

# HÓ- ÉS SZÉLFOGÓ ERDŐSÁVOK MINŐSÍTÉSE SZÉLSEBESSÉG-CSÖKKENTŐ HATÁSUK ALAPJÁN

**Frank Norbert és Takács Viktor**

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet,  
Erdőművelési Tanszék*

## **Kivonat**

Az erdősávok elemzésével bizonyíték gyűjthető létjogosultságukra; többcélúságuk kedvező hatású a környezetükre, az életközösségekre és a tájra is. Nemcsak mint rendszert kell őket minősíteni, hanem elemeket is, így az erdősávok alapvető céljából – szélesebbécsökkentés – kiindulva, áttörtségük számszerű osztályozása nélkülözhetetlen a fenntartásuk indoklásához. A tervezett és kivitelezett szerkezetek képest a változó környezeti feltételek miatt a telepítési hálózat, az alkalmazott fafaj és a szegélyzónák is igényeknek módosításokat, hogy a kívánt szélesebbécsökkentő hatás érvényesüljön, illetve a hófogó lerakási zóna megfelelő távolságban legyen. Modellezés során részleteket ragadunk ki az áramlási rendszerből, így számos tényező – pl. a helyi körülmények és a meteorológiai viszonyok - eltéréseket okozhat. A szélirány néhány fokos eltérése is relatív szerkezetváltozást és szélesebbécs-változást okoz csakúgy, mint a felszín tagoltsága. Kutatásunk célja olyan módszer és mérőszám kialakítása, amely objektíven segíti az erdősáv hosszú távú fenntartását és a védelmi szerep fejlesztését. Vizsgálataink alapján ha a szélvédett oldal és a szélnek kitett oldal porozitásának hányadosa 1,6-5 intervallumban található, akkor jó szerkezetű erdősávról beszélhetünk. A korábban használt áttörtségi tényező helyett egyszerűen és pontosan meghatározható mérőszámokat kapunk az erdősávok jellemzésére. Míg az áttörtségi tényező – az erdősáv előtt és az azt követő – szélmérések alapján számított érték, addig a porozitás a törzstér sűrűségének változásait is figyelembe veszi.

*Kulcsszavak:* erdősáv, áttörtség, szélesebbécs, porozitás, modellezés

## **WINDBREAKS AND SHELTERBELTS EXAMINATION BY THEIR EFFECT ON DECREASING THE WINDSPEED**

### **Abstract**

Analysis of shelterbelts gives evidence for their eligibility and their multifunctionality has positive effects on environment, landscape and habitats. Not only as a system, but its elements must be considered. Getting back to the main purpose (wind speed reduction) of belts, the numerical classification is essential for maintaining the porosity and to justify the structure. The structure has always been changing by the



environmental conditions. Not only the distribution of the network, but the trees and shrubs edges also require modification of the structure for the desired effect: reduce wind speed and creating snow dumping zone in a proper distance. Modelling provides details of the flow system: including a number of factors, local conditions and the meteorological conditions cause differences. A few degrees difference in wind direction causes “structural change” and change in wind speed, as well as the surface. Our research aims to develop methods and metrics to objectively assist the forest belt, for a long-term maintenance and development of protection effects. We have found, if the rate of wind protected and wind effected porosity is between 1.6-5 it is a well structured windbreak. Instead of the breakthrough factor this is more simple and preciously measurable value for description. While the breakthrough factor use the wind measurements and does not examine the inner spacing, the porosity consider the changes of density.

*Keywords:* windbreak, porosity, shelterbelt, wind-speed, modelling

## BEVEZETÉS

A második világháborút követő országos erdőtelepítés egyben az erdősáv-telepítések fénykora is volt. Az azóta eltelt időszakban fokozatosan egyre kevesebb figyelem irányul a védelmi szerepű fásításokra mind a mezőgazdasági, mind az erdészeti szakemberek részéről. Különösen az utóbbi két évtizedben maradtak el a szükséges fenntartási munkálatok a gazdasági rendszer még le nem zárult változásai, máig nyitott kérdései (pl. földtulajdon-rendezés) miatt. A korabeli títustervekben leírt erdősáv-szerkezetek nagy része a mai napig megtalálható, ám többségük csak a szerkezetalkotó fafajok megléte és tervdokumentumok alapján azonosítható. Az erdészeti szakirodalom az 1970-es években 35000 hektár erdősávot tartott számon. Az egykori Állami Erdészeti Szolgálat adatai szerint a mezővédő erdő védelmi rendeltetésű erdőterület 2001-re kevesebb, mint felére, 16416 hektárra csökkent. Az adatok pontossága megkérdőjelezhető, hiszen a különböző szempontú felmérések az évek során eltérő eredményekkel szolgáltak. Az alábbiakban felsorolt források a szerzők által alkalmazott elnevezéseket és az általuk közölt adatokat rendszerezik (1. táblázat).

