

Kandidátusi értekezés

Az erdészeti szaporítóanyag-gazdálkodás és fajtaértékelés módszertani továbbfejlesztése
(az erdészeti biológiai alapok genetikai és gazdasági kérdései)

Készítette: Bach István okleveles erdőmérnök

A kitűzött feladatok tudományos előzménye és rövid összefoglalása

Az erdészet alapvetően különbözik a mezőgazdaság más szakágazataitól, hiszen az erdők elsődlegesen bolygónk bioszférájának, a természeti környezetnek szerves és nélkülözhetetlen alkotóelemei, s csak oly mértékben és módon vonhatók a piacgazdasági folyamatok hatókörébe, mely figyelembe veszi a biológikum prioritását, felismeri és követi törvényszerűségeit, óvja természetadta genetikai sokszínűségét, elősegíti tartamos fennmaradását.

A jövőért felelősen gondolkodó szakemberek ezen alapelvek követésére szólították fel a világ erdészeit, többek között az ENSZ „Környezet és Fejlődés”-rió világgonferenciáján, a X. Erdészeti Világgonferencián, vagy az Európai Erdők Védelmének Miniszteri Konferenciáján, Strasbourgban (Hollandia, 1992). Betartásuk nemcsak nemzetközi kötelezettség, de a magyar nép nemzeti és nemzetgazdasági érdeke is.

Az erdő egyszerre összetett élő ökológiai rendszer, megújuló nyersanyagbázis, immateriális javak és szolgáltatások forrása. Noha a természeti környezet része, nem marad érintetlen a társadalomban zajló gazdasági folyamatok hatásaitól, hiszen anyagi és nem anyagi érdekek, haszonhatások előállítására, szolgáltatására képes.

Az erdészetben egyszerre találkozhatunk nemesített fajtákkal létesített 15...35 éves természetis ciklusú ültetvényekkel és természetserű „vad” erdőállományokkal, melyek élettartama 80-120 év is lehet. Az ültetvényes gazdálkodás inkább a síkvidékhez, a gyorsannövő, pionír jellegű fajokhoz (nyár, fűz, akác és egyes fenyő fajok) kötődik, míg a természetserű erdőgazdálkodás jellemző helyszíne a domb és hegyvidék, jellegzetes fajfajai a bükk és a tölgyek.

Természetserű erdők esetében ellenálló, az adott ökológiai feltételekhez jól adaptálódott és a fatermesztés céljainak is megfelelő mennyiségi és minőségi tulajdonságokat felmutató, jól kiválasztott származások (állományok, populációk) szaporítóanyagának felhasználását kell elősegíteni. Ültetvényserű erdők esetében nagyhozamú és ökológiailag kielégítően stabil fajták termesztése, fajtaazonos és fajtisza szaporítóanyag használata vezet célhoz.

Meg kell kísérlni a **természeti környezetért felelősen gondolkodó ökológus és a piacgazdasági folyamatok racionalizására törekvő ökonómus szemléletének összehangolását**. Egy fejlett erdőgazdálkodású országban szükség van természetserű erdőkre és faültetvényekre is. A környezeti adottságok figyelembevételével, a józan természetis arányok megtartásával, bármelyik gazdálkodási mód kizárólagosságának, egyedül üdvözítő voltának hirdetése kerülésével ésszerű egyensúly tartható e két eltérő rendeltetésű, de egymást kiegészítő gazdálkodási mód között.

Kandidátusi értekezésben építettem 1991-ben megvédett, „Az erdészeti fajtaminősítés időszerű módszertani kérdései” c. egyetemi doktori értekezésemre, kiegészítve és továbbfejlesztve az abban foglaltakat az újabb kutatási eredményeket és az erdészeti szaporítóanyag-gazdálkodás jövőbeni alapelveit meghatározó evolúciobiológiai és genetikai szemlélet alapvonalaiival. Úgy vélem, az erdészetben egységes rendszert és szemléletet kíván a szaporítóanyag-gazdálkodás teljes köre, s e szemlélet körvonalazásának igénye vezetett értekezésem elkészítésében.

Az értekezésbe foglalt eredmények hasznosítása, javaslatok

Elteltekintve néhány idealisztikus-szélcsőleges véleménytől, tényként kell elfogadni, hogy erdőgazdálkodásra, mesterséges erdőstésre, ültetvényes fatermesztésre az emberiségnek szükség van. De nem mindegy, hogy – kellő populációgenetikai és genetikai ismeretekkel felvértezten – a természetes folyamatok lehető legteljesebb figyelembevételével, törvényszerűségeik szerint, a megengedhető legkisebb kockázat elve alapján végezze munkáját a ma erdésze – a jövő érdekében.

Származási, maggyűjtési (esetleg felhasználási) körzetek, magtermelő állományok kijelölésekor, magtermesztő ültetvények (plantázatok) létesítésénél, a fajtahasználat és a szaporítóanyag-gazdálkodás stratégiájának megtervezésekor figyelembe kell venni a genetikai szempontjait.

