

értjük. Erdős területen leginkább az erózió ilyen. A fával nem fedett tájakon az erózió mértéke igen nagy lehet, de nagy mennyiségű tápanyag tűnik el a tarvágások következtében is. Ezért javasolt a kiemelt erdőrezervátumokban az eróziós hatások rendszeres vizsgálata.

6.5.2.6. A talajok vízháztartásának vizsgálata

(BIDLÓ ANDRÁS ÉS KOVÁCS GÁBOR)

A hazai erdők egészségi állapotában és növekedésében bekövetkező kedvezőtlen tendenciák okait elsősorban a vízellátottságban kell keresnünk. A magyarországi erdők növekedésének limitáló tényezője elsősorban a víz és az ennek következtében kialakuló tápanyaghiány. Ezért javasolt a vízháztartási paraméterek meghatározása egy-egy kiemelt erdőrezervátumban. A legfontosabb paraméterek (a talajok nedvességtartalma, annak tér- és időbeni változása, a hasznosítható vízkészlet alakulása) folyamatos megfigyelése egy hidrológiai bázisterület keretén belül kiemelten indokolt.

6.6. Növényzetvizsgálatok

(STANDOVÁR TIBOR ÉS HAHN ISTVÁN)

6.6.1. A növényzet vizsgálatának szempontjai, főbb kérdések

A növényzetvizsgálatokat – a 6.1.2 fejezetben leírt stratégiai megfontolások figyelembevételével – egy hierarchikus rendszerben kell megtervezni. Mivel azt a mindenkori programgazda céljai és lehetőségei határozzák meg, hogy mely rezervátumokban milyen vizsgálatok elvégzését támogatja, először a vizsgálható kérdéseket, valamint a vizsgálatukhoz alkalmazható módszereket foglaljuk össze. Csak ezek birtokában teszünk javaslatot egy lehetséges hierarchikus szervezetre. Az erdőrezervátumok növényzetével kapcsolatban az alábbi kérdések vizsgálatát tartjuk fontosnak:

- Hogyan helyezkednek el a többé-kevésbé homogén erdőfolttípusok az erdőrezervátumban?
- Milyen a fajkészlete az egyes foltoknak?
- Mi a jellemző fajtextúra az egyes típusokban?
- Hogyan változnak a közvetlen emberi beavatkozások hiányában létrejövő faállomány-szerkezeti jellemzők hatására a lágyszárúszint alábbi jellemzői:
 - fajkészlet;
 - textúra;
 - domináns fajok jellemző foltmérete;
 - térbeli mintázatok karakterisztikus léptéke;

- különböző funkcionális csoportok szerepe;
- a növényzet koordináltsága.

6.6.2. Javasolt növényzetvizsgálati módszerek

6.6.2.1. A jellemző erdőfolttípusok térképi elkülönítése

A legelsőként elvégzendő feladat a szándék szerint több erdőfolttípust reprezentáló rezervátumon belül a többé-kevésbé azonos összetételű foltok elkülönítése és térképi rögzítése.

Talán ehhez a legnehezebb általános érvényű leírást adni, mivel rezervátumonként más lesz a szituáció. Általánosan javasolt alapegységként sem az erdészeti gyakorlatban használt erdőtípus, sem a növénycönológiában bevett valamely társulástani egység (szubasszociáció, asszociáció, asszociáció csoport stb.) nem jelölhető meg, hiszen egy középhegységi völgyet magában foglaló rezervátum esetében biztosan magasabb rangon elkülöníthető alapegységeket (pl. völgytalpi égeres, hársas-körises szurdokerdő, az É-i és D-i oldal extrazonális erdőtársulásai) lehet és célszerű elkülöníteni, mint egy alföldi tölgy-köris-szil ligeterdő esetében, ahol az eltérő üdeségű faciesek jelentik az értelmezhető alapegységeket. Mindebből az következik, hogy minden rezervátumban a botanikai munkát végző szakember döntésére, szakértelmére kell bízni az alapvető növényzeti foltok kijelölését. Kevésbé szakszerűen azt is mondhatnánk, hogy minden területnek saját „lelke” van, ennek megfelelően érdemes eljárni. Az erdőfolttípusok elhatárolását végző kutató írott dokumentumban rögzítse az elhatárolás szempontjait, és térképi formában az egyes foltok elhelyezkedését.

Általános irányelvként annyit azért el lehet mondani, hogy nem célszerű túl sok foltot elkülöníteni. Egy átlagosan 50 ha-os rezervátumban gondolkodva még a viszonylag változatos viszonyokat felölelők esetében sem javasolt tíznél-húsznál többet elkülöníteni.

