

AZ ERDŐSÁVOK ÁTTÖRTSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA: AZ ELMÚLT FÉL ÉVSZÁZAD ALKOTÁSAI A DIGITÁLIS TECHNIKA LEHETŐSÉGEINEK TÜKRÉBEN

Takács Viktor¹ – Dr. Frank Norbert²

¹doktorandusz, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelés Tanszék
²egyetemi docens, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelés
Tanszék

BEVEZETÉS

A második világháborút követő országos erdőtelepítés évtizedei egyben az erdősáv-telepítések fénykora is volt. Azóta eltelt időszakban fokozatosan háttérbe szorult mind mezőgazdasági, mind erdészeti szakemberek részéről a védelmi szereppel bíró fásításokra irányuló figyelem. Különösen az utóbbi két évtizedben maradtak el a szükséges fenntartási feladatok, a gazdasági rendszer még le nem zárult változásai, máig nyitott kérdései (pl. földtulajdon rendezés) miatt. A korabeli títustervekben leírt erdősávstruktúrák nagy része a mai napig megtalálható, ám többségük csak a szerkezetalkotó fafajok megléte és a tervdokumentumok alapján azonosítható.

Az erdészeti szakirodalom az 1970-es években 35000 hektár erdősávot tartott számon. Az Állami Erdészeti Szolgálat adatai szerint a mezővédő erdő védelmi rendeltetésű erdőterület 2001-re kevesebb, mint a felére, 16416 hektárra csökkent. Az alábbiakban felsorolt források, a szerzők által alkalmazott elnevezéseket és az általuk közzétett adatokat rendszerezik (1. táblázat).

Az államosítás utáni három évtized szakmai körökben az erdősávkiételeiről is jól ismert. Ebben az időszakban az erdősávok létesítése, fenntartása és ápolása magától értetődő volt, hiszen egy adott mezőgazdasági termelőszövetkezet vagy más gazdálkodási szerv (pl. Közútkezelő Kht.-k) a saját tulajdonáért felelősnek érezte magát, s biztosította, igényelte a mezővédő- és hófogó erdősávokra fordítandó anyagi- és munkaerőforrásokat. Hasonló okokra, illetve a kedvező földrajzi fekvésre vezethető vissza, hogy például az általunk vizsgált sopronhorpácsi (Takács 2004) és a sarród-nyárligeti erdősávrendszerek (Takács-Frank 2004) a mai napig összességében kiválóan szolgálják az eredeti rendeltetésüket (szélfogás, termőtalaj megőrzése, stb.).

Időszak	Forrás	Kiterjedés	Megnevezés	Megjegyzés
1960	GÁL (1961)	1500 km	Alföld	mezővédő erdősáv
		1000 km	Kisalföld	
1970	DANSZKY (1972)	34977 ha	országos	védőfásítás
1975	GÁL-KÁLDY (1977)	9891 ha	meglévő	mező és legelővédő fásítás
1976-1990		4091 ha	tervezett	
1975		22600 ha	meglévő	összes védőfásítás és egyéb
1975	KERESZTESI (1991)	8800 ha	meglévő	green belts (zöld sáv)
1975-1990		20600 ha	tervezett	
1990		29400 ha	tervezett	
1990	DANSZKY (1972)	33400 ha	tervezett	védőfásítás és egyéb
2001	ÁESZ (2001)	16416,7 ha	felmért	mezővédő erdősáv

1. táblázat: Hazánk erdősávjai a számok és az évtizedek tükrében.

Az Erdőművelés Tanszék és jogelődjeinek munkatársai több évtizedre visszamenően foglalkoznak erdősáv kutatással. Munkánk során abban a szerencsés helyzetben voltunk, hogy a korabeli mérési eredményeket – főleg kisalföldi kutatási területeken – alapul véve összehasonlíthatóvá válik a tervezett-telepített és a majd ötven évre rá következően a jelenlegi megvalósult állapot. Vizsgálataink célja, hogy különböző szempontok alapján értékeljük a máig fontos védelmi feladatot betöltő erdősávokat és ezek rendszereinek maradványait.

