

6.4. Faállomány-szerkezeti vizsgálatok

6.4.1. Bevezetés: a faállomány-szerkezet és vizsgálatának szükségessége

(CZÁJLIK PÉTER ÉS SOMOGYI ZOLTÁN)

Az erdő vitathatatlanul meghatározó élőlényei a fák. Méretüknél, koruknál és sok biológiai tulajdonságuknál fogva alapjaiban szabják meg, hogy az erdőben milyen élőlényközösség alakuljon ki, és milyen lényeges fizikai, kémiai és biológiai folyamatok és állapotok jönnek létre. A faállomány jellemzése ezért minden erdőkutatásnál elengedhetetlen. Az erdőrezervátumok faállomány-szerkezetének vizsgálatával és leírásával hazánkban először Czájlik (1989, 1990, 1996) foglalkozott. Az erdőrezervátum-program kezdeti szakaszában az ERTI munkatársai készítették tervet a faállomány-szerkezet üzemtervi leírásánál részletesebb vizsgálatára (Somogyi 1994).

6.4.1.1. A fák és a faállomány, mint ökológiai tényezők

(CZÁJLIK PÉTER)

A fás növények egyedei, illetve csoportjai – létezésük egész ideje alatt – más és más élőlényeknek teremtik meg az életfeltételeit. A fás növények a saját fatestükkel ugyanis sajátos „másodlagos domborzatot”, mintegy „kulisszát” is alkotnak az erdőben, gyökereik, ágaik és leveleik élőhelyül és táplálékkul stb. szolgálnak. Más szóval az erdőt alkotó fás növények egyben más élőlények külső ökológiai tényezői is, így azok élőhely-szerkezeti elemeit alkotják.

Mivel ilyen értelemben az erdei életközösségek meghatározói a fás növények, továbbá mivel a fák ottléte vagy nem léte, illetve térbeli elhelyezkedése a kezelt erdőkben a kezelő tevékenységétől függ – vagyis a kezelőnek tudatában kell(ene) lennie annak, hogy a beavatkozásával mire és hogyan hat –, ezért e szerkezeti funkciók ismerete kulcskérdés az erdő biodiverzitásának megértésében. Hazai kutatások is bizonyítják, hogy az erdő szerkezete, valamint az erdő szerkezetét érintő nevelővágások, bár hagyományos erdészeti szempontból szakmailag kifogástalanok, mégis sok esetben egyes ritka, fokozottan védett állatfaj létfeltételeit tekintve katasztrofálisak lehetnek (Czájlik 1988, 1989, 1991b). Hazai vonatkozásban olyan célzott kutatás kevés volt, amely a fák és a többi élőlény közötti kapcsolatrendszerek feltárására irányult. Az erdőrezervátum-kutatásnak ugyanakkor egyik kiemelt célja és feladata a hazai erdők biodiverzitásának megőrzéséhez szükséges tudományos adatok szolgáltatása, valamint az azokon alapuló, az erdeink biodi-

verzitását fenntartó tevékenységek, kezelési feltételek lehetőségének és azok szükségességének feltárása. Az erdőrezervátum-kutatások, azon belül a faállományt érintő vizsgálatok során nagy figyelmet kell fordítani az erdei életközösség valamennyi tagjára, beleértve a veszélyeztetett fajokat is (Czájlik & Harmos 1997, 2000; Czájlik et al 1997). Tekintettel arra, hogy a fák és a többi élőlény (nem gazdanövény-károsító jellegű) kapcsolata a hazai gyakorlatban és kutatásban kevésbé ismert, ezért ezzel részletesen foglalkozni kell, hiszen ez a faállomány-szerkezeti vizsgálatok stratégiáját alapvetően meghatározza. Az említett kapcsolatrendszer több léptékben is megnyilvánul. Az alábbiakban kiemelten az állomány, illetve az állományrészek léptékével, továbbá az állományrészek mintázatának fontosságával foglalkozunk.

A fás növények állományléptékű ökológiai hatásai

A fás növények állományán általában egy több hektárra kiterjedő, belső szerkezetét tekintve homogén vagy inhomogén, többé-kevésbé összefüggő erdőfoltot értünk. Az állomány a tágabb környezet egy vagy több jellemzőjére lényeges hatást gyakorol az adott területen; elég, ha csak a talaj vagy a mikroklíma elemeire gyakorolt hatásait említjük.

A faállomány szerkezetének állományléptékű mikroklímatisztikus hatásait hazánkban többek között Horánszky András, a talajra gyakorolt hatását Babos Imre, Járó Zoltán, Szodfridt István életműnyi munkássága elemezte. A faállomány-szerkezeti elemeknek a több ezer talajban lakó faj életfeltételeire gyakorolt hatásairól, azok mérhető paramétereiről ugyanakkor nagyon keveset tudunk. Igen kevés ismeretünk van például a talajfelszín alatti szervek, gyökök struktúráinak az egyes talajlakó fajokra kifejtett hatásairól.

Faállomány-szerkezeti elemek mint élőhely-szerkezeti elemek

Az élőhely-szerkezeti elem fogalmát az egyes faállomány-szerkezeti elemekre elsők között Scherzinger (1975) használta. Kutatásai arra irányultak, hogy egyes veszélyeztetett fajoknak milyen általuk folyamatosan használt, állandó élőhely-szerkezeti elemekre van szükségük életfeltételeik biztosításához. Megállapította, hogy például a leginkább az erdei életmódhoz alkalmazkodott császármadárnak (*Bonasia bonasia*, syn: *Tetrastes bonasia*) a Bajor-erdőben kilenc olyan élőhelyi elemre van szüksége, amely fás növényi eredetű, így önálló faállomány-szerkezeti elem is egyben, vagyis a fás növények valamilyen formációja vagy alakja. Ezek:

- nyír, rezgőnyár, éger elegye mint téli táplálék;
- öreg, nagy koronájú lucfenyők mint búvó- és éjszakázóhelyek;

- tisztás, széldöntés fűzekkel, madárberkenyével, fürtös bodzával mint csirkenevelő hely;
- kidőlt törzsek, mint dürgő és éneklőhelyek, valamint táplálkozó helyek;
- széldöntötte bükkfák földes gyökérabdái berkenyével és bodzával mint porfürdőző helyek és táplálkozóhelyek, ősszel és télen;
- kefesűrű bükkfiatalosok mint téli táplálkozó- és búvóhelyek a szárnyas predátorok ellen;
- jól fedett fészkelőhelyek;
- állományszegély, határzóna idős és fiatal állományok között mint optimális táplálkozó és búvóhelyek;
- mélyen elterülő, sátorozó ágú mogyoró- vagy galagonyabokrok, tisztásokon, erdőszegélyeken, téli és tavaszi tömegtáplálkozási helyeken, védelem a szárnyas predátorok ellen.

Scherzinger kutatásai az egyes élőhely-szerkezeti elemek térbeli elhelyezkedésének jelentőségét is hangsúlyozták. Eszerint mindezen élőhely-szerkezeti elemeknek egymástól kis távolságon belül kell elhelyezkedniük, mert egyébként a nagy távolságokban való mozgáskényszer erősen csökkenti a túlélési esélyeket. A császármadár esetében az említett 9 élőhely-szerkezeti elemnek 3 ha-on belül többször ismétlődve kell elhelyezkednie egy ideális habitatban.

Az élőhely-szerkezeti elemeknek a védett területen sokszor természetvédelmi jelentőségük is van. A Bajor-erdő Nemzeti Parkban – az ott folytatott további kutatások eredményeként – ma már 29 vörös könyves veszélyeztetett erdőlakó madár- és emlősfaj élőhely-szerkezeti elem iránti igényét tárták fel, s ezeket a védett területek erdőkezelésének tervezésénél figyelembe is veszik (Ammer & Utschik 1984). A vizsgált 29 faj számára összesen 15 létfontosságú élőhely-szerkezeti elem szükségességét bizonyították a faállományon belül. Ezek a következők (zárójelben az adott élőhely-szerkezeti elemet igénylő fajok száma):

- laza koronájú idős állományrészek (7);
- 50 hektárnál nagyobb, összefüggő, zárt nyiladékokkal tarkított öreg erdőállományok (3);
- elegyfajok (10);
- nyíresek (2);
- alászorult, torz növéssű fák – böhönccök (2);
- karvastagságú bükkfák (3);
- bogyós cserjék (4);
- beteg és/vagy holt, álló vagy fekvő fák (9);
- odúkolóniák (12);
- egyes odvas fák (16);
- fészektartó fák (2);

- zavartalan téli, párzási, költési területek (3);
- zavartalan költőhely (6);
- sziklás, homokos felületek, kidőlt fák földlabdás gyökérzete (4);
- patakparti erdőtársulások (2).

A Bajor-erdő Nemzeti Parkban vizsgált 29 fajból 25 a hazai bükkös övben védett erdőterületeink még ma is megtalálható lakója.

Az egyes élőhely-szerkezeti elemek szerepét és jelentőségét az Egyesült Államok Oregon államában már az 1970-es években vizsgálták (Thomas 1979). E vizsgálatok a területen élő teljes gerinces faunára kiterjedtek; ennek eredményeként 10 kétéltű-, 16 hüllő-, 263 madár-, 89 emlős, összesen 378 gerinces faj élőhelyigényét összegezték, beleértve az egyes élőhely-szerkezeti elemek használatát is. Az élőhely-szerkezeti elemek közül kiemelt figyelmet szenteltek a földön fekvő holtfa, a lábon száradt fák, facsonkok, odúk, szegélyek vizsgálatának, vagyis azon faállomány-szerkezeti elemeknek, amelyek a gyakorlati erdőgazdálkodás során rendre figyelmen kívül maradnak, ugyanakkor a biodiverzitás szempontjából kiemelten fontosak.

A földön fekvő, kidőlt fák mint más fajok ökológiai feltételei

A kidőlt fatörzsek és egyéb fahulladékok (tuskók, gyökérszövedék, kéreg, vastag ágak stb.) teremtik meg a környezeti diverzitást a talajszint élővilágának (Winn 1976). Angliai erdőkben 456 gerinces és gerinctelen állatfaj életfeltételei függenek ettől az élőhely-szerkezeti elemtől, és további 518 faj ismert Angliában, amely ezeken az élőhelyeken előfordul (Elton & Sutherland 1966).

Az oregoni (USA) Blue Mountains 378 gerinces fajt vizsgálva azt állapították meg, hogy a földön fekvő kidőlt fák 5 kétéltű-, 9 hüllő-, 116 madár- és 49 emlősfaj létfeltételeit teremti meg (Maser et al. 1979). E vizsgálatok során a földön fekvő holt faanyagot 5 lebomlási fokozatba sorolták (az 1. a teljesen friss anyagot, az 5. az alakját veszített korhadékot jelenti), és elemezték a kidőlt holtfákat használó gerinces fajok számát aszerint, hogy mihez szükséges a holt faanyag. A megoszlás (13. táblázat) jól bizonyítja, hogy a mérsékelt övi erdei ökoszisztémákban nemcsak a földön fekvő holtfa jelenléte, hanem annak különböző minőségben való előfordulása is fontos ökológiai tényező az ott élő gerinces fauna szempontjából.

A földön fekvő holt faanyagnak a zuzmó-, moha- és gombacönózisok kialakulásában is meghatározó szerepe van. Természetes körülmények között a hazai montán bükkösökben különböző lebomlási fokozatú kidőlt fatörzseken más és más, 11 – 25 fajból álló önálló mohaasszociációk élnek, amelyeknek ezek a kizárólagos előfordulási helyei. Ilyenek a bükkötörzseken a korhadás első és második fázisában a *Brachythecio* –

13. táblázat.

A kidőlt holtfákat igénylő gerinces fajok száma és életjelenségeik a holtfa-lebomlás mértékének függvényében Maser et al. (1979) alapján. A lebomlási fokozatban az 1. a még bomlatlan holtfát, míg az 5. az alakját vesztett korhadékot jelenti.

holtfa lebomlási fokozatai	a holtfát használó gerinces fajok száma			
	szaporodás során	táplálkozáskor	búvóhelyre	egyéb célból
1.	48	82	60	104
2.	49	76	71	95
3.	25	56	58	32
4.	19	37	23	14
5.	20	37	22	11

Pterygynandretum filiformis asszociáció (25 faj), míg az erősen korhadt harmadik lebomlási fokozatban jelenik meg ugyanitt a *Riccardio* – *Nowellietum curvifoliae* (11 faj) asszociáció (Fehér & Orbán 1981).

Álló és lábonszáradt, korona-, illetve törzstörött törzsek (facsonkok) mint más fajok ökológiai feltételei

Az európai erdészeti szakirodalomban az 1980-90-es években jelennek meg újra Schwerdtfeger nyomán az álló és a lábonszáradt, korona-, illetve törzstörött törzsek – gyűjtőnevről: facsonkok – jelentőségét és a természetes erdők biológiai sokféleségében betöltött szerepét bemutató dolgozatok. Elég itt Albrecht (1988, 1990), Bücking et al. (1998), valamint Ammer & Utschik (1984) munkáira utalni. Hazánkban ennek jelentőségével erdészeti szakirodalmunk egyik legkiemelkedőbb alakja, Győrfi János (1957) után a legújabb időkben Czajlik (1997), Czajlik & Harmos (1997) foglalkozik.

Rovartani szempontból a német Eckloff és Ziegler munkájára utalunk, akik bogárszukcessziós vizsgálatokat végeztek Lübeckben, ahol az ökológiai szemléletű erdészek a legyengült öreg bükk-, nyír-, éger- és tölgytörzseket visszahagyva teszik lehetővé azok természetes lebomlását. Eckloff és Ziegler a város erdészeti hivatalának területén lévő őshonos gazdasági bükkösökben vizsgálta a visszahagyott facsonkok és a bogárfauna kölcsönhatását (Eckloff & Ziegler, 1991). Vizsgálataik megerősítették Schwerdtfeger (1970) korábbi megállapítását, miszerint Lübeckben az őshonos állomány semmiféle rovarkárosítótól nem szenved: „A bükk a növényfogyasztó rovarok károsításának hiányát egy igen eredményes koevolúciónak köszönheti, amelynek eredményeképpen a változatos rovarvilág a faj változatos védekezési mechanizmusaival egyensúlyban van. Ez a természetes ellenálló képesség valójában minden fafajra jellemző, ha az adott faj a természetes elterjedési terüle-

tén belül, számára megfelelő termőhelyen, természetes elegyarányban található.”

Egy fa csak akkor válik a fában lakó rovarok számára támadhatóvá, ha egy nagyobb ágat veszti vagy időskorára legyengül. Ekkor támadják meg az egyébként is haldokló fát a lebontó (farontó) rovarok. A rovarfauna tevékenysége következtében a faegyed pusztul. A gombák, valamint a kétszárnyúak tömeges megjelenésével a fa humifikálódása megindul. Egy-két év alatt rovarszukcesszió indul meg a humifikáció irányába. Ebben a szukcesszióban a bükk esetében, természetes körülmények közt, mintegy 200 rovarfaj vesz részt (Brauns 1976). Ebből a folyamatból mutatjuk be a bogárfauna változását Eckloff & Ziegler (1991) nyomán egy lábonszáradt bükk facsonkján a 14. táblázatban.

