

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
FÖLDTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori (Ph.D.) értekezés
Tézisek

**Az erdőszerkezet tér- és időbeli mintázatainak
vizsgálata a Haragistya-Lófej erdőrezervátum
(Aggteleki-karszt) területén**

TANÁCS ESZTER

Témavezető:

Dr. Kevei Ferencné Dr. Bárány Ilona
tszvh. egyetemi tanár

Külső konzulens:

Szmorad Ferenc
Aggteleki Nemzeti Park

SZTE TTIK ÉGHAJLATTANI ÉS TÁJFÖLDRAJZI TANSZÉK

SZEGED
2011

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS, KUTATÁSTÖRTÉNETI ELŐZMÉNYEK

Földrajzi elhelyezkedésük következtében a magyarországi karszterületek természetes növénytakarója jellemzően a lombhullató erdő. Ezekben a területeken jelenleg is magas az erdősültség, így jelenlegi és jövőbeli képüket az erdőgazdálkodás határozza meg. Mint az európai erdők általában, fafaj-összetétel és elegyarány-viszonyok tekintetében a hazai erdők is erősen magukon viselik a korábbi évszázadok erdőhasználatának nyomait, így természetes állapotuk, dinamikájuk kevésbé ismert. A Gömör-Tornai karszt egyik fennsíkján elhelyezkedő Haragistya-Lófej erdőrezervátum ideális területe a hosszú távú vizsgálatoknak, mert bár a múltban igen erőteljes emberi hatás alatt állt, az utóbbi évtizedekben az antropogén nyomás csökkent, így a megindult folyamatok a dinamikus egyensúly kialakulása felé hatnak.

A rezervátumban folytatott erdőszerkezeti vizsgálataim egyik elsődleges célja a felhagyás utáni kezdeti állapot rögzítése volt, amely hosszabb távon összehasonlítási alapul szolgál, és lehetővé teszi a változások részletes vizsgálatát. Kisebb területek vizsgálatakor a faállomány-szerkezet részben, mint könnyen mérhető helyettesítő tényező, részben pedig, mint a biodiverzitás okait és forrásait magyarázó tényező jöhet számba egy erdei ökoszisztémában. A szerkezeti elemek állományléptékű vizsgálata azért is jelentős, mert az állomány az erdészeti kezelés egysége és alapja; bár a beavatkozás az erdei ökoszisztéma valamennyi komponensét befolyásolja, elsősorban a szerkezetre irányul, melyet közvetlenül és gyorsan alakít. Ily módon a hasonló kutatások hasznos tanulságokkal szolgálhatnak a gazdasági erdők természetesebb kialakításához, ami az erdő egyéb funkcióinak felértékelődése miatt jelenleg igen aktuális téma.

A faállomány-szerkezeti mintázatok megértéséhez szükséges az őket létrehozó és befolyásoló folyamatok ismerete. Karsztos jellegéből fakadóan a mintaterület kis mérete ellenére a domborzat, a vegetáció, és a korábbi

beavatkozások szempontjából is igen heterogén, ezért céлом volt az erdőszerkezetet befolyásoló lokális természeti és antropogén hatások jelentőségének felmérése. Ehhez összegyűjtöttem és elemeztem a terület erdőtörténetére vonatkozó adatokat, talajvizsgálatokat végeztem, és a domborzatmodell alapján számított domborzati paraméterek segítségével különböző termőhely-típusokat különítettem el.

Az Aggteleki-karszt egy átmeneti jellegű terület, a hegyvidéki, kontinentális és szubmediterrán fajok küzdelmi zónájában, tehát a klímaváltozás hatásai várhatóan fokozottan érintik majd. Mivel ezek hosszabb távon az egyéb emberi hatásokkal összeadódva befolyásolhatják a természetes erdődinamika alakulását, céлом volt elemezni a jelenlegi erdőkép szempontjából meghatározó utóbbi fél évszázad éghajlati viszonyainak alakulását, valamint összevetni ezeket a legfontosabb állományalkotó fafajok ismert igényeivel.