Mezővédő és hófogó sávok szerkezeti elemzésén keresztül számtalan bizonyítékot gyűjtöttünk az erdősávok létjogosultságára; bebizonyosodott, hogy multifunkcionalitásuk által mind a közvetlen környezetükre, a hozzá szervesen kapcsolódó életközösségekre, mind az őket körülvevő tájra kedvező hatással vannak (Takács-Frank 2005).

Az erdősávok tervezése, minősítése











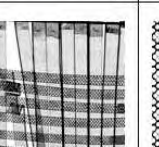
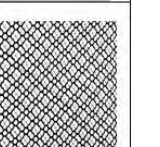
Kutatásaink során elértünk arra a pontra, ahol az erdősávokat már nem csupán mint komplex rendszert, hanem egyenként, mint egyedi egységeket is minősíteni kell. Ez a minősítést a faj szintű szerkezeti- és egészségi vizsgálatokkal ugyan elvégezhető (Takács 2004), de az erdősávok eredeti gondolatához visszatérve fontossá vált még egy szempont: a mai erdősávok áttörtség szerinti osztályozása.

A máig fennmaradt erdősávrendszerek telepítésekor a tervezők mindenre gondoltak, de azzal nem is számolhattak, hogy a hatalmas ütemben fejlődő számítástechnika majd fél évszázad múlva korlátlan lehetőséget fog

nyújtani számításaik igazolásához. Ma már tudjuk, hogy a digitális technika erdészeti alkalmazása szinte kimeríthetetlen.

A védelmi célra létesítendő erdősávok telepítésekor a legfőbb feladat a megfelelő tájolás megválasztása mellett a helyes szerkezet meghatározása és kialakítása. Az elmúlt évtizedek kísérleti tapasztalatai alapján kiderült, hogy a széles (15-20 soros) erdősávok nem hoznak nagyobb hasznot, mint a 3-5 sorból állók, mivel már pár sor után – szerkezettől függően – a szél ereje az állomány belsejébe jutva belátható távolságon belül felőrlik. Az erdősávoktól nem is azt várjuk, hogy falszerűen útját állják a szélnek, hanem annak erejét annyira mérsékelje, hogy az már ne legyen veszélyes a védendő területre (út, szántó, település, stb.) érve, ezért a sorok számának függvényében olyan porozitást kell kialakítani az erdősávok természetes építőköveinek (fák, cserjék, lágyszárúak) segítségével, amellyel az erdősáv várhatóan betöltheti a tervezéskor neki szánt szerepet.

Az erdősávok tervezésekor mindenekelőtt meg kell határozni, hogy mit is szeretnénk a széllel szemben megóvni. A védendő objektum fizikai jellemzőitől függően megállapítandó a védőtávolság. Fel kell arra is hívni a figyelmet, hogy nem az erdősáv az egyedüli védekezési módszer. Amíg a frissen telepített erdősáv növekedése során el nem éri az effektív magasságát és sűrűségét, addig más fizikai akadályokat is célszerű alkalmazni, továbbá a kiritkulóban lévő erdősávok esetében is alkalmazhatunk egyéb természetes vagy mesterséges akadályokat (fémrács, hófogó rács, stb.). A következő táblázat természetes és mesterséges akadályok porozitását, felületi nyitottságát (nyílt és zárt felületek arányát) hasonlítja össze (2. táblázat).

					
					
Erdősáv 57 %	Fasor 33 % - 62 %	Bozót 68 %	Útszéli bokor 81 %	Rács (fém) 38 %	Kerítés (műa.) 36 %

2. táblázat: Példák különböző védelmi eszközök felületi nyitottságára.

