

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
ROTH GYULA ERDÉSZETI ÉS VADGAZDÁLKODÁSI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

**MÓDSZERTANI
FEJLESZTÉSEK AZ ERDŐREZERVÁTUMOK
HOSSZÚ TÁVÚ FAÁLLOMÁNY-SZERKEZETI KUTATÁSÁHOZ**

Doktori (Ph. D.) értekezés tézisei

Készítette:
Horváth Ferenc

Témavezető:
Dr. Veperdi Gábor, CSc., egyetemi docens

NyME Erdőmérnöki Kar
Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet
Erdőrendezéstani Intézeti Tanszék

SOPRON
2012

Doktori Iskola:

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola
vezetője: Prof. Dr. Faragó Sándor

Tudományág:

Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok

Program:

Erdei ökoszisztémák ökológiája és diverzitása
vezetője: Prof. Dr. Mátyás Csaba

Témavezető:

Dr. Veperdi Gábor, CSc., egyetemi docens

I. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Az Erdőrezervátum Program Magyarországon a 90-es évek elején indult, amelynek első korszaka az alapvető fogalmak meghatározásával, az erdőrezervátum-hálózat kijelölésével és a védettség feltételeinek megteremtésével telt. A fontosabb hazai kutató-műhelyek terveket és módszertani javaslatokat készítettek. Ugyanakkor együttműködés indult a COST Action E4 (Forest Reserves Research Network) keretében az erdőrezervátum-kutatás európai szintű áttekintése, fogalom-tisztázása és kutatás-módszertani harmonizálása területén. A hazai előzmények, valamint a hazai és COST E4 tapasztalatok összegzése alapján készült el, széleskörű szerzőgárda együttműködésével „*A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei*” című könyv (szerk. Horváth és Borhidi 2002). Ez a munka megszabta a fő célkitűzéseket, a kutatások stratégiáját és módszertani irányát, továbbá összeállította az erdőrezervátumok kutatásszempontrú besorolását és rövid jellemzését az 1998/99-es II. országos felmérés eredményei alapján (Horváth és Bölöni 2002). Ez a munka megtette az első lépéseket a kutatási területek és módszerek meghatározása és illesztése felé, de nem jutott el az operatív részletek kidolgozásáig és összehangolásáig.

A hosszú távú általános mintavételi terv kialakítását, a faállomány-szerkezet, az újulati és cserjeszint, továbbá az aljnövényzeti felmérés egységes módszerének kidolgozását, valamint e módszertani modulok illesztését, és e módszerek kiterjedt terepi tesztelését, továbbá e tapasztalatok széles körű megvitatását 2003 és 2009 között végezte el az erdőrezervátum-kutatásban leginkább elkötelezett munkacsoport. A disszertáció jelentős részben ehhez a közös munkához kapcsolódik.

A dolgozat célkitűzései:

- a hosszú távú vizsgálatsorozat módszertani kereteinek bemutatása,
- a faállomány-szerkezet kettős (kombinált) felmérési módszerének részletes dokumentálása és indoklása,
- a kettős (kombinált) felmérés alapján történő hektáronkénti törzsszám és körlap-összeg lokális becslés helyes számításának tisztázása,
- javaslat a faállomány-szerkezet értékelésének módszertanára.

II. ANYAG ÉS MÓDSZER

A módszereket a felsőtárkányi Vár-hegy, a Hidegvíz-völgy, a Kékes és a Szalafő Óserdő erdőrezervátumokban létesített ERDŐ+h+á+l+ó mintavételi pontjaiban tesztelték. A tesztelés során felmért állományok sokfélesége jól reprezentálja a hazai erdőrezervátumokban előforduló szerkezeti típusokat, amely megerősíti e megközelítés és módszer általános érvényét. A dolgozat leginkább a 94 hektáros Vár-hegy erdőrezervátum felméréséhez és értékeléséhez kapcsolódik. A magterület a Dél-Bükk Felsőtárkány – Eger közötti hegyvonulatán található, a csúcstól és gerincet, valamint a K-DK-i és Ny-ÉNy-i oldalakat és a Csák-pilis-lápa felső részét foglalva el. A hegy fő tömegét triász korú szürke, tűzköves mészkő adja, helyenként dolomittal, fehér mészkő és vörös kovapala rétegekkel. A gyertyános-tölgyes makroklimát a délies kitettségű oldalakban szárazabb cseres-tölgyes, az északias kitettségekben pedig bükkös mezoklíma váltja fel, főként lejtőhordalék és agyagbemosódásos barna erdőtalajjal, továbbá – szélsőséges termőhelyeken – barna, vörös és fekete rendzínakkal és sziklás, köves váztalajjal (Bidló és mtsai 2004). Az 1870-80 körül felújított, nagyrészt sarjeredetű, 30-50 éve felhagyott lombdőlő ma 130-140, 60-70 és 20-30 éves, valamint a gerinc közeli részeken egy 170 évnél öregebb korosztállyal jellemezhető (Mázsa és mtsai 2009). Az erdőt kocsánytalan tölgyek, cserekek, molyhos tölgyek és magas kőrisek uralják, sok elegy-fafajjal – száraz cseres-kocsánytalan tölgyes, üde gyertyános-kocsánytalan tölgyes, helyenként pedig szubmontán bükkös, mész- és melegkedvelő tölgyes, molyhos-tölgyes bokorerdő, valamint elegyes sziklaerdő és tetőerdő típusokat alkotva. A 80-as években lezajlott tölgypusztulás és a helyenkénti gyérítések következtében kiligetesedett és felhagyott erdők szerkezete változatos. Magas kőris, gyertyán és mezei juhar betöltődése tapasztalható, a vadlétszám évtizedek óta rendkívül magas, különösen télen, amikor a vad nagy része lehúzódik a Bükk magasabb térségeiből.