A szaporítóanyagfelügyelet felelőssége, hogy az erdészetben olyan szaporítóanyag kerüljön felhasználásra, melytől a környezethez jól adaptálódott, állékony, genetikailag változatos erdei ökoszisztémák kialakulása, egyúttal az erdők előfakészletének növelése, a faanyag minőségének javulása és/vagy az erdők környezetre gyakorolt jótékony hatásának megőrzése, javítása kellő biztonsággal elvárható.

Ez ültetvényserű erdők esetében nagyhozamú és ökológiailag kielégítően stabil fajták fajtaazonos és fajtisza szaporítóanyaga; természetserű erdők esetében egészséges, ellenálló, az adott ökológiai feltételekhez jól adaptálódott és a fatermesztés céljainak is megfelelő mennyiségi és minőségi tulajdonságokat felmutató jól kiválasztott származások (állományok, populációk) szaporítóanyaga felhasználásának elősegítése úján érhető el.

Az átgondolatlan, erőltetett fajtahasználat rejtheti a legnagyobb kockázatot, mivel itt a változékonyság csökkenése radikális is lehet (klónozás). Minél rövidebb a természetis időtartam, annál kisebb a kockázata a kisszámú genotípust tartalmazó fajták használatának. A nagyszámú (esetleg több száz) genotípust tartalmazó szintetikus populációk alkalmazása mérsékelheti a változatosság csökkenését.

Igazolódni látszik az a feltételezés, hogy vannak a termőhelyek átlagában egyenletesen jó teljesítményű és olyan fajták is, melyek csak meghatározott termőhelyi sávban képesek jó vagy átlagos teljesítményre. A kép annyival szűkebb, hogy meg kell különböztetni a jó termőhelyet optimálisan kihasználó, azt meghaláló és az erre képtelen fajtákat. Libby hasonlatával megkülönböztethető a „versenyparipa” és az „öszvér” viselkedésű genotípus, az előbbi meghalálja a gondoskodást, az utóbbi a legjobb feltételek között is megmarad annak, ami (Újváriné, szóbeli közlés). A kérdés az, hogy a fajtahasználat „istállójában” legyenek-e „öszvérek”, és ha igen, milyen arányban? **Az a megoldás tűnik ésszerűnek, hogy a fajtaválaszték zömét az univerzális, gyakorlatilag minden termőhelyen jól szereplő fajták tegyék ki. Ha igazolható, hogy egy egyébként átlagos teljesítményű fajta meghatározott környezetet az univerzális fajtáknál jobban hasznosít, vagy az illető fajta meghatározott környezetet az univerzális fajtáknál jobban hasznosít, vagy az illető fajta nem elsődlegesen a hozama, hanem valamely más fontos értékéről tulajdonsága alapján (pl. kiemelkedően jó faminőség) érdemel figyelmet, helye van a fajtaválasztékban. Ebben az esetben viszont hatékonyabb fajtapropagandára, a fajtahasználó gyakorlat széles körű tájékoztatására van szükség.**

Természetserű erdők esetében a stabilitást tartom ésszerűnek elsődleges kritériumként kezelni, tekintve, hogy itt hosszú távon folyik a gazdálkodás és törekedni kell az önreprodukciónak lehetővé tételére. Mivel a hozamok sem elhanyagolhatók, keresni kell kompromisszumos megoldást, a megfelelően stabil, de produktív populációk előnyben részesítésével.

A távérzékelés az erdőszetben és az erdőszeti felsőoktatásban

Márkus István egyetemi adjunktus, Erdészeti és Faipari Egyetem, Földmérési Tanszék Sopron

Az erdők nagy területi kiterjedésükkel fogva és a fás növények hosszabb életciklusa, valamint az erdőökoszisztémák sokszínűsége miatt fontos szerepet töltenek be az ember életében, illetve az egész földi bioszféra működésében. Az erdő az egyik legfontosabb újratermelő természeti erőforrás. Az erdők teljesítőképességének megőrzése és sokoldalú funkciójának érvényesülése azonban sokkal fontosabb, mint a fa nyersanyag iránt egyre növekvő igény kielégítése. Magát az erdőt fenyegető veszélyek is növekednek, az erdő maga is ápolásra, védelemre szorul.

Az erdőápolás (erdőművelés), erdővédelem és a tartamos használat tervezéséhez, de a regionális és erdőszetpolitikai tervező munkához is szükséges, hogy az erdők kiterjedéséről és állapotáról, a fakészlet változásáról, az emberi beavatkozás vagy a természeti események folytán az erdő állapotában bekövetkezett változásokról kielégítő és folyamatos információval rendelkezünk. Erdőleltározást kell végezni, és a felmérést rendszeres időközönként ismételni kell. Ez érvényes lokális (üzemi), regionális és globális értelemben egyaránt, függetlenül attól, hogy belterjesen vagy külterjesen kezelt erdőről, vagy egyáltalán nem művelt őserdőről van szó.

A rendszeresen ismétlődő feladatok két típusa különíthető el a felméréndő terület nagysága, a felmérés részletességével és pontosságával szemben támasztott igény és a felmérés célja szerint.