A II. világháború utáni három évtized szakmai körökben az erdősáv-kísérleteiről is jól ismert. Ebben az időszakban az erdősávok létesítése, fenntartása és ápolása magától értetődő feladat volt, hiszen egy adott mezőgazdasági termelőszövetkezet vagy más gazdálkodási szerv (például az Állami Közútkezelő Kht.) a saját tulajdonáért felelősnek érezte magát, s biztosította, igényelte a mezővédő és hófogó erdősávokra fordítandó anyagi és munkaerőforrásokat. Ilyen és hasonló okokra, illetve a kedvező földrajzi fekvésre vezethető vissza, hogy az általunk vizsgált sopronhorpácsi (Takács 2004) és a sarród-nyárligeti erdősávrendszer (Takács és Frank 2004) a mai napig kiválóan szolgálja az eredeti rendeltetését (szélfogás, termőtalaj megőrzése stb.).

Az Erdőművelési Tanszék és jogelődjeinek munkatársai több évtizede foglalkoznak erdősáv-kutatással. Jelenlegi munkánk során abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy a korabeli mérési eredményeket – főleg kiserdői kutatási területeken – alapul véve összehasonlíthatóvá válik a tervezett-telepített és a majd ötven évre rá a jelenlegi állapot. Vizsgálataink célja, hogy különböző szempontok alapján értékeljük a napjainkban is fontos védelmi feladatot betöltő erdősávokat és ezek rendszereinek maradványait (Takács és Frank 2008).

Mezővédő és hófogó sávok szerkezeti elemzésén keresztül számtalan adatot gyűjtöttünk az erdősávok létjogosultságára; bebizonyosodott, hogy multifunkcionalitásuk révén mind a közvet-

len környezetre és a hozzá szervesen kapcsolódó életközösségekre, mind az őket körülvevő tájra kedvező hatással vannak (Takács és Frank 2005).

1. táblázat: Hazánk erdősávjai a számok és az évtizedek tükrében  
Table 1: Windbreaks of Hungary in the view of numbers and decades

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 és Káldy (1977)	9891	ha	meglévő	mező- és legelővédő fásítás
1976-1990		4091	ha	tervezett	
1975		22600	ha	meglévő	összes védőfásítás
1975	Keresztesi (1991)	8800	ha	meglévő	„zöldfolyosó” (green belts)
1975-1990		20600	ha	tervezett	
1990		29400	ha	tervezett	
1990	Danszky (1972)	33400	ha	tervezett	védőfásítás
2001	ÁESZ (2001)	16417	ha	felmért	mezővédő erdősáv

## ANYAG ÉS MÓDSZER

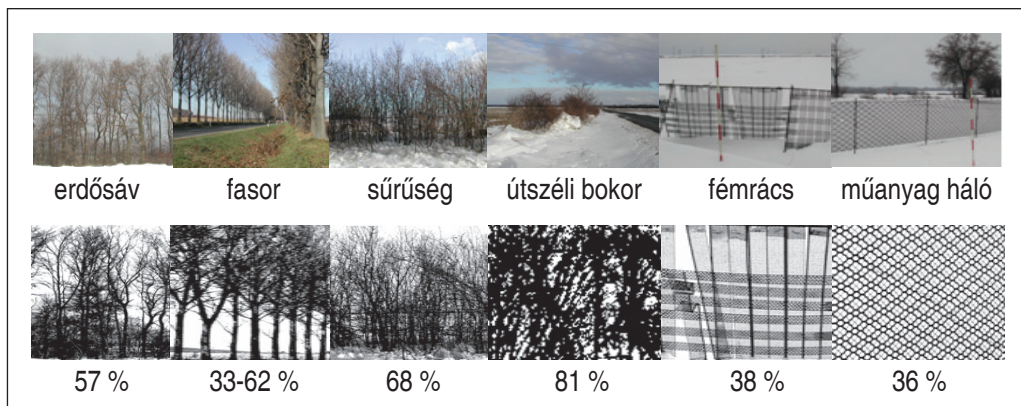
Kutatásaink során elértünk arra a pontra, amikor az erdősávokat már nemcsak mint komplex rendszert, hanem mint egyedi egységet is minősíteni szükséges. Ez a minősítés a faj szintű szerkezeti és egészségi vizsgálatokkal ugyan elvégezhető (Takács 2004), de az erdősávok eredeti gondolatához visszatérve fontossá vált még egy szempont: a mai erdősávok áttörtség szerinti osztályozása.