A faállomány-szerkezet új felmérési módszerének kialakítása

Az erdőrendezésben alkalmazott, a jellegzetes faállománytípusokra külön-külön kidolgozott módszerváltozatoknál általánosabb, ún. kettős (kombinált) felmérést alakítottunk ki. Erre két okból volt szükség. Egyrészt azért, mert a természetes (vagy egyre természetesebbé váló) faállományok szerkezete a vágásos rendszerű

gazdasági erdők szerkezeténél sokkal változatosabb, amit a mintavételnek minden esetben reprezentálnia kell¹. Másrészt azért, hogy az erdőrezervátumok közötti összehasonlításban, és a megismételt felmérések során a módszeren ne kelljen változtatni (univerzalitás).

A faállomány-szerkezetnek, a disszertáció által bemutatott új felmérési módszere egy mintavételes eljárás, amelyben a lokális állomány jellemzése a mintavétellel kiválasztott fák vizsgálata és értékelése alapján történik. Az ún. kettős (kombinált) mintavétel szabályainak, módjának, paramétereinek és a mintavételbe kerülő fák felmérésének részleteit, különösen pedig mindezek optimálisnak tekintett együttesét nyolc értekezlet és találkozó során vitattuk meg 2004 és 2009 között. Az említett megbeszéléseket és vitákat az ER Tudományos Tanácsadó Testület körében és az ER Baráti találkozók során a dolgozat szerzője vezette, amelyeken az MTA ÖK ÖBI (korábban MTA ÖBKI), a NyME, az ELTE, az MgSzH, az ERTI, az ÖNPI, az SZTE munkatársai, valamint számos további szakember vett részt. Ez idő alatt a módszer, ill. annak továbbfejlesztett változatai 4 erdőrezervátum változatos állományaiban kerültek kipróbálásra. Ezek a lehetséges 12 erdőtársulás-csoport (Bartha és Esztó 2001) közül 9 típust reprezentáltak, más szempontból pedig a Czajlik (2002) által megállapított felhagyottsági erdőtípusokat is teljes körűen képviselték. E felmérések során a módszert 25 kutató, ill. egyetemi hallgató alkalmazta.

Kísérleti mintaterület és összehasonlító módszertani elővizsgálatok

Az elővizsgálatok során a Vár-hegy erdőrezervátum egyik jellemző, elegyes és változatos szerkezetű tölgyesében, egy 3 hektáros mintavételi területen, teljes faállomány-felmérés készült, majd elkészült annak térinformatikai adatbázisa (Aszalós és mtsai 2004). A mintaterület 12 negyedhektáros egységeiben 4 terepi felmérési módszer (szögszámláló próba, mintakörös felmérés, koncentrikus körös felmérés, sávós mintavétellel kombinált szögszámláló próba) került kipróbálásra, hogy az eredmények értékelése során össze lehessen hasonlítani azok munkaigényét és reprezentativitását. Szerző a térinformatikai adatbázist további mintavételi módszerváltozatok, szimulált felmérések tesztelésére és értékelésére használta fel.

¹ A faállomány-szerkezet változatosságának dokumentálása olyan szerkezeti típusokat is felfed, amelyeket a minták átlagolásával már nem vennénk észre.

A kettős (kombinált) felvételi módszer érzékenység-vizsgálata szimulált adatsoron

Egy természetszerű faállomány és a mintavételi módszerek kölcsönhatásában, a hektáronkénti törzsszám (N) és körlap-összeg (G) paraméterek becslésének módszerektől függő viselkedését, megbízhatóságát érzékenység-vizsgálattal lehet megismerni. Szerző választott egy ismert összetételű, változatos szerkezetű erdőállományt (Hidegvíz-völgy erdőrezervátum, Vitális és Zakariás 2006) és annak fafaj összetétel, elegyarány, átmérő-eloszlás tulajdonságaival 25 darab egy-hektáros, random mintázatú, virtuális faállományt hozott létre. Ezek középpontjában kettős (kombinált) mintavételt hajtott végre (kontroll), továbbá beállított két „mi lenne, ha ...” kísérlet-sorozatot. A „**PLUSZ-18N**” kísérlettel minden esetben +3%-os mértékben növelte a hektáronkénti törzsszámot, a random mintázatban „beültetett” fák 5, 15, 25, 35, 45 és 65 cm mellmagassági átmérőjű sorozatával. Ezzel a kísérlettel a hektáronkénti törzsszám becslésének viselkedését értékelte 3 féle számítási módszer: az ún. „VAGY” (N becslése a mintakörös alminták alapján, G becslése a szögszámláló próbás alminták alapján), az „MX-ÁTLAG” (mindkét alminta becslésének átlagolása alapján), és az ún. „MX2523” módszer szerint. A „**PLUSZ-2G**” kísérlettel minden esetben +5%-os mértékben növelte a hektáronkénti körlap-összeget, a random mintázatban „beültetett” fák 5, 15, 25, 35, 45 és 65 cm mellmagassági átmérőjű sorozatával. Ezzel a kísérlettel a hektáronkénti körlap-összeg becslésének viselkedését értékelte, ugyancsak 3 féle számítási módszer: az ún. „VAGY”, az „MX-ÁTLAG” és az „MX2523” módszer szerint. Szerző ezekkel a kísérletekkel a kontrollhoz viszonyított eltéréseket, ill. az eltérések standard szórását vizsgálta az átmérősorozat mentén.