Üzemi méretű – többnyire tíz évenként ismétlődő – feladat a középtávú erdőtervezés, az ún. erdőállomány-gazdálkodási tervek készítése (erdőrendezés). Az erdőtervezés céljára végzett felmérésre a részletesség és a nagy adatsűrűség jellemző. Ebbe a típusba sorolhatók az egyéb, egy-egy konkrét tervezési vagy ellenőrzési feladatot szolgáló kisterületű felmérések is.

A felmérési feladatok másik típusa a nagyterületű leltározás. Ezek regionális, nemzeti vagy azon túlterjedő kiterjedésűek. A nagyterületű leltározás az erdőszet- és környezetpolitikai döntésekhez, a tájfejlesztési tervekhez, az erdőállapot és az erdőállapot-változás megfigyeléséhez szolgáltat adatokat. A leltározás célja az erdőterület felmérése és térképezése, az erdő ökoszisztémák, illetve faállományok célszerűen megválasztott osztályokba sorolása és a fakészlet, fatermőképesség, minőség, egészségi állapot stb. megállapítása osztályonkénti és egészében. Hasonló feladat az abiotikus katasztrófák vagy a járványos erdőbetegségek nagyterületű felmérése is.

Napjaink fenyegető ökológiai és klímaváltozásai, valamint a trópusi esőerdők mértéktelen irtása miatt világszerte leltározási és monitoringprojekteket hajtottak végre a vegetáció és különösen az erdők vizsgálata céljából.

A távérzékelést a hagyományos földi felvételezés mellett az összes leltározási, térképezési, elemzési és megfigyelési feladatban alkalmazzák mindenütt a világon. A körülményektől függ, hogy melyik információszerzési mód kerül túlsúlyba, illetve az, hogy a távérzékelés mely eljárásának alkalmazása célravezető. Meghatározó a vizsgált terület

nagysága és az erdőgazdálkodás intenzitási foka, mely tényezőkkel szoros kapcsolatban van az információsűrűséggel szemben támasztott igény.

A globális vizsgálatokban a távérzékelés, ezen belül az űrfelvételek és a kis méretarányú légifényképek a legfontosabb információhordozók. Ezek nélkül elképzelhetetlen a feladat megvalósítása. A földi munka többnyire az előkészítő feladatokra, mint pl. interpretációs kulcsok kidolgozása, tréning területek kiválasztása, illetve az eredmény ellenőrzésére korlátozódik.

A regionális vagy nemzeti leltározási feladatokban és különösen a belterjesen kezelt erdőterületeken közepes méretarányú légifényképeket használnak, és a földi felvételezés részaránya, jelentősége növekedik. Rendszerint szisztematikus elrendezésű szűrőpróba-mintahelyeket alkalmaznak, ahol részletes földi és/vagy légifényképi mintavételezést végeznek. Az eredményt a mintavételezés sűrűségének megfelelő felbontású raszterterképek és statisztikák formájában állítják elő.

Ma már rutinszerűen alkalmazzák az ilyen feladatok megoldásában a távérzékelés ún. többbáziis vagy több álláspontú mintavételezéses leltározási eljárásait, melyek itt a földi felvételezéssel egyenrangú szerepet kapnak.

Új kihívást jelentett a 80-as évek elején fellépett „újkeletű erdőkárrok” felmérése. A kárfelmérés és a betegség lefolyásának nyomonkövetése olyan vizsgálati módszert igényelt, amely biztosítja a fajaj és minden egyes vizsgált fa azonosítását. Ennek a követelménynek azonban csak a földi felmérés és az igen nagy méretarányú infra színes légifényképek kiértékelése felel meg, melyet azonban nagy területre lehetetlen elvégezni. A feladatot úgy oldották meg, hogy a nagyterületű erdőleltározás mintavételezéses leltározási eljárását az erdőkárrok felmérésének módszerével kombinálták.

Az intenzív gazdálkodást folytató erdőszeti üzemek igen magas információigényét csak a földi felvételezés és a nagy méretarányú légifényképek kiértékelése elégíti ki. A földi munka részaránya túlsúlyba kerül. A légifényképeket gyakran csak a földi térképezés megkönnyítésére vagy kiegészítésére, illetve az adatok földi felvételezéséhez segédeszközként használják.

A távérzékelés természetesen számos egyéb feladathoz is alkalmazható az erdőszeti üzemi gyakorlatban vagy a rokon területeken, mint pl.: erdőfeltárás, műszaki létesítmények tervezése, termőhelytérképezés, vegetációtérképezés, klímavizsgálat, táj-, üdülés- és természetvédelem tervezése, szabadon élő állatok és élőhelyük felmérése stb.

Hazai alkalmazás

A távérzékelés rendszeres operatív alkalmazásáról a hazai erdőszeti gyakorlatban csak az erdőrendezés (erdőtervezés) területén beszélhetünk. A hazai mintegy 1,7 millió ha erdőterület erdőterveit 10 évente kell megújítani, ami hozzávetőleg évente 170 000 ha-t érint. A légifényképek felhasználása 1966 óta rendszeres, és a kezdeti 3%-ról napjainkig közel 100%-ra nőtt.