A máig fennmaradt erdősávrendszerek telepítésekor a tervezők számos szempontot számításba vettek, de azzal talán 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 létesített 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 néhány sor után – szerkezettől függően – a szél ereje az állomány belsejébe jutva belátható távolságon belül felőrlik. Az erdősávoktól nem is azt várjuk, hogy falszerűen újtják állják a szélnek, hanem annak erejét annyira mérsékeljék, hogy az már ne legyen veszélyes a védendő területre (út, szántó, település stb.). 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 (Takács 2008).

Az erdősávok tervezésekor mindenekelőtt meg kell határozni, hogy mit is szeretnénk a szélről 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 effektív magasságát és sűrűségét, addig más fizikai akadályokat is célszerű alkalmazni, továbbá alkalmazhatunk egyéb természetes vagy mesterséges akadályokat (fémrács, hófogó rács stb.) a kiritkult erdősávok esetében is. A következő ábra különböző akadályok porozitását, felületi nyitottságát (nyílt és zárt felületek arányát) hasonlítja össze (1. ábra).



1. ábra: Példák különböző védelmi eszközök felületi nyitottságára  
Figure 1: Examples for the porosity of different windbreaks

Már az erdősávok pontos helyének és tájolásának meghatározásakor érdemes az alkalmazandó fás szárú fajok szerepét véglegesíteni. A szerkezet nemcsak 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 szélesebesség-csökkentő hatást, illetve a hófogó sávok esetén a lerakási zónák megfelelő távolságban való kialakulását.

Felmerül a kérdés, hogy milyen nagyságú veszélyes szélesebességre méretezzünk? Mennyivel csökkentünk a szél erejét? Milyen hatással lesz az erdősáv a védett környezetre, a szélesebesség, az áramlási viszonyok alakulására? Ezekre a kérdésekre próbálunk közelítő válaszokat találni a digitális technika segítségével.

A klasszikus szakirodalom az erdősávok jellemzésére az áttörtségi tényezőt (L) vezette be. Ez a tényező a szélvédett oldal (Lee) és a szélnek kitett oldali (Luv) nyílt területen mért szélesebességek hányadosa. Az erdősávok alábbi kategóriákba való besorolása hézagszázalékuk becslése alapján történt. A hézagszázalékból és a sáv összetételéből (szélesség, fafajok, profil) következtetni lehet az áttörtségi tényezőre. Természetesen ez nem precíz erdősáv-minősítés, de az 1950-60-as évek kutatási eredményeire alapozva elegendőnek bizonyult (2. táblázat).

Napjainkig is sokan és sokféle módon igyekeztek leírni, modellezni az erdősávok környezetében és belsejében zajló áramlásokat, szélesebesség-csökkenést vagy éppen gyorsulást (csa-