A térképezendő foltok meghatározása után mindenképp elvégzendő a foltok térképi rögzítése.

Ehhez a következő segédanyagokra van szükség:

- üzemtervi térkép;
- 1:10000 méretarányú szintvonalas térkép;
- aktuális állapotot mutató infravörös légifotó;
- a rezervátum 100 x 100 m-es (vagy 50 x 50 m-es) hálózatainak ki-tűzése és térképi ábrázolását segítő helyszínrajz elkészítése.

A fenti segédeszközök birtokában nagy pontossággal elvégezhető a térképezés. Ezt a feladatot a rezervátum kutatótsági státusától függően *legalább* – a kötelező erdőszerkezeti vizsgálatokkal szinkrónban – *tízévenként* javasolt elvégezni. Intenzívebb kutatótságot esetén természe-

tesen sűrítethetők a felvételek, de sokkal gyakoribb térképezésnek csak az erdőszerkezeti vizsgálatok hasonló sűrítésével együtt van értelme. Ahhoz, hogy egy térkép áttekinthető legyen, a lépték figyelembevételével korlátozni kell az ábrázolandó legkisebb foltok méretét. Egy folt 1:10000-es léptéknél, 0,2 mm-es vonalakat használva, ne legyen kisebb 3 mm-es (a valóságban 30 m-es) átmérőjűnél. Ha egy ennél kisebb terepi objektum akár növényteni jelentősége, akár a tájékozódást és azonosítást megkönnyítő volta miatt felkerül a térképre, az pont- vagy vonalobjektumként történjen (pl. kisebb tisztások, öreg facsoportok, árkok, felhagyott utak stb.). A térképen a foltok és a többi jelzett objektum számot kapjon, és a mellékelt leírásban legyen megadva az objektumok neve és jellemzői. Célszerű a növényzeti foltokat (arab) számokkal, a pontobjektumokat P és szám, a vonalobjektumokat V és szám kombinációjával jelölni. A térkép szöveges mellékletében szerepeljenek az egyes foltok jellegzetességeinek (domináns vagy más szempontból érdekes fajok stb.) leírásai. A vegetációtérképezés módszertanának részletes leírása megtalálható az NBmR XI. „Élőhelytérképezés” című kötetében (Kun & Molnár 1999).

Lényeges, hogy a vizsgálatok során a területekről fotódokumentáció készüljön. A fénykép- (videó-) felvételek a terület meghatározott, standard helyeiről, mindig ugyanabba az irányba és lehetőleg azonos látószöggel készüljenek.

A felvételek helyeit és időpontjait pontosan dokumentálni kell. Célszerű, ha egy térképlap másolatára a helyek és az irányok felkerülnek. Igen valószínű, hogy a digitalizált fotódokumentáció valamilyen szabvány szerint az állapotfelvétel adatbázisának szerves részévé válik.

6.6.2.2. A rezervátum flórájának vizsgálata

Minden rezervátum botanikai vizsgálatának alapvető eleme kell legyen a növényzetet alkotó fajok listájának elkészítése. Ezeket a fajlistákat célszerű az elkülönített foltokra külön-külön megadni. Ezáltal lehetőség nyílik annak vizsgálatára, hogy az egyes erdőtípusok flórája hasonló irányba, és hasonló sebességgel változik-e.

A flóratérképezés módszertana egyszerű. Az egyes foltok területét szisztematikusan, alaposan, egy vegetációs perióduson belül legalább kétszer be kell járni, az összes észlelt fajt fel kell írni. Általánosságban egy tavaszi és egy nyár végi – őszi bejárásra van szükség. A tavaszi felvétel időpontját, amennyiben lehetséges, célszerűbb a növényzet fenológiai állapotához, mint a naptárhoz kötni. Például legkésőbb a bükk lombfakadása után három héttel.

A fajlista összeállításakor számításba kell venni azt, hogy még változatlan összetételű állományban is 3-4 évnek kell eltelnie ahhoz, hogy a lista teljes legyen. Ennek két fő oka van. Az egyik az, hogy még a leg-

gondosabb átvizsgálás esetén is néhány, az adott területen ritka faj átmenetileg észrevétlen marad. A másik ok pedig az, hogy az élő fajok között vannak olyanok, amelyek nem jelennek meg minden évben észrevehető módon a talaj felszíne fölött. Az „új” faj egyedének megvizsgálása a legtöbb esetben arra utal, hogy olyan növényről van szó, amely már évek óta ott él, ezért a fajlista változásának értékelésénél az első néhány év ilyen „ál-új” fajjaival a kiindulási listát ki kell egészíteni.

