

- 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 Műnch 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-

jelölnünk, ahol valamely termőhelyi tényező vagy a termőhelyi tényezők összhatása számottevően változik.

A termőhelyek minősítését az erdőrezervátumok területén közvetlen termőhelyfeltárással végezzük. Ez a termőhelyleíráson, részletes termőhelyvizsgálaton és az egyes termőhelytípusok térbeli elkülönítését szolgáló termőhely-térképezésen alapul. A közvetlen termőhelyfeltárás során a legfontosabb, többé-kevésbé állandó jellegű termőhelyi tényezőket (domborzat, klíma, hidrológiai viszonyok, alapkőzet, a természet vastagsága és a talajtípus) állapítjuk meg. Az egyes vizsgálatok részletes leírása és a termőhelyek jellemzésére szolgáló paraméterek a szakirodalomban (Babos et al. 1966; Szodfridt 1993; Stefanovits et al. 1999; ÁESZ 2001) fellelhetők, így itt csak a vizsgálandó tényezőket ismertetjük az erdőrezervátumokra vonatkozó kiegészítésekkel.

#### *6.5.1.1. Termőhelyfeltárás végrehajtása*

A szükséges alapidokumentumok (pl. korábbi üzemi térképek, geológiai térképek, topográfiai térképek, légifotók, műholdfelvételek, genetikai talajtípus térkép, cönológiai felvételek térképe stb.) beszerzése után az első teendő a terület alapos bejárása. A termőhely milyenségére szemmel megítélhetően utaló tényezők (a faállomány összetétele, magassága és minősége, aljnövényzet, fekvés, lejtők, általános benyomás stb.) számbavétele alapján megállapíthatjuk, hogy a terület egyetlen termőhelytípusba besorolható-e vagy sem. Ha nem, akkor a termőhelyrészletek határát az említett külső tényezők alapján vázlatosan megrajzoljuk a munkatérképen. Ebben nagy segítségünkre lehet, ha a részletes termőhelyfeltárással egy időben végezzük a termőhelytérképezést (az egyes termőhelyrészleteket határvonalát és kiterjedését a későbbi vizsgálatok alapján folyamatosan pontosítjuk). Minden egyes termőhelyrészletben, azaz egy termőhelytípus-változattal jellemezhető területen részletes termőhelyleírást és termőhelyvizsgálatot végzünk, vagyis valamennyi esetben talajszelvényt nyitunk. A talajszelvény nyitása után értékeljük az egyes termőhelyi tényezőket. Ezt a termőhely-felvételi lapon (erdészeti gyakorlatban: T-lap) rögzítjük. Az erdőrezervátumokról készített termőhely-felvételi lap a következőket tartalmazza:

*Község*

A község megnevezése.

*Rezervátumterület megnevezése*

A rezervátum megnevezése.

*Rezervátumterület sorszáma*

A rezervátumterület nyilvántartási száma.

*Erdőgazdálkodó, erdőszet megnevezése*

Mivel az erdőrezervátumok valamelyik erdőgazdaság területén

található(k), ezért dokumentálni kell az erdőgazdálkodási egység megnevezését. Célszerű az erdészeti gyakorlatban való megnevezést és kódszámot használni.

*Tag, részlet (esetleg helyrajzi szám)*

Azoknak a tagoknak és részleteknek kell az erdészeti gyakorlatban használt számát és betűjelét feljegyezni, amelyekre a termőhelytípus-változat vonatkozik. Amennyiben ez nem áll rendelkezésre, a helyrajzi számot kell használni.

*A termőhelytípus-változat kiterjedése (területe)*

A felvett erdőrezervátum területéből meg kell határozni azt a terület nagyságot, amelyet az adott termőhelytípus-változat jellemez, ezt kell rögzíteni a területadatoknál hektárban.

*Erdőgazdasági táj*

Meg kell nevezni az adott erdőgazdasági tájat, ahol az erdőrezervátum található.

*Talajszelvény száma*

A talajszelvényeket folyamatos sorszámozással, egyvel kezdődően számozzuk. Egy-egy erdőrezervátumban a számozás folyamatos. Ezek a számok felkerülnek a térképi feldolgozás során a termőhelytípus-térképekre, valamint az adatbázisban számítógéppel archiváljuk.

*A talajszelvény pontos helye*

A felvételek során meg kell adni a talajszelvények pontos helyét. Ezt célszerű két módon is elvégezni. Egyrészt GPS-szel be kell mérni a talajszelvény pontos koordinátáit, másrészt a térképvázlaton pontosan be kell rajzolni a talajszelvény helyét, a tag- és részlethatároktól (nyiladékoktól, utaktól stb.) való távolságát.

*Felvétel ideje*

Fel kell tüntetnünk a felvétel pontos időpontját, az év, hónap és nap felírásával.

*Tengerszint feletti magasság*

A tengerszint feletti magasság a szintvonalas térképekről leolvasható. Ártéri területen csak az „ártér” megjelölést használjuk. Az itt szükséges részletesebb magassági bontást a „Fekvés” adatban végezzük el.

*Fekvés*

A fekvésben az uralkodó, átlagos égtáj szerinti kitettséget, mint pl. észak (É), északnyugat (ÉNY), északkelet (ÉK), kelet (K), dél (D), délkelet (DK), délnyugat (DNY), nyugat (NY). Árterek hullámterében a fekvés lehet nagyon mély, mély, közép mély, közép magas és magas, igazodván a folyók várható közepes víz-állás szintjéhez. Kültérben ugyanezek a kategóriák mély, közép mély, közép magas és magas lehetnek.