2. A VIZSGÁLT TERÜLET

A vizsgált terület az Aggtelek-Rudabányai hegyvidéken belül az Aggteleki-hegység kistáj részét képezi. A Haragistya elnevezéssel az erdőtörténeti források alapján lehatárolt, nagyjából 10 km²-es kiterjedésű területet jelölöm, amely a Szilicei-fennsík Magyarországra eső délkeleti folytatása. Az erdőtörténeti elemzés során az ilyen értelemben vett Haragistya teljes területét vizsgáltam, míg faállomány-szerkezeti felméréseimet egy kisebb, 90 ha-os mintaterületen végeztem el, melynek déli része a Haragistya-Lófej erdőrezervátum védőzónájába, északi fele pedig a magterületére esik.

A kistáj éghajlata hűvös-mérsékeltlen nedves kontinentális, az éves középhőmérséklet 8,9°C, míg a csapadék mennyisége évente átlag 620 mm. A januári átlagos középhőmérséklet -2,8°C, a júliusi 19,2°C. A nyílt karsztos felszín a terület nagy részén Wettersteini mészkő és dolomit építi fel; a növényzet számára szükséges nedvességet kizárólag a lehulló csapadék biztosítja. A domborzat igen változatos. A felszín többnyire a meszes

alapkőzet hatására kialakult intrazonális talajok (elsősorban sekély rendzinák, köves-sziklás váztalajok) különböző változatai borítják. A negatív formákban mélyebb szelvényű lejtőhordalék és erdőtalajok is kialakultak.

Az Aggteleki-hegység a Pannóniai flóratartományon belül az Északi-középhegység flóraidék Tornense flórajárásába tartozik. Határterület jellege miatt flórája kis területen belül is igen változatos, amiben a mikroélőhelyeknek a karsztos felszín formáiból következő mozaikossága is nagy szerepet játszik. A Haragistya-fennsíkon a tetőkön és az északias kitettségű lejtőkön gyertyános-kocsánytalan tölgyesek (*Carici pilosae-Carpinetum*), az alacsonyabb tetőkön és délies lejtőkön xerotherm tölgyesek találhatóak, a mélyebb talajokon a cseres-kocsánytalan tölgyes (*Quercetum-petraea-cerris*), a sekélyebekben a dús cserjeszintű melegkedvelő tölgyes (*Corno-Quercetum pubescenti-petraeae*). Szubmontán bükkösök (*Melitti-Fagetum*) kisebb, extrazonális helyzetű foltokban fordulnak elő, északi lejtőkön, völgyek alján. Kisebb foltokban (nagyobb töbrök meredek oldalain) jelennek meg a hársas-körisések (*Tilio-Fraxinetum excelsioris*). Nagyobb területet foglalnak el a telepített fenyvesek, és a teljes képhez hozzátartoznak a kisebb-nagyobb irtásrétek is.

3. MÓDSZEREK

A vizsgálatok során (ahol másként nincs feltüntetve) a térinformatikai elemzések esetében ArcGIS 9.1, a statisztikák számításához és adatbázis építéshez MS Excel 2003 és PASW Statistics 18 szoftvereket használtam.

3.1. Erdőtörténeti áttekintés

Az 1934. évi első üzemtervezést megelőző időszakok elemzéséhez a kapcsolódó szakirodalmat használtam fel. Erre az időszakra nézve elsősorban a korábbi használatok általános jellegét és ehhez kötődően az emberi hatás mértékét vizsgáltam. A terület 20. századi erdőhasználatának, és fajösszetétel-változásainak adatokon alapuló térinformatikai elemzéséhez az 1934-től

1993-ig rendelkezésre álló üzemterveket dolgoztam fel (a szűkebb mintaterületre kiegészítve a 2003-as üzemterv adataival). A térképek georeferálásához ERDAS Imagine 8.5 programot használtam.

3.2. A klíma alakulása 1958 és 2008 között

Az 1958 és 2008 közötti időszak makroklimatikus viszonyainak alakulásával, mint a fajösszetétel változásainak szempontjából kiemelt jelentőségű háttértényezővel foglalkoztam a dolgozatban. Az elemzés az OMSZ jósvafői mérőállomásának adatsorain alapul, amely a szűkebb értelemben vett mintaterület középpontjától dél-délkeleti irányban kb. 2 km-re található, 270 m tengerszint feletti magasságon. Az évi középhőmérsékletek és csapadékösszegek alakulása mellett az Ellenberg-féle klímahányados értékeit vizsgáltam. Az aszályos időszakokat az SPI aszályindex segítségével különítettem el, ennek számításához az SPI SL 6 programot futtattam havi csapadékatokra. Évenkénti bontásban vizsgáltam az aszályos, illetve az átlagnál csapadékosabb periódusok számát és erősségét.

