

Rovatunkban a 2017 áprilisában útjára indult, *Mátyás Csaba* akadémikus által szerkesztett, *A klímaváltozás-hoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás* című cikksorozat kapcsán beküldött szakmai reflexiókat adjuk közre. Reményeink szerint a közeljövőben a cikksorozathoz és a klímaváltozás témaköréhez kapcsolódva minél több szakmai hozzászólás kér majd helyet folyóiratunk hasábjain, így örömmel várjuk a Szerkesztőségbe a gyakorló erdészek tollából születő kéziratokat!

Nagy László főszerkesztő

## A klímaváltozás hatásainak mérséklése

**Az erdészszakmán belül senki sem kérdőjelezi meg a klímaváltozás tényét, hisz a jelenség erdőállományainkra gyakorolt számos nemkívánatos következményeivel nap mint nap szembesülhetünk.**

A klímaváltozás legszembetűnőbb jelei a zónahatár módosulási tendenciái, melyek becslésére *Mátyás és Czimmer* a jelenkori térbeli mintázat időbeni folyamattá való lefordítását, az úgynevezett „hamis idősorok” módszerét alkalmazza. „*A megközelítés alapja az a feltételezés, hogy a leírt forgatókönyveknek megfelelő klímákhoz ma is létező analógiákat lehet találni.*”

Kutatásaik szerint már a negyedik scenárió is, amely változatlan csapadékkal és 1,5 °C hőmérséklet-emelkedéssel számol – tehát a legkevésbé pesszimista – jelentős zónahatár-módosításokat képes előidézni.

Ha tudjuk azt, hogy az erdőssztyepp a zárt tölgyesek, az utóbbiak pedig a gyertyános-tölgyesek zónájába terjeszkedik, akkor ebből egyértelműen következik, hogy a bükkösök zónahatár-módosulása is bekövetkezik. Tehát területük zsugorodni fog.

Ezt tapasztalom én is. Mivel ismeretem csak a Balaton-felvidék és a Bakony erdőire korlátozódik, az itteni klímaváltozás hatására bekövetkezett bükkös zónahatár módosulási tendenciákat ismertetem.

A Balaton-felvidéken ismerünk a bükkösöknek olyan, más erdőtürsulások zónájába szigetszerűen beékelődő előfordulásait, melyek extrazonálisnak tekintendők. Ilyen például a Sümeg közeli előforduló „Hubertusz” bükkös.

Az itteni állományok felújítását az 1970-es évek elején kezdték meg, de a bükköt visszahozni csak igen kis elegyarányban sikerült. Az elegyfajok, jellemzően a kislevelű hárs viszont nagy vitalitással elfoglalta a bükk helyét és átvette a főfafaj szerepét. Ekkor még senki sem beszélt az éghajlatváltozásról, arról csak a Szent Ilona-vulkán 1980-as kitörése után kezdtek el cikkezni, összefüggésbe hozva a kitörést az azóta is tartó permanens felmelegedéssel.

Első megállapításunk: a bükk extrazonális társulásaiban visszaszorul; lehet, hogy teljesen el is tűnik.

A sümegi bükköshöz hasonló jelenléget figyeltem meg Bakonyjákó és

Farkasgyepű község határában a bükkösök zónájának délnyugati, a legnagyobb hőösszeget jelentő peremén. A bükköt itt sem sikerült meghatározó elegyarányban megtartani. Sokkal vitálisabbnak tűnt itt is a kislevelű hárs, de jött a magas köris, a hegyi juhar, valamint a gyertyán is. Igazi elegyes erdők jöttek létre a bükkösök helyén!

### Az erdőtípus dinamikájáról

A korfokos vagy vágásos erdők felújítására az elmúlt századokban a német erdőművelők számos módszert dolgoztak ki. A rendszerek közös sajátossága, hogy az újulat felszabadítását több lépcsőben kívánták végrehajtani, s igyekeztek figyelembe venni az erdőt alkotó fáknek a termőhellyel szemben támasztott igényeit.

Nem vehették viszont figyelembe az erdőtípológia eredményeit azért, mert az ökológiának ez a tudománya a felújítások rendszereinek megszületésekor még nem létezett. Az erdőtípusok asszociáció alatti egységek (szubasszociációk, faciesek), melyekben az erdő élő és élettelen tényezőinek bonyolult kölcsönviszonyrendszere jut kifejezésre.

