

HEMISZFÉRIKUS FÉNYKÉPEK HASZNÁLATA LÉKEK FÉNYVISZONYAINAK ELEMZÉSÉHEZ

Kollár Tamás¹

1, Nemzeti Agrárkutató és Innovációs Központ, Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, tudományos segédmunkatárs

kollart@erti.hu

KULCSSZAVAK: fényviszonyok, hemiszférikus fényképezés, lék, folyamatos erdőborítás, nyitottság

ABSZTRAKT

Zárt erdőállományokban a fakitermelések hatására megváltoznak a talajfelszín fényviszonyai. Ezen változások csekélyebbek, amennyiben nem tarvágásról, hanem egy kisterületű lék nyitásáról beszélünk. A vizsgálatba bevont lékekről készített hemiszférikus fényképek elemzése rávilágít arra, hogy egy lék fényviszonyainak meghatározásakor egy egyszerűen mért lékméret nem ad kielégítő választ. A fényképek részletes elemzése lehetővé teszi, hogy megvizsgáljuk, hogy milyen mértékben oszlik meg a fény mennyisége egy lék különböző részterületein. Emellett több fénykép készítésével térbeli mintázatot is meg tudunk rajzolni, mely a továbbiakban összevethető egyéb paraméterekkel, mint a talajnedvesség, légyszárú vagy újulat borítási és magassági értékei.

1. BEVEZETÉS

A szakirodalomban heves vita folyik annak eldöntésére, vajon mely fafajok alkalmasak szálalásra illetve a folyamatos erdőborítással történő gazdálkodásra. Egyesek szerint bármely fafaj, míg mások szerint ez nem igaz. A fafajok fényigényével kapcsolatban rengeteg megállapítás született már a huszadik század elején is (Roth 1935), miszerint megkülönböztetünk fényigényes és árnyéktűrő fafajokat. A tölgyeket fényigényes fafajként írják le. Ezeket a megállapításokat jelentősebb változtatások nélkül a mai napig oktatják (Kolozsár 2002). Kolozsár (2002, 2005) szerint szálaló szerkezetre csak az árnyéktűrő fafajok alkalmasak, főként jegenyefenyő, lucfenyő, és a bükk. A fényigényes tölgyek felújítása elméletileg ellentmond a lékes felújítás csökkent fény mennyiségének, ám sok esetben a szálaló üzemmódról kialakult elképzelések felülírják ezt (Bodonczai és mtsai. 2006, Csépanyi 2008, Pro Silva 1999, Reininger 2010). Csépanyi (2008) több példát mutat be tölgyek felújulásra lékek alkalmazásával, és javaslatokat tesz a szükséges lékméretek, lékalakok és tájolások megválasztására is. Török (2006) részletesen elemzi a bükkösök égtájorientált felújítási módozatait, azonban ennyire részletes mű tölgyekre még nem született.

A folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodás üzemmód egyik legjelentősebb kihívása jelenleg egy adott állományban a megfelelő lékméret kiválasztása, hogy az segítse a gazdaságilag fontos főfafajok felújulását, de lehetőleg korlátozza a vágástéri növényzet konkurenciáját és a nem kívánatos fa és cserjefajok előretörését, ezáltal csökkentve az ápolások szükségességét.

Mivel a fafajok fényigényét számszerűen körülményes kifejezni, szükséges a kutatásban a lékméret mellett lehetőleg annál pontosabb mérőszámokat is alkalmazni.

A hagyományosan szemmel történő becslés által megállapított záródásérték egy lék esetén nem alkalmazható mivel egy szabályos lék elméletileg záródásmentes, míg a körülötte lévő faállományra általában az erdőrézlet átlagos záródása jellemző, így célszerű egyéb mérési módszereket alkalmazni. Egy lék leírása a lékméret talajfelszínen történő mérésével nem ad kielégítő választ arra, hogy milyen fényviszonyok uralkodnak a lékben. Kutatásaimban a fényviszonyok vizsgálatára hemiszférikus (más néven halszemoptikával készült) fényképezést alkalmazok. A fényviszonyok hemiszférikus fényképezéssel történő tanulmányozására már az analóg fényképezőgépek korában is találhatunk példákat (Frazer és mtsai. 1999, Brunner 2002), ám azóta jelentős fejlődésen ment keresztül a fényképezőtechnológia és a digitális feldolgozás is. Magyarországon bükkösökben Gálhidy és mtsai. (2005, 2006) is használtak halszemoptikával készült fényképeket. Mihók és mtsa. (2007) különböző fénymérési technikákkal hasonlították össze a halszemoptikás felvételek eredményeit. A jövőben az egyre nagyobb felbontású digitális fényképezőgépek és fejlett szoftverek egyre pontosabb kiértékeléseket tesznek lehetővé (Guay 2012).

2. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A lékek fényviszonyainak meghatározására a jelenlegi terepi gyakorlat általában különböző lékméretek és tájolások ad meg. A lékméretek terepi becslése több módon történhet. Mivel legjellemzőbbek az elnyújtott lékek, ezért ezek területét legegyszerűbben a hossz- és rövidtengely mérésével lehet számítani. Azonban eme két adatból számíthatunk téglalap képlettel területet, mely jellemzően túlbecsléshez vezethet, vagy ellipszis képlettel, mely általában alul becsülheti a lékméretet. GPS készülékekkel szokás a lékek koronavetületei mentén több pont mérése alapján egy poligon területét kiszámolni, azonban még ez a módszer sem veszi figyelembe a léket körülvevő faállomány magasságát, záródásának térbeli változatosságát. Mindegyik előbb említett módszer jelentős szubjektív hibát tartalmaz a mérést végző személytől függően, aszerint, hogy hol határozza meg a koronavetület pontos helyét. Ennek hibája több méteres is lehet.

A konkrét lékméret meghatározásánál megbízhatóbb eredményeket ad a hemiszférikus, más néven halszemoptikás fényképek kiértékelése. Ezek a fényképező optikák 360°-ban körbelátnak, illetve egy irányban 180°-os szögtartományt képesek lefényképezni, melyet legegyszerűbben egy félgömbként lehet leírni. Ezt a háromdimenziós félgömböt vetítjük le a fénykép két dimenziójára, mely alapján elkülöníthetők az égboltot és a növényzetet jelentő pixelek. Ebben az esetben nem konkrét terület egységet (pl. m²) kapunk, hanem egy záródási értéket, illetve egy ebből számított fénybesugárzási értéket. Ez az érték azonban fényképező eszközönként és feldolgozó szoftverenként különbözhet.

A kísérletekben a lehető legolcsóbb felszereléseket használtam, mivel elsődleges célom az Erdészeti Tudományos Intézet által eddig nem használt módszer megismerése volt. A felszerelés egy Panasonic DMC-FZ 30 fényképezőgépből és egy erre közgyűrűvel felszerelhető Soligor Fish-eye Converterből áll. Az elkészült fényképeket ingyenes szoftverrel, „Gap Light Analyzer” programmal elemeztem (Frazer és mtsai, 1999). A fényképek mindig a lékek középpontjában készültek, 2 méteres magasságban. Feldolgozáskor fontos a fénykép tájolása, ezért minden fénykép állandó észak-déli tájolással készült, melyet tájoló használatával állítottunk be. Szintén bemenő adat az erdőrézlet földrajzi helyzete (GPS koordináta), tengerszint feletti magassága, kitétsége és lejtésszöge (amennyiben nem sík terület), mely tényezők alapján a program számítja a besugárzási értékeket.

Kísérleti területek leírása

Jelen kutatásaimban 217 lék adatait vizsgáltam különböző mérettartományokban és állományokban, a legkisebb lékektől a kisméretű tarvágásokig. A kísérleti területek a Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt. és a HM Kaszó Erdőgazdaság Zrt. gazdálkodási területén helyezkednek el.

9 erdőrészletben 129 közel azonos méretű léket vizsgáltam. Ezek a lékek 2010-ben lettek kijelölve, illetve kitermelve. A kitűzött lékméretet 30x15 méteres téglalapnak felelt meg, tehát a maximális lékméret elméletileg 450 m². A használt tájolások É-D, ÉK-DNy, K-Ny, ÉNy-DK. A lékeket egy erdőrészleten belül úgy jelöltük ki, hogy a részleteket 50x50 méteres parcellákra osztottuk, és ezek középpontjában tűztük ki a különböző tájolású lékeket, véletlenszerű elosztásban. A Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt erdőgazdaság területén a Bejcgertyános 13/A, Vép 32/D, Vép 37/A, Körmend 4/C, Nádasd 3/A, Nádasd 50/A, míg a HM Kaszó Erdőgazdaság Zrt. területén az Inke 37/D, Szentá 1/B és Szentá 37/F erdőrészletekben folytak vizsgálatok.