Flórán itt az edényes flórát értjük. Természetesen szükség van a kriptogámok (mohák, zuzmók) listázására is, de ezeket a feladatokat specialistákra kell bízni.

A kiindulási flóra fent említett elkészítése után a kutathatóság szintje határozza meg az ismétlések gyakoriságát. Minimális követelményként itt is a tízévenkénti ismétlés javasolható. Részletesebben kutatott rezervátumok esetében a fajlista minimális többlet-ráfordítással automatikusan elkészül, hiszen a permanens mintavételi helyeken végzett mintavétel, illetve az esetleges gyakoribb feltérképezés kapcsán elkészíthető az aktuális fajlista is.

6.6.2.3. Az erdőfoltípusok fajtextúrájának vizsgálata

Az erdőfoltípusok időbeli változásait rétegezett mintavétellel célszerű vizsgálni. Minden erdőfoltípust néhány (mozaikosságtól és mérettől függően maximum öt) *permanens mintavételi terület* reprezentáljon. Ezek kijelölésének szempontjai a következők:

- Lehetőleg kis inhomogenitású, de semmiképp *nem heterogén lombkorona-szint* fedje legalább a kijelölés időpontjában. A légyszárú-szint homogenitása nem lehet feltétel.
- Célszerű, ha a permanens mintavételi területek egybeesnek az erdőszerkezeti vizsgálatokhoz is használt háló rácpontjainak egy részével.

Egy permanens mintavételi helyen az egyes fajok előfordulási mértékét ilyen hosszú távú vizsgálatsorozatban csak mintavétellel lehet objektíven becsülni. Ennek az az oka, hogy a különböző kutatók becslései még ugyanazt az objektumot illetően is többé-kevésbé eltérnek egymástól. Mivel ezúttal hosszú megfigyeléssorozatról van szó, ahol bizonyos, hogy többen fognak dolgozni egymás után egy rezervátumban, csökkenteni kell a lehetséges becslési hibák mértékét. A vizsgálatsorozat jellegéből fakadóan nem oldható meg minden esetben, hogy egy adott rezervátumot majdan felvételezők egy ideig a terepen együtt dolgozva, becsléseiket egységesítsék, ezért mikrokvadrátos felvételesorozattal kell felvételezni, amelynek a szubjektivitást csökkentő volta elengedhetetlen nagyobb munkaigényét.

A mintavétel célja a terület minél alaposabb és torzításmentesebb megismerése. Minél nagyobb hányadát vizsgáljuk meg, annál pontosabb képet kapunk az egészre vonatkozóan. A mintavétel pontossága tehát az átvizsgált területi hányaddal (és nem a mikrokvadrátok számával vagy nagyságával) arányos. A mintavételre fordítható idő viszont korlátozott. A mintavétel megtervezése tehát kényszerű kompromisszumkeresésből áll; minden mintavétel pontossága és hasznossága javítható, ha van miből.

A permanens mintavételi területeken belüli mintavételre a következő ajánlatok tehetők:

- A mintavétel mikrokvadrátokkal történjen.
- A mikrokvadrátok alakja legyen kör.
- A mikrokvadrátok nagysága legyen mintegy $0,4 \text{ m}^2$, ez egy felnőtt méretű (28-as) kerékpár kerekének a területe. Egy ekkora keret még sűrű állományokban is használható, szállítása és kihelyezése egyszerű, mivel csak a középpont helyét kell megjelölni.
- Erre alkalmas lehet egy félcolos vascső 10-15 cm-es darabja, amelyet a talajba úgy lehet mélyeszteni, hogy csak 1-2 cm álljon ki belőle. Ezt a nem feltűnő csontot csak az veszi észre, aki kifejezetten keresi azt, de emlékezetből vagy fémdetektorral megtalálható, és belső ürege a kerék tengelyének elhelyezésére alkalmas. A keréknek elegendő négy küllőt meg hagyni.
- Nagyobb fajszerű, heterogén növényzetű területeken az ugyanakkora mintavételi pontosság eléréséhez nagyobb elemszámú mintát kell venni. Feltételezhető, hogy a környezetileg heterogénebb területek bonyolultabb növényzeti struktúrája megnyilvánul a terület nagyobb fajszerűségében is. Ezért a mintaelemszámra a vizsgált terület fajszerűségének függvényében adunk javaslatot. Az egy permanens mintavételi területen belül kihelyezendő mikrokvadrátok száma legyen a vizsgált erdőfolt fajszerűségétől függően:

• 30 faj alatt	25;
• 30 és 60 faj között	64;
• 60 faj felett	81.