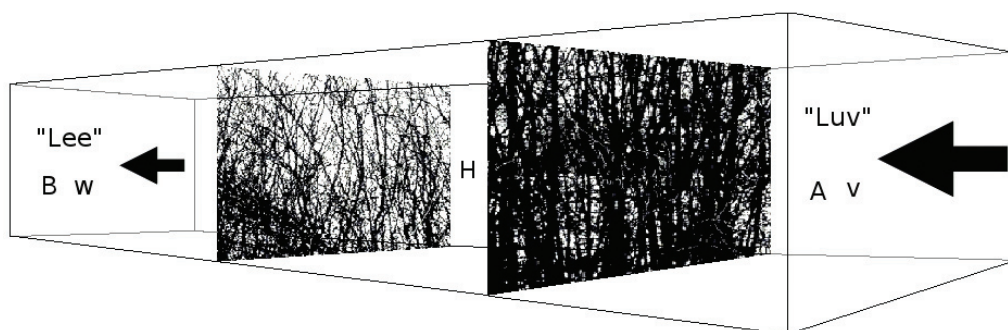
tornahatás). Tapasztalataink szerint a témával foglalkozó kutatók többsége arra az álláspontra jutott, hogy bizonyos pontossági tartományban meg lehet ugyan adni a szélesebbesség-csökkentő hatást, de a sok függő és független környezeti változó miatt univerzális formula leírása nem lehetséges. Az áramlási modellezés rámutat bizonyos törvényszerűségekre, útmutatást ad a tervezés során, de egy adott helyen célszerű a megismert, a gyakorlatban is bevált erdősáv típus alapjait alkalmazni. A már meglévő erdősávok tanulmányozásából és minősítéséből juthatunk a legtöbb hasznos tapasztalati információhoz, amelyet hatékonyan felhasználhatunk új mezővédő vagy hófogó erdősávok tervezéséhez és a meglévők hatékony átalakításához.

2. táblázat: A mezővédő erdősávok osztályozása, Dobos 1972 nyomán  
 Table 2: Classification of shelterbelts after Dobos 1972

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

A szélnek kitett oldal hézagfelületének (A) és a szélvédett oldal hézagfelületének (B) mérésével meghatározható a sáv adott nyílt területi szélesebbesség ( $v$ ) melletti klasszikus áttörtségi tényezője ( $L$ ), hézagszázalékai (továbbiakban porozitás:  $P_A, P_B$ ) és a sáv  $w/v$  arányú sebességcsökkentését jellemző veszteségtényező ( $\xi$ ), amelyben 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 ez azt mutatja, hogy milyen pozitív hatással van az erdősáv összetett szerkezete a szélesebbesség csökkentésére (2. ábra).

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



2. ábra: Az erdősáv mint leegyszerűsített áramlási rendszer  
 Figure 2: Windbreak as a simplified flow-system

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Ha egy erdősávot egyszerű áramlási rendszerben képzelünk el – figyelmen kívül hagyva számos meteorológiai és egyéb környezeti paramétert –, már az „ütközési felületek” tanulmányozásával közelítő és jellemző szélesebbég-csökkenési mutatóval tudjuk az erdősávot mint áramlási akadályt jellemezni. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy egyszeri, úgynevezett szembecsléssel nem állapítható meg – az áttörtséget is jellemző – hézagszázalék (nyílt és zárt felület aránya).

A hézagfelületek arányából ( $P_A/P_B$ ), amit itt porozitásnak ( $P$ ) nevezünk el, már előre jelezhető, hogy várhatóan az erdősávunk a szélesebbég csökkenését vagy növekedését eredményezi. Ha  $P < 1$ , várhatóan csökkenés következik be, ha  $P > 1$ , az a csatornahatás kialakulásához és a szélesebbég növekedéséhez vezet. Természetesen minden esetben szem előtt kell tartani, hogy egy erdősáv hatása a méreteitől, a szélesebbégtől 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 várható kilépő szélesebbég (nem számolva egyéb meteorológiai tényezővel) várhatóan 6 m/s körül lesz (3. táblázat). A számolt kilépő szélesebbég ( $w$ ) segítségével megadható az áttörtségi tényező ( $L$ ) is.

3. táblázat: Különböző jó kialakítású erdősávok jellemzői (saját adatok alapján)  
Table 3: Characteristics of properly structured windbreaks (based on own data)

$P_A$ [%]	$P_B$ [%]	$H$ [m]	$v$ [m/s]	$w$ [m/s]	$L$	$\xi$
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

Fordított esetben, ha a szélnek kitett oldal jóval nyitottabb, előfordul, hogy a szélesebbég a többszörösére erősödik (4. táblázat). Ez a megnövekedett érték ugyan pár száz méter után lecsökken, de útmenti hófógó erdősáv esetén megengedhetetlen, hogy a rossz szerkezet a hóátfúvásokat erősítse.