3.3. Faállomány-szerkezet és fajösszetétel

A faállomány-szerkezeti felmérést 2006 áprilisától 2007 novemberéig végeztem el a fentebb ismertetett 90 ha-os mintaterületen. 361 db. 50x50 m-es rácshálóban elhelyezkedő, 10 m sugarú, állandósított mintakörben rögzítettem az 5 cm-nél nagyobb mellmagassági átmérőjű és/vagy 5 m-nél magasabb fásszárúak pozícióját, fajtát, mellmagassági átmérőjét, szociális helyzetét, és egyéb jellemzőit, továbbá az 5 cm középátmérőt meghaladó fekvő holtfa tulajdonságait (hossz, átmérő, faj, korhadtsági fok). Az uralkodó szint magasságának meghatározásához egy digitális terepmodell és egy domborzatmodell különbségeként előállított famagasság-térképet használtam fel. A mért adatokból fajösszetételi (pl. diverzitásra vonatkozó) és strukturális (térbeli eloszlást, méretet és mennyiséget jellemző, horizontális és vertikális) mutatókat állítottam elő, a faállomány különböző csoportjaira (élő és álló holt egyedek, fatermetűek és

cserjék) és megvizsgáltam ezek térbeli eloszlását a területen. A szerkezeti mutatók együttes vizsgálatához 7, a természetességhez kapcsolódó változót jelöltem ki. A terület három fő erdőtípusát (száraz, nyílt tölgyesek, üde tölgyesek, bükkösök) külön kezelve első közelítésben klaszteranalízis segítségével próbáltam csoportokat kialakítani, és ezeket diszkriminanciaanalízis segítségével jellemezni, majd a csoportok átlagaitól való eltérések alapján állítottam elő egy fajösszetételtől független „természetességi” értéket.

3.4. A faállomány-szerkezet és a termőhelyi/történeti háttérváltozók összefüggései

A mintapontokat különböző szempontok szerint csoportosítottam (terepen fajösszetétel alapján elkülönített erdőtípusok, termőhely, az állományok üzemtervi kora és az utolsó ismert használat ideje), és a Mann-Whitney U-teszt segítségével vizsgáltam az erdőszerkezeti mutatók eltéréseit a csoportok között. Kontingenciatáblák felhasználásával elemeztem, hogy van-e, és milyen kapcsolat az egymástól függetlenül képzett csoportok között. A kapcsolat létét χ^2 próba, erősségét pedig a kontingencia koefficiens segítségével próbáltam meghatározni.

A faállomány mért strukturális és kompozicionális jellemzőinek értékeit saját, kisebb részterületen elvégzett talajtani méréseim eredményeivel (termőréteg vastagsága, kémhatás, szervesanyag-tartalom, szénsavas mésztartalom, összes N-tartalom) valamint a domborzatmodellből számított különböző morfológiai, hidrológiai és mikroklimatikus paraméterek értékeivel vettem össze, Spearman-féle rang korreláció segítségével. Megvizsgáltam a faállomány jellemző összetételét az egyes talajtípusokon, és a domborzati paraméterek alakulását az egyes erdőtípusokban.

3.5. A fafajösszetétel közelmúltbeli változásának rekonstrukciója

Feltevésem szerint amennyiben a közelmúltban a fafajok aránya adott helyen változott, az élő egyedek fajösszetétele el kell, hogy térjen a teljes faállományban (ideértve az élő, álló holt és frissen kidőlt fákat és

cserjéket) tapasztalható arányoktól. A teljes állomány fajösszetétele ily módon mintegy modellként írja le egy (fiktív) korábbi időpont fajösszetételét. A fajok (darabszám szerinti) megoszlását a jelenlegi és a modellezett korábbi időpont esetében χ^2 próba segítségével vettem össze, erdőtípusonként, illetve külön kiszámítottam a fajszám különbségét. Megvizsgáltam továbbá a fafajok megoszlását az egyes szociális helyzet és átmérő-csoportokban.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Erdőtörténeti áttekintés