## *Domborzat*

Domborzat alatt a domborzati formát értjük, amelyek módosítják a klimatikus tényezők (éghajlat) érvényesülését. Ilyenek lehetnek a sík, árok, vízmosás, szurdok, mélyedés, teknő, töbör, völgy, völgyláb, buckaköz, hely-, domb-, buckaoldal, hegy-, domb-, buckatető, hegyhát, gerinc, fennsík, lejtőpihenő és erősen változó domborzati forma.

## *Lejtés*

A felszín jellemző esésvonalának vízszintessel bezárt szögét értjük a lejtés alatt. Lejtszögmérés pontossága  $5^\circ$ , így  $5^\circ$ -ként  $30^\circ$ -ig adjuk meg a lejtés nagyságát.

## *Klíma*

A klímát a klímajelző fafajokkal adjuk meg. A megfelelő klímába sorolásnál nagy segítséget ad a természetes erdőtársulás. Ha ez nincs, a szomszédos erdőtársulásokból, valamint a rendelkezésre álló meteorológiai adatokból következtethetünk a klímára. Tekintettel arra, hogy hazánk erdőterületeire csak szórványosan állnak rendelkezésre meteorológiai adatok, célszerű a klímába sorolást – az erdészeti gyakorlathoz hasonlóan – a természetes erdőtársulás alapján végezni. Ennek alapján négy klímakategóriát különítettünk el, amelyek a következők: bükkös klíma, gertyános-tölgyes klíma, kocsánytalan tölgyes, illetve cseres klíma, valamint erdőssztyepp klíma. Amennyiben rendelkezünk a területre vonatkozó részletes meteorológiai adatokkal, célszerű, ha ezeknek alapján megszerkesztjük a Walter-féle klímadiagramot, jellemzésül pedig feltüntetjük az éves és a tenyészidőszaki csapadék mennyiségét, valamint az évi középhőmérsékletet.

## *Hidrológiai viszonyok*

E fogalmon olyan vízhatásokat értünk, amelyek a növényi növekedést meghatározzák, de nem fejezik ki közvetlenül a csapadékvíz, illetve a talajban a talajkolloidok felületén adszorbeált víz mennyiségét. Ezek alapján az alábbi hét kategóriát különítettük el: többletvízhatástól független, változó vízellátású, szivárgó vizes, időszakos vízhatású, állandó vízhatású, felszínig nedves és vízzel borított.

## *Alapkőzet*

Az alapkőzetten azt a kőzetet értjük, amelyen a talaj kialakult. Ennek megfelelően a talajképződés eredményeképpen az alapkőzetből különböző vastagságú, színű, tulajdonságú, ún. genetikai talajszintek jöttek létre. Amennyiben nincs genetikai kapcsolat az egyes talajszintek között, úgy talajrétegekről beszélünk. Az alapkőzet jelzésére mindig a „C”-t használjuk. Az ágyazati kőzetet nem tekintjük alapkőzetnek. Az alap- és az ágyazati kő-

zet meghatározásánál nagy segítséget jelenthet, ha megvannak a területre vonatkozó geológiai térképek.

#### *Genetikai talajtípus*

A talajokat, amennyiben lehetséges, a feltárt szelvény sajátosságai alapján, a helyszíni felvételezések alkalmával genetikai talajtípusokba soroljuk. A terepi besorolást a laboratóriumi vizsgálatok alapján később pontosítjuk. A besorolásnál a „Kódjegyzék az Erdőtervezési Útmutatóhoz” című jegyzékben felsorolt genetikai talajtípus-osztályozást vesszük figyelembe.

#### *FAO-WRB és USDA szerinti talajtípus-besorolás*

A helyszíni, illetve a laboratóriumi talajvizsgálati eredmények alapján lehetőség van a nemzetközi talajosztályozásba történő besorolásra. Így a talajokat „rend” szinten be kell sorolni mind a FAO-WRB, mind pedig az USDA-osztályozás szerint.

#### *Termőréteg-vastagság*

A termőréteg vastagságát cm-es pontossággal határozzuk meg. Erdős területen segítségünkre van a fás növényzet gyökérzetének elhelyezkedése a talajban. Ebben az esetben fel kell tüntetni az extenzív és az intenzív gyökérszóna mélységét is. Amennyiben fás növényzet nincs a területen, erdőtalajok esetében a felső A- és B-szintek együttes vastagsága tekinthető a termőréteg vastagságának.

#### *Fizikai talajféleség*

A fizikai talajféleséget a helyszíni vizsgálatoknál törmelékként, durva homokként, homokként, vályogként vagy agyagként jegyezzük fel, majd a laboratóriumi vizsgálatok adatai alapján pontosítjuk. Így végeredményben a talaj fizikai féleségét – törmelék, durva homok, homok, homokos vályog, agyagos vályog, agyag és nehéz agyagos homok, illetve homokos anyag – határozzuk meg.

#### *Szerkezet*

A talajok szerkezetén a talajt alkotó egyes aggregátumok (szerkezeti elemek) alakját, nagyságát és elrendeződését értjük. Így lehet homokos, morzsás, szemcsés, poliéderez, lemezes, leveles, poros, diós, hasábos, oszlopos, tömött vagy iszapos és szerkezet nélküli. A termőréteg jellemző szerkezeteit valamennyi szintre meg kell adni.