4. táblázat: Kedvezőtlen kialakítású erdősávok jellemzői (saját adatok alapján)  
Table 4: Unfavourably developed windbreaks (based on own data)

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

Vizsgálataink során a porozitás, illetve az erdősáv nyílt felületeinek vizsgálatából indultunk ki, hogy eredményként jellemző és objektíven mérhető áttörtségi tényezőt kapjunk. Tettük ezt digitális fényképezőgép és a feldolgozást segítő szoftver segítségével. A gyakorlati felhasználás lehetőségeit szem előtt tartva egyszerű digitális fényképezőgépeket és lehetőleg nyílt forráskódú, mindenki számára elérhető digitális feldolgozó környezetet szerettünk volna használni. Jelenlegi ismereteink szerint az általunk kifejlesztett igen egyszerű eljárással nemcsak az erdősávok áttörtségét lehet vizsgálni, hanem ezzel együtt az erdősávok értékelése (pl. hófogóképesség) sokkal konkrétabbá válhat.

Az általunk 2007-ben Sopronhorpács község határ területén elkezdett vizsgálatok szerint az erdősávok szélnek kitett és védett oldalán a porozitási értékek, illetve a két érték hányadosa az alábbi (5. táblázat):

5. táblázat: A vizsgált erdősávok porozitási értékei  
Table 5: Value of porosity of the studies shelterbelts

Erdősáv jele	Porozitás (%)		$P_A/P_B$
	Kített oldal ( $P_A$ )	Védett oldal ( $P_B$ )	
II.	10,3	36,3	3,5
IV.	18,5	63,5	3,4
V.	8,9	35,6	4,0
XII.	46,1	30,5	0,7
U-VIII.	20,5	8,9	0,4
U-IX.	24,5	9,8	0,4

Ha a szélvédett oldal és a szélnek kitett oldal porozitásának hányadosa 1-6-5 intervallumban található, akkor jó szerkezetű erdősávról beszélhetünk. A korábban használt áttörtségi tényező helyett egyszerűen és pontosan meghatározható mérőszámokat kapunk az erdősávok jellemzésére. Míg az áttörtségi tényező – az erdősáv előtt és az azt követő – szélmerések alapján számított érték, addig a porozitás a törzster sűrűségének változásait is figyelembe veszi.

Képszerkesztő szoftverek segítségével elvégezhető a digitálisan rögzített vagy digitalizált felvétel képkockáinak (pixel) mennyiségi és azok adattartalmának minőségi elemzése. Egy ilyen ingyenesen hozzáférhető szoftver az *ImageJ*, amelyet folyamatosan fejlesztenek, és széles körben használnak az orvostudományi képdiagnosztikában és egyéb digitális felvételeket elemző tudományterületeken (Abràmoff és Ram 2004). A minél nagyobb pontosság eléréséhez nagy felbontású tömörített képfájl vagy nyers RAW-fájl alkalmazható. Az utóbbi előnye, hogy nem tömörített, így az az „adatbázis” vizsgálható, amelyet a fényképezőgép rögzített a felvétel időpontjában. A RAW-fájlokkal végzett műveletek a fájl méret miatt nagy erőforrást igényelnek. Mivel nincs szükség minden egyes pixel kiértékeléséhez a felületi áttörtség arányának meghatározásához, elég egy tömörített képfájl (például a közismert JPEG) használata, amely a színmélységről és kontrasztról is elég információt ad, illetve lehetőséget nyújt az utófeldolgozásra.

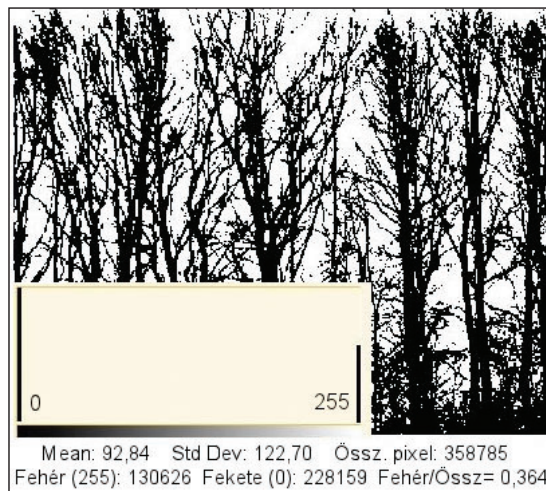
Első lépésként az erdősáv közelében meghatároztuk és rögzítettük azt a pontot, ahonnan felvételt készítettünk a sáv felületéről. A lehetőségekhez képest a felállási pont sáv szélességtől

mért távolsága megegyezett a sáv magasságával (H) vagy annak egész számú többszörösével. Bár többitizedesjegy-pontosságú eredményeket nem várhatunk, a felvételt rögzített körülmények közt készítettük úgy, hogy az objektív tengelye párhuzamos volt a felszínnel és merőleges a fényképezendő felületre. (A felvétel torzulásainak vizsgálatától egyelőre eltekinttünk.) Az elkészült képet képelemző program segítségével szürke-árnyalatúvá transzformáltuk, így a képkockák (pixel) még megőrzik fényintenzitásukat (3. ábra). Az egyszínű (szürke) skálán ezután intenzitásuknak megfelelően csoportosíthatóak a színek.