4.1.1. A 20. századot megelőző antropogén hatásokra közvetve (agroterasz-nyomok, talaj-jellemzők, földrajzi nevek, országleírás) vagy közvetlenül (katonai térképek) utaló forrásokból leszűrhető, hogy *a terület legalább a középkortól kezdve igen intenzív használatnak volt kitéve*, és nem is mindig erdőként (hanem gyümölcsösöként, esetleg szántóföldi művelésre, később legeltetésre) hasznosították (Tanács et al. 2006, Tanács et al. 2007a). Az 1800-as évek közepe óta feltételezhető az állandó erdőborítás, azonban valószínűleg legeltetett, ritkás, sarjeredetű állományokról van szó. *Az emberi hatások* (részben a termőhelyi viszonyok megváltoztatása által) *befolyásolták a korábbi erdővegetáció mintázatát, és átalakították az egyes állománytípusok fajösszetételét, szerkezetét*. Míg a diverz geológiai-geomorfológiai jellemzők eleve változatos-mozaikos erdőtakarót hordozhattak, a térben eltérő jellegű és mértékű antropogén beavatkozások azonban mindezt tovább fokozták, így a 20. századra egy rendkívül mozaikos erdőtakaró alakult ki a területen.

4.1.2. *Az utolsó intenzív területhasználati időszak a 20. század elejére tehető*, amikor az állományok többségét (vágásos üzemmódban) kitermelték. A korábban napi közlekedési útvonalak környezetében elhelyezkedő erdők *a trianoni döntés következtében periférikus területté váltak*, így az ezt követően megindult regenerációs folyamatokban kulcsfontosságú szerep jutott az erdők sarjról való felújulásának. Az ebben az időszakban

végzendő kezdeti erdőnevelési munkák forráshiány következtében elmaradtak, vagy késve kezdődtek meg. Mesterséges szaporítóanyag-bevitel csak később, az 1950-es évektől kezdődően volt jellemző, ekkor is elsősorban fenyők (luc, erdei- és feketefenyő) alkalmazása volt jellemző, a fennsík északi részén (Tanács et al. 2006, Tanács et al. 2007a).

4.1.3. Az északi területek fenyvesítése az 1970-es évekig tartott. Komolyabb kitermelések (gyéritések során) csak az 1970-es és 1980-as években történtek. *1985-ben az Aggteleki Nemzeti Park megalakulásával, majd 1993-ban a fennsík nagy részének erdőrezervátummá nyilvánításával a korábbi erős közvetlen antropogén hatás megszűnt* (Tanács et al. 2006, Tanács et al. 2007a). Jelenleg a rezervátum magterületén az erdőfejlődést leginkább befolyásoló, közvetve emberi hatásnak tekinthető tényező a magas vadlétszám. A természetes dinamikai, ill. regenerációs folyamatok emiatt (a nemzeti park más területeihez hasonlóan) az 1970-es és 1980-as évektől megtorpantak, s a felújulás, a lékdinamika érvényre jutásának esélyei ma is korlátozottak.

4.1.4. Az 1700-as évek végén a terület erdőinek uralkodó fajai a (valószínűleg kocsánytalan, esetleg molyhos) tölgy, és a bükk voltak. Az 1934-es *első üzemterv állományadatai szerint az erdők nagy részét* ekkor már *kocsánytalan tölgy és gyertyán alkotta*, délen néhol bükkel, vagy rezgőnyárral elegyesen (a molyhos tölgyet nem különítették el). Az üzemtervi adatokban tükröződő változások *a fenyőfélék területének növekedése a telepítések hatására* (az 1970-es évekig), *a bükk potenciális termőhelyekre történő lassú visszahúzódása* a déli (dolomitos alapközetű) részletekben, illetve *a gyertyán előretörése* az 1980-as évektől kezdődően. A telepítések és a felsorolt fajok térnyerése jellemzően a kocsánytalan tölgy rovására történt (Tanács et al. 2006, Tanács et al. 2007a). Utóbbi faj visszaszorulásához hozzájárulhatott a gyéritések során végzett fafaj-szelekció mellett az 1980-as években jelentkező tölgypusztulás is.