#### *Talajhiba*

A növények növekedését károsan befolyásoló talajadottságokat mint talajhibát jellemezzük. Ezek a következők lehetnek: kedvezőtlen rétegződés, rejtett szikes vagy szódás réteg a talajszelvényben, magas fekvésű kedvezőtlen glej, pszeudoglej, mészköpad, tavimész-réteg, mész kiválások, amelyek a gyökerek számá-

ra áthatolhatatlanok, kötött, nehéz agyagréteg, nagy szénsavas mésztartalom, homokkőpad, ahol a durvahomokot a szénsavas mész több centiméter vastag padokká ragasztja össze, vaskőpad, vaskőfok, tömött réteg, amely a gyökerek lehatolását megakadályozza.

#### *Természetes erdőtársulás*

Amennyiben mód van rá, megállapítjuk a természetes erdőtársulást a „Kódjegyzék az erdőtervezési Útmutatóhoz” alapján

#### *Vízgazdálkodási fok*

A vízgazdálkodási fokot az alábbi változattal jellemezhetjük: szélsőségesen száraz, igen száraz, száraz, félszáraz, üde, félnedves, nedves, vizes, változó,

#### *Termőhelytípus-változat*

A termőhelytípus-változat megállapításánál a klíma, a hidrológiai viszonyok, a genetikai talajtípus, a termőréteg-vastagság és a fizikai féleség alapján összeállított kategória-rendszert alkalmazzuk.

#### *Megjegyzés*

A megjegyzés rovatba kerül minden olyan terepi felvétel és észrevétel, amelyet az eddigiekben nem érintettünk, de az adott helyen fontosnak látszik.

#### *Helyszíni talajvizsgálat*

A helyszíni talajvizsgálatnak az alábbiakra kell kiterjednie:

- genetikai szintek vagy rétegek elkülönítése;
- az avar- és az ásványi talaj elkülönítése;
- az avarszint jellemzése, vastagsága, humuszformája;
- az egyes szintek vagy rétegek vastagságának cm-pontos elkülönítése;
- az egyes szintek vagy rétegek betűjelekkel való azonosítása;
- a talajok színe (Munsell-féle színskála segítségével);
- a talajok szerkezete;
- a talajok fizikai félesége;
- az adott szint vagy réteg tömörsége vagy tömörödöttsége;
- az adott szint vagy réteg humusztartalma;
- az adott szint vagy réteg gyökerezettsége, a gyökérzet milyensége;
- az extenzív és intenzív gyökérvonal mélysége;
- az adott szint vagy réteg kémhatása;
- az adott szint vagy réteg szénsavas mésztartalma;
- az adott szint vagy réteg fenoltalein-lúgossága;
- az adott szint vagy réteg átmenete a következő szintbe vagy rétegbe;
- az adott szintben vagy rétegben található talajhiba.

### *Mintavétel*

A helyszínen az egyes szintek, illetve rétegek elkülönítése és leírása után a laboratóriumi feldolgozáshoz szintenként mintegy 2-3 kg-nyi mintát veszünk. Ügyeljünk arra, hogy a mintázáskor az egyes szintek vagy rétegek vastagsága ne legyen több, mint 50 cm, még akkor sem, ha a helyszíni leírásnál ennél vastagabb szinteket vagy rétegeket különítettünk el. A talajmintákat tiszta, száraz vászonzacskóba tesszük, és azonosító lappal látjuk el. Ezen a következőknek kell szerepelniük:

- községhatár, erdőtag és erdőrésztlet;
- erdőrezervátum sorszáma
- talajszelvény száma;
- mélység (cm, tól-ig);
- mintavétel dátuma;
- mintavevő neve.

### *Laboratóriumi talajvizsgáló módszerek*

A talajszelvény helyszíni szemrevételezése és vizsgálata nem elegendő a genetikai talajtípus, illetve altípus pontos megállapításához, ezért minden esetben laboratóriumi vizsgálatokat is végzünk. Az egyes vizsgálatok leírását a szakirodalom (Ballenegger & Di Gléria 1962; Bellér & Varjú 1986; Buzás 1988; Meiwes et al. 1984) részletesen tartalmazza. Az elvégzendő vizsgálatok a következők:

pH (H<sub>2</sub>O), pH (KCl), y<sub>1</sub> – hidrolitos aciditás, y<sub>2</sub> – kicserélődési aciditás, szénsavas mésztartalom (CaCO<sub>3</sub>%), összesség-tartalom (összesség %), fenolftalein-lúgosság (szóda %), mechanikai összetétel (A%, I%, Fh%, Dh%), Arany-féle kötöttségi szám (K<sub>A</sub> meghatározása csak mechanikai összetétel vizsgálata hiányában), Kuron-féle higroszkóposság (hy%, meghatározása csak mechanikai összetétel vizsgálata hiányában), humusztartalom (H%), Al-oldható foszfortartalom (AL-P-tartalom), Al-oldható káliumtartalom (AL-K-tartalom), KCl-oldható kalcium- és magnéziumtartalom, talajok könnyen oldható nyomelemtartalma (Fe-, Mn-, Cu-, Zn-, B- és Mo), kicserélhető kationok, T-érték kationkicserélő kapacitás, S-érték, V-érték.

#### *6.5.1.2. Termőhelytérképezés*

A termőhelyleírásban, illetve a termőhely-felvételi lapon szereplő adatok – bár a terület egy-egy jellemző pontjára vonatkoznak – nem fejezik ki az egyes erdőrezervátumokon belüli termőhelyi sokféleséget, az egyes termőhelytípusok kiterjedését, mivel a termőhely akár igen kis távolságon belül is számottevően változhat. A termőhelytérkép készí-

tése során ezen változatosságot ábrázoljuk oly módon, hogy az közvetlenül hasznosítható legyen a további kutatások és tervezések során. Az erdőrezervátumokban készítendő termőhelytérképek legalább termőhelytípus-változat mélységig részletezettek, azaz a közvetlen módszerrel meghatározott termőhelyi ismérvek közül a klímát, a hidrológiai viszonyokat, a genetikai talajtípust, a termőréteg vastagságát és a fizikai talajféleséget mindenképpen tartalmazzák. Egyes rezervátumokban – a helyi sajátosságoknak megfelelően – további térképeket is készítettünk, ilyenek pl. az alapkőzetre, a humuszos szint vastagságára, a humusz mennyiségére és a talajhibák előfordulására vonatkozó térképek.

