháztartású talajok, így rajtuk más, gyorsabb és jobb növekedésű fajok előnyt élveznek a molyhos tölgyvel szemben. A feketefenyő esetében a rendzinánál és a köves-sziklás váztalajnál találunk 100 fölötti értékeket.

1.a táblázat
Table 1. a.

A tengerszint feletti magasság és az uralkodó fafaj viszonya
The relations of height above sea level and the dominant tree species

tengerszint feletti magasság (m)	150-250	250-350	350-450	450-550	550-650
Kocsánytalan tölgy	44,234	94,643	102,589	111,267	93,448
Gyertyán	161,287	64,109	92,481	174,491	14,778
Molyhos tölgy	319,179	74,619	117,818	77,945	20,871
Bükk	232,381	153,201	68,288	76,846	0,000
Lucfenyő	383,656	84,360	77,176	146,127	11,649
Erdeifenyő	293,314	134,828	71,644	90,631	0,000
Cser	0,000	227,747	53,862	20,862	0,000
Feketefenyő	519,652	141,951	53,841	88,261	0,000
Akác	2048,544	100,501	29,925	0,000	0,000
Kocsányos tölgy	146,170	200,407	50,944	51,545	0,000
Mézgás éger	2620,306	93,740	0,000	0,000	0,000

1.b táblázat
Table 1. b.

A kitettség és az uralkodó fafaj viszonya
The relations of aspect and the dominant tree species

kitettség	dél	észak	kelet	nyugat	változatos
Kocsánytalan tölgy	87,707	91,974	112,897	101,859	121,246
Gyertyán	69,046	79,684	94,297	141,804	153,083
Molyhos tölgy	222,355	<i>1,082</i>	84,160	62,025	52,391
Bükk	<i>36,791</i>	313,149	92,312	<i>36,473</i>	<i>12,683</i>
Lucfenyő	<i>38,474</i>	239,426	95,257	<i>46,956</i>	68,583
Erdeifenyő	162,816	<i>49,698</i>	<i>43,781</i>	116,590	88,469
Cser	76,022	98,763	228,712	<i>36,178</i>	76,980
Feketefenyő	167,107	<i>42,001</i>	<i>26,009</i>	205,279	<i>37,523</i>
Akác	174,035	<i>8,316</i>	199,957	<i>20,805</i>	<i>8,584</i>
Kocsányos tölgy	61,754	98,756	<i>16,761</i>	396,246	0,000
Mézgás éger	<i>31,923</i>	<i>26,824</i>	<i>13,189</i>	<i>9,171</i>	0,000

1.c táblázat
Table 1. c.

A klíma és az uralkodó fafaj viszonya
The relations of climate and the dominant tree species (The climate types signify the average humidity in July at 14h)

klíma	bükkös	gyertyános-tölgyes	kocsánytalan tölgyes
Kocsánytalan tölgy	<i>11,934</i>	106,945	160,236
Gyertyán	210,815	92,279	<i>12,712</i>
Molyhos tölgy	<i>6,010</i>	106,358	176,207
Bükk	628,688	<i>32,586</i>	<i>28,708</i>
Lucfenyő	177,371	98,064	0,000
Erdeifenyő	<i>31,832</i>	103,667	165,917
Cser	0,000	122,807	0,000
Feketefenyő	<i>2,320</i>	105,704	189,307
Akác	0,000	122,778	0,000
Kocsányos tölgy	0,000	51,182	808,255
Mézgás éger	0,000	114,946	88,946

- Fizikai talajféleség (*1. f táblázat*) szerint a molyhos tölgy elsősorban törmelékes talajokon fordul elő a területen. Az agyagon való viszonylag ritka előfordulást a kötött, levegőtlen talajok iránti ellenszenvé, míg a vályognál szereplő alacsony értéket a jobb minőségű termőhelyeken jellemző versenyképtelensége magyarázza. A feketefenyő nem mutat különösebben jellemző értékeket, ami magyarázható ültetett voltával.

- Termőréteg vastagságát tekintve a molyhos tölgy talajmélységgel fordítottan növekvő adatsora az *1. g táblázatban* magáért beszél. A feketefenyő hasonló tendenciát mutat, de az „igen sekély” kategóriában produkált alacsony érték mutatja azt a határt, ahol ez a faj már nem tud versenyezni a molyhos tölgyel.

A táblázatokból az következik, hogy noha a két faj eredeti termőhelyén hasonló igényű, a molyhos tölgy elterjedésének északi határán olyan speciális feltételekhez alkalmazkodott, amelyhez a telepített feketefenyő nem, vagy csak részben volt képes idomulni. Az adatokból kiolvasható az, az egyébként ismert információ, hogy a feketefenyő betelepítésének egyik célja volt a gazdaságilag értéktelen molyhos tölgyesek helyettesítése. Az is látszik, hogy ez csak részben, a kevésbé szélsőséges termőhelyeken járt sikerrel.