Eckloff egy facsonkon belül az alábbi speciális élőhelyeket különítette el: elhalt ág, elhalt törzs, törzstő, vastag gally, korhadt törzsrész, korhadt ággöcs, száraz kéregtelen fatest, kéreg alatt, gombás kéreg alatt és taplógombák teste. Minden egyes élőhelynek egyedi jellemzői vannak. Eckloff és Ziegler kimutatta, hogy a facsonkokban élő rovarok abszolút specialisták, fejlődésüknek egyedi feltételei vannak a fa szövetállapotát illetően (pl.: fafaj, szövetnedvesség, szétesési fokozat, hőmérsék-

14. táblázat.

Egy lábon álló öreg bükk facsonkjának bogárfaunája a facsonk lebomlását követő szukcesszió során (Eckloff & Ziegler 1991 alapján)

szukcessziós fázis	életforma	élőhelyek száma	bogárfajok száma
kezdeti szakasz (E)	kéregfogyasztók fatesifogyasztók gombafogyasztók ragadozó bogarak	1 3 1 1	2 3 2 1
a kéreg megbomlik (F1)	fatesifogyasztók gombafogyasztók ragadozó bogarak	3 3 5	4 14 9
a kéreg lehullt, (F2) a fatest még szilárd	fatesifogyasztók gombafogyasztók ragadozó bogarak	6 – 3	14 – 3
a fatest korhadása megindult, részleges (F3)	fatesifogyasztók gombafogyasztók ragadozó bogarak	3 2 3	11 2 4
a fatest erősen korhadt, szétesik (F4)	fatesifogyasztók ragadozó bogarak	2 2	2 3
Az egész szukcesszióban részt vevő összes bogár: ebből 4 fázisban: 3 fázisban: 2 fázisban:			64 faj 1 faj 1 faj 5 faj

let stb). Ezért esik áldozatul számos, fában lakó rovarfaj a „tisztá gazdaságosság” alapján működő erdőgazdálkodásnak, aminek következtében vezető szerepet kapnak a vörös listákon, mint például a hőscincér (*Cerambyx cerdo*).

A holtfában élő rovarok tömege visszajuttatja a tápanyagokat a körforgalomba. E fajok táplálkozása az egészséges fákban nehézségekbe ütközik, ezért nem veszélyeztetik az egészséges állományt. A gazdaságilag közömbös rovarfajok támogatásával pedig a táplálkozási háló további részvevőit erősítjük, mint a madarakat, denevéreket, hangyákat és pókokat. E támogatással stabilizálhatjuk az erdő életközösségét.

A lebontási folyamat végén lévő fabontó gombák fogyasztóit, mint a tápláléklánc különleges tagjait, több kutató indikátorként használja az erdők, illetve az erdőrezervátumok természetességi fokának megállapítására. A Kékes Erdőrezervátumban 1992-ben Valérián Franc (Franc 1992) végzett rovar-tani vizsgálatokat annak megállapítása végett, hogy a rezervátumban található erdőállomány milyen szinten tartotta meg eredeti, természetes fajösszetételét. Az általa kidolgozott „indikátormódszerrel” elvégzett vizsgálat – amely elsősorban a taplógombákban élő rovarfajokra alapoz – azt mutatta ki, hogy a terület rovarvilágának összetétele alapján az erdő természetes megtartottsága igen jó (15. számú táblázat)

A nagy fajgazdagság egyéb szemszögből is kívánatos. Egy vadon élő állat- vagy növényfaj eltűnése az évmilliók fejlődés során létrejött, megismételhetetlen evolúciós alkotás elvesztését jelenti. Ezen a területen az intenzív erdő- és mezőgazdaság felelőssége igen nagy, hogy az életet szolgálja, mert a fajgazdagság egyben életminőséget is jelent.

15. táblázat.

A Kékes Erdőrezervátum taplógombákat fogyasztó indikátor bogárfajai (Franc 1992)

család	faj
Erotylidae	Triplax aenea Triplax russica Triplax scutellaris
Mycetophagidae	Mycetophagus quadriguttatus Mycetophagus multipunctatus Mycetophagus piceus Triphullus bicolor
Tenebrionidea	Boletophagus reticulatus
Nitidulidae	Pocadius ferrugineus
Anthribidae	Tropideres spicola

A gerinces fajok létét befolyásoló facsonkok ökológiai szerepére szintén jó példa az oregoni Blue Mountains területén végzett vizsgálat, amely szerint az ott élő 378 gerinces fajból 39 madár- és 23 emlősfaj használja a facsonkokat szaporodásra vagy alvásra, illetve menedéknek (Thomas 1979). Ebből 16 madárfaj vés odúkat, más fajok által vésett odúkat foglal el 1 madár- és 10 emlős faj. A bomlás, korhadás kapcsán keletkező üregek pedig 25 madár-, és 23 emlős faj létfeltételét biztosítják. A facsonkok sokrétű, biodiverzitás-fenntartó és biztosító hatásai a 16. táblázatban foglalhatók össze.

16. táblázat.

Példák a facsonkok használatára

élőlénycsoport	facsonkhasználat	példa
gomba, moha, zuzmó	korhadó fa mint szubsztrátum	gombák, mohák, zuzmók
gerinctelen fauna	kéreg alatti rések, fedettség, táplálkozás	pillék, bogarak, hangyák
madarak	odúk használata, fészkelés, pihenés, felszíni és felszín alatti táplálkozás, csúcson figyelés, vadászat	odúlakók harkályok ragadozók
emlősök	odú használata pihenésre és szaporodásra, ivadéknevelés	pelék, denevérek, nyuszt

Ugyancsak szoros összefüggés volt kimutatható a facsonkok száma, vastagsági méreteik és a facsonkokat használó fajok populációsűrűsége között. Így pl. az észak-amerikai fehérhátú harkálynak eredeti, érintetlen természetes körülmények között az átlagos populációsűrűséghez a lombos erdőben átlagosan 100 ha-ként 145 db 30 cm mellmagasági átmérőnél vastagabb facsonkra van szüksége. Száz ha-ként 100 ilyen méretű facsonk egy viszonylag stabil, 70%-os populáció-sűrűségű állománynak nyújt szaporodási lehetőséget. Száz ha-ként 30 ilyen facsonk már csak 20%-os populációsűrűséget tesz lehetővé, igen alacsony túlélési, illetve szaporodási százalékkal.

Holtfák osztályozása

A holtfák osztályozásával többek között Schmitt (1989) és Rauh & Schmitt (1991) foglalkozott behatóan, különösen abból a szempontból, hogy a különböző organizmusok számára milyen lényeges a holtfa szubsztrátuma, hiszen ez meghatározhatja egyes fajok előfordulását. Ezért minden esetben a következő paramétereket kell vizsgálni:

- térbeli megjelenés;
- a holt faanyag milyen tömegben van jelen az adott területrészen (egyenként, halomban, izoláltan, foltosan fedi a területet);
- eredet;
- fafaj;
- törzs, korona, ág, gally, tuskó;
- dimenzió: az adott faatest vastagsága (vastag, közepes, vékony);
- a korhadás foka az alábbi négy osztályban:
 - a friss faatesten, 1-től 2 éves korig korhadás még nem mutatkozik;
 - kezdődő korhadás: a kéreg elválik vagy lehullott, de a faanyag még „fejszekemény”, a bélkorhadás kisebb, mint az átmérő 1/3 része;
 - előrehaladott korhadás: a szíjács puha, belső része még részben „fejszekemény”, a bélkorhadás nagyobb, mint az átmérő 1/3 része;
 - erősen korhadt: az egész faanyag puha, morzsalékony, a körvonalak elmosódottak.

A korhadást befolyásoló külső körülmények közül különösen fontos a besugárzás, illetve a napsütés intenzitása, a fa, illetve a fafelület hőmérséklete, valamint a terület légnedvessége és a talaj nedvessége.

A holt faanyagtípus öt osztálya:

- lábonszáradt fa;
- fatuskó;
- fekvő fatörzs;
- fekvő törzs, illetve vastag ágdarab;
- letört vékony ágak és gallyak.

A térbeli elhelyezkedést elegendő szűrőpróbaszerűen felvételezni. Legjobb a sűrűséget a fekvő faanyag méretével és az egymástól való távolsággal (becsült távolságokkal) jellemezni.

A fajspecifikusan értelmezendő betelepülhetőséget a faj számára alkalmas felületnagysággal és az élőhelyek számával kell jellemezni. A korhadás fokának megállapításánál a négy relatív osztály használható, állomány-leírásoknál az egyes területrészeket elegendő a leggyakoribb osztállyal jellemezni. Mikroklamatikus szempontból való vizsgálatnál meg kell különböztetni a száraz korhadást – ez jellemző a lábon álló fákra – és a nedves korhadást, amely a földön fekvő fákra jellemző, és a talajjal való érintkezés mértékével jellemezhető.

Esetenként specifikus megfigyelések is fontosak lehetnek. Elsősorban az állományjellemezés szempontjából érdemes lehet két osztályt megkülönböztetni:

- „rovarfa”: ránézésre látható, hogy a lebontást zömmel falakó bogarak végezték (pl.: főleg nagyméretű cincérjáratok jellemzők);
- „gombafa”: a lebontást zömmel korhasztó gombák végzik.

A faállomány-szerkezet térbeli mintázata mint ökológiai tényező

Az előzőekben ismertetett kutatási eredmények példák arra, hogy az élőhely-szerkezeti elemek térbeli mintázata fontos tényező. A predátor-préda kapcsolatában is igen nagy jelentősége van a habitat szerkezetének, a faállomány, faszövedék védőfunkciójának.

Abból, hogy az egykorú, elegyetlen fiatalosokban a nagy testű, fán fészkelő ragadozó madarak képtelenek fészkelőhelyet találni, az egykorú rudas erdőkben a bokorlakó énekesmadarak nem találnak élőhelyet, szintén az említett mintázat fontosságára lehet következtetni.

A faállomány-szerkezet ezen hatását vizsgálva bebizonyították, hogy az erdő fás szerkezetének, a faállomány-szerkezetnek döntő szerepe van védett állatfajok fennmaradásában (Eiberle 1970, 1974, 1975). Ennek során rámutattak arra is, hogy az eredetileg faterméstani kutatások céljából végzett faállomány-szerkezeti vizsgálatoknak milyen fontos természetvédelmi jelentősége is van, de csak akkor, ha a vizsgálatok megszervezésénél nem csak szorosan a fatermés tan szempontjaira vagyunk figyelemmel.

A fent említett faállomány-szerkezeti elemek feltárása a faállomány sokkal részletesebb jellemzésére alkalmas, mint amit a hagyományos erdészeti módszerek lehetővé tesznek, de a Leibundgut (1959) által bevezetett klasszikus, részletes faállomány-szerkezet-vizsgálati módszerekkel e feladat többé-kevésbé elvégezhető. E szerkezeti elemek helyszíni azonosítása, térbeli elhelyezkedésének jellemzése, valamint mennyiségi (pl. faméretekkel való) leírása a rezervátumok faállomány-szerkezeti vizsgálatának fő feladata.

6.4.1.2. A faállomány-szerkezet definíciója

(SOMOGYI ZOLTÁN)

Faállománynak hívjuk általában az erdő élő fás növényekből álló részét. A fás növények magukban foglalják az erdő (általában) fő tömegét adó fákat – koruktól függetlenül –, valamint a cserjéket a magasságuktól függetlenül. Ugyanakkor bizonyos vizsgálatokhoz ideértjük a holt fákat, illetve azok maradványait is addig, amíg célszerűbb ezeket nem a talaj részeinek tekinteni.

A faállomány szerkezete a faállomány bizonyos geometriai, biológiai és erdészeti jellemzőinek adott időpontban vett együttes állapota. Ha-

gyománys – az erdőgazdálkodás céljait szolgáló – értelmezésében e jellemzők legfontosabbjai az alábbiak:

Geometriai jellemzők

élő faegyedek jellemzői:

- állományon belüli helyzete;
- famagasság;
- faátmérő vagy -kerület a földtől számított tetszőleges magasságban, de általában mellmagasságban (1,3 m);
- körlap (a fatörzs keresztmetszetének területe tetszőleges magasságban, de általában mellmagasságban);
- a korona magassága, átmérője;
- az ágtisza törzs hossza;
- fatérfogat;
- a fenti jellemzők mindegyikének változási sebessége (pl. a famagasság növekedési sebessége, ún. növedéke);
- törzsalak;

holt faegyedeknek, azok kidőlt maradványainak és álló facsonkoknak a jellemzői:

- kéreg minősége;
- darabszám;
- magasság;
- átmérő;
- a holt anyag elbomlási foka;

egy adott terület egész faállományára, valamint holt faanyagára vonatkozó jellemzők:

- átlagos famagasság;
- átlagos átmérő;
- összes körlap;
- összes fatérfogat;
- élő fák száma egységnyi területen;
- a fenti jellemzők változási sebessége (pl. a fatérfogat növedéke);
- elegyarány;
- korösszetétel, illetve átlagos kor;
- a lombkorona záródásának mértéke;

Biológiai jellemzők

egyed fák jellemzői:

- faj (és egyéb rendszertani tulajdonság);
- kor (a csírázástól vagy a sarjzás időpontjától, illetve az elpusztulástól számítva);
- odúk száma;
- odúk magassága, mérete.

A fenti jellemzőkön kívül az erdő élővilága nyilván más fa- és állományjellemzőkre is reagál. Ezek közül a faállomány-szerkezetbe azok a tényezők tartoznak, amelyek fizikai értelemben adják azt a felületet, amelyen, amelyből vagy amely által az erdő nem fa élőlényei megtalálják életfeltételeiket. Ezek közül példaként az alábbiakat említjük meg:

Erdészeti jellemzők

- eredet (mag, sarj);
- lombzat mennyisége;
- oldalágak mennyisége, méretei;
- a gyökérzet méretei, egyéb térbeli tulajdonságai;
- koronavetület;
- korona átlagátmérő;
- a korona legnagyobb szélességének magassága.

Egyéb jellemzők

- kéreg mennyisége és minősége;
- kidőlt fák gyökértányérjának mennyisége, e tényérok térbeli elhelyezkedése.

A fenti felsorolás egyben annak listája is, hogy melyek azok a legfontosabb faállomány-jellemzők, amelyeket egy-egy felvétel alkalmával valamilyen – mérésen, osztályozáson alapuló – módszerrel regisztrálni kell. Ezeken túlmenően egyes fák különböző magasságokból vett korongjain vagy növedécsapokon végzett évgyűrűelemzéssel, valamint a légifotók többféle elemzésével (mono-, sztereoelemzések) lehet kiegészíteni a faállomány jellemzését.

6.4.1.3. A faállomány-szerkezet és annak vizsgálata gazdasági erdőkben és erdőrezervátumokban (SOMOGYI ZOLTÁN)

Mint az a fentiekből is feltételezhető, de egyszerű összehasonlításokból is nyilvánvaló, lényeges különbség van a gazdasági erdők és a hosszabb ideje háborítatlan erdők (erdőrezervátumok) között egyrészt faállományuk szerkezetében, másrészt a faállomány-szerkezet leírásának módszereiben. Az erdőgazdálkodás a faállomány összes lehetséges jellemzőinek csak egy részét, nevezetesen a faanyag-termesztéssel szorosabban összefüggő jellemzőket használja. Erdőrezervátumokban a mérések és megfigyelések céljai mások, illetve kiterjedtebbek, ennek következtében más jellemzők leírása is fontos feladat, ehhez pedig rész-

ben más módszerek alkalmazására van szükség. Ennek felismerése az erdőrezervátum-kutatások egyik első jelentős állomása.