4.2. Faállomány-szerkezet és fajösszetétel

- 4.2.1. A vizsgálati területen elsősorban *kocsánytalan tölgy és gyertyán uralta erdők jellemzőek*, a domborzati-termőhelyi mozaikosságnak megfelelően bükk és molyhos tölgy dominanciájú foltokkal, változatos számú és jelenléti arányú elegyfajfajjal. A speciális termőhelyű és történetű típusok (pl. kőrises sziklaerdők, nyíresek) területi aránya csekély (Tanács 2007, Tanács et al. 2010).
- 4.2.2. *Az álló holtfák és cserjék fafaj szerinti (törzsszám alapján kalkulált) megoszlása eltér az élő fáknál tapasztaltaktól*: az elpusztult egyedek között a kocsánytalan tölgy, molyhos tölgy, gyertyán és – történeti jelzőértékkel – a boróka dominál. Az élő fák és álló holtfák fafaj szerinti megoszlása közötti *eltérés mértéke erdőtípus-függő* (Tanács 2007, Tanács et al. 2010).
- 4.2.3. *A horizontális, méretet* (mellmagassági átmérő és ennek statisztikái) *vagy mennyiséget jellemző* (fatérfogat, törzsszám, körlapösszeg) *mutatók térbeli eloszlásában markáns különbség rajzolódik ki a terület északi és déli része között* (Tanács et al. 2007b), ami részben az erdők jellemző korával, részben termőhelyi okokkal magyarázható. A vertikális jellemzők közül *az állománymagasság alakulása* (az állományok korában mutatkozó nem jelentős különbségek figyelembe vétele mellett is) *erőteljesen tükrözi a felszíni morfológiát*: a negatív felszíni formák mellett felhalmozódott mélyebb termőrétegen, erőteljes fényért való versengés mellett alakulnak ki a legmagasabb erdők.
- 4.2.4. *A fekvő holtfa hektáronkénti fatérfogata* átlagosan 21,89 m³/ha, ami *a gazdasági erdőknek felel meg*, de néhány mintapontban a természetközeli erdők jellemzően magasabb értékeit is eléri. Az állományok hasonló kora, és a korábbi kezelés miatt mennyisége a lokális dinamikai jelenségek függvénye. A fekvő holtfa fafaj szerinti megoszlása többé-kevésbé követi a mintaterület fafajösszetételét, de a három leggyakoribb fajt a pionír jellegű, fényigényes fajok követik.

- 4.2.5. A mintapontok kiválasztott, *a természetességhez köthető strukturális jellemzőire végrehajtott klaszteranalízise során létrejött csoportok* (főtípusonként 2-3) *elkülönítésében* a száraz tölgyesek, gyertyános-tölgyesek és bükkösök esetében is *kiemelt szerep jut a fekvő és álló holtfa mennyiségének, valamint a fekvő holtfa korhadtsági fok változatosságának*. A színezettség a száraz tölgyesek esetében, a lábon álló (élő és holt) fák faji és méretbeli diverzitása pedig a bükkösöknél játszik szerepet a csoportok alakításában.
- 4.2.6. Ugyanezen mutatók *erdő főtípuson belüli átlagtól való eltérésein alapuló csoportosítás* alkalmasnak bizonyult arra, hogy *a mintaterület szintjén erdőtípustól függetlenül természetesebb, illetve kevésbé természetes szerkezettel jellemezhető területeket különítsék el*. Az eljárással sikerült kiszűrni a fajösszetétel hatását, és összehasonlíthatóvá tenni az eltérő jellegű állományokat, bár a kapott eredmény lokális érvényű.

4.3. A faállomány-szerkezet és a termőhelyi/történeti háttérváltozók összefüggései

- 4.3.1. A termőhely minőségét leíró, kitétséggel kiegészített *morfológiai kategóriák* és a terepen, fajösszetétel alapján elkülönített *erdőtípusok előfordulása között szignifikáns, közepes erősségű kapcsolat mutatható ki*. A domborzatmodellből számított különböző morfológiai paraméterek alakulása az egyes erdőtípusokban azonban erős átfedéseket jelez. Több olyan, az erdőkép és a lombkoronaszint fajösszetétele alapján elkülönülő típus is van, amelyek térbeli elhelyezkedése nem magyarázható csak természeti tényezőkkel.
- 4.3.2. *A fafajok élő egyedeinek törzsszáma alapján számított relatív gyakoriság és a talajtulajdonságok kapcsolata kevés esetben kimutatható, és ha van is, többnyire gyenge, ami megfelel a szakirodalomban leírt korábbi eredményeknek*. A vizsgált 7 talajtulajdonság közül *a termőréteg vastagsága a leginkább meghatározó* – az erre kapott összefüggések a

területen előforduló két szélsőséget emelik ki, vagyis a bükköt, amely a mélyebb talajokon uralkodó, illetve a molyhos tölgyet és a húsos somot, amelyek a sekély talajokon dominánsak.