A mintaelemszámok megadásánál lényeges szempont, hogy az adott számú mikrokvadrát a területeken reálisan átvizsgálható legyen.

- A mikrokvadrátok helyének kijelölése kör alakú permanens mintavételi terület esetében a körben kijelölt négyzetrács pontjaiban történjen. Az ajánlott elhelyezési módszer a következő: az egyes körökben ki kell jelölni egy „legnagyobb beleírt négyzetet” úgy, hogy a négyzet egyik oldala párhuzamos legyen a terület esetleges lejtésével; ha ez nem állapítható meg egyértelműen, az egyik oldal legyen É-D-i irányú. Ebben a négyzetben alakítandó ki az

5x5-ös, 8x8-as, illetve 9x9-es háló úgy, hogy a szélső vonalak a négyzet oldalára essenek. A hálózat rácspontjai adják a mikrokvadrátok középpontjainak helyét.

- Az egyes mikrokvadrátokhoz az alábbi adatok tartozzanak:
 - az előforduló fajok neve;
 - a fajok borítása.

A fent részletezett rétegezett mintavételt egy évben két alkalommal, a tavaszi és a nyári aspektus idején kell elvégezni.

A teljes évi mintavétel gyakorisága a területen lezajló változások sebességétől függjön. Általában az erdőszerkezeti vizsgálatoknál kétszer gyakrabban, minimum ötvenként célszerű megismételni. Ahol „gyors” változások várhatók, pl. olyan területeken, ahol nagy volt a vadkár vagy a megelőző időszakban az erdészeti beavatkozás bolygatta a lágyszárú-szintet, a kezdeti időszakban sűrűbb, két évente elvégzendő vizsgálatokat javasunk.

Ezen vizsgálatot kiegészítheti egy hagyományos cönológiai vizsgálat (vö. Felföldi 1943; Zólyomi 1951; Standovár 1996), amikor is a felvételező szakmai tapasztalata alapján választja ki az adott társulástípusra jellemző foltot, és ott végez felvételezést. Ekkor a vegetáció dinamikájának megfelelően a mintavételi helyek az adott erdőfolt típuson belül vándorolhatnak.

6.6.2.4. Spontán dinamika hatására kialakult faállomány-szerkezeti jellemzők hatása a növényzetre

A növényzet szerkezetében bekövetkezett finom változások követésére a „klasszikus” cönológiai felvételezések nem alkalmasak. Hosszabb távon azonban bizonyos, hogy ilyenek is lesznek (heterogén fénymin-tázat, holt faanyag, gyökértányér stb. okozta változás), és alkalmas módszerrel a felismerésük a rezervátumkutatáson túlmenően is releváns szakmai eredményeket nyújthat. Ezekre a vizsgálatokra pontos útmutatást nem célszerű adni. Napjaink korszerű módszereinek megismeréséhez kiindulásként a „Közösségi ökológia frontvonalai” című munka ajánlható (Fekete 1998).

Általános szabályként csak annyit lehet megadni, hogy az erdőrezervátumok zavartalan (közvetlen emberi behatásoktól mentes) fejlődésének a növényzetre gyakorolt hatásait csak faállomány-szerkezeti vizsgálatokhoz illesztve lehet vizsgálni. A növényzet vizsgálatára kiválasztott területnél nagyobb, lehetőleg négyzetet közelítő alakú mintavételi terület faállomány-szerkezeti vizsgálatára van szükség, mert a lágyszárú-szintre ható pl. fénymintázatokat egy nagyobb környező folt faállomány-szerkezete határozza meg. A növényzet eddig is vizsgált jellemzőin (fajkészlet, fajtextúra) felül ezeken a mintavételi helyeken érdekes a növényzet mintázatának leírását lehetővé tevő mintavételt vég-

rehajtani. A legnagyobb munkaigényű, de a legtöbb információt ígérő mintavétel az ésszerűen megválasztott méretű érintkező kvadrátokkal való teljes lefedéses mintavétel. Egy ilyen vizsgálat az igen pontos szerkezet-háttérváltozó összefüggés hosszú távú követésére is alkalmas.