A rezervátumokban végzendő faállomány-vizsgálat céljai más megközelítésben is lényegesen eltérnek a hagyományos erdészeti faállomány-vizsgálatokéitól. Amíg az utóbbiaknál becslés jellegű vizsgálatokról van szó, és elsősorban a faállomány jellemzőinek átlagos (várható) vagy összesített értékeire vagyunk kíváncsiak (pl. átlagos átmérő, összes fatérfogat), addig a rezervátumokban ezek mellett (vagy inkább előtt) a faállomány-jellemzők változatosságának, a jellemzők dimenzióiban, illetve térben megjelenő sokféleségének a megismerése a cél. Ez utóbbi esetben ezért a jellemzők varianciája, eloszlása, térbeli változatossága stb. érdekesebb, mint az átlag. Emellett a hagyományos erdőgazdálkodást elsősorban – vagy kizárólag – a felhasználható faanyagot adó élő vagy holt fa érdekli, ezzel szemben a rezervátumok kutatása szempontjából az élővilág számára valamennyi faanyagforma fontos. Az érdeklődés hangsúlyának eltolódása, illetve az új vizsgálati elemek bevonása azért kívánatos, mert ezzel információkat lehet szerezni az élőhelyek sokféleségére és mintázataira, illetve az erdő alaposabb megismerésére nézve. Mindezekből adódóan más mintavételi stratégiákat és módszereket kell alkalmazni az egyszerűbb (vagy leegyszerűsített) szerkezetű gazdasági erdőkben, és másokat az erdőrezervátumokban. E különbségek hangsúlyozása azért is lényeges, mert az erdők kezelésének a jelenlegi gazdasági erdőkben is meg kell változniuk, és a gazdasági erdők kezelésének fejlesztéséhez szükség lehet olyan módszerek kipróbálására és alkalmazására is, amelyeket az erdőrezervátumokban használunk.

6.4.2. Főbb faállomány-szerkezeti típusok

(CZÁJLIK PÉTER)

Faállomány annyiféle van, ahány erdő. De egy erdőn belül is változatos a faállomány. Különösen igaz ez a természetes erdők nagy részére. E változatosságnak az az egyik következménye, hogy a faállomány vizsgálatára, jellemzésére többféle módszer alakult ki, és ezeket csak bizonyos faállomány-típusokban lehet alkalmazni. A faállományokat szerkezetük alapján e módszerek figyelembevételével érdemes csoportosítani. A mintavételezéssel foglalkozó szakirodalom részletesen tárgyalja a mintavételezési stratégiákat és azt, hogy mikor melyik stratégiát érdemes választani. Ahhoz azonban, hogy helyesen válasszunk, ismerni kell a faállományok főbb típusait.

Természetesen minden attól függ, hogy a faállomány-szerkezet mely elemeit tekintjük, mekkora léptékkel dolgozunk, és milyen különböző-

ségi mérték esetén tekintjük különbözőeknek az egyes faállomány-részeket. Egységes, minden esetre alkalmazható definíciót nem lehet itt adni. Általános alapelv, hogy egy-egy faállománytípuson belül a faállomány viszonylag homogén, és ennek a homogénnek tekintett faállománynak a szerkezete – összehasonlítva más faállománytípusokkal – a vizsgálat szempontjából sokban eltér más típusokétól. Az alábbiakban bemutattunk néhány, általánosan is definiálható faállomány-szerkezeti típust.

6.4.2.1. Faállomány-jellemzők szerinti típusok

A 6.4.1.1. fejezetben részletezett faállomány-jellemzők, illetve a 6.4.1.2. fejezetben felsorolt szerkezeti elemek mindegyike szerint létrehozhatók faállománytípusok, illetve faállományrészek. Ennek akkor van jelentősége, amikor egy szerkezeti elemet tekintve elkülöníthető egy állomány viszonylag homogén része. Nagyobb homogén foltok elkülönítése általában a gazdasági erdőkre jellemző, bár egyes természetes erdőtípusokban, illetve ezek egyes fejlődési fázisaiban kialakulhatnak homogén állományok, állományrészek. Az erdőgazdálkodásban a leggyakrabban a fafaj, az eredet (sarj- vagy mageredet), illetve a kor szerint különítenek el típusokat. Beszélünk pl. tölgyesről és bükkösről, mag- és sarjállományról, fiatalosról, rudas és lábas korú állományról. Tekintettel azonban arra, hogy az alkalmazandó felvételi módszerek leginkább a fák méreteinek térbeli eloszlásától függenek – ezt elsősorban a kor, az eredet és a fajösszetétel határozza meg –, ezeket a tipizálásnál elsődlegesnek kell tekinteni. Az egyes állományokban így elkülönített, önmagukon belül homogén foltokban aztán többnyire valamilyen szisztematikus vagy félszisztematikus mintavételi módszerrel lehet a faállomány jellemzőit meghatározni.

6.4.2.2. Élőhely-szerkezeti elemek szerinti típusok

A 6.4.1.2. fejezetben felsorolt szerkezeti elemek többsége szerint szintén létrehozhatók faállománytípusok. Ezeknek egy része egymagában már homogén, és alkalmazhatók bennük az említett szisztematikus mintavételi módszerek. Egy részükben azonban nem, ahogyan nem alkalmazhatók szisztematikus módszerek azoknak a szerkezeti elemeknek a leírására sem, amelyek (ellentétben pl. egy szálerdő élő fáival) nem csoportosan találhatók az erdőben, hanem egyedenként, darabonként, területileg szétszóródva (mint pl. a facsonkok). Ezeknek a leírására egyedi, az objektumhoz igazítható jellemzőkre van szükség (pl. a facsonkok mérete, a rajta található odúk száma, a facsonkok elhelyezkedésének térképi ábrázolása). Magukat az élőhely-szerkezeti elemeket minden rezervátumban feltehetően külön-külön definiálni kell, hiszen minden rezervátumban, sőt azon belül is más és más élőhely-szerkezeti elemek létezhetnek.

6.4.2.3. Fejlődési fázisok szerinti típusok

A hazai természetes erdőkre jellemző, hogy szerkezetükben inhomogének. Természetes fejlődésüket a fejlődési fázisok (szakaszok) jelzik, amelyek szerkezetüket tekintve eltérnek egymástól. E fázisok részletes kutatása az európai erdőrezervátum-kutatás egyik legfontosabb feladata. Első hazai leírásuk Czajliktól (1996) származik (15. ábra); a későbbiekben elsősorban az általa meghatározott (az ábrán jelzett) fázisokra fogunk utalni.

Az erdőrezervátum-kutatások egyik célja éppen az, hogy ezeket a fázisokat, illetve magát a teljes természetes erdőfejlődési ciklust az eddigieknél jobban megértsük. Az egyes fázisok a bennük zajló erdődinamikai folyamatokban és azok következményeként faállomány-szerkezetükben is számottevően különböznek egymástól, ezért van értelme külön-külön is jellemezni őket. Az ábrán megnevezett fázisok a bükk-erdők fejlődésére jellemzők, más főfafajú erdőkben a folyamatok időben és térben máshogyan zajlanak, ezért azok a szerkezeti elemek eloszlásában is eltérnek ettől. Az egyes kutatások leírásakor definiálni kell, hogy a kutató milyen osztályozást alkalmazott. Erre vonatkozóan a COST európai erdőrezervátum-akciója külön ajánlást kíván kiadni.

Erdőfejlődési ciklusok, szakaszok a hazai bükkösökben

Optimális szakasz: 100-160 éves zárt állományrész, kevésbé változatos struktúra, nagy fatömeg. A felújulási folyamatok még nem kezdődtek meg. Az egyes egyedek elhalásával kisebb-nagyobb lékek keletkeznek ugyan, és ezekben meg is jelenik az újulat, de többnyire még nem életképes, mivel a felső szintben még szűkeek a fák koronái, és nagy a növekedési erély, általában 10-15 év alatt azonban a felső koronaszint bezár, és az újulat elpusztul. E folyamat következtében az uralkodó szintben a fák koronái folyamatosan nőnek. Az átmeneti lékek kivételével a bükkösökben az aljnövényzet nyári aspektusára az jellemző, hogy fajokban szegény és csekély borítású. E folyamat révén két strukturális formája van: az egyszintes és az átmenetileg kétszintes állapot. Konvertálható erdőművelési fogalom: az *érett, lábas erdő*; ez a gazdálkodó erdész ideális végcélja, amelynek elérése után ideális esetben 120 éves korban le is vágja az állományt.

Öregedési szakasz: az összeroppanás kezdete, amikor az idős állomány záródása még több mint 50% (Leibundgut 1959). Az idős állomány 160-190 éves, egyes állományrészek *részben többszintesek*, a fák koronái megnőnek, a nagy koronájú fák kidőlésekor keletkezett lékek már nem mindig képesek bezáródni, ezért a koronaszint lazul, kisebb-nagyobb lékek keletkeznek az idős fák elhalása kapcsán. A nagy koronájú fák kidőléskor több másikat sebesítenek meg, amelyek 3-5 év múlva tovább dőlnek. A lékek lassan állandósulnak. A lékekre jellemzők a fekvő és a

lábán maradt koronatört törzsek. Erre a fejlődési szakaszra az jellemző, hogy az aljnövényzet nyári aspektusában sokszor robbanásszerű a növekedés fajszámban és borításban egyaránt. Kialakul az erdőtársulás „fénystádiuma” (Prusa 1985). A nagy egyedszámmal nyáron virágzó fajok sok ízeltlábúnak kínálnak új élőhelyet. A lábonszáradt, törzstört fákon pedig megjelenik a fehérhátú harkály (*Dendrocopos leucotos*), amely itt nemcsak fészkelőhelyet, hanem táplálékot is talál magának. Konvertálható erdőművelési fogalom: *előregedett, túltartott erdő*, amely a gazdálkodó erdész számára nem kívánatos, ezért ez a fázis a gazdasági erdőkben általában nem is fordul elő.

Az öregedési szakaszból három lehetséges szakasz alakulhat ki annak függvényében, hogy a lékek milyen gyakoriak és milyen nagyságban állandósulnak (Mayer & Zukrig 1980; Mayer et al. 1987). Az öregési fázisból többféle fejlődési ciklus indulhat ki. A fejlődési ciklusok egymást követő fejlődési fázisokat magukban foglaló folyamatok: fázis-sorok.

Gyenge termőhelyen, ha valamilyen hatásra (pl. széldöntéstől) a lékek nagyon nagyok lesznek vagy az összeroppanási folyamat nagyon gyors, akkor állományrészszintű lékek keletkeznek. A 0,7 ha-nál nagyobb lékek nem képesek elég gyorsan regenerálódni, és kialakul az *iniciális, fátlan szakasz*. Innen a továbbfejlődés csak szukcessziós folyamattal (pionírszakasz, előerdőszakasz, klimaxerdő/optimális szakasz) folytatódhat (Czájlik 1996). E szukcessziós fejlődési ciklus lehet teljes vagy részleges, attól függően, hogy a fátlan terület visszaerdősülése lassan, pionírfajokkal kezdődik el: *teljes szukcessziós ciklus*, avagy a visszaerdősülés viszonylag gyorsan, valamelyik elegyfaj (paraklimax faj) tömeges részvételével történik-e meg, amikor *részleges szukcessziós ciklusról* beszélünk. Az iniciális szakaszt az *előerdőszakasz* követi.

Változatos termőhelyeken a felújulási folyamatsor a fák jobb egészségi állapota és hosszabb életkora, illetve változatossága következtében olyan fokon lelassul és térben diverzifikálódik, hogy az egyes fejlődési szakaszok még állományrész szinten sem különíthetők el. Azok igen kis foltokban, mozaikosan egymás mellett, egyszerre vannak jelen. Ekkor alakul ki a *szálatlós szakasz*, amely egymagában is önálló ciklusnak tekinthető. Ez mindaddig fennmarad, amíg azt valamilyen külső, drasztikus zavarás meg nem szünteti. Ebben az esetben egy-egy fejlődési szakasz területének átmérője átlagosan nem haladja meg a 20-30 m-t. Az állomány folyamatosan változóan mozaikosan többszintes.

Ha az öregedési folyamat átlagos sebességgel zajlik, és a kb. 40 év alatt a lékek végső nagysága a 0,3-0,7 ha nagyságot nem haladja meg, bekövetkezik az *összeroppanási szakasz*. A 180-200 éves állományrészben a lábbon álló idős fák záródása kevesebb mint 50%. Az állományt alkotó fajok újjulata foltosan megjelenik, az aljnövényzet fajszáma tovább nö-

vekedik. A 180-200 éves bükkök által uralt összeroppanási szakaszban jelentős mennyiségben találhatók öreg, odvas fák, törzstörött matuzsálemek, és a kidőlt fák helyben maradvá korhadnak el. Ezek együttesen különleges élőhelyeket kínálnak az állatvilág legkülönbözőbb fajainak.

Az összeroppanási szakasz faunisztikai jelentőségét növeli, hogy ez a fejlődési szakasz a gazdasági erdőkből hiányzik, így sok olyan erdei fajnak nyújtanak életfeltételeket, amelyek ma már hazánk erdeinek 90%-ában veszélyeztetettek vagy ki is pusztultak.