Sokváltozós statisztikai módszerek alkalmazása a faállomány-szerkezeti típusok felismerésében

Szerző a Vár-hegy ERDŐ+h+á+l+ó 396 (hiánytalan adatsorú) mintavételi pontjának (MVP) értékelése során, a faállomány-szerkezetet leíró 32 változóból 20-at használt fel a további elemzéshez. Adatsűrítésre főkomponens-analízist alkalmazott, amellyel az összes variancia 68%-át képviselő, első 6 komponenst kapta szignifikáns tényezőnek. Ezek alkalmazását az ún. „random lambda” eljárással vizsgálta meg. A szignifikáns főkomponensek adatmátrixán kiszámított távolságmátrixon 7 osztályozó eljárást alkalmazott, amelyek közül három (az egyszerű lánc, a centroid és a medián

módszer) műtermékekhez vezetett. Négy másik eljárás (CMP – teljes lánc, AVG – csoportátlag eljárás, MCQ – egyszerű átlag és WRD – eltérésnégyzet összeget optimalizáló Ward-féle módszer) viszont értékelhető eredményeket adott. Annak eldöntésére, hogy a klaszterezések alapján hány osztályt érdemes képezni (vagyis a dendrogramot hol érdemes elvágni?), „silhouette” vizsgálatokat végzett. A „silhouette” értékelés alapján hét osztályozás (CMP-16, AVG-9, AVG-18, MCQ-13, MCQ-18, WRD-19 és WRD-26) eredményét egy végső, ún. konszenzus-osztályozásban összegezte.

A Vár-hegy erdőrezervátum faállomány-szerkezeti típusainak jellemzése

A konszenzus-osztályozással kapott faállomány-szerkezeti típusok jellemzésére a szerző grafikus leíró statisztikákat alkalmazott a szintezettség, az átmérő-osztályok szerinti törzsszám, a 15 legfontosabb fásszárú faj törzsszám, ill. körlap-összeg szerinti elegyarányának, valamint a vizsgált típusok térbeli mintázatának bemutatására, majd e típusokat szövegesen is jellemezte.

III. EREDMÉNYEK

Az erdő vertikális szerkezeti modellje

A COST E4 ajánlás (Hochbichler et al. 2000) szerinti vertikális erdőszerkezeti modellt adaptáltuk, amelyet az aljnövényzeti szint felmérési módszere miatt és a lombkorona-sematizálás következtében, kis mértékben módosítani kellett. Ennek megfelelően a faállomány-szerkezet részének tekintjük az 5 cm mellmagassági átmérőt (d_{130}) elérő vagy annál vastagabb, élő vagy holt fák vagy cserjék fás hajtásait, továbbá a fekvő holtfa frakciót. A lombkoronát egy- vagy kétszintesen (felső- és alsó szint) rétegzettnek tekintjük. Cserjeszintnek tekintjük az ennél vékonyabb élő fás hajtásokat ($d_{130} < 5$ cm), amelyek elérik a 130 cm-t vagy magasabbak. Az újulati szintet az 50 cm és 130 cm közötti fásszárú hajtásokra értelmezzük. Gyepszinthez tartozónak (aljnövényzeti szintnek) minden lágyszárút és az 50 cm-es vagy annál alacsonyabb fásszárú hajtásokat tekintjük. A hazai erdőrezervátumok magterületeinek több mint 90%-án ez a modell jól alkalmazható.