Különösen nagy szerep jut a talaj kémhatásának és a termőhely vízellátásának, melyet *Majer Antal* nyolc fokozatba besorolva típusjelző növényekkel jellemez. Ezek az erdőtípusok azonban nem tekinthetők statikus egységeknek, hisz a felújítás folyamatában átalakulnak, és egyes erdőtípusok helyét ugyanott más erdőtípusok váltják fel.

Ezekre az átalakulásokra az erdészeti szakirodalomban ugyan találunk utalásokat, részletes kidolgozásuk azonban a mai napig az erdészeti kutatás nagy adóssága. Ezt nem az erdőtípológia gyenge pontjaként, hanem annak hiányzó részeként értelmezem!

A felújításnál pedig döntő jelentőségű, hogy ne csak a kiinduló állapotot, az erdőtípust, hanem annak időbeni, a záródás változásának függvényében történő átalakulásait is megismerjük. A változások ismeretétől függ a felújítás sikere vagy sikertelensége. Előfordulhat,



Száraz erdőtípus újulata a K–Ny irányultságú keskeny árnyékszónában. Németbánya 9A erdőrésztlet

Kiinduló állapot	80 éves bükkös																
40 év múlva	1-10			11-20			21-30			31-40							
80 év múlva	41-50			51-60			61-70			71-80							
90 év múlva	51-60			61-70			71-80			81-90		1-10					
100 év múlva	61-70			71-80			81-90		1-10	91-100	1-10	11-20					
110 év múlva	71-80			81-90		1-10	91-100	1-10	11-20	101-110	1-10	11-20	21-30				
120 év múlva	81-90		1-10	91-100	1-10	11-20	101-110	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	31-40			
130 év múlva	91-100	1-10	11-20	101-110	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	31-40	11-20	21-30	31-40	41-50		
140 év múlva	101-110	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	31-40	11-20	21-30	31-40	41-50	21-30	31-40	41-50	51-60	
150 év múlva	1-10	11-20	21-30	31-40	11-20	21-30	31-40	41-50	21-30	31-40	41-50	51-60	31-40	41-50	51-60	61-70	
160 év múlva	11-20	21-30	31-40	41-50	21-30	31-40	41-50	51-60	31-40	41-50	51-60	61-70	41-50	51-60	61-70	71-80	
	11-20			21-30			31-40			41-50			51-60		61-70		71-80

1. ábra. Nyolcvanéves, 20 hektáros bükkös és utódállományának átalakítása negyvenéves felújítási ciklusidővel, az égtájiorientált felújítási módszerrel

hogy egy jó vízgazdálkodású, üde bükkös, mely az újulat megjelenése és továbbfejlődése szempontjából optimálisnak tekinthető, bontás hatására elvieszik. Magaskórós, higrofil típus jön létre, melynek jelenléte megakasztja a felújítás folyamatait. Az erdőtípusok ismerete tehát szükséges, de nem elégséges feltétele a sikeres felújításnak. Ismernünk kell annak dinamikáját is!

### A tapasztalás rögös útjai

Nyugdíjazásomat megelőzően negyed évszázadot töltöttem el erdőfelügyelőként a farkasgyepűi és az ugodai erdészetnél. Megismerhettem az itt tenyésző Dunántúli-középhegység bükkös asszociáció (*Daphno laureolae-Fagetum*) tulajdonságait.

Az ott dolgozó kollégákkal meg tapasztaltattuk a hagyományos felújítási rendszerek hiányosságait, ugyanakkor új ismeretekre is szert tettünk. Sikerült feltárni az itteni neutrális, szubmontán bükkösök erdőtípus-dinamikáját is.

Ugodon közel 150 hektár elfüvesedett, alacsony záródású bükkössel találkoztam. Kialakulásuk folyamata a következő volt: a jelen lévő, többnyire üde erdőtípusú bükkösök az előkészítő vágás elvégzése után elviesedtek. Megjelentek a már említett higrofil típusok és szünetelővé tették a felújításokat.

A nemkívánatos állapotot a már elviesedett állományok ismételt bontásával kívántuk „orvosolni”. Azt tapasztaltuk, hogy az üde erdőtípusok a záródásbontás függvényében egy szinuszgörbéhez hasonló utat járnak be. Tehát volt esély a görbe leszálló ágában – alacsonyabb záródásnál – a bükk-

újulat számára kedvező, üde erdőtípus ismételt életre hívására. Azonban ez nem mindig sikerült!