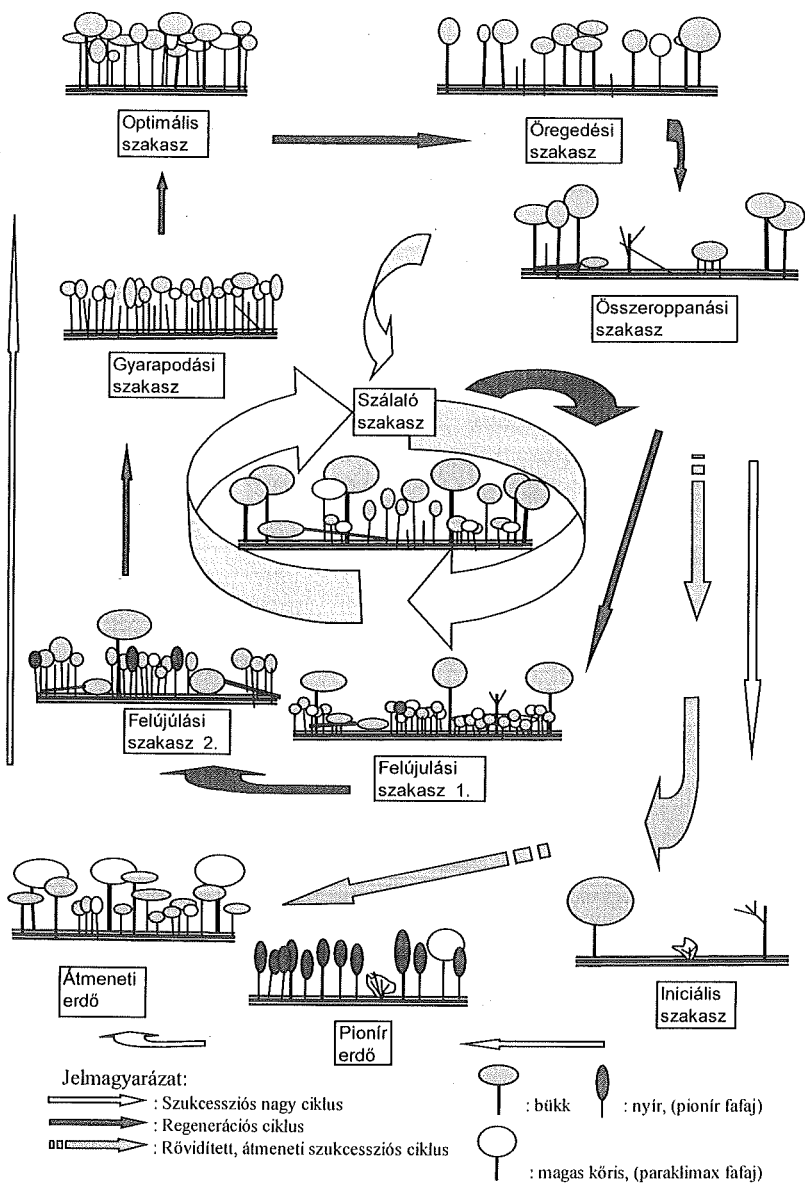
A Kékes Erdőrezervátumban csupán a gerinces faunát tekintve nyuszt (*Martes martes*), hermelin (*Mustela erminea*) és fehérhátú harkály (*Dendrocopos leucotos*) jelentős populációja él a területen. Ezenkívül három, fokozottan veszélyeztetett, ritka denevérfaj található a területen: az óriás korai denevér (*Nyctalus lasiopterus*), a szőröskarú denevér (*Nyctalus leisleri*) és a nagyfülű denevér (*Myotis bechsteinii*). A rezervátum magterületén 7 kétéltű-, 6 hulló-, 64 madár- és 37 emlősfaj folyamatos jelenlétét regisztráltuk az elmúlt 10 évben (Czajlik 1997; Czajlik & Harmos 1997, 2000).

Az összeroppanási szakaszban a lábon álló fák számának lassú csökkenésével és az újulat növekedésével folytatódik a regenerációs ciklus, és kialakul a felújulási szakasz.

Felújulási szakasz: az erősen kiritkult felső koronaszint alatt annak magvetéséből csoportokban megjelennek a fiatalos foltok. E foltok kialakulásától a teljes záródásáig 20-40 év is eltelhet, mivel a lassú összeomlás következtében a már kialakult fiatalosokba egy-egy újabb famatuzsálem lezuhanásával másodlagos, harmadlagos lécek keletkeznek, és ennek következtében újabb korosztályok jelenhetnek meg. Végül minimum két-három korosztályban zárul a lombkorona.

A felújulási szakasz második felében, a *gyarapodási korban* a már zárult állomány folyamatos szelekciós gyérüléssel éri el az egész ciklus kiindulási szakaszához, az optimális szakaszhoz. A folyamatos szelekciós gyérülés következtében a felújulási szakaszban lévő állományrészek záródása 80% körüli. A felújulási szakasz két kora nem konvertálható a kezelt erdők bizonyos fokig hasonló fiatalos és rudas állományához, mivel ezek belső szerkezetét nem az ember alakítja, hanem a fajok közötti és a fajon belüli kompetíció.

Az egyes fejlődési szakaszokat általában a törzsátmérők eloszlása szerint osztályozták, illetve ábrázolták (Leibundgut 1959, 1966, 1982, 1993; Mayer 1986; Mayer & Zukrigl 1980; Mayer et al 1980; Mayer et al. 1987; Prusa 1985; Korpel 1995). Hazai kutatásaink azt bizonyítják, hogy ugyan az átmérőeloszlások általában jó elővizsgálati eredményeket adnak, az egyes erdőfejlődési szakaszok pontos meghatározását csak a koronaátmérők eloszlása alapján lehet elkészíteni.



15. ábra.
Erdőfejlődési ciklusok, illetve szakaszok a hazai montán bükkösökben

Célzott vizsgálatoknál előfordulhat, hogy a faállományon belül homogén állományrészeket kell elkülöníteni. Ilyen esetben például az optimális fázisban külön réteggként lehet kezelni az idős fák alkotta felső szintet és külön csoportként az alattuk foltszerűen előforduló újulatot. Ez utóbbit még akkor is, ha a folton belül egy vagy több vastag, a felső szintbe tartozó fa van, amelyet nem tekintünk a fiatal folt részének. Ebben az esetben is leírandó az a kutatási megfontolás, amely indokolja az összetartozó részek különválasztását. Amennyiben a homogén állományrész elegendően nagy, úgy szisztematikus mintavétellel érdemes dolgozni benne; kis állományméret esetén a folt valamennyi fája mérhető. A „homogén” itt szükségszerűen tágabb fogalom, mint egy összességében is egyöntetű állománynál. Így pl. az idős, vastag, magas fák közé nőhetnek fiatal, vékony törzsek is, vagyis a felső szint magasságilag homogén lehet akkor is, ha favastagság tekintetében nem az. A vékony fát ebben az esetben a felső szinthez kell sorolni.

6.4.3. Erdőrezervátumok besorolása kutatási érték szerint (CZÁJLIK PÉTER)

A több rezervátumot magában foglaló erdőrezervátum-hálózatok esetén a rezervátumok osztályozása, kutatási érték szerinti besorolása elkerülhetetlen és szükséges. Erre adnak jó példát a hagyományokkal rendelkező külföldi hálózatok is. A besorolást az teszi szükségessé, hogy ezen hálózatok egyes tagjainak termőhelye, fafajösszetétele, előtörténete és jelenlegi állapota heterogén. A besorolás céljáról és mikéntjéről Albrecht (1990) és Korpel (1995) ad részletes iránymutatást. Számkra a magyarországi viszonyokhoz legközelebb álló Kárpát-medencei tapasztalatok adnak igen jól használható és adaptálható irányelveket (Korpel 1995).

Az egyes erdőrezervátumok kutatási érték szerinti besorolásának alapját a faállomány, illetve szerkezetének fafajösszetétele, kialakulása és korábbi fejlődésének mikéntje határozza meg. Kutatási értéken elsősorban azt értjük, hogy az adott rezervátumban milyen folyamatok vizsgálhatók.

Az egyes rezervátumok kutatási értékének meghatározásánál, illetve az elvégzendő állományszerkezeti vizsgálatok stratégiai döntésében igen nagy szerepe van annak, hogy az adott rezervátum melyik erdőzónában helyezkedik el. Korpel (1995) kutatásai bebizonyították, hogy a különböző erdőövekben egymástól erősen eltérő folyamatok szabályozzák az erdők működését. Teljesen más állományszerkezeti változások zajlanak egy elegyes kocsánytalan tölgyesben, illetve a bükkösökben.

A bükkösök fejlődését egy faj regenerációs ciklusa, a domináns bükk fejlődése határozza meg. Az elegyes kocsánytalan tölgyesekben zavar-
talan viszonyok között az uralkodó tölgy hosszú regenerációs ciklusa
(minimum 300 év) mellett az alsó koronaszintben a nagy számú elegy-
fajoknak általában két-három generációs ciklusa is lezajlik.

A hazai bükkösökben üde, nedves, hűvös termőhelyeken a korlátozott
mértékben rendelkezésre álló erőforrásokért folyó fajon belüli és fajok
közötti versengés a fénytért, illetve a napenergiáért a fák koronaszintjé-
ben megy végbe, és a fák növekedését a növekedési erély, illetve a fa-
jok árnyéktűrő képességének mértéke, és az abból származó, egymás-
hoz viszonyított kompetitív előny határozza meg. Itt ezért aránylag
könnyen modellezhetők a folyamatok faállomány-szerkezeti vizsgálá-
tokkal.

A tölgyesek övében, a szárazabb, melegebb, napfényben gazdagabb
termőhelyeken azonban a versengés a nagy mértékben rendelkezésre
álló napfényhez viszonyítottan korlátozott mennyiségű vízárt folyik. A
versengés elsősorban a gyökérszintben zajlik. Itt az a faj van előnyben,
amelynek egyedei minél hosszabb ideig fejlődő, egyre nagyobb gyö-
kérzettel a legtöbb vizet tudják felvenni, és a felvett vizet a minél na-
gyobb és lazább koronában a lehető legnagyobb mértékben tudják
asszimilálni.

Ezt a versengést a talajszint feletti vizsgálatoknál elsősorban az egyes
fajok egymás túlélésén alapuló, hosszabb átlagéletkorból adódó túlélé-
si kompetíciós előnyéből származó folyamatok megfigyelésével lehet
nyomon követni. Itt sokkal bonyolultabbak és lassabbak a természetes
folyamatok a faállomány föld feletti szerkezetében. Ezt az is alátá-
masztja, hogy míg a bükk regenerációs ciklusa 200 – 250 év, addig a töl-
gyek esetében ez 350 – 450 év (Korpel 1995).

Az eltérő időtartamú fejlődési ciklusoknak igen nagy szerepe van
egész Európában a kutatási érték szerinti meghatározásban. Európá-
ban – ha csak kis számban is – majdnem mindenütt találhatók még tel-
jes erdőfejlődési ciklust reprezentáló, zavartalan dinamikájú, 180-200
éves bükkösök. Több száz éves zavartalan, ősi tölgyesek azonban csak
nagyon elvétve találhatók, így a tölgyesek teljes fejlődési ciklusának
vizsgálata hazai és európai viszonylatban is csak részlegesen lehetsé-
ges. Hazai, nagyon kevés ősi alakot mutató öreg tölgyeseink mind fel-
hagyott erdők, ezért a bennük végezhető kutatások korlátozottak.

A rezervátumokat erdőövenkénti besorolásuk után második lépésben
faállomány-szerkezetük alapján osztályozzuk. Az osztályozás Korpel
(1995) rendszerének honosítása, amelyet Molnár Zsolt javaslatával kie-
gészítve Czajlik (1999a ined.) állított össze (17. táblázat). Alkalmazásá-
nál javasolt az átmenetek jelölése, pl. 1-2. A 0. osztályban természetes
erődinamikai folyamatok vizsgálatai nem folytathatóak. Az egyes re-

17. táblázat.

Az erdők faállomány-szerkezeti minősítésének kategóriái

<i>Kezelt gazdasági erdő</i> értékszáma: utolsó kezelés: faállomány-szerkezet: térbeli mintázat:	0 az elmúlt 15 éven belül (pl. nevelővágás, egészségügyi tisztítás) egyszintes, egykorú, elegenden; a lombkoronaszint nem vagy csak kismértékben differenciált az azonos erdészeti kezelésnek és termőhelyi feltételeknek megfelelően többé-kevésbé homogén
<i>Régen kezelt; középkorú/öreg gazdasági erdő</i> értékszáma: utolsó kezelés: faállomány-szerkezet: térbeli mintázat:	1 20-30 évnél régebben történt, de nyomai még láthatók többszintes, az uralkodó koronaszint differenciált (alászorult, uralkodó és kiemelkedő fák vannak); legalább középkorú vagy öreg; egyes, régóta nem kezelt, de lábon álló száraz fák nincsenek a korábbi azonos erdészeti kezelésnek és termőhelyi feltételeknek megfelelően többé-kevésbé homogén
<i>Felhagyott erdő</i> értékszáma: utolsó kezelés: faállomány-szerkezet: térbeli mintázat:	2 20-30 évnél régebben, nyomai már nem látszanak többszintes; az uralkodó koronaszint erősen differenciált, vertikálisan bontott és egyes; a többkorú, egyes alsó szint részben belenő a felső lombkoronaszintbe; megjelenő lékekkel; különböző mértékben korhadó, holt faanyaggal, gazdag avar- és gallytakaróval a termőhelyi feltételeknek és az elmúlt időszakban eluralkodó dinamikai folyamatoknak köszönhetően foltosan kezd differenciálódni
<i>Zavartalan erdő</i> értékszáma: utolsó kezelés: faállomány-szerkezet: térbeli mintázat:	3 a kezelés nyomai már nem látszanak, talán nem is volt soha kezelve, de legalábbis nagyon régen többszintes; az uralkodó szint erősen differenciált, vertikálisan bontott és egyes; a többkorú, egyes alsó szint részben belenő a felső lombkoronaszintbe, minden szinten egyes; különböző korú és méretű lékekkel; különböző mértékben korhadó faanyaggal, gazdag avar- és gallytakaróval; 140 évnél idősebb fákkal a zavartalan erdőfejlődésnek köszönhetően foltosan differenciált, az egyes erdőfejlődési szakaszok (a természetes mortalitás, illetve a különböző bolygatások következtében nyíló lékekben különböző korú felújult foltok) mozaikosan egymás mellett fordulnak elő
<i>Spontán szukcessziós erdő</i> értékszáma: utolsó kezelés: faállomány-szerkezet: térbeli mintázat:	3b erdőként sohasem kezelték zavartalan erdő képét mutathatja, de az a lényeg, hogy az elmúlt 1-200 éven belül verődött fel, természetes szukcesszió folytán (példák: folyó menti puhafa-ligeterdők zátonyszigeteken, „Bugaci Ősborókás”, tarvágás utáni természetes szukcesszió) hasonló a zavartalan erdőéhez

zervátumok besorolásánál sokszor előfordul, hogy az erdőrezervátum egyik része eltér a másiktól, ilyen esetben a besorolásnál jelezni kell, hogy hány hektár esik egyik vagy másik besorolási osztályba.

Az erdőrezervátumok kutatási érték szerinti osztályozása kapcsán a faállomány-szerkezeti osztályokkal párhuzamosan ki kellene alakítani egy hasonló logikán alapuló cönológiai osztályozást is. A cönológiai osztályozás azt vizsgálhatná, hogy az adott faállomány és az aljnővényzet mennyire van egyensúlyban egymással, illetve mennyire térnek el egymástól (pl. ültetett cseres-tölgyes faállomány bükkös aljnővényzettel). A faállomány-szerkezeti és más diszciplínák szerinti értékelések természetesen együtt kezelendők.

6.4.4. Vizsgálati stratégiák

(CZÁJLIK PÉTER)

6.4.4.1. A magterületen folytatandó vizsgálatok stratégiai kérdései

A fák és a faállományok növekedése, illetve a faállomány fejlődése, dinamikája sok tényezőtől függ. Az említett folyamatok vizsgálatára feltétlenül szükség van, mert a természetyszerű erdőművelés számára nélkülözhetetlen tudás csak így szerezhető meg, hiszen az egyes fafajok zavartalan, állományszintű viselkedéséről tudományosan megalapozott ismereteink nincsenek. Erre jó példa Korpel (1995) munkássága, aki a folyamatok vizsgálata kapcsán a világon elsőként tárta fel sikeresen a bükkösök belső dinamikáját. Megállapításai gyökeresen eltérnek azoktól a szakmai érvektől, amelyek jelenleg a bükkösök erdőművelésének alapjait adják. Jó példa erre az árnyék-bükkök szerepének megítélése a természetes állományokban vagy a természetes felújulás időtartama és mikéntje természetes körülmények között. Ezeknek az ismereteknek a birtokában és figyelembevételével nagyon sok kedvezőtlen hatástól menthettük volna meg bükköseinket.