Az elemi erdődinamikai egység fogalma és a mintavétel koncepciója

Vajon egy természetes faállomány milyen állomány-egységekben „működik”? Vajon mekkora a legkisebb állományfolt, amelyben a vizsgálandó szerkezetek és elemi folyamatok már meg tudnak nyilvánulni? A mi viszonyaink között ezt elsősorban (de nem kizárólag) a lékdinamika határozza meg. Ennek következtében az erdődinamikai folyamatok lehetséges legkisebb állományegységét a lékjelenségek hatókörének dimenziója jelöli ki (de nem maga a lék). Ez hozzávetőleg az uralkodó famagasság 1-1,5-szeres sugarú körzetének faállományát jelenti. Nyilvánvaló, hogy a lék keletkezése és ennek ökológiai hatásai ebben a dimenzióban érvényesülnek. Természetesen egyetlen ilyen egységet sem szakíthatunk ki az erdőállomány közegéből működésének durva sérülése nélkül, a rendszer működése csak elég kiterjedt állományon belül vizsgálható! Ezt a kitüntetett, de pontosan le nem határolható állományméretet a szerző „*elemi erdődinamikai egység*”-nek hívja, amely nálunk 0,1-0,5 hektáros méretű erdőállománynak tekinthető. A mintavételt éppen ebben a dimenzióban végezzük. Egy-egy minta a lokális faállomány aktuális állapotát reprezentálja. Minden mintavételi pont időbeli adatsora egy-egy elemi erdődinamikai mozzanatot írhat le, amelynél figyelembe kell venni a folyamatok véletlenszerűségét és a környezeti-termőhelyi háttérrel, valamint az erdőtörténet mintázatait és ezek kölcsönható átmeneteit. Az azonos típusú és szomszédos lokális állományrészek homogénnek tekinthető állabokat rajzolhatnak ki. A mintavétel tehát elsősorban az elemi erdődinamikai egységek megismerésére irányul, ami a további elemzések során „*a posteriori*” egységek felismerését is lehetővé teszi.

A faállomány-dinamikai és erdőökológiai megfigyelő hálózat

Az ERDŐ+h+á+l+ó vagyis a faállomány-dinamikai és erdőökológiai megfigyelő-hálózat célja, hogy:

- évtizedeken keresztül,
- széles térbeli dimenzió mentén,
- erőforrásaink takarékos és hatékony felhasználásával,
- közös infrastrukturális szolgáltatás biztosításával,
- támogassa az erdőrezervátumokban tervezett, elindított és futó hosszú távú vizsgálat-sorozatokat (HTV) és további interdiszciplináris kutatásokat.

Minden hálózatot HTV kutatási projekt keretében létesítünk és használunk. A felméréseket, kutatásokat a hálózat csomópontjaiban, mint mintavételi pontokban (MVP) végezzük, ahol az alábbi tematikus alapfelmérések kapcsolódnak egymáshoz:

- faállomány-szerkezeti modul (MVP FAÁSZ),
- talajtérképezés (MVP TALAJ),
- az újulati- és cserjeszint felmérés (MVP ÚJCS), valamint
- az aljnövényzeti szint felmérése (MVP ANÖV).

A terepi infrastruktúra hatékony kihasználását tudományos és dokumentációs-információs szolgáltatások egészítik ki.

A faállomány-szerkezet felmérésének kettős (kombinált) módszere

Az MVP FAÁSZ módszer moduláris felépítésű, amennyiben a következő komponensekből építkezik: 1.) az erdőállomány általános jellemzése, 2.) mintavétel a lokális faállományból (MX2523), és 3.) a fekvő holtfa felmérése. A lokális faállomány fontos tulajdonságainak (pl. fajösszetétel, átmérőeloszlás, körlap-összeg) becsléséhez az állományt alkotó fákból mintapopulációt kell választani. A faállomány-szerkezet felmérését az állandó sugarú mintakörös és a szögszámláló próbás mintavétel kettős (kombinált) alkalmazásával valósítjuk meg. Ezáltal a mintavétel univerzális és reprezentatív, ugyanakkor alacsony költségű, könnyen tanulható és egyértelműen reprodukálható. A mintakör biztosítja a teljes terület egy meghatározott részének mintavételét és a sűrűbben vagy csoportosan álló, vékonyabb törzsek kellő számban való mintába kerülését, míg a szögszámláló próba az állományban meghatározó szereppel bíró, ritkábban álló vastag fákat mintázza, még nagyon eltérő faállomány-szerkezetű állományok esetében is. A szögszámláló próba a nagy fák nagyobb határtávolsága révén kiegyenlíti a csoportos-foltos mintázatokról fakadó térbeli mikro-heterogenitásokat. A kombinált módszernek két fontos paramétere van: az állandó mintakör sugara (8,92 m) és a szögszámláló próba „k” szorzótényezője (2-es), amellyel 4 MVP/ha mintavételi sűrűség mellett mintegy 10%-os területi mintázás érhető el. A kettős (kombinált) mintavétel, vagyis a mintába kerülő fák kiválasztása a gyakorlatban egyszerűen megy: a mintavételi ponttól 8,92 m vízszintes távolságra és azon belül lévő fák mindegyikét fel kell mérni, továbbá a 2-es szorzóval a szögszámláló próbába eső, távolabb álló nagyobb fákat is.