Már az erdősávok pontos helyének és tájolásának meghatározásakor érdemes az alkalmazandó fásszárú fajok megválasztását véglegesíteni. A szerkezeten nem csak a telepítési hálózat (sor- és tőtáv) leírását, hanem a változatos lombzatú fafajok és szegélyalkotó cserjék kiválasztását is jelenti egyben. Mindezeket együtt vizsgálva, olyan erdősávot kell kialakítani, amely

áttörtségével biztosítja a kívánt szélesebbesség csökkentő hatás kialakulását, illetve a hófogó sávok esetén a lerakási zóna megfelelő távolságban való kialakulását.

Szélesebbesség, áttörtségi tényező

Felmerül a kérdés, hogy milyen veszélyes szélesebbeségre méretezzünk? Mennyivel csökkentjük a szél erejét? Ez milyen hatással lesz az erdősávok védett környezetére? A következőkben ezekre a kérdésekre próbálunk közelítő válaszokat adni a modern technika eszközeinek segítségével.

A klasszikus szakirodalom az erdősávok jellemzésére az áttörtségi tényezőt (**L**) vezette be. Ezt a tényezőt a szélvédett oldal (**Lee**) és a szélnek kitett oldali (**Luv**) nyílt területen mért szélesebbeségek hányadosa adja.

Típus	Nyílások, hézagok	Áttörtségi tényező
I. Zárt (tömör)	< 10 %	< 0,35
II. Hézagos (áttört)	10-30 %	0,35-0,7
III. Nyitott (széláteresztő)	> 30 %	> 0,7

3. táblázat: A mezővédő erdősávok osztályozása (Dobos, 1972).

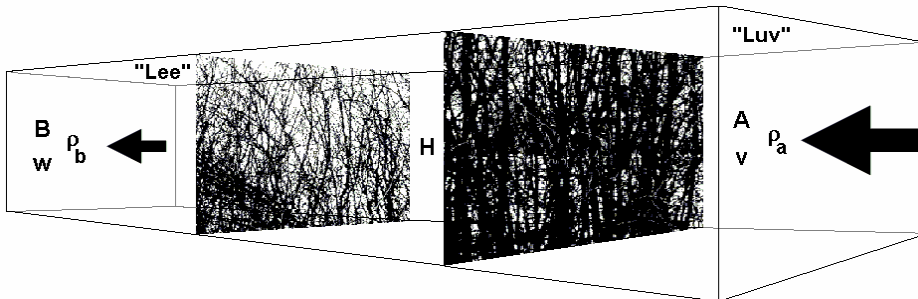
Az erdősávok fenti kategóriákba (3. táblázat) történő besorolása hézagszázalékuk becslése alapján történt. Ebből és a sáv összetételéből (szélesség, fafajok, profil) következtetni lehet az áttörtségi tényezőre is. Természetesen ez nem precíz mérnöki megoldása az erdősávok minősítésének, de az 1950-60-as évek kutatási eredményeire alapozva elegendőnek bizonyult.

Napjainkig is sokan és sokféle módon igyekeztek leírni, modellezni az erdősávok környezetében és belsejében zajló áramlásokat, szélesebbesség csökkenést vagy éppen gyorsulást (csatorna-hatás). A tapasztalataink szerint a témával foglalkozó kutatók többsége arra az álláspontra jutott, hogy bizonyos pontossági tartományban meg lehet ugyan adni a szélesebbesség csökkentő hatást, de a sok függő és független környezeti változó miatt univerzális formula leírása nem lehetséges. A modellezés rámutathat bizonyos törvényszerűségekre, útmutatást adhat a tervezés során, de egy adott helyen jobb a már megismert, a gyakorlatban is bevált erdősáv típus alkalmazása. A már meglévő erdősávok tanulmányozásából és minősítéséből juthatunk a legtöbb hasznos tapasztalati információhoz, amelyet hatékonyan felhasználhatunk új mezővédő- vagy hófogó erdősávok tervezésekor.