4.3.3. A domborzatmodellből származtatott paraméterek közül egyértelműen *a komplex jellemzők, pl. a mikroklimatikus viszonyokat leíró potenciális napfénytartam és besugárzás, valamint a konvergencia index kapcsolódnak erősebben a fajösszetételhez.* Mivel a termőréteg vastagságával is ezek mutatják a legerősebb összefüggést, talajadatok hiányában hasonló vizsgálatokban helyettesítő adatként való alkalmazásuk indokolt lehet.

4.3.4. *Az erdőtípus szignifikánsan összefügg mindkét, az emberi hatás jellemzésére választott háttérváltozóval.* Ez arra mutat, hogy a fafajösszetétel és az erdőtípusok jelenlegi térbeli viszonyainak meghatározásában nemcsak a domborzati-termőhelyi viszonyok, hanem a kezeléstörténet is meghatározó szereppel bír. A fafajok területi eloszlása tehát a jövőben jelentősebb kényszerítő erők (újabb emberi beavatkozás, klímaváltozás, stb.) nélkül is változhat.

4.3.5. *A mennyiségi illetve méreteket leíró mutatók korfüggése* (a legidősebb, 100-120 éves erdők átlagos értékei általában szignifikánsan magasabbak a két fiatalabb csoportnál, míg utóbbiak között nincs kimutatható különbség), *továbbá a faji diverzitást mérő mutatók alacsonyabb átlagai a középső (80-100 éves) korosztályban arra utalnak, hogy a 90-100 éves kor egyfajta dinamikai fordulópontot jelent.* Ezt alátámasztja az a megfigyelés, hogy az álló holtfa törzsszáma és a teljes törzsszám közötti kapcsolat erőssége eltér az egyes korcsoportokban. Az eltérés jellege erdőtípusfüggő.

4.3.6. *A faállomány egyes strukturális mutatóinak alakulása kevés esetben köthető az utolsó használat időszakához.* Ugyanakkor a felhasználásukkal képzett természetességi kategóriák gyenge, de szignifikáns kapcsolatot mutatnak ezzel a háttérváltozóval. A természetességi csoportok

kapcsolatba hozhatóak a még létező (és használt) útvonalaktól mért távolsággal is.

4.3.7. Az erdőtípusok jellemző kora arra utal, hogy *a mintaterület legszélsőségesebb termőhelyein a melegkedvelő tölgyes állományok jelentik a spontán visszaerdősülési folyamatok kezdeti szakaszát* (potenciális helyüket néhol még ma is irtásrétek foglalják el). A hagyásfákkal tarkított tölgyes erdők a korábbi legeltetés időszakának lenyomatát őrzik, a középső korcsoportban jellemző elegendetlen gyertyánosok pedig feltehetően valamilyen egyszerű, sürgős kitermelés következtében alakultak ki.

4.4. A fajösszetétel közelmúltbeli változásának rekonstrukciója

4.4.1. Az elpusztult borókák maradványai jelenleg bükk dominálta állományokban is előfordulnak, ami a terület erdőinek fokozatos záródása mellett arra is utal, hogy *az egykori kiinduló állapot* (nyílt, ligetes legelő néhány hagyásfával) *ma igen eltérő képet mutató állományokban is hasonló lehetett* (Tanács 2007, Tanács et al. 2010).

4.4.2. Mivel a meglévő üzemtervekben fellelhető információk nem utalnak őshonos fajokkal történt mesterséges telepítésre, *a jelenlegi eltérő képet a megindult szukcessziós folyamatok eltérő jellege és sebessége indokolja*. A homorú lejtőkön, negatív formákon, a felerősödött akkumulációs folyamatok miatt kialakult mélyebb talajokon a fényért folyó küzdelem határozhatta meg a fajösszetételt, míg a lejtőkön és pozitív formákon a korábbi használatok során erodálódott talajréteg és közvetve a mikroklimatikus viszonyok válhattak meghatározóvá.

4.4.3. *Néhány erdőtípus esetében az élő fák törzsszám szerinti fajösszetétele, illetve az élő fák, az álló holtfák és a rövidebb ideje elpusztult fekvő holtfák segítségével modellezett múltbeli fajösszetétel között szignifikáns különbség mutatható ki*. Gyertyánelegyes bükkösökben az eltérések elsősorban a bükk és a gyertyán arányának közelmúltbeli növekedésére utalnak. Gyertyánelegyes kocsánytalan tölgyesekben a különbséget a

tölgyfajoknak (főleg a kocsánytalan és molyhos tölgynek) a modellezett korábbi időpontban magasabb aránya, és a gyertyán valószínűsíthető térnyerése okozza, de az összes vizsgált fa számához képest a különbség jelentősen kisebb, mint a gyertyánegyes bükkösök esetében (Tanács et al. 2010).