3. ábra: Egy minta különböző színmélységű változatai  
Figure 3: Different colour depth versions of a sample

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 nyíltságát. Szemléletesebb az az eset, amikor több színcsoportot vizsgálunk, hogy kiszűrjessük az erdősáv mélységében elhelyezkedő fasorokat vagy a háttérben lévő épületet, terepalakulatot.



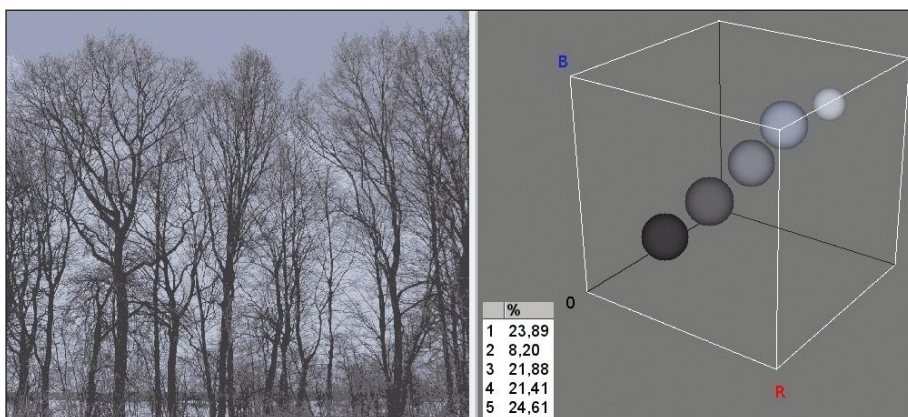
4. ábra: Hisztogram-elemzés  
Figure 4: Histogram-interpretation



Miután a színmélység csökkentése megtörtént, jól elkülöníthetővé válnak a sűrű képrészletek és a kevésbé sűrű, háttérben elhelyezkedő területek. (Nem beszélve a talajfelszínről és a horizontról.) Az egymáshoz közeli pixelek spektrálisan hasonlóak, így ha a nagyjából homogén talajfelszín, növényzet és a háttér (horizont, kék ég) pixeljeit tekintjük, azok egységes pontthalmazoknak tekinthetők. Minél élesebb ezeknek a halmazoknak a határa, annál könnyebben elkülöníthetők, kivonhatók egymásból. A színmélységek területi elkülönülése, illetve azok kiemelése információt nyújt az előrébb-hátrébb elhelyezkedő objektumokról, illetve azok fedéséről is. Előfeldolgozáskor a képminőség javítására alkalmazható a kontraszt és a képélesség fokozása, valamint az élkiemelés. Képhibák és torzítások javítása általában nem szükséges (Csornai és Dalia 1995).

A feldolgozó szoftverek többségében a képpontok fényességük szerint hisztogram-elemzéssel csatornánként leválogathatók. A 4. ábrán egy ilyen elemzés végeredménye látható, a fehér szín aránya 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.