### **A termőhelytérképezés végrehajtása**

A termőhelytérkép készítéséhez első lépésben a területre vonatkozó következő térképeket, illetve információkat szerezzük be:

- 1 : 10000 vagy 1 : 5000 méretarányú erdőgazdasági térképek;
- 1 : 10000 topográfiai térképek;
- légi felvételek;
- 1 : 200000-es geológiai térképek;
- korábban készült termőhelyi térképek;
- egyéb rendelkezésre álló térképanyagok (vegetációtérkép, élőhelytérkép stb.).

Előnyös, ha egyes információk digitális (térinformatikai) formában is rendelkezésünkre állnak. A térképezés második lépésében, a meglévő talajszelvények talajjellemzőinek térbeli kiterjesztésére, a területen egy csaknem 50 x 50 m-es rácsháló pontjaiban talajfúrást végzünk. A rácsháló egyes pontjait a terepi adottságok figyelembevételével kell kijelölni. Azokban az erdőrezervátumokban, amelyekben nagy a szintkülönbség, célszerű a kijelölt rácshálót a terepi adottságoknak megfelelően módosítani (lejtő alján, alsó harmadában, közepén, felső harmadában, tetőn stb.). Az erdőrezervátumok védőzónájában és a termőhelyileg homogén területeken a 75 x 75 m-es vagy a 100 x 100 m-es rácshálót is alkalmazhatjuk.

A talajfúrások helyét az 1 : 10000 vagy 1 : 5000 arányú munkatérképen ábrázoljuk, és az egyes fúrások eredményét jegyzőkönyvben rögzítjük. A fúrásból az alábbiakat állapítjuk meg: *a talaj genetikai típusa, a humuszos szint vastagsága, a humusz mennyisége, a termőréteg vastagsága, a hidrológiai kategória, a talaj fizikai félesége, valamint egyéb megjegyzés (pl. alapkőzet, talajhiba)*. A klímára vonatkozó adatok térképezését az erdőrezervátumok kis kiterjedése miatt nem tartjuk szükségesnek. Erre vonatkozóan további kutatásokat javasolunk. A domborzatra vonatkozó paraméterek felvétele, így a tengerszint feletti magasság, a kitettség és a



lejtők a rendelkezésre álló topográfiai térképek információival egyeztetve történik. Előzetesen tanulmányozzuk a rendelkezésre álló térképeket, és összevetjük a terepi azonosítójukkal.

A fúrások, valamint a talajszelvények helyét a munkatérképek alapján digitális térképre visszük át. (Amennyiben nem áll rendelkezésre digitális domborzati térkép, először a meglévő térképet kell digitalizálnunk.) Elkészítjük a terület adatbázisát, amelyben minden attribútum a következőket tartalmazza: *genetikai talajtípus, a humuszos szint vastagsága, a humusz mennyisége, a termőréteg vastagsága és a fizikai talajféleség, illetve az egyéb rögzített adatok.* Ezek alapján GIS segítségével alaptérképeket készítünk az adott területről, amelyek a következők:

- a terület szintvonalas térképe;
- a talajszelvények és a talajfúrások helyének térképe;
- a terület genetikai talajtípusának térképe;
- a terület hidrológiai viszonyainak térképe (a talajvízszint mélysége);
- a terület termőréteg vastagságának térképe;
- a terület humuszos feltalajának térképe;
- a terület humuszmenyiségének térképe;
- a terület fizikai talajféleségének térképe.

Szükség szerint további térképeket is készíthetünk, ezek a következők:

- alapközet térképe;
- talajhibák térképe stb.

A térképeken üres körrel jelöljük a fúrások, valamint kis négyzettel a talajszelvények helyét. Ezeket folyamatos sorszámokkal látjuk el, amelyek ugyancsak megjeleníthetők a tematikus térképeken. Az egyes tematikus térképek megmutatják a legfontosabb termőhelyi tényezők változatosságát, valamint az azonos, illetve csaknem azonos termőhellyel jellemezhető részek (termőhelyi foltok) alkalmazott kategóriáinak használatát (ÁESZ 2001). Változatos terepi viszonyok között egyes esetekben igen bonyolult térképet kapunk, amely azonban jól mutatja a különböző termőhelyi tényezők összhatásának változását, illetve az egyes termőhelytípus-változatok kiterjedését. A szöveges leírásban megadhatjuk még az egyes termőhelytípus-változatok rövid értékelését is, amely nagyban megkönnyíti a termőhelyhez nem értő szakemberek munkáját.