4.4.4. A *felújulás* a felvételezés 5 cm-es mérethatára miatt a vizsgált adatsor alapján csak korlátozottan volt vizsgálható. A fiatal (6-os szociális helyzetű) faegyedek alacsony száma, a főbb fajok átmérőeloszlásai, valamint a terület bejárása során látottak alapján egyértelmű, *hogy a felújulás egy ideje igen korlátozott*. A folyamatban még most is jelentős szerepe van a sarjaknak, de már nem ez a domináns. *A négy leggyakoribb faj közül valamennyi fiatalon árnyalástűrő*, de a mezei juhar és a barkócaberkenye csak ott jelenik meg, ahol a bükk a felső lombkoronaszintben még nem vált uralkodóvá. Ahol ez megtörtént, ott a bükkön kívül a közelmúltban más faj nem volt képes újulni. Az üde gyertyános-kocsánytalan tölgyesekben a fiatal fák többnyire gyertyánok, vagy mezei juharok. A száraz, nyílt tölgyesekben a fiatal fák fajösszetétele jóval változatosabb, és helyenként a (molyhos) tölgy is megjelenik, de a barkócaberkenye és a mezei juhar aránya jelentősebb (Tanács 2007, Tanács és Bárány-Kevei 2010).

4.4.5. A fajösszetétel jelenlegi alakulását közvetlenül befolyásoló két fő folyamat közül *a területen ma egyértelműen a mortalitás a meghatározó*, amely a faji diverzitás, és az aggregáltság csökkenésével jár. A borókát leszámítva is a mintakörök 42,3%-án legalább egy olyan faj megtalálható az álló vagy fekvő holt fák és cserjék között, amelynek már nincs ott élő egyede. A többi élő fához képest új faj a fiatal egyedek között azonban csak a mintakörök 14%-án (52 pontban) jellemző, az esetek többségében mezei juhar, vagy barkócaberkenye nőtt az állományba.

4.5. A klíma alakulása 1958 és 2008 között

4.5.1. *Az évi középhőmérséklet az 1980-as évek elejétől emelkedő tendenciát mutat, míg az éves csapadékösszeg alakulásában nincs érzékelhető tendencia.* A vizsgált 50 éves időszak havi csapadék adatsorára három hónapos bázisperiódussal számított SPI aszályindex alapján az 1980-as évektől kezdve a megelőző időszakhoz képest az aszályos periódusok száma és erőssége nőtt, míg a csapadékos időszakoké csökkent. A 2000-es évektől utóbbi tendencia enyhülni látszik, ami viszont mindkét szélsőség egymást gyakran követő előfordulásával jár (Tanács és Bárány-Kevei 2010, Tanács 2011).

4.5.2. *Az Ellenberg-klímahányados a Haragistya-fennsík esetében a kocsánytalan tölgy és a bükk határtermőhelyét jelzi.* Bár az előbbi számára kedvező évek gyakoribbak, a klimatikus jellemzők a bükkösök negatív felszíni formák melletti előfordulását és a fafaj potenciális termőhelyeinek újbóli elfoglalásához szükséges feltételeket is biztosítják. Ezt jelzi, hogy a bükk az 1980-as, 1990-es évek aszályos időszakaiban sem szorult vissza. *A bükk expanziós jellegű regenerációs folyamatai megerősítik, hogy a fafaj jelenlegi területfoglalása és mintázata nem természeti (klimatikus) tényezők korlátozó hatásával, hanem a korábbi közvetlen és közvetett antropogén hatásokkal magyarázható.* A tapasztaltak ismét rámutatnak, hogy a bükk jelenlegi elterjedése hazánkban nem feltétlenül jelöli ki a fafaj potenciális előfordulásának határait, így az aktuális area-mintázatra alapozott számítások félrevezetőek lehetnek. A lehetséges klímaingadozások szempontjából a határhelyzetű bükkös állományok túlélését a lokális termőhelyi viszonyok is döntően befolyásolhatják (Tanács 2011).