A folyamatok kutatásakor természetesen vizsgálni kell, hogy azok milyen mechanizmusokon keresztül hatnak, milyen tényezőktől és hogyan függenek. Ezen összefüggések vizsgálatának csak akkor van értelme, ha a leglényegesebb tényezőkből egyszerre többet is meg tudunk figyelni. Az összefüggések többváltozós és nemlineáris jellegét a hagyományos erdészeti kutatásnál jobban figyelembe kell venni.

A faállomány-szerkezeti vizsgálatok stratégiai kérdései ma az európai erdőrezervátum-kutatás egyik legnagyobb vitákat kiváltó és szélsőségeket mutató problematikája, amelyet úgy lehet legegyszerűbben megfogalmazni: mit, hogyan és mennyit kell mérni egy erdőrezervátumban? Kell vagy nem kell egy hálózaton belül egységes metodika, és ha igen, melyik módszer a legüdvözítőbb és miért?

A heves viták az európai erdőrezervátum-kutatás történeti előzményeiből és az egyes „szekták” képviselőinek eltérő terepi tapasztalataiból, valamint az eltérő ökológiai és erdészeti irányzatok jelenlétéből adódnak.

Az erdőrezervátumok besorolásának meghatározó szerepe van a stratégiai döntésekben. Faállomány-szerkezeti vizsgálatok esetén a folyamatok kutatásának két, eltérő kérdésfelvetéssel jellemezhető iránya van.

Az egyik lehetséges alapkérdés a gazdasági és felhagyott erdőkben: mi történik, ha megszűnik az emberi irányítás, milyen spontán folyamatok indulnak be, és ezek a folyamatok elvezetnek-e az ősi állapot valamilyen stabil önszabályozó alakjához?

A másik alapkérdéskör: hogyan működik emberi beavatkozás nélkül a zavartalan erdő, milyen populációdinamikai és regenerációs folyamatok és hogyan szabályozzák az erdő fejlődését, önfenntartását? Ezeket a kérdéseket vagyis az erdőrezervátum-kutatás klasszikus kérdéseit csak zavartalan és spontán szukcessziós erdőkben lehetséges vizsgálni (bár némely esetben már felhagyott erdőkben is mód nyílik erre).

Mindkét esetben vizsgálandó a folyamatok hatása a biodiverzitásra és a fatömegtermelésre, a természetvédelmi és az erdészeti gyakorlat részére. A fenti kérdésfeltevések elsősorban az erdőrezervátumok magterületén belül folyó kutatásokra érvényesek.

6.4.4.2. A védőzóna kezelésének stratégiai kérdései

A védőzóna létesítésének két fő célja van:

- a védőzóna védje meg a magterületet minden lehetséges külső hatástól, így biztosítsa a magterület viszonylagos zavartalanságát;
- olyan gyakorlati kísérletezésnek legyen színtere, amelynek összehasonlító kontrollja a magterület zavartalan, spontán működése.

Objektív okokra visszavezethetően az egyes erdőrezervátumok védőzónáját alkotó erdőrészletek nem minden esetben alkalmasak mindkét feladat betöltésére, elég itt csak a magterületeken előfordulóktól eltérő erdőtársulásokat említeni. Bonyolítja a helyzetet az is, hogy a jelenlegi erdőrezervátum-területek több esetben kiegészítésre szorulnak. Ugyanakkor míg a magterületeket teljes mértékben kivonják a gazdálkodásból, addig ettől eltérően a védőzónában továbbra is folyhat gazdálkodás. A gazdálkodás módját tízévenként a körzeti üzemtervek határozzák meg. A védőzóna kezelésének tervezésénél az egyes erdőrészleteket az alábbiak szerint javasolt osztályozni (18. táblázat).

18. táblázat.

Az erdőrezervátumok védőzónáját alkotó erdőrészeket javasolt osztályozása

Csak védő feladatra alkalmas erdőrészlet
A kezelést a területen illetékes kutatókkal való egyeztetés után a természetvédelmi hatóság határozza meg. A védőfunkció megtartása miatt véghasználat nem végezhető.
Védő feladatra és kísérleti/kontrollvizsgálatokra alkalmas erdőrészlet
Kezelését az itt végzendő vizsgálat írja elő, átmeneti időszakra (ha még nincs kutatási terv) a kezelést a területen illetékes kutatókkal való egyeztetés után a természetvédelmi hatóság határozza meg. A védőfunkció megtartása miatt véghasználat nem végezhető.
A magterület bővítésére alkalmas erdőrészlet (tartalék terület)
Csak „felhagyott erdő” vagy „zavartalan erdő”, illetve „szukcessziós erdő” esetén indokolt ez a besorolás. A későbbi bővítés érdekében a termelésből ki kell vonni.

6.4.4.3. Mintavételi célok, lehetőségek és dilemmák

Az erdőben zajló zavartalan, természetes folyamatok megismerésének az egyik legfontosabb része a faállomány-szerkezet vizsgálata, amely meghatározó erdőökológiai alap- és fontos alkalmazott kutatás, ezért két tényező is kiemeli a többi vizsgálat közül:

- egyrészt a faállománynak az erdei életközösségben betöltött domináns szerepe;
- másrészt pedig az, hogy a faállomány-szerkezeti vizsgálatok alkalmazott eredményei számottevően befolyásolhatják a természetvédelmi kezelést, valamint a természetközeli erdőgazdálkodás gyakorlatát, és annak pénzügyi eredményességét.

Emiatt nagyon fontos tisztázni a tudományos célokat, lehetőségeket és a felmerülő problémákat, illetve fontossági sorrendeket.

A kutatások során egy időben végzünk folyamatvizsgálatot és mintázati vizsgálatokat. A felvett adatok kiértékelésekor ezért nem elégséges az erdészeti gyakorlatban megszokott átlagos, illetve összeítő értékek számítása. Az átlag hasznos információ, de ugyanilyen fontos az adatok térbeli és időbeli mintázatának, variációjának és szórásának megismerése, a különféle eloszlások ábrázolása. Ugyancsak fontos, hogy az adatokat külön-külön részletezhessük, amelyek egyúttal az élőhelyek diverzitását is szemléltethetik. Fontos mindezek mintázatának a térbeli bemutatása, illetve értékelése is.

6.4.4.4. A vizsgálatok szintjei és intenzitása

A fenti összetett probléma megoldása csak többszintű célrendszerrel és eltérő intenzitású módszerekkel végzett mintavételezéssel oldható meg (lásd a 19. táblázatot).

Első (alap-) vizsgálati szint

Alap- és alkalmazott tudományi szempontból is legfontosabb minden egyes vizsgált erdőrezervátum faállományának, faállomány-szerkezetének erdőrezervátum-szintű jellemzése, amely időszakonként bemutatja az egész erdőrezervátumnak és kisebb egységeinek (egy-erdrészleteknek, illetve állaboknak) nagy léptékű faállomány-szerkezeti jellemzőit: méreteloszlását, a szerkezeti egységek (fejlődési szakaszok) térbeli elhelyezkedését, és részletes információkat ad a rezervátum fa-terfogat-viszonyairól.

Az első szintű vizsgálatok eredménye: az egész rezervátum faállomány-szerkezeti térképeinek elkészítése és azok összevetése az aktuális vegetációtérképekkel, légifotókkal, valamint ugyanazon mérési alapadatok alapján az egész rezervátum és az állabok fatermési adatainak leírása. Ennek tízévenkénti megismétlésére van szükség.

Második vizsgálati szint

A zavartalan erdőket (3-as kutatási értékű), esetenként pedig a felhagyott erdőket (2-es kutatási értékű) képviselő erdőrezervátumokban a legfőbb cél a faállomány belső dinamikájának populációdinamikai szintű vizsgálata, továbbá az egyes erdőrezervátumok és azokon belül az egyes erdőtársulások fejlődési szakaszainak, belső történéseinek összehasonlítása, illetve elemzése.

A felhagyott erdőkkel jellemezhető, 2-es kutatási értékű erdőrezervátumokban általában egyes erdőtípusok átmeneti, illetve előerdőalakjának belső dinamikája vizsgálható, míg 3-as kutatási értékű zavartalan erdők esetén a klimax erdőfejlődési szakaszainak, ciklusainak vizsgálata célszerű.

Az arra kijelölt erdőrezervátumokban olyan mintavételi területeket kell létrehozni, amelyek hosszú távon alkalmasak az egyes erdőfejlődési szakaszok belső dinamikájának, faanyagtermelésének, valamint nagyomba-, állat- és növénycönológiai jellemzőinek és élőhely-szerkezeti elemeinek vizsgálatára.

Felhagyott erdőállományokban (2-es kutatási értékű erdőrezervátumokban), esetleg néhány 1-es kutatási értékű, régen kezelt erdőben azt vizsgáljuk, hogy az erdőgazdálkodás (erdészeti „kezelések”) megszűntetése után milyen természetes folyamatok indulnak be, és azok milyen irányba hatnak. Ennek vizsgálatára is hosszú távú mintaterületeket kell kijelölni.

Ezen a vizsgálati szinten elegendőnek látszik általában a tízéves visszatérés, de az évenkénti egyszeri eseménykövetéskor a mintavételi területek bejárására van szükség. Ha valamelyik mintaterületen nagyobb faállomány-szerkezeti változás következik be, akkor azt részletesen

jegyzőkönyvezni kell, és legkésőbb a következő évben a mintaterület állományszerkezetét újra kell mérni.

Harmadik vizsgálati szint

A legfontosabb cél olyan speciális erdőökológiai kérdések vizsgálata, amelyek csak erdőrezervátumokban kutathatók. Ezekből bemutatunk néhány olyan példát, amely a hazai és a nemzetközi rezervátumkutatásban is jelen van.

- Ősi erdőszerkezethez alkalmazkodott, fokozottan védett fajok természetes életfeltételeinek vizsgálata. E fajok életfeltételeihez olyan élőhely-szerkezeti elemek tartoznak, amelyek a széles körben elterjedt gazdasági erdőkből már hiányoznak vagy csak szóróványosan találhatók meg. Ilyen például a fehérhátú harkály kapcsolata a lábön álló facsonkokkal (Aulén 1988; Czájlik & Harnos 2000), a császármadár és a kezeletlen (érintetlen) fiatalosok kapcsolata (Czájlik 1988, 1991b), az odvas fák kapcsolata ritka denevérfajokkal (Czájlik & Harnos 1997), a facsonkokban élő rovar-, illetve bogárfauna (Eckloff & Ziegler 1991; Bücking et al. 1998) vagy a holt faanyaghoz kötött veszélyeztetett gombaflóra feltárása (Siller 1999). Ezek a vizsgálatok nagy segítséget nyújthatnak egyes fajok aktív védelméhez, illetve a védett területek kezelésének meghatározásához.
- Összehasonlító aljnövényzet-mintázati vizsgálatok egyes erdőtípusok különböző fejlődési szakaszaiban; az aljnövényzet változásának vizsgálata a természetes fejlődési cikluson belül (Prusa 1985; Pászty 1998).
- Összehasonlító aljnövényzet-mintázati vizsgálatok egyes erdőtípusokban gazdasági erdők, felhagyott erdők és zavartalan erdők között.
- Egyes faállomány-alkotó fafajok társas viselkedésének, a fajon belüli konkurenciák és adaptációk vizsgálata eltérő termőhelyű és szerkezetű erdőtípusokon belül (Korpel 1995).
- A faállomány-szerkezet és a biodiverzitás kölcsönhatásának feltárása egy bizonyos erdőtípuson belül (Czájlik 1997; Czájlik & Harnos 1997, 2000).
- Erdőfejlődési szakaszok, ciklusok belső történéseinek célzott kutatása, a különböző erdőövek szakaszainak, ciklusainak összehasonlítása időtartamuk és az uralkodó korosztályok átfedése szempontjából (Korpel 1995; Lamprecht 1980; Neumann 1978; Mayer et al. 1987).

A fenti felsorolás közel sem teljes. A fő cél az egyes ökológiai tényezők és történések célzott vizsgálata, a történések részletes ok-okozati viszo-

nyainak feltárása. A célorientált faállomány-szerkezeti vizsgálatokat az adott kérdésfeltevésnek megfelelő részletességgel kell elvégezni. A második és harmadik szintű vizsgálatok esetében a folyamatos kutatói jelenlét feltétlenül indokolt, hogy mindennemű lényegesebb faállomány-szerkezeten belüli változás a megfelelő időben érzékelhető és rögzíthető legyen. Indokolt esetben a faállomány-szerkezeti felmérések a visszatérési idő előtt, akár „soron kívül” is elvégzendők (az erdőfejlődési szakaszok célzott vizsgálata esetén 10 év gyakran túl nagy intervallum).

19. táblázat.

Javasolt faállomány-szerkezeti vizsgálatok az erdőrezervátumok kutatásszempontú besorolása szerint

erdőrezervátumok kutatás-szempontú besorolása	javaslat faállomány-szerkezeti vizsgálatok szintjeire
megőrzés	részletesebb, több fafajsoros üzemtervi leírás
eseménykövetés (EK)	<i>első vizsgálati szint</i> (ideális esetben javasolt): 50 x 50 m-es hálózatu Bitterlich-féle szögsszámláló próba, a mintába eső élő és holt álló törzsek szintenkénti átlagmagasságának és fekvő fákkal együttesen törzsenkénti átmérőjének felvételezése
hosszú távú vizsgálatsorozat (HTV)	<i>első vizsgálati szint:</i> 50 x 50 m-es hálózatu Bitterlich-féle szögsszámláló próba, a mintába eső élő és holt álló törzsek szintenkénti átlag magasságának és fekvő fákkal együttesen törzsenkénti átmérőjének felvételezése <i>második vizsgálati szint:</i> tízéves visszatérési, hosszú távú mintaterületek
célorientált kutatás (CK)	<i>első vizsgálati szint:</i> (lásd előbb) <i>második vizsgálati szint:</i> erdőfejlődési szakaszok részletes vizsgálata hosszú távú minta területeken, folyamatos kutatás <i>harmadik vizsgálati szint:</i> interdiszciplináris, célorientált faállomány-szerkezeti vizsgálatok

6.4.5. A módszerek részletezése vizsgálati szintenként (CZÁJLIK PÉTER)

Az erdőrezervátumban végzendő faállomány-szerkezeti vizsgálatoknál a módszerek meghatározásának legalapvetőbb kritériuma, hogy megfeleljen a hosszú távú, időszakonkénti megismételhetőség feltételének. Ezért minden mintavételi helyet mind a térképen, mind a terepen pontosan jelölni kell. Törzsenkénti felvétel esetén legjobb a törzsek festéssel való számozása. (A törzsek számozása némi költséggel jár ugyan, de a későbbi munkát lényegesen megkönnyíti és olcsóbbá teszi,

ugyanakkor lehetőséget ad az ellenőrzésre és a mérési hibák kiküszöbölésére is. A törzsek számozása elsősorban a második vizsgálati szintű mintavételeknél fontos.) Szögszámláló-próba esetén a középső fát érdemes mintavételi sorszámmal jelölni. Minden esetben jegyzőkönyben kell rögzíteni a jelölés módját.