Anyag és módszer

Ha egy erdősávot egyszerű áramlási rendszerben képzelünk el – figyelmen kívül hagyva a szélesebbeségen és a sáv fizikai méretein kívül a többi meteorológiai és környezeti paramétert –, már az „ütközési felületek” tanulmányozásával közelítő és jellemző szélesebbesség csökkenési mutatóval tudjuk az erdősávokat jellemezni. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy egyszeri úgynevezett szembecsléssel nem állapítható meg – az áttörtséget is jellemző – hézagszázalék (nyílt és zárt felület aránya). A szélnek kitett oldal (**A**) hézagfelületének és a szélvédett oldal (**B**) hézagfelületének mérésével, meghatározható a sáv adott nyílt területi szélesebbesség (v) melletti klasszikus áttörtségi tényezője (L), hézagszázalékai (továbbiakban porozitás: P_A , P_B) és a sáv v/w arányú sebességcsökkenését jellemző veszteségtényező (ξ), ahol a folytonosság tétele alapján w [1] a szélvédett oldalon kilépő szélesebbesség. A veszteségtényező [2] magát az erdősávot, mint áramlási rendszert jellemzi, értéke kedvező esetben $\xi \geq 1$, tehát erdősáv esetén azt mutatja, hogy milyen pozitív hatással van az erdősáv összetett szerkezete a szélesebbesség csökkentésére.

$$[1] \quad w = \sqrt{\frac{(2P_A - H)}{(2P_B - H)}} v^2 \quad [2] \quad \xi = 4 \frac{(1 - w/v)}{(1 + w/v)}$$



1. ábra: Az erdősáv, mint leegyszerűsített áramlási rendszer

A hézagfelületek arányából (P_A/P_B), amit itt porozitásnak (P) nevezünk el már előre becsülhető, hogy várhatóan az erdősávunk a szélesebbességét csökkenését vagy növekedését eredményezi. Ha $P < 1$ várhatóan csökkenés következik be, ha $P > 1$ az a csatornahatás kialakulásához és a szélesebbesség növekedéséhez vezethet. Természetesen minden esetben szem előtt kell tartani, hogy az erdősávok hatása főként a méreteitől, a szélesebbeségtől és széliránytól is függ. Ha egy szélnek kitett oldalán 30 %-ban nyitott 10 méter magas (H) sávra érkezik a $v=10$ m/s merőleges támadóirányú szél és a sáv szélvédett oldalán 70 %-ban nyitott, akkor a kilépő szélesebbesség (nem

számolva egyéb meteorológiai tényezővel) várhatóan 6 m/s körül lesz (4. táblázat). A számolt kilépő szélesség (w) segítségével megadható az áttörési tényező (L) és a veszteségtényező (ξ) is.

P_A [%]	P_B [%]	H [m]	v [m/s]	w [m/s]	L	ξ
15	70	10	10	3,9	0,4	1,8
20	70	10	10	4,8	0,5	1,4
25	70	10	10	5,5	0,6	1,2
30	70	10	10	6,2	0,6	0,9
35	70	10	10	6,8	0,7	0,8

4. táblázat: Különböző jó kialakítású erdősávok jellemzői

Fordított esetben, ha a szélnek kitett oldal jóval nyitottabb, előfordulhat, hogy a szélesség a többszörösére erősödik (5. táblázat). Ez a növekedett érték ugyan pár száz méter után jelentősen csökken, de útmenti hófogó erdősáv esetén megengedhetetlen, hogy a rossz szerkezet a hóátfúvások kialakulását erősítse.

P_A [%]	P_B [%]	H [m]	v [m/s]	w [m/s]	L	ξ
15	10	10	10,0	14,1	1,4	-0,7
20	10	10	10,0	17,3	1,7	-1,1
25	10	10	10,0	20,0	2,0	-1,3
30	10	10	10,0	22,4	2,2	-1,5
35	10	10	10,0	24,5	2,5	-1,7

5. táblázat: Kedvezőtlen kialakítású erdősávok jellemzői

Jelen vizsgálataink során tehát a porozitás illetve az erdősáv nyílt felületeinek vizsgálatából indultunk ki, hogy a majdani végeredményként jellemző áttörési tényezőt kapjunk. A gyakorlati felhasználás lehetőségeit szem előtt tartva egyszerű fényképezőgépeket és megfizethető, mindenki számára elérhető, digitális feldolgozó környezetet (szerkesztő és kiértékelő programmodulokat) használtunk.