A légifényképezést a terepi munkát megelőző évben végzik (leginkább lombfakadáskor, mert a faállományok spektrális tulajdonságaiban ekkor mutatkozik a legnagyobb elválás). Mérőkamerás, fekete-fehér pánkromatikus felvételeket, majd a negatívról matt kontakt másolatokat készítenek a terepi erdőrendezők részére.

A légifényképeket az előkészítés, tervezés szakaszában, a terepi munka során, a belső feldolgozásban és az erdőgazdálkodási tevékenység ellenőrzéséhez használják.

Az erdőgazdasági üzemi térképek felújítása és a változások átvezetése szinte kizárólag fotogrammetriai eljárással történik.

A légifénykép hasznos segédeszköz a terepi munka tervezésében, a táj áttekintésében, a termőhelyi viszonyokra utaló jelek és az erdőt veszélyeztető károsítások felismerésében, illetve a terepen való tájékozódásban, de az adatgyűjtést kizárólag hagyományos földi felvételezéssel végzik.

Esetenként – és inkább kísérletképpen – alkalmazták a légifénykép-interpretációt egy-egy erdészeti kutatási feladatban, mint pl. a homoki termőhelyfeltárásban (Babos, 1964.), a nagyvad állomány felmérésére (Berdár, 1976.), a tölgypusztulás vizsgálatára (Igmándy-Pagony-Szontagh-Varga, 1984.).

A távérzékelés hazai erdészeti alkalmazása elterjedését számos tényező hátráltatta az elmúlt évtizedekben. Első helyen kell említeni a légifényképek titkos ügykezelését (1989-ig) és az erdészek ama szemléletét, mely szerint igazi becsülete csak a „tő mellett” megszerzett ismereteknek lehet. A rendelkezésre álló műszerpark szegényes és korszerűtlen. Kutatásra-fejlesztésre alig-alig költöttünk. Ezzel szemben pl. a Német Szövetségi Köztársaságban az 1982-1989. közötti időszakban csak az erdőkárok felmérésére 280 millió DM-t fordítottak.

Oktatás

Az erdőmérnök hallgatók kötelező tantervében önálló fejezetként szerepel a fotogrammetria és a légifénykép-interpretáció az 1930-as évek óta. Az egy féléves önálló tárgy neve 1991 óta Fotogrammetria és távérzékelés. A távérzékelési ismeretek súlya növekedő. Az 1992-ben bevezetett Távérzékelés II. és Térinformatika című fakultatív tárgyak keretében az ez iránt érdeklődő hallgatók a legkorszerűbb digitális kiértékelési eljárásokkal és a földrajzi információs rendszerekkel is találkozhatnak. Évente 4-5 hallgató készíti olyan diplomatervet, amelyben digitális felmérési, kiértékelési, illetve térképezési módszereket alkalmaz a feladata megoldásában.

A Bundeswehr katonái a szübbogarak ellen

Az elhatalmasodott szű-károsítások arra indították a bajor miniszterelnököt, hogy a szövetségi hadügyminisztériumtól katonai segítséget kérjen – adja hírül a Die Waldarbeit című német szaklap 1994. 5. száma. A mintegy 100 katonának elsősorban a nemzeti parkok területén kell hadbaszállniuk a bogár-kártevőkkel. Elhalt fenyőkről kell a kérget eltávolítaniuk és ezzel megelőzniük a károsítók továbbterjedését.

(Ref.: Bidló András egy. tanársegéd)

Kitekintés

Ha a távérzékelés erdészeti alkalmazása terén előttünk álló feladatokat kívánjuk számba venni, illetve a kutatás-fejlesztés legfontosabb irányait keressük, célszerű áttekinteni: mi az, ami már ma a gyakorlat rendelkezésére áll; és mi az, amit ma még itt nem alkalmaznak, de alkalmazásra ajánlható. A kérdés megválaszolásához a hazai gyakorlatból kiindulva, de a nálunk fejlettebb országok gyakorlatát és kutatási eredményeit is figyelembe véve jutunk el.

Az erdőrendezésben, erdőterképezésben és az erdőleltározásban ma már rutinszerűen alkalmazzák a fekete-fehér és infra színes légifényképeket.

Biztosra vehető, hogy a közeli jövőben is a legfontosabb információhordozók maradnak a repülőgépről – ritkábban a műholdakról – készült fotók. Növekedni fog a nagyfelbontású digitális multispektrális űrfelvételek felhasználása és jelentősége.

Az infra színes légifényképezés aránya és jelentősége nő, de ez nem szorítja ki a fekete-fehér légifelvételeket a hagyományos alkalmazási területekről.

Az aktuális állapot felmérése helyett egyre inkább előtérbe kerül a változások nyomon követése (monitoring).