6.4.5.1. A faállomány áttekintő térképének megrajzolása terepi bejárás alapján

Mint az a fentiekből is adódik, a faállomány jellemzése során az első lépés minden rezervátumban az kell legyen, hogy feltérképezzük a faállomány mintázatát a főbb faállomány-szerkezeti típusok szerint. Fontos a fejlődési szakaszok, illetve élőhely-szerkezeti elemek szerinti mintázatelemzés. Az egyes foltokon belül aztán valamilyen egyéb mintavételezéssel dolgozhatunk. A rezervátumok faállományának vizsgálata tehát alapvetően rétegzett mintavételen alapszik.

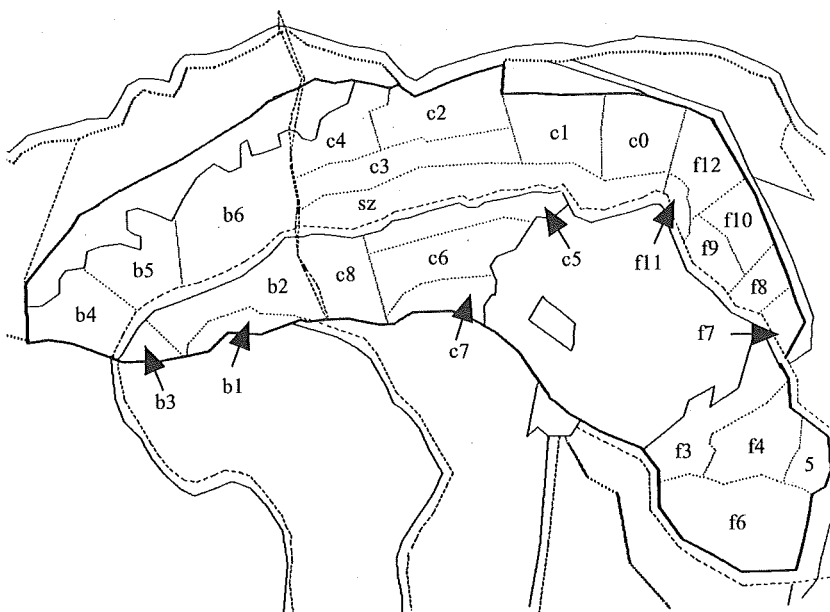
6.4.5.2. Állabok térképezése és terepi elkülönítése

Az állab definícióját az 1895-ben megjelent első Erdőrendezéstan Kézi Könyvében Bölcsházai Belházy Emil a következőképpen határozza meg: „Állab alatt értjük a kisebb-nagyobb összefüggő területen együtt élő erdei fáknek összességét, mely mint ilyen fanem-, kor- és minőségre nézve külön jelleggel bír, s a többiektől többé-kevésbé élesen külön válik” (Bölcsházai Belházy 1895).

Állabon azt a többitől aljnövényzetében és/vagy faállomány-szerkezetében jól megkülönböztethető erdőfoltot értjük, amely bizonyos belső homogenitása alapján más erdőterületektől elkülöníthető és önálló egységként vizsgálható.

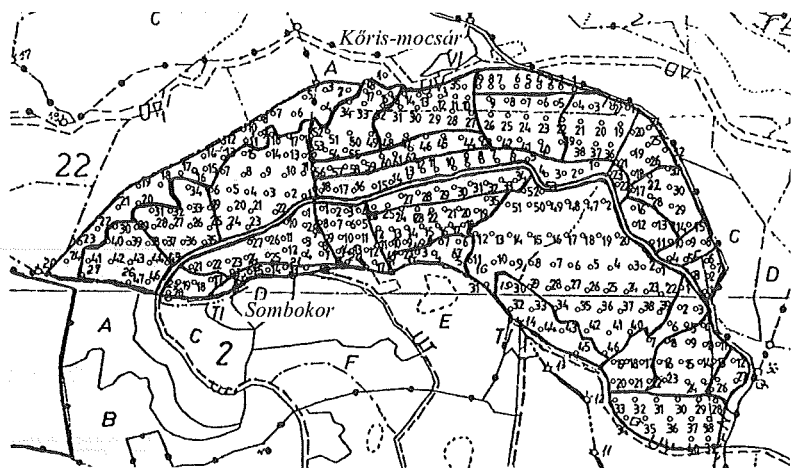
A részletesen vizsgált erdőrezervátumokban (első és második vizsgálati szinten) a magterület teljes területét az erdőrészlethárók figyelembevételével felosztjuk a faállomány és az aljnövényzet karaktere alapján önállóan vizsgálható részterületekre: állabokra. Az erdőrészletek rendszerint túl nagyok, faállomány-szerkezetük pedig ritkán egyenmű, mert ezek a területegységek inkább erdőgazdálkodási és erdőművelési szempontból kialakított egységek, amelyeket a erdészeti kezelés homogenizál.

Az elkülönített állabokat a terepen – 20-50 m-ként – a határvonalba eső törzsek festett számmal és gyűrűvel való megjelölésével lehatároljuk, és erről 1:5000 léptékű térképen pontos rajzot készítünk (16. ábra). Az állabokat erdőrészletenként folyamatos számozással jelöljük (pl. Parád 26 f.1.). Az egyes állabhatárokat ajánlott terepi, domborzati alakulatok (gerinc, sziklalépcső, vízmosás stb.) mentén kialakítani. A határfák számozása lehetővé teszi az egész területen bármely pont könnyű meghatározását a későbbiek folyamán az ott dolgozó kutatóknak. A festések



16. ábra.

A Kékes Erdőrezervátum állabterképe 1993-ban



17. ábra.

Bitterlich-féle szög számláló próba mintavételi helyei
a Kékes Erdőrezervátum magterületén

egymás közötti távolságát a terepi adottságok határozzák meg. Elsődleges szempont, hogy a szomszédos jelek egymástól láthatók legyenek. A későbbiek folyamán a határpontok térképezésre kerülnek, és ennek alapján elkészül a rezervátum 1:10000, illetve 1:1000 léptékű digitális térképe.

A részletesen vizsgált erdőrezervátumok *védőzónájában* (első és második vizsgálati szint esetén) az egész területen általában vizsgálati egysegenként elfogadhatók az erdőrészek. Megosztásukra csak abban az esetben van szükség, ha egyes részeik erdőtársulástani, illetve faállománykarakter-szinten eltérnek egymástól (pl. az erdőrészlet egy része kőrisszukcesszió, a többi része bükkös). Ebben az esetben viszont az erdőrészlet-megosztást át kell vezetni az üzemtervbe is, mert indokolt lehet az eltérő kezelés.

6.4.5.3. Az első kutatási szint javasolt módszere: *egész rezervátumterület faállomány-szerkezetét leíró szisztematikus vizsgálat*

Valamennyi kutatót erdőrezervátum teljes faállományának és annak nagy léptékű mintázatainak időszakonkénti jellemzése a rezervátum-kutatás egyik legfontosabb feladata. Az európai erdőrezervátum-kutatás gyakorlatában és tervezésében ennek a módszernek van a legszélesebb skálája, és ez egyben az egyik legvitatottabb kérdés is.

A gyakorlat szélsőségei a következők: az egész erdőrezervátum minden egyes 6 cm-nél vastagabb törzsének felvételezése. Prusa (1985) tíz csehországi erdőrezervátumot vett fel így 10 év alatt. Könnyen belátható, hogy erre sem pénz, sem idő, sem ember nincs soktagú hálózat esetén. A második véglet csak a hagyományos erdőrendezési mintavételezésre hagyatkozik, amely viszont részletesebb vizsgálatok céljára nem felel meg, mert átlagfák átlagméreteivel dolgozik.

Az elmúlt 10 évben a Vásárhelyi István Természetvédelmi Kör a Soproni Egyetem Erdőrendezési Tanszékével együtt négy különböző erdőrezervátumban közösen vizsgálta ezt a módszertani kérdést. Vizsgálataik azt mutatták, hogy a célnak legjobban megfelelő módszer az állabok kijelölése után az 50 x 50 m-es hálózatban elvégzett *Bitterlich-féle szög számláló próba* a mintába eső élő és holt álló törzsek, valamint a kidőlt fák átmérőjének és magasságának felvételezésével együtt.

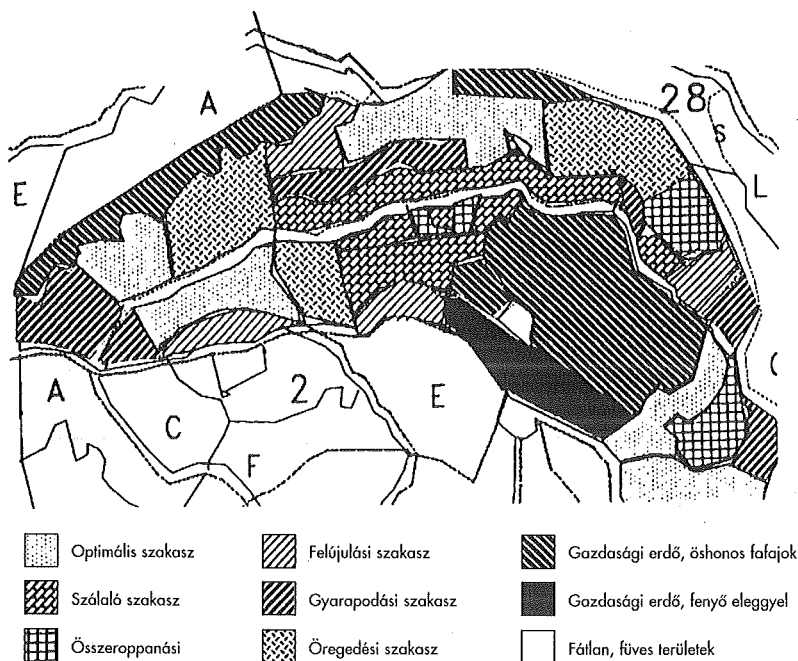
Ez a módszer kiválóan alkalmas az egész terület és a részterületek jellemzésére. Az 50 x 50 m-es hálózat (17. ábra) a legváltozatosabb és legmozaikosabb faállományok mérésére és jellemzésére is alkalmas, mert idomulni képes az egyes erdőfejlődési szakaszok 50-100 m átmérőjű foltjainak mintázatahoz is. Ugyanakkor a nagyszámú mérési adat matematikai és térbeli eloszlása igen jól reprezentálja az egyes részterületek és az egész rezervátum faállomány-szerkezeti állapotát: a fafajok

térbeli, magassági és vastagsági eloszlását, egészségi állapotát, valamint az élő és a holt fák arányát.

Ez az eljárás alkalmazandó a magterületen és a védőzóna kiemelt részein egyaránt, de a védőzónában elegendő lehet a 100 x 100 m-es hálózatban való felmérés is.

Fontos, hogy a mintavételi helyek a terepen festékekkel, állabonkénti sorszámmal jelölve legyenek (pl. Parád 26f 1./2. mintahely). Az egyes mintahelyeket az állabokat tartalmazó térképvázlaton külön jelölni kell.

Ez a módszer a Kékes Erdőrezervátumban 62 hektáron, 34 állabban, 50 x 50 m-es (többé-kevésbé) egyenletes hálózatban, 310 mintahelyen, összesen 2937 fa átmérő, egészségi állapot és faj szerinti megoszlását és 763 átlagmagassági adatot eredményezett. A módszer alkalmazásnak bizonyult a zavartalan fejlődésű, mozaikos faállomány erdőfejlődési szakaszainak állabszintű osztályozására a mérés során kapott törzsátmérő-eloszlások értékelésével. Az állabok faállomány-szerkezeti jellemzése alapján elkészíthető a terület erdőfejlődési szakaszainak térképe is.



18. ábra.

A Kékes Erdőrezervátum erdőfejlődési szakaszainak térképe

Az 50 x 50 m-es hálózatban elvégzett Bitterlich-féle szögszámláló próba tízévenkénti ismétléssel alkalmas módszer az egyes rezervátumok állabszintű faállomány-szerkezeti változásainak vizsgálatára, az azonos fafajú rezervátumok állabszintű történéseinek összehasonlítására. E módszer nagy előnye, hogy az adatfelvételezést kutatók által irányított, jó felkészültségű erdőrendező szakemberek is elvégezhetik. A felméréssel kapott adatbázis aránylag kis terjedelmű, ugyanakkor nagyon sokféle statisztikai feldolgozásra ad lehetőséget a kutatónak. E módszer becsült munkaigénye az állabok kijelölése után: tízévenként, rezervátumonként 2 fő (1 mérnök + figuráns) egyhavi terepi munkája. Javasolt a mérési munkákat az üzemtervi periódusokhoz igazítani.

6.4.5.4. Második kutatási szint: fontosabb állabok részletes jellemzése

Zavartalan fejlődésű, 140 évesnél idősebb faállományok esetén a vizsgálatok elsősorban az erdőfejlődési szakaszok folyamatainak és belső törvényszerűségeinek megismerésére irányulnak. Ennek vizsgálata kombinált mintavételezési módszerekkel végezhető a legjobban. Ennek oka, hogy a különböző fejlődési szakaszokon belül eltérő folyamatok és mechanizmusok zajlanak. Míg pl. bükkösök esetén az optimális és öregedési szakaszban a *fajon belüli* konkurencia a meghatározó, addig a felújulási és gyarapodási szakaszban fontos szerepe lehet a *fajok közötti* konkurenciának is. Ezzel szemben az összeroppanási szakaszban nagy szerephez jutnak az abiotikus termőhelyi tényezők (mikro- és makrodomborzat, talajmélység, az uralkodó szél hatása stb.), és emiatt sajátságosan mozaikos mintázat alakulhat ki.

A hazai tapasztalatok azt mutatják, hogy bükkösök esetén az erdőfejlődési szakaszok és ciklusok részletes vizsgálatára a parcellás és transektes mintavétel kombinációja a legalkalmasabb. Ezt az alábbiakban a Kékes Erdőrezervátum területén tízéve folyó vizsgálatok tapasztalatai alapján mutatjuk be.

Az 50 x 50 m-es, kibővített szögszámláló próba eredményei, valamint Leibundgut, Mayer, Zukrigl és Korpel kutatásainak figyelembevételével kijelöltük az egyes erdőfejlődési szakaszok jellemző területeit, illetve e szerint osztályoztuk az egyes állabokat és azok részterületeit.

Mindezek ismeretében jelöltük ki az egyes fejlődési szakaszok hosszú távú vizsgálati területeit, majd a felmérést követően jellemeztük az egyes fejlődési szakaszokat. A hazai tapasztalatok alapján az élő és a holt fák törzsátmérőinek, famagasságainak, valamint a korona átmérőinek együttes eloszlása alkalmasnak látszik az egyes fejlődési szakaszok belső viszonyainak jellemzésére.

Az itt leírt módszer megfelelőnek bizonyult a változatos, öreg és különböző foltok mozaikjából álló természetes erdők vizsgálatára. A mintaterületek kitűzése és felmérése kutatói feladat.

Természetesen más módszerek alkalmazása is elképzelhető. A bükkösöktől lényegesen eltérő faállomány-szerkezetű tölgyesek kutatásában módszertani változtatások is szükségessé válhatnak. Korpel (1995) tapasztalatait figyelembe véve azonban a tölgyesek is jó eredménnyel vizsgálhatók transzektes rendszerben.