A kettős (kombinált) felmérési módszer eredményeinek helyes értékelése

A fák mintapopulációját a kettős (kombinált), vagyis MX2523 módszer két, egymást kiegészítő almintából állítja össze: a 25,23 cm mellmagassági átmérőnél *vékonyabb* fák csoportjából, amelyek a mintakör alapján kerülnek bele a mintába (n_{mk}), valamint az éppen ekkora, ill. ennél *vastagabb* átmérőjű fák csoportjából, amelyek a 2-es szögszámláló próba alapján kerülnek bele a mintába (n_{sz}). Ennek következtében a hektáronkénti törzsszám (N) és a hektáronkénti körlap-összeg (G) paramétereket is összegző módon kell képezni.

$$N = N_{mk} + N_{sz} \text{ (törzs/ha), továbbá } G = G_{mk} + G_{sz} \text{ (m}^2\text{/ha)}$$

A *mintakörrel vett almintában* (n_{mk}) a kör területe, vagyis a próbatér 250 m^2 , ezért 40-es szorzófaktorral számítjuk tovább a hektárra vonatkoztatott részeredményeket.

$$N_{mk} = 40 \cdot n_{mk} \text{ (törzs/ha), továbbá } G_{mk} = 40 \cdot g_{mk} \text{ (m}^2\text{/ha)}$$

vagyis

$$N_{mk} = \sum_{i=1}^{n_{mk}} 40 \text{ (törzs/ha), továbbá } G_{mk} = \sum_{i=1}^{n_{mk}} d_i^2 \cdot \pi / 1000 \text{ (m}^2\text{/ha)}$$

A *szögszámláló próbával* ($k = 2$) *vett almintában* (n_{sz}) az átmérőtől függő, változó próbatérrel és szorzófaktorral számítjuk a hektárra vonatkoztatott részeredményeket, vagyis

$$N_{sz} = \sum_{j=1}^{n_{sz}} (d_j \cdot 0,353553)^2 \cdot \pi \text{ (törzs/ha), továbbá } G_{sz} = \sum_{j=1}^{n_{sz}} 2 \text{ (m}^2\text{/ha)}$$

Végül a hektáronkénti törzsszám:

$$N = \sum_{i=1}^{n_{mk}} 40 + \sum_{j=1}^{n_{sz}} d_j^2 \cdot 0,392699 \text{ (törzs/ha),}$$

és a hektáronkénti körlap-összeg:

$$G = \sum_{i=1}^{n_{mk}} d_i^2 \cdot \pi / 1000 + \sum_{j=1}^{n_{sz}} 2 \text{ (m}^2\text{/ha),}$$

ahol „d”

a mintába került fa mellmagassági átmérőjét jelenti cm-ben megadva.

Univerzalitás, érzékenység, robosztusság és alacsony költség

A kombinált (kettős) mintavétel, vagyis az MX2523 módszer sokféle faállomány-szerkezetű állományban hatékonyan alkalmazható, amit a mintavétel kettős jellege tesz lehetővé. Szélsőséges példák a Hidegvíz-völgy (HVV) és Vár-hegy (VÁR) felmérések adatbázisából: VÁR Ja-070, N=117 törzs/ha, G=28,0 m²/ha – *öreg bükkös szálerdő*; VÁR Kb-014, N=2860 törzs/ha, G=30,6 m²/ha – *sűrűn cserjés molyhos-tölgyes*; HVV 04-07, N=435 törzs/ha, G=38,1 m²/ha – *elegyes idős bükkös*; HVV 03-08, N=106 törzs/ha, G=9,2 m²/ha – *nagylékes állapot*. A szögszámláló próba komponens rugalmasan alkalmazkodik a faállomány vastagabb átmérőtartományához és a nagy fákra jellemző tágabb térálláshoz, míg az állandó mintakörös komponens a vékonyabb átmérőjű fákat mintavételezi a mintázat véletlenszerűségeiből fakadóan lehetséges torzításokat kisebb valószínűséggel okozva. A kombinált mintavétel és annak MX2523 szerinti értékelése a két módszer előnyös tulajdonságait ötvözi, ezért ez a módszer – hazai viszonyaink között – „univerzális”-nak tekinthető. A módszer nagyfokú érzékenységét a mintavételi pontok terepi állandósítása biztosítja, ill. az, hogy minden újabb felmérést ugyanabból a pozícióból kell elvégezni. Az érzékenység-vizsgálat „PLUSZ-18N” és „PLUSZ-2G” kísérletei megmutatták a kismértékű változások (+3% törzsszám, ill. +5% körlap-összeg) megbízható észlelhetőségét, a teljes átmérőtartományban. A módszer „robosztus”-nak tekinthető abból a szempontból, hogy nem reagál érzékenyebben sem a vékonyabb, sem a vastagabb fák jelenlétére a mintában, szemben más módszerekkel. Mindezek mellett a kettős (kombinált) mintavétel alkalmazása – a kellő reprezentativitás (min. 10-15 mintába kerülő fa) megőrzése mellett – alacsony költséggel jár (átlagosan 20, ill. 26 mintába kerülő fa a Vár-hegy, ill. a Hidegvíz-völgy random szimulált példáján), amit a hasonló rendszerekkel (Albrecht 1990, Althoff et al. 1993, Brang et al. 2008, Burrascano et al. 2008) való összevetés is megerősített.