Mind a térképezésben, mind az erdő sokoldalú vizsgálatában – különösen az állandó „szűrőpróba helyek” vagy mintavételi hálózatok helyreállításában – általánosan elterjed az analitikus fotogrammetriai eljárások, továbbá a digitális képfeldolgozás és a GIS-technológia (földrajzi információs rendszerek) alkalmazása.

Az analitikus fotogrammetriában és a hozzá tartozó műszer- és adatfeldolgozási technikában bekövetkezett fejlődés az igényes fotogrammetriai eljárások alkalmazásához vezet. Az egész erdészeti térképészet átalakul és ésszerűsödik. Az analitikus fotogrammetriai eljárások új lehetőségeket teremtenek az egyes fák, faállományok és az erdőterület-változás monitorozásához. Lehetővé válik, hogy állandó mintahelyeket létesítsünk, és azonos fákat, facsoportokat mérjünk vagy osztályozzunk a légifénykép sorozatokon. Fa- és faállományparamétereket mérhetünk a fatérfigat meghatározásához és a fatermés becsüléséhez.

A digitális multispektrális űrfelvételek használatának további elterjedése várható a nagytérsegi leltározási, térképezési és megfigyelési feladatokban. Számos meggyőző példa mutatja azonban azt is, hogy a közép-európai alkalmazás érdekes, szükséges és hasznos eredményeket adhat. Hazai vonatkozásban pl. űrfelvételek felhasználásával megoldódna az erdészeti átnézeti térképek naprakész állapotban tartása (Német, 1984.). Előfeltétel természetesen, hogy a kívánt, mindig a vizsgált objektum szempontjából optimális képanyag előállítását rutinfeladattá válják. Törekedni kell a digitális kiértékelésre és – egyidejűleg – a szakszerű interpretációra, mely leghatékonyabban az ún. hibrid (vizuális-digitális) eljárások alkalmazásával valósítható meg.

Nem esett még szó két elterjedt és sok vitát kiváltó technológiáról: a képkötő radarról és a digitális multispektrális légi pásztázókról. Ezek közeli operatív erdészeti alkalmazása – noha egyes szakemberek nagy jövőt jósolnak e rendszereknek – nem valószínű.

Ökológiai bázisterületeken mért légszennyeződés nagysága és változása

Führer Ernő, Erdészeti Tudományos Intézet, Baranka Györgyi, OMSZ Légekőfizikai Intézet,
Horváth László, OMSZ Légekőfizikai Intézet

1. Bevezetés

Az erdők egészségi állapotromlásához bizonyos körülmények között hozzájárul a levegőszennyeződés is. Hazánkban e kérdéssel kapcsolatosan számos tanulmány jelent meg. (Jakucs, 1985, 1987, Járó 1989, 1990, Führer 1991, 1992, Führer-Horváth, 1991, Horváth et al. 1993) melyek több esetben egymásnak ellentmondó eredményeket közöltek. Az ERTI és az OMSZ Légekőfizikai Intézete 1988-tól közösen üzemeltet három, az ország eltérő természetföldrajzi viszonyai között működő mérőállomást, melyeken telepített műszerekkel és folyamatos megfigyelésekkel a levegőszennyeződés mértékét és változását lehet nyomon követni. A levegőben lévő, károsnak minősített anyagok erdei fákra gyakorolt hatását nehéz reálisan megítélni mert a növényzet, esetünkben az erdei fák igen sokrétű szerepet töltenek be az ökoszisztéma anyagforgalmában. A fák különböző szerveződési szinteken reagálnak a légszennyeződésre, ezért az egyes betegségtüneteket közvetlenül ok-okozati összefüggésbe hozni a szennyezőanyagok direkt vagy indirekt hatásával az esetek nagy többségénél nem lehet.

2. Savas ülepedés

A légköri savasodás területenként eltérő mérékben ugyan, de világviszonylatban megfigyelhető. hazánkban er-

dészeti szempontokat szem előtt tartva Farkasfán (Órség), K-pusztán (Duna-Tisza Köze) és Nyírjesen (Mátra) végzünk erre vonatkozóan méréseket. Ezek keretében a meteorológiai paraméterek mellett meghatározzuk:

- a száraz ülepedés nagyságát és változását a légkörben előforduló gázok (SO_2 , NO_2 , HNO_3 , NH_3) és aeroszolk (NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ koncentrációjának folyamatos mérésével,
- a nedves ülepedés nagyságát és változását a szabad területen mért csapadékvíz mennyiségi és minőségi elemzésével.

2.1. Száraz ülepedés

A száraz ülepedés nagymértékben függ a levegő kéndioxid- és nitrogén-dioxidgáz koncentrációjától. Az 1. táblázatban bemutatott átlagos értékekből láthatjuk, hogy:

– SO_2 átlagos éves koncentrációja Farkasfán (Nyugat-Magyarország – Órség) a legalacsonyabb ($4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), K-pusztán (Duna-Tisza Köze) ennek csaknem duplája ($7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), végül Nyírjesen (Mátra) a legmagasabb ($12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), vagyis nyugatról kelet, észak-kelet felé haladva a kéndioxid szennyeződés emelkedik.