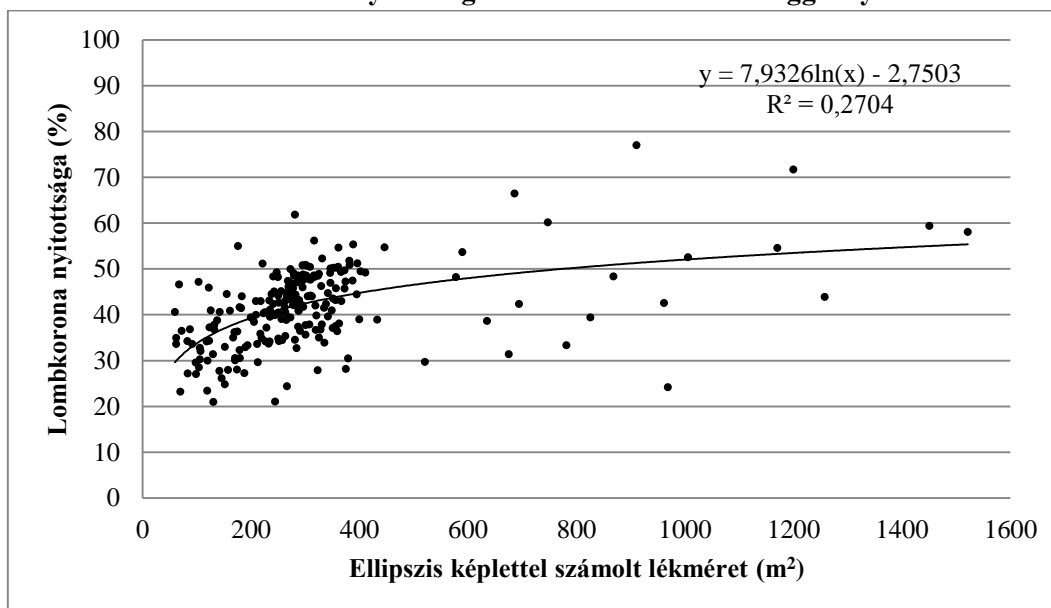
Emellett 88 különböző méretű és változó tájolású léket vizsgáltam meg 9 különböző, átalakító üzemmódban kezelt erdőrészletben, melyeket a Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt. üzemi gyakorlata alakított ki. Ezen módon a Hosszúpereszteg 7/A és 7/B, Hosszúpereszteg 13/B, Hosszúpereszteg 17/E, Nádasd 14/A és 14/B, Nádasd 17/A és 17/B, Nádasd 44/B erdőrészletekben található lékeket mértem fel.

EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Az 1. ábrán látható, hogy nem megfelelő a lékméret és a nyitottság közötti korreláció ($r^2=0,2704$), tehát egy lék leírása a lékméret talajfelszínen való mérésével nem ad kielégítő választ arra, hogy milyen fényviszonyok uralkodnak a lékben. A lékek mérete és a fényképeken mért záródásihiány nem áll szoros összefüggésben.

1. ábra

A lombkoronák nyitottsága a számított lékméret függvényében



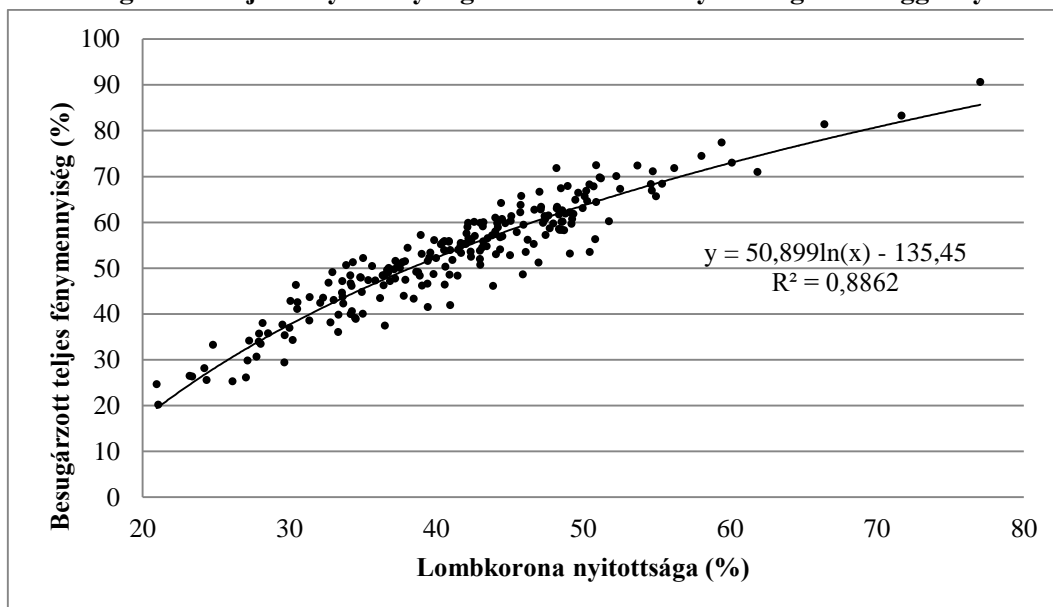
Ennek több oka van:

1. a koronavetületre állás szubjektív mérési hibát tartalmaz a felvételt végző által
2. a lékeket körülvevő állomány záródása sosem 100%
3. a lékek alakja sosem ideális téglalap vagy ellipszis, így konkrét területadatot távolságmérésekkel csak kis pontossággal lehetséges kiszámolni.

Ez alapján véleményem szerint a koronabenövést nem lehet egyértelműen megállapítani megfelelő pontossággal éves szinten a lékek méretének talajfelszíni mérésével. Ennek a mérési hibának a kiküszöbölésére javasolt a halszemoptikával készült koronafényképek készítése és elemzése, mely konkrét számadatot ad az adott lék, illetve az azt körülvevő állomány nyitottságáról és a besugárzott fény mennyiségéről, mely függ a záródástól, a lék tájolásától, kitétségtől, lejtésszögétől, földrajzi helyzetétől és tengerszint feletti magasságától is.

2. ábra

A besugárzott teljes fény mennyiség a lombkoronák nyitottságának függvényében



A 2. ábra egyértelműen szoros összefüggést mutat a két változó között ($r^2=0,8862$). A besugárzott teljes fény mennyiség függ a lék tájolásától és a különböző záródásiányos foltok térbeli elhelyezkedésétől is a mintapont leíró adatain kívül.

Adataink ellenőrzésére, és a koronák benövésének vizsgálata céljából a méréseket 2012 évben megismételtük azonos időpontban, azonos felállási pontban. A lékméreteket két évben egymás után megismételt talajfelszíni mérése során az eredmények jelentős szóródásokat mutattak. Hat erdőrészletben a koronák összenövését tapasztaltuk, míg három erdőrészlet esetében a koronák nyitottabbakká váltak. Ugyan ezen lékekről készült hemiszférikus fényképek elemzése során öt erdőrészletben ezzel ellentétes eredményeket tapasztaltam. Csupán egy erdőrészletben (mely egy jobb termőhelyű gyertyános-tölgyes) tapasztaltam korona záródást, míg a többi részletben a koronák nyitottabbá válása volt mérhető. A 2011 és 2012 években készített fényképek elemzése alapján, a lombkoronák átlagos nyitottsága szignifikánsan 3%-al nőtt (1. táblázat). Ennek oka valószínűleg a szélsőségesen aszályos időjárásra vezethető vissza. Míg 2010 extrém csapadékos év volt, addig 2011 és 2012 aszályos évek voltak. Az elemzett fényképek darabszáma azért nem egyezik, mert 2011-ben öt fénykép alkalmatlan volt a feldolgozásra.