Javasolt módszertani séma a faállomány-szerkezeti típusok megállapítására

A szerző a faállomány-szerkezet következő jellemzőit találta fontosnak a típusok megállapításához: a vertikális szerkezetet leíró változókat (szintek borítása, lékeség, állománymagasság); a sűrűségi és fatömeg-viszonyokat jellemző hektáronkénti törzsszámot és körlap-összeget; a főbb fa- és cserjefajok elegyarány viszonyait leíró változókat; az élő fák és cserjék átmérő-viszonyait tükröző relatív gyakorisági

eloszlások karakterisztikus átmérőosztályait. Főkomponens analízissel, az eredetileg figyelembe vett 20 faállomány-szerkezeti változó alapján, az összes variancia 68%-át 6 szignifikáns komponensbe sűrítette, amely az osztályozás további alapját képezte. A „legjobb” osztályozást több klasszifikáció eredményének konszenzus-klaszterezésével érte el. Ezzel az eljárás-sorozattal az adatokban rejlő, sokdimenziós képet jobban értelmezhető állomány-szerkezeti típusokba rendezte. A kapott „klaszterek” szerkezeti típusokat és átmeneti állapotokat egyaránt jelenthetnek a folyamatok értelmezésétől függően. Szerző az ordinációs és klasszifikációs módszereket integráltan alkalmazta, amelyet az erdőrezervátumok faállomány-szerkezeti típusainak megállapítására általánosan is alkalmasnak tart és ajánl, különösen elegyes erdők esetében.

A Vár-hegy faállomány-szerkezeti típusai

A Vár-hegy ERDŐ+h+a+l+ó 396 MVP-ján végzett elemzés 17, jól jellemezhető faállomány-szerkezeti típust, ill. csoportot eredményezett (további két típusra csak 1-2 ismétlés esett). A konszenzus osztályozás elkülönítette a főbb erdőtípusokat (a molyhos tölgyestől a bükkösig), de azokon belül további faállomány-szerkezeti típusokat is megkülönböztetett, amelyek erdődinamikai szempontból jól értelmezhetők. A kiligetesedett (vagy kigyérített) üdébb, gyertyános-tölgyes jellegű élőhelyeken keletkezett lécekben elsősorban a gyertyán, magas kőris és mezei juhar betöltődése alakult ki, van továbbá egy hasonlóan viselkedő elegyes molyhos tölgyes-cseres típus is, szárazabb körülmények között. Több állományra jellemző, hogy a kiligetesedés következtében megnövekedett fényt egy teljesen záródó és megerősödő húsos somos cserjeszint hasznosítja, amely szárazabb és üdébb körülmények között is kialakul, ugyanakkor több átmenet is látható a cseres és molyhos tölgyesek felé. Ezzel párhuzamosan, más állományokban a gypeszint került uralomra („elfüvesedett tölgyes”). Több típus rendkívül elegyes, van ahol a magas kőris válik uralkodóvá („elkőrisedés”). A zárt, üdébb gyertyános-tölgyes és szubmontán bükkös állományokra még a gyarapodás, növekedés jellemző, viszont a szélsőségesen kitett és száraz termőhelyek cserszömörccés-molyhos tölgyes bokorerdő állományai mintha változatlanok lennének.

Hivatkozott irodalmak

- Albrecht, L. (1990): Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten, Naturwaldreservate in Bayern, Band 1, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München
- Althoff, B., R. Hocke & J. Willig (1993): Waldkundliche Untersuchungen, Grundlagen und Konzept. Naturwaldreservate in Hessen 2. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung, Band 25.
- Aszalós R., Bölöni J., Horváth F. & Mázsa K. (2004): Összehasonlító vizsgálat hálózatban történő faállomány-szerkezet felmérési módszertan részleteinek kidolgozására, a Vár-hegy erdőrezervátumban, átfedéssel a faegyed szintű felmérés mintaterületeivel. In Mázsa K. (szerk.): Az Erdőrezervátum program 2003. évi feladatai. Kutatási jelentés – ER Archívum (2004/D-001), MTA ÖBKI, Vácrátót
- Bartha D. és Esztó P. (2001): Az Országos Erdőrezervátum-hálózat bemutatása az Országos Erdőállomány-adattár alapján. ER, Az erdőrezervátum-kutatás eredményei 1(1): 21-44.
- Brang, P., B. Commarmot, L. Rohrer & H. Bugmann (2008): Monitoringkonzept für Naturwaldreservate in der Schweiz. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf – Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Professur für Waldökologie, Zürich.
- Bidló A., Gucsik A., Heil B., Illés G., Juhász P., Kovács G., Varga Zs. (2004): Termőhely-feltárás a Vár-hegy erdőrezervátum területén. Kutatási jelentés – ER Archívum (2004/D-006), MTA ÖBKI, Vácrátót
- Burrascano S, Lombardi F, Marchetti M. 2008. Old-growth forest structure and deadwood: Are they indicators of plant species composition? A case study from central Italy. Plant Biosystems 142(2):313–323.
- Czajlik P. (2002): Erdőrezervátumok besorolása kutatási érték szerint. In Horváth F. és Borhidi A. (szerk.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának Tanulmánykötetei 8., TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 132-135.
- Hochbichler, E., A. O'Sullivan, A. van Hees & K. Vandekerckhove (2000): Recommendations for Data Collection in Forest Reserves, with an Emphasis on Regeneration and Stand Structure. In EUR 19550 – COST Action E4 – Forest reserves research network, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, pp. 135-182.
- Horváth F. és Borhidi A. (szerk.) (2002): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8., TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest
- Horváth F. és Bölöni J. (2002): Az erdőrezervátumok kutatásszempontrú besorolása és rövid jellemzése. In Horváth F. és Borhidi A. (szerk.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának Tanulmánykötetei 8., TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 276-287.
- Mázsa K., Horváth F., Bölöni J., Balázs B. és Aszalós R. (2009): A felsőtárkányi Vár-hegy erdőrezervátum faállományának korosztály viszonyai erdőtörténeti összefüggésben. Természetvédelmi Közlemények 15: 347-357.
- Vitális A. és Zakariás É. (2006): A Hidegvíz-völgy Erdőrezervátum faállomány-szerkezeti felvétele és vizsgálata. Diplomadolgozat, NyME EMK Erdőrendezéstani Tanszék – ER Archívum (2006/D-001), MTA ÖBKI, Vácrátót