A többi fafaj vizsgálata a következő eredményeket hozta: az őshonos fajok esetében az erdészeti adatbázisból leszűrhető termőhelyi igények általában megegyeznek a szakirodalomban leírtakkal. Érdekes azonban szem előtt tartani, hogy az adatbázis pontossága megkérdőjelezhető, és elkészítése során sok esetben a termőhelyre éppen az ott jelenlévő állományokból következtetnek. Ennek ellenére úgy véljük, hogy az adatbázis alkalmas az előzetes tájékozódásra, illetve nagyléptékű optimalizációs vizsgálatok elvégzésére.

Ami a vizsgálat másik célját illeti, a felhasznált adatokból kimutatható komolyabb, erdőgazdálkodási beavatkozásra utaló eltérések elsősorban az idegenhonos fajok jelenlétéhez köthetőek, tehát a termőhelyi igények vizsgálata nélkül is láthatóak. Az idegenhonos fafajok, különösen az akác és a fenyőfélék szinte mindenféle termőhelyen megjelennek. A fenyőfélék közül a legkülönösebb a lucfenyő jelenléte, ennek optimuma a savanyú, mészmentes talajokon van, és a páras, hűvös hegyoldalakat kedveli (*GENCSIVANCSURA* 1992). Ehhez képest a vizsgált karsztos területen viszonylag nagy arányban fordul elő.

1.d ábrázat
Table 1.d.

A lejtőszög és az uralkodó fafaj viszonya
The relations of slope and the dominant tree species

lejtőszög	2,5-7,5	7,5-12,5	12,5-17,5	17,5-22,5	22,5-27,5	27,5-32,5	32,5 fölött
Kocsánytalan tölgy	94,656	146,468	111,552	64,531	45,445	14,717	7,058
Gyertyán	67,743	88,977	119,813	128,744	60,355	26,982	50,977
Molyhos tölgy	5,111	21,339	59,929	121,659	272,616	432,009	576,752
Bükk	28,288	14,585	122,452	147,240	233,984	164,038	60,529
Lucfenyő	121,290	89,293	106,481	103,211	85,634	47,282	31,081
Erdeifenyő	831,027	140,207	45,503	11,127	0,000	0,000	0,000
Cser	375,430	221,989	56,476	0,000	2,437	0,000	0,000
Feketeenyő	98,655	86,552	117,687	117,961	97,683	36,331	88,958
Akác	253,765	69,980	194,601	8,233	0,000	0,000	0,000
Kocsányos tölgy	621,559	212,066	35,594	22,109	0,000	0,000	0,000
Mézgás éger	439,224	7,906	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

1 e táblázat
Table 1. e.

A genetikai talajtípus és az uralkodó fafaj viszonya
The relations of genetic soil type and the dominant tree species

genetikai talajtípus	abet.	ramann-féle bet.	földes váztaaj	lejtőhordalék talaj	rendzina	zikkás vázt.
Kocsánytalan tölgy	138,680	107,888	20,710	175,078	105,712	16,540
Gyertyán	34,519	86,981	96,803	14,830	137,293	55,357
Molyhos tölgy	0,320	0,000	262,155	0,000	60,487	482,132
Bükk	61,825	231,979	0,000	0,000	107,862	41,938
Lucfenyő	48,117	277,076	0,000	75,597	103,098	26,997
Erdeifenyő	225,675	213,898	0,000	0,000	68,996	0,000
Cser	364,776	162,757	0,000	0,000	16,672	12,924
Feketeenyő	1,398	0,000	0,000	0,000	125,412	144,005
Akác	14,144	441,462	460,204	781,749	94,714	0,000
Kocsányos tölgy	26,763	75,851	0,000	1594,861	107,845	0,000
Mézgás éger	0,000	0,000	0,000	3434,983	58,506	0,000

1.f táblázat
Table 1.f

A fizikai talajféleség és az uralkodó faj viszonya
The relations of physical soil type and the dominant tree species

fizikai talajféleség	agyag	homok	törmelék	vályog
Kocsánytalan tölgy	157,452	0,000	22,555	103,962
Gyertyán	75,856	195,760	55,157	111,489
Molyhos tölgy	42,188	0,000	470,039	46,361
Bükk	47,862	0,000	44,085	118,113
Lucfenyő	80,183	0,000	0,000	120,368
Erdeifenyő	122,036	0,000	0,000	113,579
Cser	46,076	0,000	13,586	123,612
Feketefenyő	57,766	0,000	90,576	108,567
Akác	0,000	0,000	0,000	133,458
Kocsányos tölgy	510,593	0,000	0,000	50,363
Mézgás éger	347,025	0,000	0,000	76,972

1.g táblázat
Table 1.g

A termőréteg vastagsága és az uralkodó faj viszonya
The relations of soil depth and the dominant tree species

termőréteg vastagsága	igen mély	mély	közepesen mély	sekély	igen sekély
Kocsánytalan tölgy	201,350	139,370	124,946	46,901	8,336
Gyertyán	0,000	52,879	103,584	148,755	2,381
Molyhos tölgy	0,000	0,000	7,427	229,905	571,974
Bükk	0,000	88,714	124,168	79,576	22,939
Lucfenyő	0,000	132,023	130,851	45,038	0,000
Erdeifenyő	0,000	260,076	110,100	7,627	0,000
Cser	0,000	223,082	116,242	11,333	26,509
Feketefenyő	0,000	15,710	88,346	198,631	18,020
Akác	0,000	28,805	176,816	16,199	0,000
Kocsányos tölgy	771,168	38,311	169,855	11,163	0,000
Mézgás éger	0,000	341,726	82,776	12,231	0,000