Ha nem kellő óvatossággal végeztük a feladatot, az könnyen egy elfüvesedő, kiszáradó állapotot eredményezett. A gramineák (fűfélék) vágástéri állományaiból viszont már nem volt visszaút. Ezeket az erdőrészeket csak mesterséges besegítéssel, nagy élőmunka-ráfordítással sikerült helyrehozni.

Más volt a helyzet a száraz *Melica uniflora* (egyvirágú gyöngyperjés) és a félszáraz *Carex pilosa* (bükkös) erdőtípusok esetében. Ezek az erdőtípusok bontás hatására azonnal elkezdtek száradni, kedvezőtlen létfeltételeket létrehozva a bükkújulat megjelenésének. Itt eredményt csak nagyon óvatos záródásbontással sikerült elérni.

### Új felújítási rendszer kidolgozása vált szükségessé

Az erdőművelők a felújítás tempójának helyes megválasztásában látták a megoldás kulcsát. Ezért nedves erdőtípusok felújításánál lassú, óvatos, a szárazaknál pedig gyors felújítást javasoltak.

A gyakorlatban azonban ez nem bizonyult hatékony módszernek. Ezért egy olyan felújítási rendszert dolgoztunk ki, ahol nem a felújítás gyorsítására és lassítására helyeztük a hangsúlyt, hanem az állományszerkezet megváltoztatására. A bontási irány, mérték és mélység célirányos megválasztásával olyan habitat módosításokat kívántunk végrehajtani, amelyek a jól újuló, üde erdőtípus irányába mutatnak.

Az új felújítási rendszert égtájiorientált felújításnak neveztük el. Ennek

lényege az erdőtípusok optimalizálása – már az első belenyúlásra. Ezt száraz erdőtípusok esetén déli irányú, az árnyékszóna határáig tartó egyenletes bontással; nedves erdőtípusok esetén pedig északi irányú, az árnyékszónán túlnyúló területrészek egyenlőtlen bontásával érték el, a kelet–nyugati irányú támadóvonalakból kiindulva.

Az elmélet igazolására kísérleti területeket állítottunk be a Farkasgyepűi Erdészet területén. A kísérlet eredményei beigazolták az elmélet helyességét. Az erdőtípusok optimalizálása mind a száraz, mind a nedves erdőtípusok esetén megvalósult úgy, hogy a legtöbb makk is a számára legideálisabb környezetbe, az üde erdőtípusú területre hullott.

Ezek a területrészek nedves erdőtípusok bontása esetén az elviesedett árnyékszóna mellett, attól északra, ahol a nap sugarai először érték el a talajfelszínt, száraz erdőtípusoknál pedig az árnyékszónán belül alakultak ki. A felújítást a továbbiakban az üde erdőtípusú sávokban megjelent és kellően megerősödött újulat feletti állományrész végvágásával folytattuk.

Nedves erdőtípusok felújításánál a végvágott lécek peremi részein keletkeznek újabb és újabb felújult területrészek, amelyeket egy lépcsőben szabadítottunk fel. Ezek felújítása tehát, eltekintve az első egyenlőtlen bontástól, a lécek szegélyi területén megjelenő, s szabadon vándorló újulat feletti állományrész végvágásaira alapul.

Száraz erdőtípusok felújítása ettől eltérő módon megy végbe. Itt az újulat a megjelenése után nem vándorol, hanem újabb és újabb déli irányú, árnyékszónayai bontásokkal és végvágásokkal tovaterjesztésükről, vándoroltatásukról gondoskodni kell.

A száraz erdőtípusok visszanedvesítése erőteljes bontással elérhető, mert a transzspirációs felületet így kellő mértékben le tudjuk csökkenteni, az evaporációs veszteség viszont elenyésző, mert az árnyékszónába csak a felkelő és a lenyugvó nap sugarai jutnak be, még a leghosszabb nap idején is.

A felújítási rendszer szórvány magtermésre alapoz, ami a mindig jelen lévő szegélyek révén kellő mennyiségű újulatot biztosít a fák makkterítettségi határáig, mintegy fél-egy famagasságnyi távolságra.

A felújítás szempontjából két zóna, az aktív és a passzív zóna különíthető el:

- **Aktív zóna:** Ez a zóna a rendszer motorja, ami állandó változásban,



mozgásban van, a tulajdonképeni felújítási sáv.

- **Passzív zóna:** Ebben a zónában kevés változás történik, itt beavatkozást nem végzünk, ennek következtében állományszerkezete és erdőtípusai többé-kevésbé változatlanok. Ez nem más, mint a felújítani kívánt öreg állomány. A két zóna szoros kölcsönhatásban van egymással, kapcsolatok tartós és harmonikus.