1. táblázat

A kilenc erdőrészlet átlagos nyitottsági értékei 2011 és 2012 években

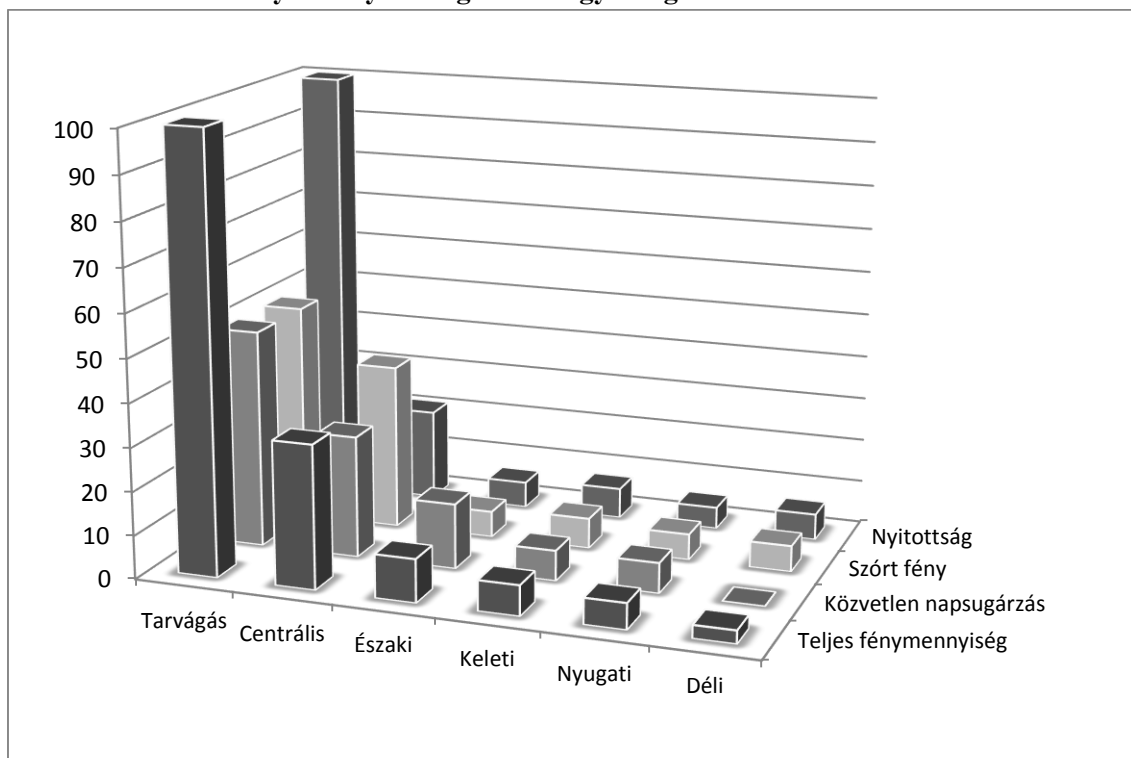
Év	N	Lombkoronák átlagos nyitottsága	s	Min	Max
	db	%	%	%	%
2011	124	40,0	5,3	27,3	57,6
2012	129	43,6	5,6	27,3	56,2

Noha elméletileg hasonló méretű lécek lettek kitűzve, a különböző tájolású lécek nem mutattak szignifikáns különbségeket egyik tájolás javára sem a besugárzott teljes fénymennyiség függvényében a lék középpontjából készített hemiszférikus fényképek elemzése során. Ennek egyik oka a záródásbeli változatosság a lécek környéki állományokon belül. A feltételezhető ok, miszerint a tájolás sokkal kisebb mértékben befolyásolja a lék középpontjába bejutó fénymennyiséget a kísérletekben vizsgált mérettartományú lécekben, mint a lék konkrét mérete, illetve a lék környéki állomány záródása.

Természetesen nem állítom, hogy ne lenne különbség a lék egyes részterületeinek besugárzási értékeiben. Az aljnövényzet és a csemeték növekedése szempontjából fontos, hogy a lécek egyes részterületei mennyi fényhez jutnak. Ennek vizsgálatára négy közel ideálisnak nevezhető téglalap formájú, különböző tájolású (1-1-db É-D-i, ÉK-DNy-i, K-Ny-i, ÉNy-DK-i lék) és hasonló környékbeli záródással rendelkező lék fényképeit részletesen is elemeztem egy erdőrészletből. A fényképeket felosztottam 5 közel egyenlő területrészeire, és vizsgáltam az adott részekre eső fénymennyiség arányát. Az eredményeket a 3. ábrán mutatom be.