A PHD ÉRTEKEZÉS MEGÍRÁSÁHOZ KÖZVETLENÜL FELHASZNÁLT PUBLIKÁCIÓK

- TANÁCS, E., SZMORAD, F., KEVEI-BÁRÁNY, I. (2006):** A Haragistya (Aggteleki-karszt) erdeinek története. In: A III. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványkötete.
- TANÁCS, E. (2007):** Erdőszerkezeti vizsgálatok a Haragistya-Lófej erdőrezervátumban. In: Tavaszi Szél konferenciakiadvány. Műszaki, tudományok, élő és élettelen természettudományok. pp.
- TANÁCS, E., SZMORAD, F., KEVEI-BÁRÁNY, I. (2007a):** A review of the forest management history and present state of the Haragistya karst plateau (Aggtelek Karst, Hungary). *Acta carsologica* 36. pp. 441-451.
- TANÁCS, E., SAMU, A., BÁRÁNY-KEVEI, I. (2007b):** Forest structure studies in Aggtelek National Park (Hungary). *Acta Climatologica Et Chorologica Universitatis Szegediensis* 40-41. pp. 123-133.
- TANÁCS, E., SZMORAD, F., BÁRÁNY-KEVEI, I. (2010):** Patterns of tree species composition in Haragistya-Lófej forest reserve (Aggtelek Karst, Hungary). In: Barančoková, M., Krajčí, J., Kollár, J., Belčáková, I., (Eds.). *Landscape ecology - methods, applications and interdisciplinary approach*. Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, pp. 767-780.
- TANÁCS, E., BÁRÁNY-KEVEI, I. (2010):** Patterns of tree species composition and their relation with climate and past forest management in Haragistya-Lófej forest reserve (Aggtelek Karst, Hungary). In: Ostapowicz, K., Kozak, J., (Eds.) *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpaticum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. pp. 64-65.
- TANÁCS, E. (2011):** Temperature and precipitation trends in Aggtelek Karst (Hungary) 1958-2008. *Acta Climatologica Et Chorologica Universitatis Szegediensis* 44-45. *IN PRESS*

A PHD ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

- BARTA, K. TANÁCS, E. SAMU, A., BÁRÁNY-KEVEI, I. (2009):** Hazai rendzinák megfeleltetése a WRB nemzetközi talajosztályozási rendszerben. *Agrokémia és talajtan* 58/1 pp. 7-18
- KEVEI-BÁRÁNY, I., TANÁCS, E. (2006):** Changes in the conditions of forest cover in Hungarian karstic mountain regions (case study from Aggtelek Mountains). In: Martin F. Price (Ed.) *Global change in Mountain Regions*. Sapiens Publishing pp. 246-247.

- TANÁCS, E.** (2005): The role of forests in the karstecosystem. *Acta Climatologica Et Chorologica Universitatis Szegediensis* 38-39. pp. 143-156.
- TANÁCS, E., KEVEI-BÁRÁNY, I.** (2005): A karsztökológiai adottságok és az erdőgazdálkodás kapcsolatának vizsgálata az egyes fafajok termőhelyi preferenciái alapján, aggteleki példán. *Karsztfejlődés* 10. pp. 343-361.
- TANÁCS, E., BARTA, K.** (2006): Talajvizsgálatok a Haragistya-Lófej erdőrezervátum területén. *Karsztfejlődés* 11. pp. 235-251.
- TANÁCS, E., KEVEI-BÁRÁNY, I.** (2006): Terepmodellből származtatott famagasság-térkép felhasználhatóságának vizsgálata karsztos területen. *Tájökológiai Lapok* 4. pp. 291-300.
- TANÁCS, E., SZMORAD, F., KEVEI-BÁRÁNY, I.** (2006): A review of the forest management history and present state of the Haragistya karst plateau (Hungary). In: Sustainable management of natural and environmental resources on karst, Postojna 2006 – abstracts of presentations and short articles.
- TANÁCS, E., BARTA, K., JÁRMI, R., KISS, M., KEVEI-BÁRÁNY, I.** (2007): A talajtulajdonságok és a faállomány kapcsolata a Haragistya-Lófej erdőrezervátum területén (Aggteleki-karszt). *Karsztfejlődés* 12. pp. 225-241.
- ZBORAY, Z., TANÁCS, E., KEVEI-BÁRÁNY, I.** (2007): The accuracy and possible uses of a stand height map derived from a digital surface model, 2007. In: Proceedings of the ForestSat 2007 Conference (CD), Nov. 5-7 Montpellier, France.