## *6.5.2. Az erdőrezervátumok termőhelyi tényezőiben bekövetkező változások nyomon követése*

(BIDLÓ ANDRÁS, KOVÁCS GÁBOR ÉS FORRÓ EDIT)

A termőhely legtöbb tényezője viszonylag hosszú távon stabilnak tekinthető, így a termőhely-térképezés után nincs szükség gyakori felvételekre. Ezért igen fontos, hogy a termőhelyleírást, illetve -térképezést oly módon dokumentáljuk, hogy az akár több évtized múlva is felhasználható legyen. Ugyanakkor a termőhely egyes paraméterei igen gyorsan, akár egy-két év alatt is megváltozhatnak. Különösen igaz ez akkor, amikor az egyes erdőállományokat a környezetből folyamatosan különböző emberi hatások érik, illetve az addigi hatások (pl. az erdőgazdálkodás módja) hirtelen megváltoznak. Ezért szükséges, hogy a hosszú távra vonatkozó termőhelyleírás és -térképezés mellett – a kiválasztott erdőrezervátumokban – a rövid idő alatt bekövetkező változásokat is nyomon kövessük. A következőkben vázlatosan megpróbáljuk bemutatni azokat a legfontosabb változásokat, amelyeket meg kell figyelni.

### *6.5.2.1. A talaj kémiai tulajdonságainak nyomon követése*

(BIDLÓ ANDRÁS ÉS KOVÁCS GÁBOR)

A talaj kémiai tulajdonságaiban a természeti folyamatok (pl. kilúgzás) és a környezetterhelés (pl. savas ülepedés) hatására jelentős változás következhet be. Ezek nyomonkövetésére javasolható, hogy a termőhelyleírásban szereplő szelvények közvetlen közelében, rendszeresen (5-10 évente) történjen mintavétel. A mintavételt úgy kell végrehajtani, hogy az adatok a korábbi adatokkal összehasonlíthatók legyenek. Mintát elegendő a termőrétégből venni, mivel a változások a talaj legfelső szintjében jelennek meg a leggyorsabban.

Az állapotváltozás nyomon követésére szükséges vizsgálatok: pH (H<sub>2</sub>O), pH (KCl),  $y_1$  – hidrolitos aciditás,  $y_2$  – kicserélődési aciditás (opcionálisan szénsavas mérsz tartalom, összessó-tartalom, fenolftalein-lúgosság), kicserélhető kationok mennyisége, T-érték kationkicserélő kapacitás, S-érték, V-érték.

Az alapadatokon kívül ezek a vizsgálati eredmények a megfelelő statisztikai megbízhatóság mellett igen jól detektálják a környezetben bekövetkezett kémiai változásokat, továbbá előrevetítik a további változások irányát és ütemét.

A fenti vizsgálatok – a minták kis száma miatt – csak a tendenciák bemutatására elegendők. Statisztikailag is megbízható eredmény érdekében az egyes erdőrezervátumokban termőhelytípus-változatonként többszörös ismétlésre van szükség.

#### 6.5.2.2. *A talaj fizikai tulajdonságainak nyomon követése*

(BIDLÓ ANDRÁS ÉS KOVÁCS GÁBOR)

Az erdőgazdálkodási tevékenység megszűnése után számottevően csökkennek a gépek használatából adódó talajkárosítások. Ezek közül kiemelendő a gépek talajtömörítő hatása, amely nagymértékben csökkentheti a gyökerek növekedését, a talaj mikrobiológiai aktivitását és a talajlakó állatok életerét. Ennek nyomon követésére a talajfizikai paraméterek vizsgálata alkalmas (pF-differenciál porozitás, térfogattömeg stb.). A vizsgálatokhoz 100 cm<sup>3</sup>-es, bolygatatlan mintára van szükség, a mintavétel a felső 0-10 és 10-30 cm-es rétegekre terjed ki. A mintavételi helyeknek olyan területek kijelölését javasoljuk, ahol a múltban még erdőgazdálkodás (pl. fakitermelés) folyt. A mintavételt minden vizsgálati pontban, szintenként legalább ötször kell ismételni a megfelelő megbízhatóság érdekében. A mintavétel helyszínét pontosan meg kell jelölni, hogy a vizsgálatok megismételhetők legyenek. A talaj fizikai tulajdonságának vizsgálatát – a kijelölt kísérleti területeken – célszerű 5-10 évente megismételni.

#### 6.5.2.3. *A felhalmozott szerves anyag mennyiségi*

*és minőségi változásának nyomon követése*

(BIDLÓ ANDRÁS ÉS KOVÁCS GÁBOR)

A tápanyag-körforgalmi dinamika szempontjából fontos ismérv a szerves anyag felhalmozódása (biomassza, illetve fitomassza) és mennyiségi, illetve minőségi változása. A nem kezelt erdőben lehetőség van a természetes mortalitási folyamatok hatására bekövetkező új állapot nyomon követésére. Fontos a területi heterogenitás feltárása, mivel alapvetően befolyásolja a mineralizációs folyamatok térbeli elrendeződését.

A mennyiségi változás mellett az avar minőségének változását az elemtartalomra irányuló vizsgálatokkal lehet nyomon követni. A növényekben, elsősorban a levélben található tápelemek mennyisége fontos minőségi mutató az erdei ökoszisztémák stabilitása szempontjából, mivel a növénybeli tápelemeloszlás jól tükrözi a talajok tápanyag-ellátottságát és a tápanyagok felvehetőségét, így ezt is célszerű vizsgálni.

További javasolt vizsgálatok: az élő és holt szerves anyag területi heterogenitásának nyomon követése helyszíni mintavételezéses eljárással, valamint monitoringrendszerű avar- és lombtápelem-vizsgálatok, különös tekintettel a nitrogénre.

#### 6.5.2.4. Humifikáció és mineralizáció

(FORRÓ EDIT)

Az erdős területek vegetációjának változása megváltoztatja a talajdinamikai folyamatokat (Balogh 1971; Odum 1971). Az aljnövényzet elszegényedése a mikroflóra és az alomfauna elszegényedését is maga után vonja, megváltoznak a mikroklimatikus viszonyok, emiatt a humuszképződés is módosul. Ez viszont gátolja a fás növényzet fejlődését is, hiszen a humuszanyagok részben tárolják és adszorbeálják a növények által felvehető tápanyagokat, részben jelenlétük a talaj általános kondícióját is javítja és fenntartja.