## A biológiai sokféleség és egyéb szinergizmusok

### Vegetáció

A módszer alapelveiből következik, hogy a rendszeresen felszabadított újulat kora is változó. A legkorábban felszabadított a legidősebb, a legutoljára felszabadított pedig a legfiatalabb. Megszüntetése – az ernyős felújítógáccsal ellentétben – alsó szintű gyérítéssel sem lehetséges a különböző korú újulatfoltok térbeli elhelyezkedése miatt.

### Elegység

A tovaterjeszkedő aktív zónák széles ökológiai spektrummal rendelkeznek, tehát többféle faj megtelepedését teszik lehetővé. A mag utánpótlását

a passzív zónák biztosítják. Télen a kérgekre fagyott hó felszínén, a szelek szárnyán, több kilométeres távolságra is eljutnak az elegyfajok magjai. A szegély előtt álló sűrű fiatal állomány lefékezi a szelet, így a magok az öreg állomány szegélyén, a felújítási sávokban szétszóródnak. Kimondhatjuk, a módszer elegyes erdők kialakulásának kedvez.

### Állandó erdőborítottság

Ha a rendszer lényegét megvizsgáljuk, azt a következtetést vonhatjuk le, hogy egyszerre csak nagyon kis területek szabadíthatók fel, mivel a szegélyek magterítettsége mindössze fél-egy fmagasságnyi. Tekintettel arra, hogy ezek a szegélyek a felújítás időbeni és térbeni lefolyásakor a vágásterület más és más helyein keletkeznek, a szemlélőben azt a vizuális élményt keltik, mintha egy öreg, felújításra váró, és egy méreteiben „hullámzó”, felújult, fiatal állományt látna. A rendszer így az állandó erdőborítottság követelményeinek is eleget tesz.

### Genetikai sokféleség

„A természetes felújítás az a munkafolyamat, ahol a diverzitást faji és genetikai szinten egyaránt a legerőtelje-

sebben lehet befolyásolni. Mivel ismertes, hogy az egyes fák részvétele a párosodásban évről évre változó, ezért kedvező hatású, ha az újulatban minél több évjárat képviselteti magát. A természetes felújítási módok közül az újulatban nagyobb géndiverzitást idéznek elő azok a bontási módok, melyek erőteljesen tagolják a koronaszintet és erős légköri turbulenciát eredményeznek.” (Mátyás–Bach–Borovics, 2006.)

Az égtájorientált felújítás lékdinamikára épít, hisz a lékesedés jelensége az egész felújítási folyamatban jelen van. Így az állomány felületi érdekessége miatt a turbulens légáramlatok kialakulásának a lehetősége biztosított.

A távolsági pollenszállítás és a lékek peremén, a felújítás helyein a pollenülepítés feltételei adottak. Tehát a lékek szegélyén lévő anyafák nővirágainak bibéin nagy magasságban nagy távolságból érkező, végtelen sok egyedről származó pollen tapadhat meg, ellentétben az ernyős felújítással, ahol csak állományon belüli pollenszállítással számolhatunk, így ebben az esetben a beltenyészés veszélye áll fenn.

Az állományon belüli génáramlás bizonyíthatóan csak kis távolságokon belül hatékony, mert a pollen mozgása a lombkoronaszinten belül történik, és annak szűrőhatása miatt horizontálisan csak kis távolságokra képes terjedni.

Mivel az égtájorientált felújítás esetében az aktív zónák térben és időben mozgásban vannak, elérhető a genetikai változatosság további növelése a felújítás időbeni széthúzása által, így az újulatban több évjárat képviselheti magát.

Ezzel szemben az ernyős felújítás az állomány génerózióját idézi elő, mert nagy magtermésre épít, ahol a beporzást mindössze néhány nagy mennyiségű virágpórt termelő egyed végzi el. Tehát az utódállomány döntő többsége néhány pollendonor egyedtől származik csupán.

Mivel az égtájorientált felújításnál a kisterületű végvágásokat a magtermés, illetve az újulat felverődése után hajtottuk végre, a faállomány összes egyede elvileg részt vehetett az utódállomány létrehozásában. A fentiek alapján kijelenthetjük, hogy az új felújítási rendszer a legmagasabb szinten teljesíti a genetikai diverzitás megőrzésének követelményeit.