A belső történések részletes vizsgálatára – az 50 x 50 m-es hálózatban való felmérés tapasztalatai alapján – hosszú transzekt kitűzése és felmérése látszik a legalkalmasabbnak. A mért paraméterek azonosak az előzőekben leírtakkal. Az Alsóhegy Erdőrezervátumban összesen 975 m hosszú transzekt mentén összesen 1375 fa került felvételezésre. Itt ez a hosszú mintaterület reprezentálja a rezervátumban található összes faállomány-szerkezetet. Tapasztalataink alapján azt mondhatjuk, hogy a mintavételt – kutatói irányítás mellett – a nemzeti parkok jól képzett erdész munkatársai is el tudják végezni. A mérési eredmények értékelése azonban kutatói feladat.

6.4.5.5. *A korona, a koronaszerkezet leírása*

A fent vázolt faállomány-szerkezeti vizsgálatok terepmérései java részben azonosak a hagyományos erdőrendezésnél használt mérési módszerekkel (Bondor 1986; ÁESZ 1986). Az erdőrendezés azonban koronaszerkezeti felmérést nem végez, ezért ezzel részletesebben foglalkozunk. Ezt az is indokolja, hogy a módszer időigényessége miatt több külföldi országban a koronamérések elhagyására törekednek.

A fák koronáinak mérete, belső szerkezete, ezen belül a falevelek geometriai elrendeződése mind a fa produktivitásában, mind az aljnővényzet mintázataiban szerepet játszik. A fajok közötti különbség a levelek geometriai eloszlásában és fotoszintetikus toleranciájában legalább részben felelős a szukcessziós mintázatért, a korstruktúra szukcessziós változásaiért. A valóságban sok faktor – nem csak az árnyéktűrés – fogja meghatározni a helyért és a fényért folyó kompetíció ki-
menetelét az erdő koronaszintjében.

A fák méretei nagyon jó szociális indikátorok, és a koronák méretei igen fontos jellemzői az egyes erdőfejlődési szakaszoknak is. Ezenkívül a koronaméret-eloszlások meghatározók az állományban keletkező lélek eseményeiben, illetve a bennük jelenlévő újulat életképességében. A koronák átlagméretéből következtetni lehet a várható lékdinamikai folyamatok lefolyására, pl. arra, hogy a lék fölött összezáródnak-e a koronák, és ha igen, akkor mennyi idő alatt.

Egy korona mérendő paraméterei:

- a korona alsó magassága: megmérjük a koronát alkotó ágak szét-
ágazási magasságát;
- a korona magassága: a fa teljes magasságából levonjuk a korona
alsó magasságát;

- a korona legnagyobb szélességének magassága, koronaalak (Majer 1968): általában elegendő három forma megkülönböztetése aszerint, hogy a korona a felső, a középső vagy az alsó harmadában a legszélesebb-e; ez a paraméter háromdimenziós számítógépes szimulációhoz lehet szükséges, pl. a Silvi-Star programcsomag esetén (Koop 1989);
- *koronavetület*: középről számítva négy irányban megmérjük a korona félszélességét a korona szélének derékszögű vetületénél; szükség esetén derékszögű prizmat használunk; a statisztikai és térinformatikai feldolgozhatóság és a kiértékelhetőség általában 1 m-es pontosságot igényel; kivételt képeznek az alsó szintben lévő fiatalos foltok, ahol – ha szintenkénti elemzést végzünk – a kívánt pontosság 0,5 m-es; fontos, hogy mindig főirányba mérjünk (lejtős területen ez a lejtő iránya), mert a koronák aszimmetriája ebben az irányban mérhető a legegyszerűbben; még sík területen sem mindig célravezető az égtájak szerinti tájolás, sokkal jobb azt a kísérleti terület tengelyére vetíteni; a koronavetület területét a négy ellipszoid-negyed összegzéséből kapjuk meg.

6.4.6. Egyéb módszerek

(CZÁJLIK PÉTER)

A terepi faállomány-szerkezeti vizsgálatok értelmezéséhez, azok kiegészítéséhez igen nagy segítséget nyújtanak azok az információk, amelyeket a kutatók egyéb módon gyűjtenek össze:

- légi felvételek elemzésével;
- évgyűrű- és törzselemzéssel.

6.4.6.1. Légi felvételek alkalmazása a faállomány-szerkezet vizsgálatában

A terepen végzett faállomány-szerkezeti adatfelvételezés kisméretű mintavételi területekre szorítkozik (amikor a mintaterületek nagysága ritkán nagyobb egy hektárnál) vagy pedig egyenletes hálózat szerint kitűzött próbakörökben valósul meg. Az utóbbi mintavétel az összterület mintegy 10-15%-át fedi le. Egy teljes erdőrezervátumot lefedő terepi adatfelvétel az idő- és költségtényezők nagysága miatt szinte elképzelhetetlen volna.

A (kis területű) mintavétellel alapozó felmérés hátránya, hogy az iniciális szakaszban az erdőfejlődési szakaszok átfogó megfigyelése megvalósíthatatlan, és a ritkább elegyfajok értékeléséhez sem kapunk elegendő adatot.

Légi felvételekkel viszont már lehetséges az erdőrezervátum (vagy egy nagyobb környék) teljes területének dokumentálása. Megfelelő minőségű és léptékű fotóanyag esetén ma már rendelkezésre állnak azok a

módszerek, amelyekkel a légi felvételekről az egész terület faállomány-szerkezeti felmérését el lehet készíteni (Pisoke 2000).

A légifotó-elemzés két technikáját különböztetjük meg:

- *monolégifotó-elemzés* esetén évjáratonként egy, illetve területi átfedések nélküli légifotókat alkalmazunk; ebben az esetben megfelelő matematikai korrekciók segítségével egy és kétdimenziós síkbeli mérésekkel dolgozunk, amelyeknek eredménye térképen is ábrázolható;
- *sztereolégifotó-elemzés* esetén évjáratonként területi átfedésben lévő légifotópárokkal dolgozunk; az elemzéshez sztereoműszerre van szükség; közülük Münch (1994) szerint jelenleg a Planicom P3 (Zeiss) a legjobb; sztereoelemzés esetén három dimenzióban értékelhetjük a képeket, ezáltal lehetőségünk nyílik pontos magassági (mélységi) mérések elvégzésére is.

Légifotók elemzése

A légifotók alkalmasak az erdőrezervátum faállomány-szerkezetének, elsősorban lombkorona-szerkezetének általános jellemzésére és interpretálására. Az erdő felső koronaszintjének szerkezete, ezen belül az egyes fák koronáinak mérete, méreteloszlása és mintázata, továbbá záródásuk fejlődési szakaszonként és korosztályonként jellemző és légi felvételeken felismerhető. Ezért a légifotók a fejlődési szakaszok, és a korosztályok térképezésében, valamint az állabok kijelölésében igen jól használhatók. Megfelelő nagyítású (és minőségű) aktuális légifelvétel minden esetben fontos eszköze a terepi munkának is, amely nélkül kiterjedt felmérést tervezni, illetve végezni elég nehéz.

Légifotó-sorozatok elemzése

A légifotópár-sorozatok elemzésével elvégezhető az erdőrezervátumok – teljes területét érintő – struktúra- és faállomány-fejlődésének analízise. Az eljárást Münch (1994) kutatásai alapján mutatjuk be, amely alkalmas:

- a felső koronaszintbeli faegyedek viselkedésének hosszú távú vizsgálatára (visszamenőleg is);
- a fejlődési fázisok összehasonlítására, ezen belül egyes fafajok viselkedésének leírására és megértésére;
- az egyes fafajok egymáshoz viszonyított, időszakonként változó dinamikájának összehasonlítására (pl. időszoron belüli dominancia-változásokra).

A légifotósorozatok segítségével jól nyomon követhetők a lékdinamikai események és az állabok, illetve fejlődési szakaszok térbeliségének változásai.

A légifelvételeket az országos légifotótárakból lehet kikeresni (lásd a

6.2.5. fejezetet). Az archívumokban Magyarországon negyven, esetenként ötven évre visszamenőleg találhatunk megfelelő minőségű légifotókat. A légi felvételek válogatásának fő szempontja, hogy a negatívokról 1:5000 léptékű, éles képek (sztereoelemzéshez képpárok) legyenek készíthetők.

A kiértékelő munka megtervezéséhez kimutatást készítünk az alkalmas légifotókról a felvétel éve, hónapja és a képek léptéke szerint (20. táblázat).

Az adatok felvételezésének tervezése

Meg kell határozni, hogy milyen céllal végezzük az adatok felvételét:

- a teljes terület faállományának kiértékelésére;
- meghatározott területrészek összehasonlítására;
- részterület(ek) eseményeinek vizsgálatára, stb.

A rendelkezésre álló légifotók birtokában a kitűzött célnak megfelelően megtervezzük az évfáratonkénti adatfelvétel sorrendiségét, és elvégezzük a terület és a határpontok kijelölését.

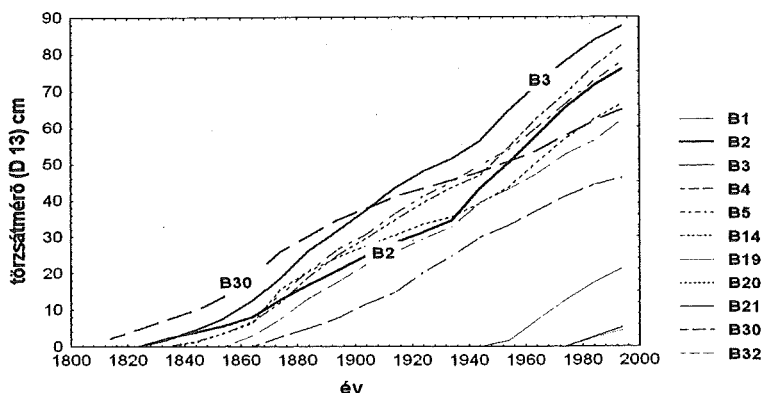
Ha például tízévenként széles körű és minél teljesesebb adatfelvételt tervezünk (a köztes időben esetleg kiegészítő interpretálással), akkor az egyes légi felvételek kijelölt területein a terv szerint, évfáratonként a látható összes faegyedről például az alábbi paramétereket olvassuk le (20. táblázat). Az adatfelvételezés módszere műszer-, illetve eszköz függő.

20. táblázat.

Példa légifelvétel-sorozat kiértékelésének megtervezésére

A repülés időpontja (hó/év)	7/1972	7/1981	8/1988	8/1993
A fotó (nagyítás) méretaránya	1:7000	1:5000	1:5000	1:5000
Felvételezésre kerülő paraméterek:				
a fa sorszáma	x	x	x	x
szomszédainak sorszáma	x	x	x	x
fafaj	x	x	—	x
koronacsúcs-pozíció	x	x	—	x
koronavetület	x	x	—	x
fa magasság (sztereo)	x	x	x	x
fa magassági növedék (sztereo)	x	x	—	x
faállományhiány	x	x	x	x
...	...	...	...	...

A légifotóknak az erdőrezervátumokban való alkalmazásáról és kiértékelési módszereiről igen hasznos tudnivalók találhatók Pisoke (2000) legújabb dolgozatában.



19. ábra.

Faegyedenkénti törzsátmérő-növekedés 1810 és 1995 között; tizenegy bükkfa törzselemzésének eredménye a Kékes Erdőrezervátumból: a B3-as jelű fa végig a felső szintben fejlődött, a B2-es fa korán alászorult, de 110 évesen felszabadult; a B30-as fa 30 éves kora után lemaradt és alászorult

6.4.6.2. Évgyűrű- és törzselemzés

Tekintettel arra, hogy a természetes erdőkben, illetve a hozzájuk közeli szerkezetű erdőrezervátumi erdőterületeken ritkán fordulnak elő egykorú, elegyetlen faállományok, és ebből adódóan a fák a kor függvényében nem a viszonylag szabályos trendeknek megfelelően növekednek, mint a gazdasági erdőkben, ezért a fák és facsoportok növekedése nehezen írható le az egykorú, elegyetlen állományokra kifejlesztett modellekkel. Szinte minden fának saját növekedési története van, amelyet törzselemzéssel lehet rekonstruálni. Ennek az erdőbecsléstani szakirodalomban régóta jól kidolgozott és leírt mérési és kiértékelési módszerei vannak (Fekete 1951; Korpel 1995). Az alábbiakban a mintavételezésre vonatkozó néhány szabályra térünk csak ki.

A módszer, destruktív jellegéből adódóan, csak ritkán alkalmazandó élő fákon. Ha mégis szükség van rá, akkor növedékfúróval legalább két, egymásra merőleges irányban kell minél hosszabb mintát venni. Az utóbbi azért fontos, hogy ha már megsértjük a fát, akkor minél hosszabb időre legyen információnk a növekedéséről. Lehetőség szerint olyan fából kell mintát venni, amelyek már egyébként is betegek vagy sérültek. Ennél jobb módszer az, ha a már kidőlt, elpusztult fából veszünk mintákat. Ekkor már nemcsak furatok vételére nyílik lehetőség, hanem arra is, hogy a fa törzse mentén akár több helyről is vékony korongokat vágjunk. Ezen nemcsak két, hanem négy irányban is

lehet mérni az évgyűrűk szélességét, és így a fa születéséig pontosan vissza lehet követni az eseményeket.

Figyelní kell arra, hogy az évgyűrűelemzésekre is vonatkoznak a statisztika szabályai, sőt a változatos szerkezetű faállományokban a fák növekedésmentének sokfélesége még inkább megköveteli, hogy megfelelő számú mintát vegyünk (minimum 20-30 fát kell vizsgálni), és igen óvatosan bányunk az eredmények értelmezésével.

A törzs hosszában méterenként vett korongok révén a fák korára, illetve magassági és vastagsági növekedésére egyaránt kaphatunk adatokat.

Az évgyűrűelemzések legalapvetőbb célja az, hogy megfelelő számú mintavétel esetén meg lehessen határozni az adott faállomány valós korát, illetve korösszetételét. Ezt kíméletesen – hosszabb idő alatt –, az évenként kidőlt törzsek elemzésével kell elvégezni. A korelemzéshez elegendő törzsenként – 0,3 m magasságban – egy vékony, félkorongnyi mintát gyűjteni.

Korpel (1995) törzselemzési módszerrel az elegyetlen bükkösök esetén erdőművelési jelentőségű eredményeket kapott. Számos kidőlt bükk-törzs elemzésével sikerült a növekedésmenteket csoportosítania, és ennek eredményeként a következő törvénszerűséget állapította meg. Életkor-analízise megerősítette, hogy egy kisebb területen belül is legalább három vagy négy korosztály mintegy hatvanéves időközökkel van jelen (ez a korosztályidőköz a Kékes Erdőrezervátumban kb. negyven év). Ez azt jelenti, hogy az egész fejlődési ciklusban többször is igen jók a felújulás feltételei. Tömeges újulat megjelenése periodikusan, mintegy 100 évenként jelenik meg, ami gyakorlatilag egybevág az összeroppanási szakaszok megismétlődő ciklusaival.