Az erdőtalajokban a humusz utánpótlásának egyik legfontosabb forrása a lehullott lombból képződött avar. Az avar átalakulása kémiai, talajbiokémiai és talajbiológiai tényezők hatására végbemenő összetett, bonyolult folyamat. Az erdőkben a talajra hulló avar mennyisége, lebomlási időtartama és módja, a szervezetek közreműködése a folyamatokban a legkülönbözőbb lehet az erdő típusától és a környezeti hatásoktól függően.

A növények más-más módon hatnak a talajra, a változatos növényi fajösszetétel mellett a növények kompenzálják egymás hatását. Különbségek adódnak az egyes fák között is. Különböző állományú erdők másképp hatnak a talaj dinamikai folyamataira. A változatosabb fajösszetétel változatosabb összetételű avart hoz létre. Továbbá egy adott fafaj életkorától és záródásától függően alakul ki az aktuális mikroklima, és a talajviszonyokat némileg módosítva segíti elő az ennek megfelelő lágyszárú növényzet, cserjék megtelepedését, illetve átalakulását (Majer 1968; Csesznák 1973).

A talajok szervesanyag-állapotának és humuszkészletének kialakulásában több tényező együttes szerepéről, egy általános anyag- és energiaforgalomról van szó, amely a talajon mint alapvető környezeti tényezőről keresztül valósul meg. Befolyásolja a talajképző kőzet minősége, a megtelepült növényegyüttes, az avar fogyasztó, bontó mezo- és makrofauna tagjai, valamint a mikroorganizmusok számos csoportja (Forró 2000).

A szerves anyag átalakulása, dinamikája visszahat a talajra. *A mineralizációs és humifikációs folyamatok elemzése alapján képet kaphatunk a talaj-növény kölcsönhatás viszonyairól, az erdős növényállomány stabilitásáról.* Fontos az állapotjelző és a folyamatjelző talajtani paraméterek vizsgálata, amennyiben lehetséges, számszerű adatokkal való jellemzésük és értékelésük helyszíni és laboratóriumi vizsgálatokkal. A kapott eredmények lehetőséget adnak a folyamatok modellezésére, ennek alapján a biztosabb becslésekre is. A hosszú távú ökológiai kutatásokban olyan vizsgálatok elvégzése indokolt, amelyekkel a folyamatokat nyomon kí-

sérhetjük, segítséggel modellezhetjük azokat, és az egész, dinamikus változó ökológiai rendszerre vonatkozóan megállapításokat tehetünk. A statikus, állapotjelző vizsgálatok mellett célszerű a folyamatjelző talajtani paraméterek mérése, illetve számítása.

### **Folyamatjelző talajtani tulajdonságok vizsgálata**

A talajállapot jellemzésére és a változások becslésére egyaránt felhasználhatjuk a humuszállapotra és a nitrogénformákra vonatkozó szám-szerű értékeket.

Az anyagkörforgalom jellemzésére a *szerves anyagok átalakulásának vizsgálata* alkalmas. Az átalakulás két részfolyamatra bontható: *humifikációra és mineralizációra*. Mindkettőben központi szerepe van két elemnek, a *szénnek és a nitrogénnek*. A folyamatok jellemzése és modellezése tehát ennek a két elemnek a nyomon követésével lehetséges.

### **A humifikációs folyamatok elemzése szervesanyag-és humuszvizsgálatokkal**

A talajok humuszállapotának megítéléséhez két irányban kell vizsgálatokat végezni. Nem elégséges a mennyiségi adatok megadása. A humuszanyagok nem egységes vegyületek, hanem frakciókra bonthatók, amelyeknek az egymáshoz viszonyított aránya befolyásolja a talaj állapotát. Azonos humuszmennyiség mellett lehet kedvezőbb vagy kedvezőtlenebb. A humuszfrakciók kialakulása és megoszlása a talaj biokémiai tevékenységének, folyamatainak függvénye. A humuszmennyiségnek és -minőségnek a talajprofilban való vizsgálatából következtetni tudunk a képződésük hátterében álló folyamatokra.

A *humuszmennyiségi (H%) vizsgálatok* a szerves C meghatározásán alapulnak, amelyek fizikai vagy kémiai módszerekkel végzett égetéses eljárások:

- avarszintvizsgálat: izzítási veszteség alapján;
- humuszszint vizsgálat: a Tyurin-féle eljárással (Ballenegger & Di Gléria 1962).

A *humuszminőségi vizsgálatok* elvi alapját az adja, hogy kedvezőbb ökológiai körülmények, nagyobb biológiai aktivitás esetén a talajban nagyobb arányban fordulnak elő a stabilabb, a mikrobiológiai bomlásnak ellenálló, bonyolultabb felépítésű humuszmolekulák, amelyek sóoldattal kivonhatók. A kisebb molekulájú, mozgékonyabb, savtermészetű humuszanyagok híg lúgos oldattal nyerhetők ki. Műszeres mérés alapján az elkülönített két humuszfrakció aránya kiszámítható; ez jellemző a talaj humifikáltsági fokára (Q-érték). A talajban lefelé haladva az érteke változik.