A vegetáció, az elegység, az állandó erdőborítottság és a genetikai diverzitás a biológiai sokféleség részei. Az erdőállományokra gyakorolt kedvező hatásukat fokozza a nagyterületű bontatlan állományok klímastabilizáló

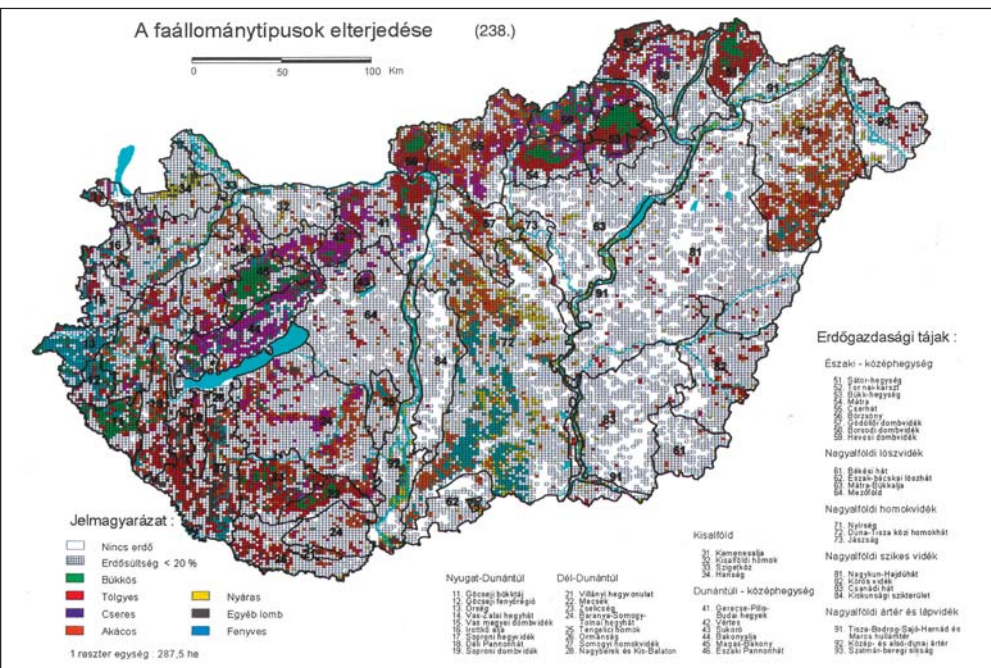


Száraz erdőtypus felújítása D-i irányú bontással a K–Ny irányultságú támadóvonalból kiindulva. Háttérben a bontott árnyékszónában megjelenő újulat, előtérben a bontatlan állomány típusjelző növénye (*Melica uniflora*). Németbánya 9A erdőrészlet



Üde erdőtypus felújítása É-i irányú bontással a K–Ny irányultságú támadóvonalból kiindulva. Háttérben a felújult fiatal állomány, előtérben a bontatlan állomány típusjelző növénye (*Galium odorata*). Cseh-bánya 31C erdőrészlet





2. ábra. Bükkös felújítása az égtájorientált módszerrel

hatása, valamint a kisterületű, üde erdőtípusok létrehozása a felújítási sávokban, ami a felújítást víztakarékossá is teszi. Így a felújítás ökológiai tartalmakai tovább bővíthetők. En-

nek következtében a klímaváltozás hatásainak mérséklésében is döntő szerepet játszik.

Fontosnak tartom *dr. Bartha Dénes* természetességi mutatóinak rendszeres

kiértékelését, a paraméterek változásai-ból a klímaváltozásra is lehetne következtetni.

### Néhány érdekes jelenség és beszédes számadat

Mindenki számára ismeretes a 2004. évi *Lymantria*-kár, ami a Bakonyban soha nem látott tarrágást eredményezett. A kárláncolat folytatódott a zöld karcsú díszbogár (*Agrius viridis*) és a bóbítás bükkszú (*Taphrorichus bicolor*) fellépésével, ami viszont a bükk tömeges pusztulásával járt együtt.

*Dr. Csóka György* végigjárta az ország bükköseit, állítólag a Farkasgyepűi Erdészetnél is megfordult. Örömmel tapasztaltuk, hogy a kártétel az új felújítást nem érintette. Csóka György előadásaiban előszeretettel vetített tarrágásos képeket. Számomra a legemlékezetesebb az a kép volt, amelyen egy nyiladék erdőrészteteket vágott ketté. Az egyik oldalon egy tarra rágott elegyetlen cseres, a másik oldalon egy elegyes erdő volt látható – lényegesen kisebb rágási kárral. Nem is gondoltam, hogy a károk mérséklésében az elegyességek ilyen kitüntetett szerepe van.