– Eltekintve a 91-es évtől, 1988-tól 1992-ig mindhárom bázisterületen a SO_2 -gáz fokozatos csökkenése figyelhető meg.

1. táblázat

Mérőhelyek	$\text{SO}_2 \mu\text{g}/\text{m}^3$			$\text{NO}_2 \mu\text{g}/\text{m}^3$		
	tél	nyár	év	tél	nyár	év
Farkasfa 1988	7,4	2,4	4,9	9,0	4,1	6,5
1989	7,4	2,2	4,8	8,9	3,5	5,8
1990	5,1	1,7	3,4	6,2	2,7	4,4
1991	7,3	2,1	4,7	8,0	2,1	5,3
1992	3,2	0,9	2,1	1,9	0,8	1,4
1988/92	6,1	1,9	4,0	6,8	2,6	4,7
K-pusztá 1988	15,6	3,6	9,6	13,6	5,9	9,7
1989	13,1	3,3	8,2	12,3	4,4	8,3
1990	7,7	2,8	5,2	11,3	4,4	7,8
1991	14,9	2,7	8,8	8,9	5,7	7,3
1992	5,4	1,6	3,5	2,0	1,1	1,6
1988/92	11,3	2,8	7,1	9,6	4,3	6,9
Nyírjes 1988	28,1	7,7	17,5	12,2	8,6	10,4
1989	19,4	9,1	14,2	7,5	3,1	5,3
1990	13,0	5,4	9,2	3,4	1,4	2,4
1991	18,1	3,1	10,6	2,3	1,4	1,8
1992*	6,3	3,5	5,3	1,4	1,1	1,3
1988/92	17,7	6,1	12,0	5,6	3,4	4,6

x: a mérések 1992. júniusban befejeződtek, mert az egész mérőállomás a körülötte év lucfenyő állománnyal együtt leégett.

– A nagyobb energiafelhasználásnak megfelelően télen csaknem háromszor magasabb a SO₂-gáz koncentrációja, mint nyáron.

– A nitrogéndioxid-gáz éves koncentrációja az erdőstültebb vidékű Farkasfán (4,7 µg/m³) és Nyírjesen (4,6 µg/m³) kevesebb, mint a mezőgazdaságilag jobban hasznosított Duna-Tisza Közén (K-pusztá: 6,9 µg/m³).

– A NO₂-gáz éves koncentráció értékeinél 1988-tól 1992-ig egy fokozatos csökkenés tapasztalható, és télen az értékek magasabbak, mint nyáron.

A száraz ülepedés nagyságát – melyet a SO₂ és NO₂ gázokon kívül még az aeroszolok és egyéb gázok (HNO₃, NH₃) is befolyásolják – a nedves ülepedéssel való összehasonlítás miatt is a hidrogén egyenértékben (H⁺mg/m²/év) szokás kifejezni. A 2. táblázatban a száraz-, a nedves- és az összes ülepedés nagyságát, évenkénti változását látjuk, valamint azt, hogy az ülepedésen belül mekkora súlyt képviselnek a kén-, illetve a nitrogén-vegyületek.

Az adatok mutatják, hogy:

– a több éves száraz ülepedés mérőhelyektől függően négyzetméterenként 65 és 111 mg H⁺ között mozog. A legmagasabb értékeket Nyírjesen (57–165 mg/H⁺/m²/év), a legacsonyabbakat Farkasfán (46–78 mgH⁺/m²/év) mértük.

– Nyírjesen és K-pusztán a száraz ülepedés egyértelmű csökkenése figyelhető meg 1988-tól 1992-ig.

– A száraz ülepedésen belül a kén- és nitrogén-vegyületek megoszlása bázisterületektől függően változik. Ezen arányszámok Farkasfán 37% és 63%, K-pusztán 46% és 54%, Nyírjesen pedig 64% és 36%; vagyis a kén-vegyületek aránya nyugatról kelet, illetve észak-kelet felé haladva emelkedik.

– Nyírjesen, ahol az iparosodás mértéke a legnagyobb, a száraz ülepedés kéntartalma évente átlagosan 71 mgH⁺-ionegyenérték négyzetméterenként. Háromszor olyan magas, mint Farkasfán (24 mgH⁺/m²/év).

Talajvizsgálatok az erdővédelmi észlelések céljaira

Norvégiában kijelölt erdővédelmi észlelőhelyeken rendszeres talajvizsgálatokat végeztek. A vizsgálatok elsősorban a talaj kémiai tulajdonságaira vonatkoznak. Az eddigi tapasztalatok szerint az 5 éves megfigyelési idő kevésnek bizonyul ahhoz, hogy a légszennyezés vagy más ok miatti változások markánsan megjelenjenek. A talált kisebb változások inkább csak mintavételi pontatlanságokra vezethetők vissza.

(Rapport fra Skogforsk, 1/93. sz.
Ref.: Szemerey Tamásné)

– A nitrogén-vegyületek mennyisége közel azonos, a legtöbb K-pusztán volt mérhető (50 mgH⁺/m²/év).