IV. A LEGFONTOSABB ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- Az „elemi erdődinamikai egység” fogalmának bevezetése és a mintavételi koncepcióval való kapcsolat tisztázása.
- Az „ERDŐ+h+á+l+ó” – faállomány-dinamikai és erdőökológiai megfigyelő hálózat, mint kutatási módszertan konszenzusos kialakítása, tesztelése és leírása (közös eredmény).
- A faállomány-szerkezet felmérésének kettős (kombinált) módszere (közös eredmény), annak tesztelése, részletes leírása és értékelése.
- A kettős (kombinált) felmérési alapadatok helyes értékelési algoritmusának megtalálása, az „MX2523”-nak nevezett módszer leírása, alkalmazása és értékelése.
- Sokváltozós módszertani séma kidolgozása, tesztelése és eredményeinek bemutatása a faállomány-szerkezeti típusok „*a posteriori*” megállapítására.
- A Vár-hegy faállomány-szerkezeti típusainak megállapítása és leírása.

V. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Referált tudományos folyóiratban megjelent közlemények

Horváth, F., A. Bidló, B. Heil, G. Király, G. Kovács, G. Mátyóki, K. Mázsa, E. Tanács, G. Veperdi & J. Bölöni (2012): Abandonment status and long-term monitoring of strict forest reserves in the Pannonian Biogeographical Region. *Plant Biosystems* – DOI:10.1080/11263504.2011.650728

Mázsa K., Horváth F., Balázs B., Bölöni J. és Aszalós R. (2009): A felsőtárkányi Vár-hegy Erdőrezervátum faállományának korosztály viszonyai erdőtörténeti összefüggésben. *Természetvédelmi Közlemények* 15:347-357.

Fejezet tudományos könyvben

Horváth, F., Zs. Molnár, B. Czúcz, K. Mázsa, B. Balázs, G. Ónodi & M. Kertész (2011): The inventory, state and assessment of Hungary's natural habitats, in terms of ecosystem services. In G. G. Nagy & V. Kiss (eds.): Evaluation of ecosystem services in Hungary, CEEweb for Biodiversity, Budapest, ISBN 978-963-87218-7-7

Mázsa, K., F. Horváth, J. Bölöni & B. Balázs (2011): Strict forest reserve research in the margin of the Carpathians, the Vár-hegy case-study. In Kozak, J., K. Ostapowicz, P. Angelstam, A. Bytnerowicz & B. Wyzga (eds) Integrating Nature and Society towards Sustainability. Springer, Berlin – New York (accepted)

- Czájlik P. és Horváth F. (2002): Eseményfigyelés. In: Horváth és Borhidi (szerk.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8. Természetbúvár, Budapest, 108-113.
- Horváth F. (2002): Az erdőrezervátum-kutatás informatikai alapjai. In: Horváth és Borhidi (szerk.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8. Természetbúvár, Budapest, 236-244.
- Horváth F. (2002): Az erdőrezervátum-kutatási program infrastrukturális feltételei. In: Horváth és Borhidi (szerk.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8. Természetbúvár, Budapest, 55-59.
- Horváth F. és Bölöni J. (2002): Az erdőrezervátumok kutatásszempontrú besorolása és rövid jellemzése 1999-ben. In: Horváth és Borhidi (szerk.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8. Természetbúvár, Budapest, 276-287.
- Horváth F. és Czajlik P. (2002): Összegzés, értékelés és a szintézis lehetőségei. In: Horváth és Borhidi (szerk.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8. Természetbúvár, Budapest, 226-235.
- Temesi G., Mázsa K., Horváth F. (2002): Az erdőrezervátum-program jogi, szervezeti és infrastrukturális keretei. In: Horváth és Borhidi (szerk.): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. TermészetBúvár Alapítvány Kiadó, Budapest pp. 27-58.