### 23. táblázat.

Egyes talajok jellemző környezetvédelmi kapacitás értéke (EPC-érték)

Talaj	EPC
Gyengén humuszos homok	50 – 100
Rendzina talajok	1000 – 1500
Agyagbemosódásos barna erdőtalajok	100 – 400
Erodált agyagbemosódásos barna erdőtalaj	50
Ramann-féle barna erdőtalaj	400
Erodált Ramann-féle barna erdőtalaj	40
Rozsdabarna erdőtalajok	1000 – 1500
Csernozjom	2000 – 2500
Lápos réti talaj	800
Kotus lözeglápok	6000 – 8000
Mocsári és ártéri erdőtalaj (felszíntől karbonátos)	1000
Öntés réti talaj (felszíntől karbonátos)	60
Tölgyes – agyagbemosódásos barna erdőtalaj	400
Füves növényzet – agyagbemosódásos barna erdőtalaj	200
Fenyves – agyagbemosódásos barna erdőtalaj	160
Akácos – agyagbemosódásos barna erdőtalaj	160
Kalászos (tavaszi árpa) – agyagbemosódásos barna erdőtalaj	50

Hargitai munkái nyomán a talaj humuszállapotának megítéléséhez tehát a következő számszerű értékeket használjuk (Hargitai 1955, 1983):

- a talajok általánosan értelmezett szervesanyag-, illetve humusz-tartalma (H%) mint izzítási veszteség (%);
- a talajok humuszminőségét jellemző stabilitási szám: Q, ahol  
 $Q > 1$  – stabil humuszanyagok,  
 $Q < 1$  – instabil, mobilis humuszanyagok.

A talajok környezetvédelmi kapacitásértéke (Environmental Protection Capacity) – Hargitai után egyszerűsítve (Forró 2000):

- $EPC = D \times H\% \times Q$ , ahol  $D$  = humuszréteg vastagsága (cm).

A talaj humuszállapotának komplex értékelésére, terhelhetőségének megítélésére legalkalmasabb az EPC-érték (lásd a 23. táblázatot). Kiszámításakor jól definiált értékeket kapunk, amelyek nemcsak talajtípusok közötti különbségeket fejeznek ki, hanem a talajt ért egyéb hatásokat is, az erodáltság, a növényzet és a művelés hatását is.

A kapott adatok alapján részben a már ismert intervallumok, határértékek segítségével a vizsgált terület besorolása elvégezhető, részben az új adatokkal a korábbi információs adatbázis is bővíthető.

#### 6.5.2.5. Mineralizációs folyamatok elemzése nitrogénvizsgálatokkal (FORRÓ EDIT)

A talajban található nitrogén 98-99%-a szervesanyaghoz kötött. A növények és a humuszanyagok számára is az egyik legfontosabb struktúrális elem. A szerves anyagok mineralizációjával válik részben felvehetővé a növények számára mint  $\text{NH}_4\text{-N}$  és  $\text{NO}_3\text{-N}$ , részben pedig beépül a humuszanyagokba, immobilizálódik. A talajban a N többféle formában fordul elő, a mineralizációs és immobilizációs folyamatokban állandóan változik az évszaktól, a talaj nedvességtartalmától és biológiai aktivitásától függően, ezért mérése igen nehéz. A mineralizációs és immobilizációs folyamatok azonban nyomon követhetők, ha a különböző, a talajoldatban lévő ásványi és a kötöttebb nitrogénformákat is meghatározzuk.

#### **A talaj nitrogénformáinak meghatározási módszerei**

##### *Az összes N-tartalom meghatározása*

A talaj összes N-tartalmának meghatározásával nem kapunk felvilágosítást a felvehető N-tartalomról. Az összes N 98-99%-a szerves formában található, ennek egy része (1-2%) a mineralizációs folyamatok során felvehető formává alakul. Az összes N-tartalom alapján ezért csak becsülhető a felvehető N mennyisége.

Az összes N meghatározására a Kjeldahl-módszert, illetve módosított változatait, pl. Jodlbauer módszerét használják (Buzás 1988).

##### *A növények számára felvehető N meghatározása*

A növények számára felvehető csaknem összes nitrogén  $\text{NH}_4^+$  és  $\text{NO}_3^-$  formájában van jelen a talajban. Ezeknek a mennyisége azonban a talajban ható különböző folyamatoktól függ, ezért nem biztos jelzője a vegetációs periódus során felvehető N mennyiségének. Egyszeri mintavétellel a talaj N-állapota nem jellemezhető, ezért többen javasolják, hogy a talaj oldható N-tartalmát folyamatos mintavétellel kell nyomon követni (Harmsen 1959).

Különböző kémiai oldószerekkel oldatba lehet vinni a talajkolloidok felületén adszorbeálódó ionokat. Bremner (1965) módszerével elkülöníthető a kicserélhető  $\text{NH}_4^+$  és  $\text{NO}_3^-$  N-mennyisége KCl-os kirázással. A növény számára könnyen hozzáférhető és felvehető a kicserélhető  $\text{NH}_4^+$ - és a  $\text{NO}_3^-$ -ion. A gyökerek által kiválasztott gyökérsavak és ké-látképző anyagok hatására azonban a szerves anyaghoz kötött  $\text{NH}_2$ -formák is felvehetővé válnak. Eredményesen használható a szerves N-nek könnyen hidrolizálható frakciója is, amely savas hidrolízissel határozható meg. A talaj könnyen felvehető és híg savban hidrolizálható N-frakciója Tyurin módszere szerint 0,5 n kénsavval vonható ki (Ballenegger & Di Gléra 1962).