2.2. Nedves ülepedés

A nedves ülepedés nagyságát a csapadékvízben oldott ionok (NO₃⁻, NH₄⁺, SO₄²⁻) koncentrációi mellett a csapadék mennyisége is befolyásolja. Ezért a humidabb területeken értéke általában magasabb, mint a szárazabb vidékeken.

A 2. táblázatban bemutatott adatok is azt mutatják, hogy:

- a legmagasabbak az értékek Nyírjesen (125 mgH⁺/m²/év), majd Farkasfán (99 mgH⁺/m²/év) és végül a K-pusztán (79 mgH⁺/m²/év).

– Egyértelmű és csökkenő tendencia a nedves ülepedés változására vonatkozóan csak Nyírjesen figyelhető meg, a többi állomáson évről-évre eltérő irányba mozognak az értékek.

– A kén- és nitrogén-vegyületek aránya más, mint a száraz ülepedésnél, mindegyik állomáson közel azonos 35/65

2. táblázat

Mérőhelyek	Száraz ülepedés			Nedves ülepedés			Összes ülepedés			
	mg H ⁺ /m ² /év									
	S	N	S+N	S	N	S+N	S	N	S+N	
Farkasfa	1988	31	41	72	36	57	93	67	98	165
	1989	29	49	78	41	66	107	70	115	185
	1990	21	44	65	57	67	124	78	111	209
	1991	28	39	67	13	68	81	41	107	148
	1992	12	34	46	18	71	89	30	105	135
	1988/92	24 (37%)	41	65	33 (33%)	66	99	57 (35%)	107	164
K-pusztá	1988	57	54	111	37	48	85	94	102	196
	1989	49	58	107	43	56	99	92	114	206
	1990	32	56	88	31	42	73	63	98	161
	1991	51	48	99	24	61	85	75	109	184
	1992	21	34	55	12	42	54	33	76	109
	1988/92	42 (46%)	50	92	29 (37%)	50	79	71 (42%)	100	171
Nyírjes	1988	102	63	165	67	96	163	169	159	328
	1989	84	45	129	48	93	141	132	138	270
	1990	56	34	90	52	73	125	108	107	215
	1991	61	25	86	22	83	105	83	108	191
	1992*	29	28	57	21	39	60	50	67	117
	1988/92	71 (64%)	40	111	44 (35%)	81	125	115 (49%)	121	236

S: kén-vegyületek

N: nitrogén-vegyületek

*: félévre vonatkoztatott értékek

körül mozog. Tehát a nitrogén vegyületek szerepe a nedves-savas ülepedésen belül jelentősebb, mint a kénvegyületeké.

2.3. Összes ülepedés

A száraz és a nedves ülepedés összege az összes ülepedés nagyságát adja meg. A 2. táblázatban közölt adatok mutatják, hogy:

– értéke öt év átlagában Farkasfán $64 \text{ mgH}^+/\text{m}^2$, K-pusztán $171 \text{ mgH}^+/\text{m}^2$ és Nyirjesen $236 \text{ mgH}^+/\text{m}^2$, vagyis egyértelmű növekedés figyelhető meg észak-kelet irányába.

– Az összes ülepedésen belül a száraz ülepedés nagysága a szárazabb K-pusztai területen 54%, a csapadékosabb Mátrában (Nyirjes) 47% és a legnedvesebb területű Órségben (Farkasfa) már csak 40%.

– A kén- és a nitrogén-vegyületek mennyisége Nyirjesen közel azonos (S: $115 \text{ mgH}^+/\text{m}^2/\text{év}$), N: $121 \text{ mgH}^+/\text{m}^2/\text{év}$), K-pusztán kevesebb, (S: $71 \text{ mgH}^+/\text{m}^2/\text{év}$, N: $100 \text{ mgH}^+/\text{m}^2/\text{év}$), Farkasfán pedig feleannyi a kén, mint a nitrogén (S: $57 \text{ mgH}^+/\text{m}^2/\text{év}$, N: $107 \text{ mgH}^+/\text{m}^2/\text{év}$).

– Földrajzi értelemben a térbeli változatosság a kénnél jellemző, nyugatról kelet, észak-kelet felé jelentősen emelkedik a mennyisége, a nitrogénnél ez nem figyelhető meg.

3. A mérések értékelése

Az egyes légszennyező anyagok a fák fiziológiai folyamataiba egyrészt a levegőből, a korona szűrő hatásán keresztül, másrészt az ásványi talajból, a gyökerek felvételén keresztül kerülnek. Egy ökológiai rendszer légszennyező anyagok növekedésére történő reagálása a kérdéses faktor más tényezőkhöz való viszonyától is függ. Éppen ezért az erdőárok kapcsolatos ok-hatás kutatások nehézségei abban mutatkoznak meg, hogy kellő szinten nem ismerjük a fák anyagforgalmán belüli kicserélődési folyamatokat.