Könyv, kiadvány szerkesztése

- Borhidi A. és Horváth F. (szerk.) (2009): Az erdőrezervátum-kutatás eredményei. Kiadványsorozat, ER 3., MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
- Horváth F. és Borhidi A. (2003): Az erdőrezervátum-kutatás eredményei. ER-2003. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
- Horváth F. és Borhidi A. (szerk.) (2002): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8., TermészetBúvár, Budapest
- Borhidi A. és Horváth F. (szerk.) (2001): Az erdőrezervátum-kutatás eredményei. Kiadványsorozat, ER 1., MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót

Egyéb, válogatott közlemények

- Horváth F., Balázs B., Bölöni J., Mázsa K. (2009): "Forest-net" – monitoring strict forest reserves left for free development in Hungary. In Kaennel Dobbertin, M. (ed.) Long-term ecosystem research: Understanding the present to shape the future. Int. Conference Zurich, Switzerland, 7-10 Sept 2009. Abstracts. Birmensdorf. Swiss Federal Research Institute WSL. p. 72.
- Horváth F., Bölöni J., Mázsa K. és Balázs B. (2009): A felsőtárkányi Vár-hegy erdőrezervátum erdőállományának bemutatása és elemzése. 8. Magyar Ökológus Kongresszus 2009. augusztus 26-28. Szeged. Előadások és poszterek összefoglalói p. 90.
- Mázsa K., Horváth F., Bölöni J., Balázs B. (2009): Erdőrezervátumok: a természetes erdőfejlődés mintaterületei. In: Török K., Kiss K. T., Kertész M. (szerk.): Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet kutatási eredményeiből, 2009 – ÖBKI Műhelyfüzetek 2., MTA ÖBKI, Vácrátót, pp: 113-118.
- Balázs B., F. Horváth, K. Mázsa & J. Bölöni (2008): Forest reserve as a model area for future climate forest restoration – a case study. Poster session, 6th European Conference on Ecological Restoration Ghent, Belgium, 8-12/09/2008. CD-ROM

- Horváth F., Bathó Z., Balázs B., Mázsa K. és Gazdag D. (2008): Erdőrezervátum CO₂-megkötésének modellezése segíti a klímaerdők létesítését. *Lépések ... a fenntarthatóság felé.* 13(3):13-14.
- Horváth F. (2007): Towards a sustainable forest management scheme. In Török, K. & G. Torda (eds): Review of biodiversity research results from Hungary that directly contribute to the sustainable use of biodiversity in Europe. Institute of Ecology and Botany, HAS. pp. 20-24.
- Horváth F., Bölöni J., Mázsa K., Jelítai E., Czájlik P., Gergely Z., Mányoki G. és Veperdi G. (2006): A faállomány-szerkezet kutatása erdőrezervátumokban. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest, 2006. 09. 4-6. in Előadások és poszterek összefoglalói (szerk.) Szentesi Á.; Szövényi G.; Török J. p. 87.
- Horváth F., J. Bölöni, G. Mányoki, K. Mázsa, E. Jelítai & R. Aszalós (2006): Ecological tree characters of a near-natural oak forest (Vár-hegy Forest Reserve, Hungary). 1st European Congress of Conservation Biology „Diversity for Europe” 22-26 August 2006 – Eger, Hungary. Book of Abstracts, p. 118.
- Horváth F., K. Mázsa, R. Aszalós and J. Bölöni (2006): Innovation related to natural forest ecosystem research. In: Török, K. and E. Kovács-Láng: Recent research results supporting sustainability. Inst. of Ecology and Botany, HAS., pp: 27-31.
- Mázsa K., Horváth F., Aszalós R. és Kovács G. (2006): A hazai erdőrezervátum-hálózat kialakulásának időszaka és aktuális kutatások a Vár-hegy Erdőrezervátum területén. In Kalapos T. (szerk.): Jelez a flóra és a vegetáció. A 80 éves Simon Tibort köszöntjük. Scientia, Budapest. 2006. pp. 129-238.
- Horváth F., Mázsa K., Aszalós R. és Bölöni J. (2005): Innovációs eredmények a természetes erdő-ökoszisztémák kutatásában. In Török K., Kovácsné Láng E. (szerk.): Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézetének kutatási eredményeiből. MTA ÖBKI, Vácrátót, p: 27-31.
- Horváth F., Mázsa K., Bölöni J. és Jelítai E. (2005): Pattern and diversity of stand structure of an unmanaged oak forest. In Priwitzer, T. et al. (eds.) Climate Change – Forest Ecosystems & Landscape, Proceedings, 19-22 October Zvolen, p 98.
- Mázsa, K., Zs. Kotroczó, R. Aszalós, R.D. Bowden, J. Bölöni, F. Horváth, G. Kovács, Zs. Karkomperger, M. Papp és J. A. Tóth (2005): Forest dynamical processes: decline and regeneration in sessile oak forests in the Bükk Mts. (Hungary). In Programme, Abstracts and Participants: Bridging the gap-policies and science as tools in implementing sustainable forest management, International Conference October 17-19/21, 2005. Alnarp, South Sweden pp. 63.
- Horváth F., Deme Cs., Papp O. (2002): A mintatér faállomány-vetülete Divald Gyula (1876) „képbeni feltüntetése” alapján. Térképi rekonstrukció. Az erdőrezervátum-kutatás eredményei. ER 2(1): 1. melléklet.
- Horváth F., Mázsa K. és Temesi G. (2001): Az erdőrezervátum-program. Az erdőrezervátum-kutatás eredményei. ER 1(1): 5-20.