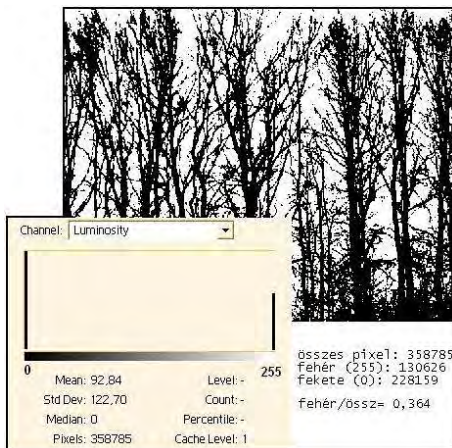
Első lépésként az erdősáv közelében meghatároztuk és rögzítettük azt a pontot, ahonnan felvételt készítettünk a sáv felületéről. A lehetőségekhez képest a felállási pont sáv szélességtől mért távolsága megegyezik a sáv magasságával (H) vagy annak egész számú többszörösével. Bár több tizedesjegy-pontosságú eredményeket nem várhatunk, a felvételt rögzített körülmények közt készítettük úgy, hogy az objektív tengelye párhuzamos a felszínnel és merőleges a fényképezendő felületre. Az elkészült képet képelemző program segítségével szürkeárnyalatúvá transzformáljuk, ahol a

képkockák (pixel) még megőrzik fényintenzitásukat (2. ábra). Az egyszínű (szürke) skálán ezután intenzitásuknak megfelelően csoportosíthatóak a színek. Legegyszerűbb eset, amikor két komponensre osztjuk a színeket, ekkor a fehér és fekete képpontok arány megadja a felvétel (vagyis az erdősáv) százalékos arányban mérhető felületi nyitottságát. Szemléletesebb azaz eset amikor több színcsoportot vizsgálunk, hogy kiszűrhesük az erdősáv mélységében elhelyezkedő faszorokat vagy a háttérben lévő épületek, terepalakulatok esetleges módosító hatásait.



2. ábra: Egy minta különböző színmélységű változatai

A feldolgozó szoftverek többségében adott hisztogram-elemzéssel csatornánként leválogathatóak a képpontok fényességük szerint. A 3. ábrán egy ilyen elemzés végeredménye látható a fehér szín arány az összeshez viszonyítva 36,4 %. Ezt a vizsgálatot az erdősáv mindkét oldalán elvégezve egymással összehasonlítható porozitási értékeket kapunk, amely alapul szolgálhat az áttörtségi tényező kiszámításához.



3. ábra: Hisztogram-elemzés

Tisztában kell lenni az eljárás fizikai korlátaival, és itt sorolhatnánk a feltételezhető hibaforrásokat. Ezzel szemben arra szeretnénk ráfordítani a figyelmet, hogy ez a közelítő eljárás terepi mérések kiértékelésére elegendőnek bizonyul, ha az erdősávokat minősítés alkal-mával a jól ismert áttörtségi kategóriákba szeretnénk besorolni.

Következtetés, javaslatok

Az elődeink kutatásait és a terepi tapasztalatokat alapul véve, továbbá a fent ismertetett eljárás ismertetésén túlmenően javaslatot szeretnénk tenni egy új minősítési osztályozás mellett is. Tesszük ezt azért, mert mérési tapasztalataink azt mutatják, hogy az elméleti modellezésen túlmenően a meglévő mezővédő erdősávok olyan eredményeket mutatnak, amelyek értékelése a korábbi skála helyett az alábbi 5 kategória alapján praktikusabb és árnyaltabb lenne.