Ökológiai bázisterületeken végzett folyamatos megfigyelésekkel bővíthetjük ismereteinket és közelebb juthatunk a légszennyeződés és az erdők egészségi állapotromlása közötti ok-okozati összefüggések feltárásához.

Az Erdészeti Tudományos Intézet és az OMSZ légkörfizikai Intézet közös vizsgálatai alapján egyértelműen mondhatjuk, hogy hazánk a közepesen szennyezett európai országok közé tartozik. Sem a kéndioxid-, sem pedig a nitro-

géndioxid-gáz koncentrációja nem haladja meg azt a kritikus értéket, amely a fákra nézve káros lehet. SO_2 -gáz esetén a kritikus szint éves átlagban a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alatt voltak és 24 óráig megengedett értéken felüli mérésre csak néhány esetben, kizárólag télen került sor.

A nitrogéndioxid egyedi szennyezőanyagként kevésbé fitotoxikus hatású. Kéndioxiddal és ózonnal közösen azonban, már kisebb koncentrációban is levélkárosodáshoz (nekrozishoz) vezethet. Ebben az esetben az éves átlagban a kritikus szint a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -es koncentráció-érték, míg egyedüli előfordulás esetében nyáron $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, télen pedig $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ értékhatárt kell annak tekintenünk. Méréseink értékei mindhárom bázisterületen jóval az említett határok alatt mozogtak.

A hidrogénion-egyenértékben kifejezett összes savas ülepedés kritikus szintje Magyarországon $280 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{év}$. Ennél csak Nyirjesen volt több 1988-ban ($328 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{év}$), a rákövetkező évekbe – vélhetően a kelet-európai szennyezőanyagkibocsátás csökkenése miatt – az ülepedés értékei kisebbek.

Magyarországon a légköri szennyeződés direkt hatása az alacsony gázkoncentráció értékek miatt nem valószínűsíthető.

Mindhárom mérőhely körzetében előforduló erdeifenyvesek 1992 évi egészségi állapotfelvételei azt mutatták (ERSZ, Csóka, ex verbis), hogy legnagyobb a károsodás Nyugat-Dunántúlon (2+3+4 kárfok: 27,6%), ezt követi Mátra 12,1%-kal, végül a Nagyalföld 9,0%-kal. **Az elmondottak is alátámasztják azt a megállapítást, hogy az erdők nagy kiterjedésű egészségi állapotromlása nem hozható összefüggésbe az adott területen uralkodó gázalakú légszennyező-anyagok koncentrációjával.** Nem szabad azonban a légszennyeződés indirekt, talajon keresztül érvényesülő hatásairól megfeledkezni. Ez utóbbi körülmény az erdészeti kutatás soron következő, legfontosabb feladatai közé a nitrogén-háztartás feltárását emeli.

Az irodalmi hivatkozások a szerzőknél megtekinthetők, akik ezúton is köszönetet mondanak az Országos Tudományos Kutatási Alap (341/91 sz. szerződés), az Országos Meteorológiai Szolgálat és az FM Erdészeti Hivatala támogatásáért.

Norvég kutatók vegyes korú és egykorú faállományok összehasonlító vizsgálatát végezték el, tekintettel a megtermelt faanyag minőségére, mennyiségére és a fakitermelés költségére. Megállapították, hogy a vegyeskorú állományok produkciója valamivel gyengébb volt, mint a hasonló egykorú állományoké. Számításaik szerint a fakitermelés köbméterre vetített költségei a fokozatos felújítógátásban mintegy 25-50%-kal magasabbak a felújítógátás megkezdésekor, mint tarvágás esetében. Ezek a költségek a későbbiek során csökkennek. A vegyeskorú állományok létesítését és a természetes felújítást azért támogatják, mert az ilyen állományokban számottevően jobb minőségű faanyag termelhető meg. Ennek kivitelezéséhez azonban, a kutatók szerint, az erdőművelés jelentős átalakulása szükséges.

(Research Paper of Skogforsk 14/92.
Ref.: Jakab Jenő)

Miként nyugaton – a hegyvidéken – ellucosították Németország erdeit, keleten – a síkságon – az erdeifenyő uralkotott el. Ma Brandenburg tartományban 83% az erdeifenyő a tudományosan megállapított, termőhely szerinti 13,9%-kal szemben. Az elszennvedett viharkárok itt is a természeteshez közelítő állapot helyreállítására hatnak ösztönzően. Részletesen ezzel foglalkozott a brandenburgi erdészeti egyesület idei, 120 éves jubileumi közgyűlése.

A közgyűlésen részletesen kifejtettek azt mutatták, hogy rendelkezésre állanak mindazok a természettudományos, üzemgazdasági kutatási eredmények, amelyeknek megfelelő alkalmazásával az erdőgazdálkodásban a *Leibnizgut* által egész Nyugat-Európára vonatkozóan megkívánt valamennyi intézkedés a kellő időben, a megfelelő helyen és módon, ésszerűen, az ökológiai erdőmegőrzés keretében történhet.

(DW 1993. 11. Ref.: Jérôme R.)