6.6.3. Javaslat az erdőrezervátumokban végzett botanikai kutatások szintjeire

A kutatási stratégiában leírtak alapján (6.1.2.1 fejezet, 12. táblázat) az alábbi botanikai kutatásokat javasoljuk:

- *megőrzésre, időszakonkénti szemlélésre alkalmas erdőrezervátumok*: külön botanikai munkát nem javasolunk;
- *eseménykövetésre (EK) alkalmas erdőrezervátumokban*: az eseménykövetés módszertanában (6.3. fejezet) előírtakon felül külön botanikai munkát nem javasolunk;
- *hosszú távú vizsgálatsorozatra (HTV, surveillance) alkalmas erdőrezervátumok*: minimum tízévenként el kell készíteni az erdőfolttípusok térképét, meg kell határozni az erdőfolttípusok fajkészletét, és rögzíteni kell az egyes erdőfolttípusok fajtextúrájában bekövetkezett változásokat (mikrokvadrátos felvételezés és cönológiai felvételezés);
- *célorientált kutatásra (CK) alkalmas erdőrezervátumok*: az előző pontban leírtakon felül az adott rezervátumban értelmesen vizsgálható tudományos kérdések megválaszolását célzó vizsgálatok elvégzése, a kérdéstől, a rezervátumtól és az alkalmazott módszertől függő gyakorisággal.

6.6.4. Kiértékelési szempontok

A kiértékelés módjára csak vázlatosan utalunk, mivel egyrészt a megadott területtel foglalkozó szakemberre bízuk, másrészt a majdan összeálló adatsorok kiértékelését az adott kor szakmai elvárásainak megfelelően kell elvégezni.

Egy erdőben a rezervátummá nyilvánítás után a lombkoronaszintben évtizedes-évszázados időtartamnak kell eltelnie ahhoz, hogy a természetes struktúrák kialakulhassanak. A lágyszárúaknál ennél rövidebb, de legalább 20-30 éves időtartam jósolható. Az új fajok betelepülésének üteme függ az erdő környezetétől. Minél elszigeteltebb az állomány, annál lassúbb az invázió. Az adott erdőre nem vagy nem az adott mértékben jellemző fajok visszaszorulása lassú folyamat, különösen a föld alatti raktározó szervű és a polikormont képző fajok esetében.

A fajcserék sebességét a mérési ciklusonként vagy évenként betelepülő és kiszoruló fajok számával, illetve ezek relatív arányával jellemezhetjük. Ezeket a jellemzéseket célszerű foltonként megtenni.

A fajcserék minőségi értékeléséhez olyan, a növények faji minősítésé-

től különböző, nem florisztikai jellemzőket használhatunk, amilyen a cönológiai karakter, a flóraelem, az életforma, a természetvédelmi érték, az ökológiai indikátorértékek és a szociális magatartástípusok. Ezek jelenleg legteljesebb listája a Flóra adatbázisban található. Az ilyen elemzések kivitelezésének részletesebb leírását egyebek között az NBmR kiadványsorozat I. kötete tartalmazza (Horváth et al. 1997b). Ezen felül más, egységes kategóriarendszerbe még nem foglalt, de a növények biológiai viselkedését jól jellemző ökofiziológiai, szaporodásbiológiai tulajdonságok is felhasználhatók. Természetesen itt nem a fenti jellemzők rezervátumon belüli vizsgálatára (kiásás, talajvizsgálatok, destruktív fiziológiai mérések stb.), hanem a mindenkori kiértékelés idejéig az adott növényfajokról felgyülemlett ismeretek hasznosítására gondolunk.

A degradációs (és ezzel ellentétes) folyamatoknak jó cönológiai mérőszáma a diverzitás. Ennek az az oka, hogy a fajok eltűnése vagy az új fajok megjelenése előtt már a fajok közötti tömegességi megoszlás megváltozása esetén is jelzi, hogy valamilyen változás történt.

A diverzitás becsléséhez a következő javaslatokat tesszük: a borításértékek vagy a mikrovadrátok adataiból átlagolással vagy becsült A-D (Soó-féle abundancia–dominancia) értékekből származzanak. Az utóbbi esetben a számoláshoz szükséges borításértékeket az alábbi, módosított Soó-féle táblázatból lehet megkapni:

<u>A-D</u>	<u>Borítás%</u>
+	0,1
+1	1,0
1	2,5
1-2	5,0
2	15,0
2-3	25,0
3	37,5
3-4	50,0
4	62,5
4-5	75,0
5	87,5

A mintázatváltozások leírásának és értelmezésének módszereire e helyütt nem tennénk konkrét javaslatot, mert a vizsgálható kérdések köre a kutatói érdeklődés és a rezervátumok sokfélesége miatt szerteágazó. A többváltozós adatelemzés rejtelmeiben tájékozódni vágyó olvasó számára Podani (1997) kitűnő tankönyve ajánlható.