Jelölés	Típus	Áttörtség (L)	Porozitás (P)
5	zárt	0-0,3	0-10 %
4	sűrű	0,3-0,5	10-40 %
3	áteresztő	0,5-0,6	40-60 %
2	ritkás	0,6-0,8	60-90 %
1	nyílt	0,8+	90+ %

6. táblázat: A mezővédő erdősávok osztályozása

Az áttörtséget tudományos alapon nehéz megfeleltetni a porozitásnak, továbbá könnyen belátható, hogy egyoldali szemrevételezéssel nem állapíthatóak meg a sávokban lezajló áramlási viszonyok. Ha az erdősáv szélnek kitett oldala sűrűbb (de nem zárt, $P > 10\%$), mint a szélvédett oldal, akkor szélsébség csökkenésére és ebből fakadóan pozitív veszteségi tényezőre számíthatunk. Az, hogy az áttörtségi tényező kedvezően alakul-e, már csak helyi szélmerések alapján állapíthatjuk meg pontosan, azonban azt sem szabad elfelejteni, hogy az erdősávval való gazdálkodás lehetősége egy olyan eszköz, amellyel módosíthatjuk a védő hatást kiváltó sávszerkezetet, illetve a folyamatos erdősáv-borítottságok biztosíthatjuk a veszélyes szelek elleni védelmet.

Az erdősávok szélvédő hatásának vizsgálata során tisztában kell lenni azzal is, hogy a képletek alapján megtervezett szerkezet nem pontosan a matematika törvényei alapján fog működni. Minden leegyszerűsített modell részleteket ragad ki az egész élő áramlási rendszerből és mindig maradnak olyan tényezők, amelyek a helyi körülmények és a meteorológiai viszonyok kiszámíthatatlansága miatt eltéréseket okozhatnak a jól megtervezett mezővédő erdősávunk környezetében. Ilyen egyszerű ok a szél változó beesési szöge, ahol a pár fokos eltérés is – a relatív „szerkezetváltozás” miatt – már különböző szélsébség csökkenéssel jár, de hasonló előre nem számítható változásokat okozhatnak a sáv környezetének változásai: a felszín tagoltsága, a mezőgazdasági kultúra jellege, stb.

A digitális technikával támogatott kísérleteinket olyan irányba szeretnénk továbbfejleszteni, amely minél szemléletesebben ötvözi magában a meteorológia, az áramlástan és az erdészeti kutatások elméleti és gyakorlati tapasztalatait.

Irodalom

- DANSZKY, I. (szerk., 1972): *Erdőművelés I. – Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest, 420-448 p.*
- DOBOS, T. (szerk., 1972): *Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem B. kötet. – EFE jegyzet, Sopron, 47-49. pp.*
- GÁL, J. (1961): *Az erdősávok hatása a szél sebességére. – Erdészettudományi Közlemények, 2. 5-20 p.*
- GÁL, J. - KÁLDY, J. (1977): *Erdősítés. – Akadémiai Kiadó, Bp. 21-23. p.*
- KERESZTESI, B. (1991): *Forests in Hungary 1920-1985. – Akadémiai Kiadó, Bp. 477 p.*
- LAJOS, T. (2004): *Az áramlástan alapjai. – Műegyetemi Kiadó, Budapest, 288-295. pp.*
- Magyarország erdőállományai, 2001. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 2002.
- TAKÁCS, V. (2004): *A sopronharpácsi mezővédő erdősávrendszer állapotfelmérése, a további hasznosítás lehetőségeinek vizsgálata. – Erdészeti Lapok, CXXXIX. 127-130. pp.*
- TAKÁCS, V. – FRANK, N. (2004): *From forest livestock-keeping to multipurpose shelterbelts; Traditions, resources and potential in the relation of Hungarian forest-management and agriculture. – SSM International Congress, Lugo (Spain).*
- TAKÁCS, V. – FRANK, N. (2005): *Shelterbelts ensure the multifunctionality on cultivated fields and diversify the landscape of Small Hungarian Plain. – Multifunctionality of Landscapes - Analysis, Evaluation, and Decision Support, Justus-Liebig-University Giessen (Germany)*