Korpel (1995) növekedési analízise megállapította, hogy az elegyetlen bükkös erdőben a bükk sokkal nagyobb növekedési plaszticitást mutat, különösen a magassági növekedés terén, mint a luc-, illetve jegegyefenyő-elegyes faállományokban. Kimutatta, hogy a nagyobb takarás által növekedésükben nem akadályozott bükkök magassági növekedése gyorsabb: ezek ötvenéves korukra elérik a 20 m magasságot, százéves korukra pedig a 39 m-t. Ezzel szemben azok a bükkök, amelyek hosszú ideig erősen beárnyékolt állapotban fejlődnek, ötvenéves korukra 5-6 m magasságot érnek csak el, százéves korukra pedig csupán 15-16 m magasak, ennek ellenére 200 éves korukra már 37-40 m magasak is lehetnek, miközben a mellmagassági átmérőjük eléri a 80-100 cm-t. Az átlagos magassági növekedés 30-160 év között a legintenzívebb; az átlagos fatömeg-növekedés viszont 200-220 éves korban maximális vagyis röviddel azelőtt, hogy elérné a természetes életkor határát. Sok bükk azonban a fatérfoat-növekedés maximumának elérése előtt fejezi be az életét.

6.4.7. A faállomány-szerkezeti vizsgálatok adatai (Czájlik Péter)

Alapvetően kétféle adatot különböztetünk meg:

- terepen mért, becsült, leírt adatokat;
- a terepi adatokból a kiértékeléskor számított adatokat.

6.4.7.1. Terepi adatok

Transzsektes mérés

A transzsektek az erdőrezervátumok legjellegzetesebb mintavételi területei. A transzsekt egy 20 m széles mintaterületi sáv, amely reprezentatív metszetét adja az erdő faállományának. Legkisebb hossza több transzsekt esetén, transzsektenként legalább 200 m legyen, mert ennél rövidebb transzsekt nem szolgáltat elegendő, statisztikailag is értékelhető adatmennyiséget. Arra kell törekedni, hogy a célorientált vizsgálatokra kiszemelt erdőrezervátumokban rezervátumonként legalább 600-1000 m hosszúságú transzsekt az első tíz évben felmérésre kerüljön. A transzsektek középvonalát műszerrel tűzzük ki, majd a részletes felvételnél a középvonalban egymás után lefektetett 25 m-es mérőszalaggal készítjük az egyes transzsektszakaszok, az ún. *fektetések* részletes felvételét. Kisegítő, ún. metszeti transzsekteknél esetenként 10 m szélességet is alkalmazhatunk.

A transzsekt középvonalának geodéziai adatai:

- a rezervátum kódja (REZKOD);
- a mintaterület száma (MINTSZAM);
- a transzsektszakasz (fektetés) sorszáma (FEKTSZAM);
- a szakasz kezdő métere a transzsekt teljes hosszában mérve (KEZD_M);
- a transzsektszakasz átlagos lejtőszöge (LEJTSZOG);
- a transzsektszakasz kitettsége (KITETTSEG);
- a szakasz É-hoz viszonyított vízszintes szöge (IRANYSZOG);
- a fektetés végének távolsága a transzsekt 0 pontjától (VEG_M);
- a transzsektszakasz első fájának sorszáma (KEZD_FA);
- a transzsektszakaszhoz tartozó utolsó fa sorszáma (VEG_FA);
- a transzsektszakasz területén belüli vízszintes, illetve függőleges töréspont távolsága a transzsekt 0 pontjától (TORES_P);
- vízszintes törésszög (IR_TORSZ);
- függőleges törésszög (L_TORSZ).

A transzsekt fáinak adatai

Az erdőrezervátumok legjellegzetesebb erdőszerkezeti mintavételének azon mérési adatai, amelyek az egyes fákhoz kötöttek. Igen fontos, hogy a kidőlt fák, illetve a még lábon álló elhalt fák adatait is pontosan

felvegyük. A felmérés során fán minden 130 cm magasságban (mellmagasságban) mérhető átmérőjű, fásszárú növényt értünk. A más (geodéziai) módszerrel felvett területeken értelemszerűen az egyes fák helyzetét meghatározó adatok mások lehetnek a mérési módszer függvényében:

- a rezervátum azonosító kódja (REZKOD);
- a mintaterület száma (MINTSZAM);
- a mérés időpontja (MERID);
- az egyes fák sorszáma az adott transzektben (FASZAMA);
- a fa faja (FAFAJ);
- az egyes fák, illetve a kidőlt fák tövének transzektirányú koordinátája m-ben (FATOX);
- az egyes fák, illetve a kidőlt fák tövének transzektre merőleges koordinátája m-ben (FATOY);
- az álló és kidőlt fák mellmagassági átmérője (két mérés átlaga) (D13);
- a famagasság méterben (egytizedes pontossággal) (H);
- a korona alsó pontjának magassága m-ben (Hkor);
- a fa koronavetületének a transzekt irányában mért rádiusza (E);
- a fa koronavetületének a transzekt irányával ellentétes rádiusza (V);
- a fa koronavetületének a transzekt irányára jobbra mért rádiusza (J);
- a fa koronavetületének a transzekt irányára balra mért rádiusza (B);
- a fa minősítése egy számmal és egy betűvel (MIN):

lábbon álló fák esetében:

- ép, egészséges (1);
- csúcsszáradt, csúctörött (2);
- törzskorhadó, odvas, taplós (3);
- lábonszáradt (4);
- a törzs egyenes, hengeres (A);
- a törzs síkgörbe (B);
- törzs térgörbe, elágazó vagy böhönc (C);

fekvő fák esetében:

- valamikor élve kidőlt fa már földlabda nélkül, ágmaradványok a kidőlt fa koronájából (5);
- lábonszáradt, kidőlt fa (6);
- gyökerestől kidőlt fa földlabdával (7);
- leszakadt törzsrész, az álló fa egy része szakadt csak le (8);
- törzsdarab, eredete megállapíthatatlan (9);
- friss, 1-2 éven belül kidőlt fa (D);

- kezdődő szétesés, a kéreg laza, a farész még fejszekemény, a bélkorhadás kisebb, mint az átmérő egyharmada (E);
- a szétesés előrehaladott, a szijács puha, a farész még részben fejszekemény, a bélkorhadás nagyobb, mint az átmérő egyharmada (F);
- erősen szétesett, a fa rész porladt, a körvonalak elmosódottak (G);
- a földön fekvő fák csúcsának transzektirányú koordinátája (CSX);
- a földön fekvő fák csúcsának transzektre merőleges koordinátája (CSY);
- megjegyzés, csak indokolt esetben töltendő ki, pl. védett faj fészke, bagoly tépőfa, stb. (MEGJEGYZ).

6.4.7.2. Származtatott, számított adatok

A terepen vagy a légifotón közvetlenül mért alapadatokból minden vizsgált fára megállapítjuk a „famagassági osztály”, a „szociológiai helyzet” és az „abszolút magassági növekedési osztály” kategóriáit. A származtatott adatokat idősorba rendezzük (lásd a 21. táblázat példáján).

21. táblázat.

Példa származtatott adatok, számított mutatószámok képzésének tervezésére

vizsgált év	1972	1981	1988	1993
famagassági osztály	x	x	–	x
szociológiai helyzet (szociológiai kód)	x	x	–	x
abszolút magassági növekedési osztály	–	x	–	x

Az egyedenkénti részletes felmérés lehetővé teszi a szomszédsági viszonyok leírását. Ennek segítségével összehasonlíthatjuk az egyes faegyedek famagasságait, és megállapíthatjuk a magassági növekedésüket. A magasságok összehasonlítása alapján elvégezzük minden egyed *famagassági osztályba* való besorolását:

- kiemelkedő (1): a fa az összes szomszédos fánál legalább 2 m-el magasabb;
- uralkodó (2): a fa az összes szomszédos fánál magasabb;
- középállású (3): a fa néhány szomszédjánál magasabb vagy azonos magasságú;
- uralt (4): a fa az összes szomszédjához viszonyítva alacsonyabb;
- elnyomott (5): a fa az összes szomszédjánál 2 m-el alacsonyabb.

A famagassági osztályok gyakorisági eloszlásairól jól értelmezhető statisztikák készíthetők évjáratonként, fafajonként, részterületenként, fejlődési szakaszonként. (Vigyázat! A légifotó-elemzés esetén a területet lefedő fák száma jóval kevesebb egységnyi területen, mint a terepi felvételen felvett fáké. Ezt a különbséget a légifotón nem látható második koronaszint adja.)

Faosztályok közötti változások

Az egyes fák magassági helyzetének időszakonkénti változását dekádban mutatjuk be egy példán (22. táblázat). Ha egy fa magasabb osztályba vált, felszálló, „emelkedő”, ellenkező esetben leszálló, „lemaradó” tendenciájú a növekedése.

22. táblázat.

Emelkedő és lemaradó növekedési tendenciájú faegyedek összesítő táblázata fafajonkénti bontásban 1981 és 1991 között a Csörgő-völgy Erdőrezervátum egyik mintaterületének feldolgozásából (B – bükk; KTT – kocsánytalan tölgy; HJ – hegyi juhar; KJ – korai juhar; É – mézgas éger; Csny – vadcsereesznye; GY – gyertyán; A – akác)

fafaj	B	KJ	HJ	Csny	A	É	KTT	GY	Össz.
emelkedő	13	13	3	3	3	-	22	109	166
lemaradó	6	7	1	2	3	1	29	161	210
mérleg	+7	+6	+2	+1	0	-1	-7	-52	-44
összes fa	19	20	4	5	6	1	51	270	376

A táblázatba foglalt példában a faosztályok változásának mérlege összességében negatív tendenciájú. Felfelé lépést, „emelkedő” tendenciát csupán 166 fa mutat, ezzel szemben 210 fa a növekedésében visszalépett. Az egykori „vágásszint” a felső koronaszintben összezáródott. A faegyedek nagy része egy fanövekedési osztályt visszaszorult. A fafajok szerinti mérleg-összehasonlításban a bükk és a juharok uralomra jutottak (összességében pozitív mérleget mutatva), míg a gyertyán és a tölgy esetében inkább visszszorulás következett be a vizsgált tízéves időszakban.

A fafajok szociológiai tendenciája

A fák szociológiai tendenciájának meghatározására Münch (1994) két, ún. konkurenciaindikátort vezetett be: a *relatív magassági növekedés* és az *abszolút magassági növekedés* (növekedési erő) mutatószámát.

A relatív magassági növekedést az ún. *aktuális konkurenciaszint*hez viszonyítja, amikor is az aktuális konkurenciaszint a fa vizsgált évjáratban mért magassága ± 30 cm. Ha egy fa néhány szomszédja fölé nőtt

vagy azokkal azonos magasságba nőtt fel, akkor relatív magassági növekedésében „emelkedő” tendenciájú; ha viszont egy fát a szomszédok túlnőnek vagy utolérnek, akkor a fa lemaradó tendenciájú. A relatív magassági növekedés mutatószáma az ún. hatjegyű szociológiai kód, amelyet a következők szerint kell képezni:

- *első két számjegy*: azoknak a szomszédos fáknek a száma, amelyek az aktuális konkurenciaszint fölé nőttek;
- *második két számjegy*: azon szomszédos fáknek a száma, amelyek az aktuális konkurenciaszintet (éppen) elérik;
- *utolsó két számjegy*: azon szomszédos fák száma, amelyek az aktuális konkurenciaszintet nem érik el.

Ennek megfelelően például a „020301” szociológiai kódszám értelmezése:

- két szomszédos fa a centrált (vizsgált) fa fölé nőtt;
- három szomszédos fa a vizsgált fával azonos magasságú;
- egy szomszédos fa alacsonyabb.

Az egyes fák szociológiai helyzetének változási tendenciája az egymást követő időpontokból származó kódszámaik kivonásával jól jellemezhető:

- ha a vizsgált fát néhány szomszédja túlnőtte (pl. „040101”), akkor a különbség pozitív: *lemaradó tendencia*;
- ha a vizsgált fa utolérte szomszédai magasságát, és néhány szomszédja fölé nőtt (pl. „000105”), akkor a különbség negatív: *emelkedő tendencia*;
- ha relatív változás nem történt (a kódok azonosak), akkor a különbség nulla: *indifferens*;
- ha a vizsgált fát némely szomszédja felülntötte, de a vizsgált fa túlnőtte a vele azonos magasságú fákat (pl. „030102”), vagyis a szomszéd fák ellentétesen viselkedtek; ekkor a különbség pozitív: *lemaradó tendencia*;
- ha a vizsgált fa túlnövi a vele azonos magasságú fákat, egyes szomszédos fák viszont felzárkóznak a vizsgált fa magasságáig (pl. „000303”), a szomszédos fák viselkedése ebben az esetben is ellentétes, ilyenkor a különbség negatív: *emelkedő tendencia*.

Ez a módszer a 2,5-3 m-nél alacsonyabb faállományok értékelésére nem alkalmas, mert az aránylag kis termetű fák kisebb növekedési különbségei a famagasság-mérési hiba (± 30 cm) határain belül vannak.

Az adott időszak (pl. 10 év) alatt mutatott abszolút magassági növekedés (növekedési erély) összehasonlításán alapuló szociológiai tendencia meghatározásakor a következő osztályok állíthatók fel:

- ha a vizsgált fa növekedési erélye (magassági növekedése) minden szomszédjénál nagyobb, akkor: *emelkedő*;
- ha a szomszédok növekedési erélye részben nagyobb, részben kisebb, mint a vizsgált fa magassági növekedése, akkor: *indifferens*;
- ha a vizsgált fa növekedési erélye (magassági növekedése) minden szomszédjénál kisebb, akkor: *lemaradó*.

Az egyes faegyedek végső (együttesen figyelembe vett) szociológiai tendenciája:

- ha a két indikátor közül legalább az egyik „emelkedő” tendenciájú, akkor: *pozitív*;
- ha a két indikátor közül legalább az egyik „lemaradó” tendenciájú, akkor: *negatív*.

A két indikátor egymást kioltó ellentétes viselkedése Münch vizsgálataiban nem fordult elő. Megfelelően nagy mintavétel alapján statisztikailag értékelhető a fafajok vagy területrészek, illetve az egyes fejlődési szakaszok kategorizálása, illetve idősoros összehasonlítása.

6.5. Termőhelyi vizsgálatok

(BIDLÓ ANDRÁS, KOVÁCS GÁBOR, FORRÓ EDIT)

Az erdőrezervátumokban lejátszódó folyamatok nyomon követésében alapvető jelentősége van az erdőrezervátumok termőhelyeinek. Csak ennek ismeretében értékelhetjük az egyes fafajok, cserjék és lágyszárú növények előfordulását, a faállomány szerkezetét és fejlődését. A termőhelyi vizsgálatok alapadatokat szolgáltatnak az erdőrezervátumban végzett egyéb vizsgálatokhoz és a megfigyelések alapján levont következtetések kiterjesztéséhez más erdőállományokra.

6.5.1. Az erdőrezervátumok termőhelyének meghatározása

(BIDLÓ ANDRÁS ÉS KOVÁCS GÁBOR)

A termőhely alapvetően egy háromdimenziós tér, amelyben a termőhelyi tényezők (klíma, hiroológiai viszonyok, talaj stb.) kisebb-nagyobb mértékben hatnak, és összhatásuk valamely növényi életközösség életfeltételeit kielégíti. A termőhely konkrét, földrajzi megjelenítési formája a termőhelyrészlet; amely a terepen és a térképi ábrázolásban vonalakkal jól körülhatárolható, így meghatározott területtel rendelkezik. A termőhelyi tényezők összhatása egy termőhelyrészleten belül nemigen változik, ezért természetes, hogy a növénytársulás növekedési feltételei is csaknem azonosak. A termőhelyrészlet határvonalát ott kell meg-