### *Frakcionált N-meghatározások*

Hargitai módszerével (Hargitai 1960) meghatározhatók a kötötteb nitrogénformák is. A növények nitrogénfelvétele ugyanis jobban függ a talaj potenciális N-szolgáltató képességétől egy bizonyos időszakra kiterjedően, mint egy meghatározott időben vett talajminta  $\text{NH}_4^+$ -N és  $\text{NO}_3^-$ -N koncentrációjától, ezért a növény oldaláról fontosak azok a módszerek, amelyek a talaj N-szolgáltató képességét mérik.

A humuszállapot oldaláról tekintve a kötöttebb, de potenciálisan feltáródható N-formák jelenthetik a humuszosodás első szintjét. Ezek a talaj anyagforgalmának olyan köztes termékei lehetnek, amelyek a talaj aktuális állapotától függően mineralizálódnak vagy éppen a humuszanyagokba épülnek be, és ezzel jobb minőségű humuszanyagok képződhetnek. Hargitai (1960) oxidációval kombinált hidrolízises eljárásával *elkülöníthetők az oldható (könnyen felvehető), az összes könnyen oldható (összes könnyen felvehető), a potenciálisan felvehető (kémiaiilag erősebben kötött) és felvehetetlen N-formák.*

A különféle nitrogénmeghatározási módszereket kombinálva a nitrogénformák elkülöníthetők.

*A nitrogénformák meghatározására alkalmas, javasolt módszerek:*

- a talajoldatban lévő, a mineralizáció hatására közvetlenül keletkező, kicserélhető  $\text{NH}_4^-$  és a  $\text{NO}_3^-$ -N meghatározása Bremner szerint (Bremner 1965);
- a növények aktív tápanyagfelvétele révén, gyökérsavak hatására felvehető, hidrolizált nitrogén ( $-\text{NH}_2$ -N) meghatározása Tyurin módszerével (Ballenegger & Di Gléria 1962);
- a növények számára perspektívikusan rendelkezésre álló, a mikrobiális folyamatokban feltáródó, potenciális nitrogén meghatározása (Hargitai 1960; Buzás 1988). A hidrolizálható és potenciálisan felvehető N-mennyiséget a folyamatos, kombinált oxidatív hidrolízis I-VI. fokozatával adhatjuk meg. Az aktuálisan könnyen felvehető N-forma az I. hidrolízissel mérhető. Az összes könnyen felvehető N-tartalmat az első híg savas hidrolízis ugyanazon talajmintán végzett négyszeri megismétlésével kapjuk meg. A potenciálisan felvehető N-formák mennyiségét az V-VI. hidrolízis adja meg, amelyek közül az V. hidrolízis 3%-os  $\text{H}_2\text{O}_2$ -dal kombinált, és a biológiai vagy kémiai oxidációval lehasítható N-formák mennyiségére utal (Hargitai 1960);
- az összes nitrogéntartalom meghatározása Jodlbauer módszere alapján (Buzás 1988);
- C/N-arány meghatározása Stefanovits (1975) szerint, amely számítással kapott érték. A szerves kötésű széntartalom és a nitrogéntartalom hányadosa. Értékéből a mineralizációs és immobilizációs folyamatokra következtetünk. A két folyamat egyensúlya



esetén az értéke 20-30 között van. Általában az érvényesül, hogy 20-nál kisebb C/N-arány esetén a nitrogén felszabadul a szerves kötésekből, és könnyen hasznosul, míg 30 fölött az immobilizációs folyamatok túlsúlyban, és a nitrogén megkötődik.

Az elkülönített és megmért nitrogénformákkal és a humuszállapotot mutató értékekkel jól jellemezhetők a termőhely és a növényi állomány átalakulási folyamatai és stabilitása.

#### *6.5.2.5. Talajdegradáció, talajrehabilitáció*

(BIDLÓ ANDRÁS ÉS KOVÁCS GÁBOR)

A talaj degradációjának, illetve rehabilitációjának nyomon követéséhez biológiai, fizikai és kémiai vizsgálatok szükségesek.

#### **Biológiai degradáció és rehabilitáció**

Elsősorban a szerves anyag fizikai aprózódásában kulcsfontosságú szerepet játszó talajélőlények életfeltételei változnak meg legelőször, mivel ezek az élőlények közvetlenül az ásványi talaj fölött található szervesanyag-rétegekben, az avarrétegben élnek. Így ezek az élőlénycsoportok a legkitettebbek a talajokat ért szennyező anyagok károsító hatásának. Ezek egyed-, illetve fajszámának változása, térbeni és időbeni eloszlása fontos indikátora a szerves anyagok átalakulási ütemének, valamint a tápanyag feltáródásának. Rendszeres vizsgálat esetén éves gyakorisággal javasolt az edafon kutatása.

#### **Kémiai degradáció és rehabilitáció**

A talajt érő külső hatások, illetve az ökoszisztémákra jellemző belső folyamatok eredményeként létrejött állapotváltozás tompításában fontos szerep hárul a talaj szerves és ásványi kolloidjaira. A talajok puffer-rendszere megakadályozza a gyors és irreverzibilis változásokat, ezért az adszorpció komplexekben bekövetkező degradációt – amelyet elsősorban savas depozíció eredményez – fontos nyomon követnünk. Ma már, sajnos, a legegészségesebbnek hitt erdeinket is számottevő, elsősorban nitrogénterhelés éri, és ennek pozitív hatása mellett számos negatív hatása is van.

A talajba kerülő savas vegyületek irreverzibilis kémiai degradációt eredményeznek a talajkolloidok komplexekben, ezért ezek állapotváltozásának a nyomon követése mindenképpen javasolt. Mérése 2-5 éves ismétléssel indokolt.

#### **Fizikai degradáció és rehabilitáció**

A fizikai degradáción elsősorban a talajt ért negatív fizikai hatásokat

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;