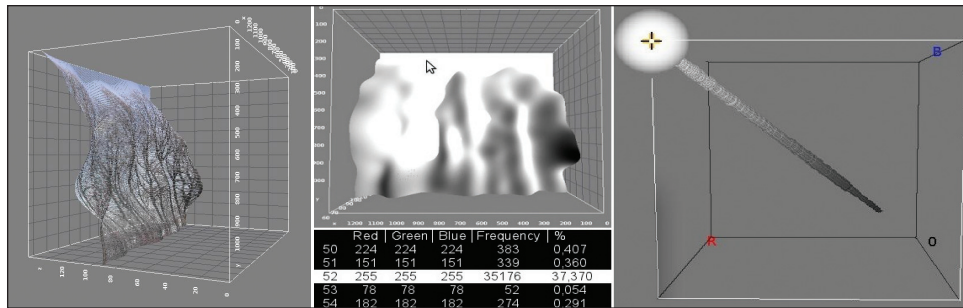
Az elemzésre szánt felvétel mérete (pixelméret, felbontás), a rögzített színmélység (bit mélység) és a vizsgálat tárgya függvényében a több millió színt és megapixelnyi képpontot szűrni kell, hogy a kép mintázatai határozottan legyenek. Célszerű az emberi szem számára jól elkülöníthető 4 vagy 16 színű képre, azaz 2 vagy 4 bitre csökkenteni a színmélységet. Az elemzés során szükség lehet a kép vagy képrészlet 1 bitesre (fekete-fehér) történő konvertálására, így kivonással tájékozódhatunk például a háttér, az árnyék vagy a megmaradt zavaró kontúrok arányáról. Az összetett objektumok kiemelt kontúrokkal jól elkülöníthető felületein a pixelek mennyisége számolható, illetve a beállított méretarány alapján az összefüggő területek aránya mérhető (Reinking 2007).



5. ábra: Csökkentett színmélységű felvétel és a pixelek eloszlása  
Figure 5: Reduced color photo and the distribution of pixels

Ha koordináta-rendszerben helyezük el egy erdősávot úgy, hogy az y tengely annak a hossz tengelye, az x tengely az erdősáv mélysége, és a z tengely a magassága, akkor a következők mondhatók el. Amennyiben részletes képet szeretnénk adni az erdősáv szerkezetéről,

szükségünk van 3 felvétellel: zy, xy és zx irányúra. Visszafelé haladva: a zx felvétel az erdősáv keresztmetszete, amelynek digitális felvételként való leképezésére korlátozottan, csak néhány helyen, az erdősáv két végén, illetve a megtörési pontokon van lehetőség. Az xy felvétel, vagyis a felülnézet megfelelő felbontású légi felvétel segítségével elemezhető. A zy irányú felvételek a helyi adottságok függvényében általában elkészíthetők, továbbá a zy síkkal szöget bezáró uralkodó szélirány esetén több irányból is készíthető kiegészítő felvétel (5., 6. ábra).



6. ábra: 3D erdősávmodell (balról), az ütközési felület szürkeáryalatos térmodellje (középen) és a szóródási hisztogram (jobbról)

Figure 6: 3D model of windbreak (left), greyscale collision model of windbreak (centre) and distribution histogram (right)

Az *ImageJ* nyílt forráskódú szoftver segítségével az erdősávról készült digitális felvételből a képpontok tulajdonságai, adattartalma (színmélység, intenzitás, RGB) alapján térmodell készíthető. Ez a modell jól szemlélteti az erdősáv felszíni változatosságát és egyben azt is, hogy az erdősávba ütköző légáramlatnak milyen utat kell megtennie, illetve milyen szerkezetet átjárnia. A szerkezet felülvizsgálatához a tér- és a felületi modellekből is jelentős információ nyerhető (Ferreira és Rasband 2011).

Hasonlóan a műholdképek és légi fotók elemzéséhez a képrészletek, azok kiemelt pixelei jellegzetes csoportokat alkotnak. A csoportok tematikus osztályokba sorolhatók (háttér, előtér, ütközőfelület, cserjeszint stb.), és digitálisan jól elkülöníthetők és elemezhetők. A módszernek jelentős előnyei vannak: az olcsó adatnyerés, a jól kivitelezhető és megismételhető mintavételezés és a gyors analízis (Czimer 1997).

Tisztában kell lenni az eljárás fizikai korlátaival, és itt sorolhatnánk a lehetséges hibaforrásokat. Ezzel szemben fel szeretnénk hívni a figyelmet arra, hogy ez a közelítő eljárás terepi mérések kiértékelésére elegendőnek bizonyul, ha az erdősávokat minősítés alkalmával a jól ismert áttörtségi kategóriákba szeretnénk besorolni.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Elődeink kutatásait és a terepi tapasztalatokat alapul véve, továbbá a fent ismertetett eljárás alapjainak közzététele mellett javaslatot szeretnénk tenni egy új minősítési osztályozásra. Mérési tapasztalataink azt mutatják, hogy az elméleti modellezésen túlmenően a meglévő mezővédő

erdősávok olyan értékeket mutatnak, amelyek értékelése a korábbi skála helyett az alábbi 5. táblázat értékei alapján pontosíthatóbb lenne.