Következtetések

A karsztökológiai rendszer egyik tényezője a növényzet, amely a karszterületeken eredetileg erdő. Az erdő kiterjedését, állapotát napjainkban az erdőgazdálkodási tevékenység határozza meg, amely üzemtervekre támaszkodik. Az erdészeti üzemtervek a század elejéig visszanyúló, nagy területre kiterjedő, egyedülálló információforrást biztosítanak az erdőkről és a termőhelyi

viszonyok alakulásáról. Ugyanakkor a termőhelyi tényezők (amelyek tulajdonképpen a karsztökológiai rendszer faktorai) kapcsán használhatóságukat több tényező is korlátozza: elsősorban az, hogy a termőhelyi jellemzők térbeli változékonysága nagyobb, mint az üzemterv erdőrészlet szintű felbontása. További probléma egyes adatok begyűjtésénél a szubjektivitás (pl. a genetikai talajtípus meghatározása esetén), és az emberi hiba.

Mindezen hibalehetőségek mellett a fafajok és termőhelyi tényezők sztochasztikus függetlenségének vizsgálata azt az eredményt adta, hogy az őshonos fajok esetében az erdészeti adatbázisból leszűrhető termőhelyi igények nagyjából megegyeznek a szakirodalomban leírtakkal. Ami a vizsgálat további célját illeti, a felhasznált adatokból kimutatható komolyabb, erdőgazdálkodási beavatkozásra utaló eltérések elsősorban az idegenhonos fajok jelenlétéhez köthetőek.

IRODALOM

1996. évi LIV. Törvény – www.aesz.hu

BARTHA D. (2001): Veszélyeztetett erdőtársulások Magyarországon – WWF füzetek 18.

Budapest (<http://www.wwf.hu/wwffuzetek.php>)

BECK, R. K.-BORGER H. (2000) Soils and relief of the Aggtelek Karst (NE Hungary): a record of the ecological impact of palaeoweathering effects and human activity – Essays in the ecology and conservation of karst (ed. Ilona Bárány-Kevei – J. Gunn) Special issue of Acta Geographica Szegediensis, Acta Geographica Tomus XXXVI, Szeged, p. 13-30

EXNER T.-JÁVOR B. (2003) Erdőfigyelő jelentés 2003 – WWF-füzetek 21. Budapest (<http://www.wwf.hu/wwffuzetek.php>)

GENCSI L.-VANCSURA R. (1992): Erdészeti növénytan II. (Dendrológia) - Mezőgazda Kiadó 1992

GRIME J. P. (1991): Nutrition, environment and plant ecology: an overview In: Porter, J. R.-Lawlor D., W. (edits): Plant growth: Interactions with nutrition and environment, Cambridge University Press p. 249-267

JÁRÁSI L. (1997): Erdőgazdálkodás Bánkúttól Nagy-Milicig, Miskolc

JÁRÓ Z. (1972): Az erdészeti termőhely-értékelés rendszere – Erdőművelés I. p. 47-53

KEVEI-BÁRÁNY I. (2004): A karsztökológiai rendszer szerkezete és működése – Karsztfejlődés IX. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely p. 65-74

- KEVEI-BÁRÁNY I., HORVÁTH A.* (1996): Survey of the interaction between soil and vegetation in a karstecological system /at Aggtelek, Hungary/ - Acta geographica Szegediensis. Tom. XXXV. 81-87
- LONG J. N.-DEAN T. J.-ROBERTS S. D.* (2004): Linkages between silviculture and ecology: examination of several important conceptual models – Forest ecology and management vol. 200, p. 249-261
- NAGY D.* (2003): Tájérténelmi kutatások a Gömör-Tornai-karszton I. A történelmi táj rekonstrukciója az ANP környezetében az I-III Katonai Felmérések alapján – ANP füzetek II. Jósvalő p. 107-143
- Országos Erdőállomány Adattár: www.aesz.hu
- SÓDOR M.-TEMESI G.* (2001): A természetszerű erdők kezelésének és megújításának alapjai – In: Bartha D. (szerk.): A természetszerű erdők kezelése (a KÖM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 7.) TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest p. 11-65
- STANDOVÁR T.* (2000): A természetes és a kezelt erdők főbb különbségei In: Frank T. (szerk.): Természet, erdő, gazdálkodás (Mit tehetünk erdeink biológiai értékének megőrzése érdekében?); Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Eger p. 26-36
- VARGA ZS.* (1998): Az erdőgazdálkodás jelene – In: Baross Gábor (szerk.): Az Aggteleki Nemzeti Park, Mezőgazda Kiadó p. 414-418
- ZSENI A.* (2003): Karsztos mintaterületek talajainak tápanyag-gazdálkodása és nehézfémterhelése - Doktori (PhD) értekezés, Kézirat, Szeged