A száraz erdőtípusok esetében az árnyékzóna visszanedvesítése 150–200%-os víztöbbletet eredményezett a bontatlan állományhoz viszonyítva.

Nedves erdőtípusú erdőrésztet felújításánál 2001. július 27-én az állomány bontatlan belsejében 23 °C-t, míg a felújulás helyén, a fényzóna keskeny sávjában, szűrt fényenél 32 °C-t mértünk délután 15 órakor. Ez is bizonyítja a nagy kiterjedésű passzív zónák jelentőségét az állományklíma megőrzésében.

Az elmúlt évtizedekben (az első kísérletet 1996-ban indítottuk) a Farkasgyepűi Erdészet területén 223,5 hektárra terjesztettük ki az égtájorientált felújítási rendszert, és alkalmazása révén megoldódtak az elvizesedett, régóta szünetelő felújítások problémái is. Ezeket az erdőrészteteket átalakítottuk az új módszer segítségével.

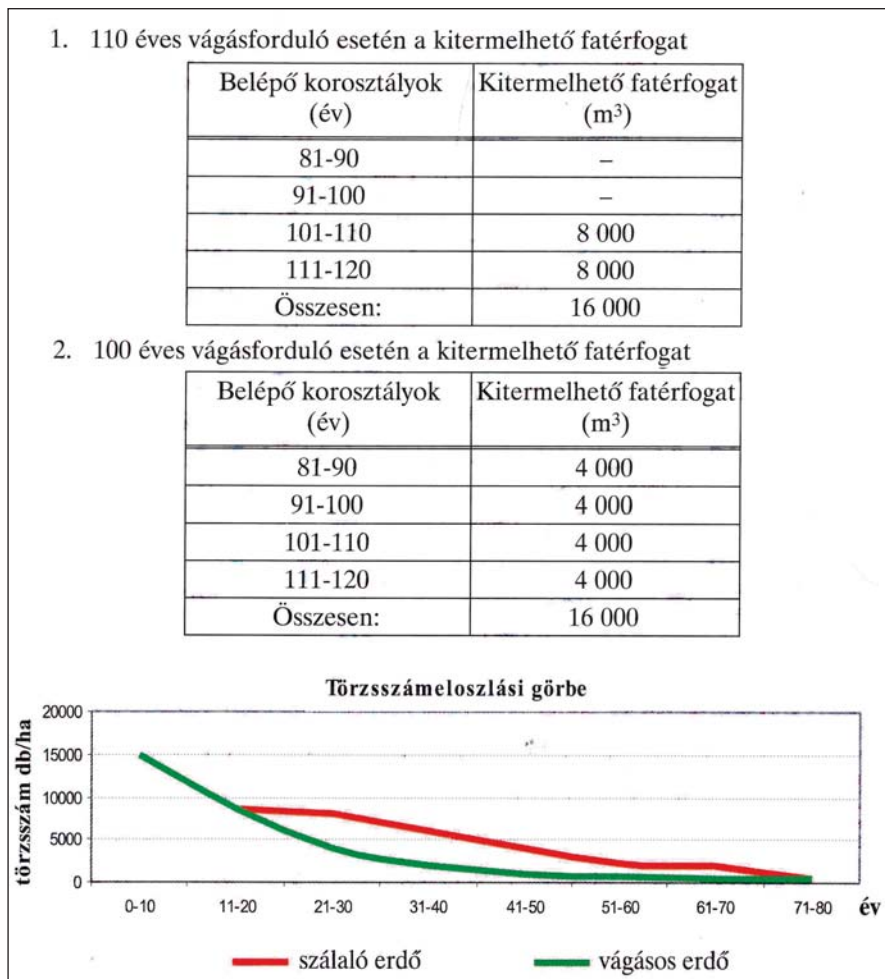
Feltehetően a jövőben egy kevésbé munkaigényes, a száraló erdőgazdálkodóknak jobban tetsző, csoportos felújításra alkalmazott változata kerül előtérbe. Ebben az esetben a támadóvonalak kijelölése elhagyható, de a csoportok nagyságának kialakításakor és a vágásvezetésnél az égtájorientált felújítás valamennyi eleme tetten érhető.

**Török András**

okl. erdőmérnök

Fényképek: **Korn Ignác**

Bakonyerdő Zrt.



3. ábra. A száraló és a vágásos erdő törzsszámolási görbéje