6. táblázat: A mezővédő erdősávok osztályozása

Table 5: Classification of windbreaks

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 % <

Az áttörtséget nehéz megfeleltetni a porozitásnak, továbbá könnyen belátható, hogy egyoldali szemrevételezéssel nem állapíthatók meg a sávokban lezajló áramlási viszonyok. Ha az erdősáv szélnek kitett oldala sűrűbb (de nem zárt,  $P > 10\%$ ), mint a szélvédett oldal, akkor a szélesebbesség csökkenésére és ebből fakadóan pozitív veszteségi tényezőre számíthatunk. Hogy az áttörtségi tényező kedvezően alakul-e, azt már csak helyi szélmérések alapján állapíthatjuk meg pontosan. Azt azonban nem szabad elfelejteni, hogy az erdősávval való gazdálkodás lehetősége olyan eszköz, amellyel módosíthatjuk a védőhatást kiváltó sáv szerkezetet, illetve a folyamatos erdősáv-borítottsággal biztosíthatjuk a talajközeli szelek káros hatásai elleni védelmet.

Az erdősávok szélvédő hatásának vizsgálata során tisztában kell lenni azzal, hogy a képletek alapján megtervezett szerkezet nem pontosan a matematika törvényei alapján működik. Minden modell részleteket ragad ki az egész élő áramlási rendszerből, és maradnak olyan önkényesen mellőzött tényezők, amelyek a helyi körülmények és a meteorológiai viszonyok kiszámíthatatlansága miatt eltéréseket okozhatnak a jól megtervezett mezővédő erdősáv környezetében. Egy ilyen ok a szél beesési szögének változása, amikor pár fokos változása is – a relatív „szerkezetváltozás” miatt – különböző szélesebbesség-csökkenéssel jár. De hasonló, előre nem számítható módosulásokat okozhat a sáv környezetének változatosága: 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 tapasztalatait.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Abramoff, M. D. and Ram, S. J. 2004: Image Processing with ImageJ. Biophotonics International, Laurin Publishing Co. Inc. <http://webeye.ophth.uiowa.edu/dept/biograph/abramoff/imagej.pdf> (2012-03-12)
- Csomai G. és Dalia O. 1995: Távérzékelés. EFE FFFK, Székesfehérvár, 66-89. pp.
- Czímber K. 1997: Geoinformatika. Soproni Egyetem, Sopron, 44-65. pp.
- Danszky I. 1972: Erdőművelés I. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest: 420-448.
- Dobos T. 1972: Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem B. kötet. EFE jegyzet, Sopron: 47-49.



- Ferreira, T. and Rasband, W. 2011: ImageJ User Guide. <http://rsbweb.nih.gov/ij/docs/user-guide.pdf> (2012-03-12)
- Gál J. 1961: Az erdősávok hatása a szél sebességére. Erdészettudományi Közlemények, (2): 5-20.
- Gál J. és Káldy J. 1977: Erdősítés. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Keresztesi, B. 1991: Forestry in Hungary 1920-1985. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Lajos T. 2004: Az áramlástan alapjai. Műegyetemi Kiadó, Budapest
- Magyarország erdőállományai 2001. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest
- Reinking, L. 2007: Examples of Image Analysis Using ImageJ. Department of Biology, Millersville University. <http://imagej.nih.gov/ij/docs/pdfs/examples.pdf> (2012-03-12)
- Takács V. 2004: A sopronhorpácsi mezővédő erdősávrendszer állapotfelmérése, a további hasznosítás lehetőségeinek vizsgálata. Erdészeti Lapok, 139 (4): 127-130.
- Takács V. 2008: Útfásítások közlekedésbiztonsági vizsgálata a Sopron-Fertőd kistérség területén. PhD értekezés, NymE EMK, Sopron: 108-140.
- Takács, V. and 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. and 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)
- Takács, V. and Frank N. 2008: The tradition, resources and potential of forest growing and multipurpose shelterbelts in Hungary. - In Riguero-Rodríguez, Antonio; McAdam, Jim H., Mosquera-Losada, María Rosa (Eds.) Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects. Serie Advances in Agroforestry Vol.6. Springer Verlag, Florida, USA, ISBN 978-1-4020-8271-9. pp. 415-433

*Érkezett: 2011. május 15.  
Elfogadva: 2012. szeptember 3.*