3. ábra

Fényviszonyok megoszlása egy átlagos lék részterületein

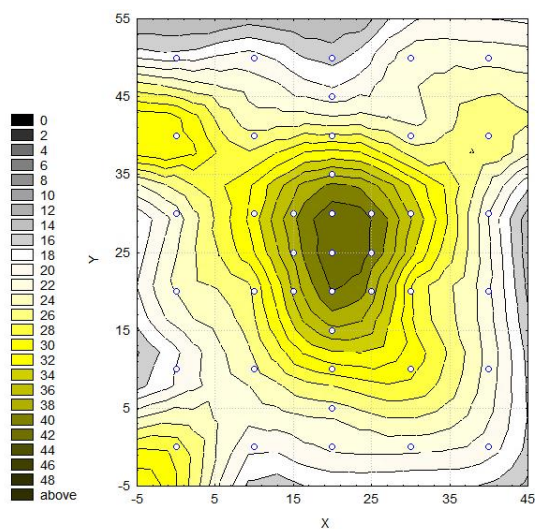


Ezen eredmények alapján egy átlagosan 300 m²-es lék környéke, 25,5 m átlagos magasságú fákkal körülvéve, a teljes fénymennyiség 59%-át kapja, egy tarvágásos felújítással összehasonlítva. Ezen fénymennyiség körülbelül fele jut a lék középpontjába (33%), és csak a másik felén (26%) osztozik a négy oldalsó területre. Szórt fényt tekintetében a lékek oldalai azonos fénymennyiséget kapnak (6-7%), míg közvetlen napsugárzás esetében az déli oldalt nem éri direkt besugárzást (0%), az északi oldal (15%) kétszeres direkt fénymennyiséghez jut a keleti (7%) és nyugati (6%) szélekhez viszonyítva. Ez a fénymennyiség viszont még mindig csak fele a lék közepét ért (28%) közvetlen napsugárzásnak, és ha a teljes fénymennyiséget nézzük, a lék közepéhez képest (33%) az északi oldalon (10%) harmadannyi, a keleti (7%) és nyugati (6%) oldalakon ötödannyi, míg a déli oldalon (3%) tizedannyi fényt kap az aljnövényzet.

Egy lékben több fénykép készítésével térbeli modellt kaphatunk a koronák nyitottságáról és a besugárzott fény mennyiségéről. Egy lék esetében 41 mintapontos hálózatot tűztem ki, és készítettem ezen pontokról felvételeket. A mintapontok elhelyezkedése a lék középső részében 5 méteres hálózatban, míg a lék szélein és a zárt állomány alatt 10 méteres hálózatban találhatóak.

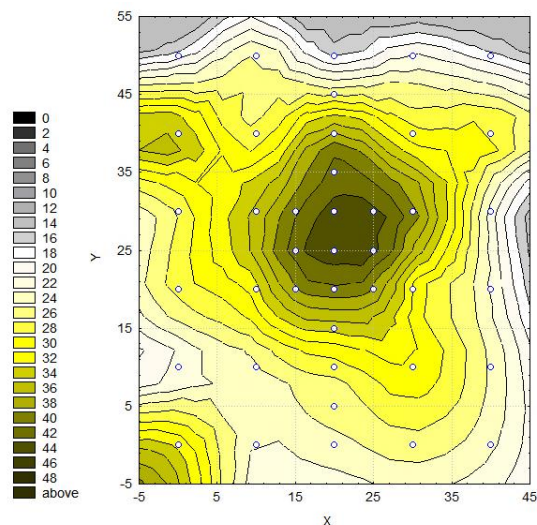
4. ábra

Nyitottsági értékek térbeli eloszlása egy észak-déli tájolású egy szer fél fahossz méretű lékben



5. ábra

A teljes fénymennyiség arányának térbeli eloszlása egy észak-déli tájolású egy szer fél fahossz méretű lékben



A 4. ábrán jól látható a lék alakzatának szimmetrikussága, míg az 5. ábrán a fényintenzitás maximuma (sötét részek) enyhe északra tolódást mutat. A maximális fénybesugárzást kapott terület is csak a faállomány feletti (vagy tarvágáshoz viszonyított) fény 40-50%-át kapja.

3. ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálatba bevont lékekről készített hemiszférikus (más néven halszemoptikával készült) fényképek elemzése rávilágít arra, hogy egy lék fényviszonyainak meghatározásakor egy egyszerűen mért lékméret nem ad kielégítő választ. Az eredmények tükrében javasolható a kutatással foglalkozó szakemberek számára hemiszférikus fényképek készítése a lékek talajfelszíni területének becslésével párhuzamosan, melyek kiértékelésével pontosabb záródási jellemzőket és valós megvilágítottsági értékeket kaphatnak vizsgálataik során.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetnyilvánítással tartozom a kutatásokhoz mintaterületeket biztosító HM Kaszó Erdőgazdaság Zrt.-nek és a Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt.-nek. Ez a tanulmány a *Silva naturalis* - A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bodonczi L.; Illés G.; Keresztes GY.; Marghescu T.; Meggyesfalvi I. és Sinka A. 2006: A szálalás. HM Budapesti Erdőgazdaság Zrt. kiadványa, Budapest.
- Brunner, Andreas 2002: Hemispherical photography and image analysis with hemIMAGE and Adobe Photoshop, Danish Forest and Landscape Research Institute
- Csépányi P. 2008: A tölgy és a folyamatos erdőborítás, Erdészeti Lapok CXLIII. évf. 10. szám (2008. október)
- Frazer, G.W.; Canham, C.D.; and Lertzman, K.P. 1999: Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- Gálhidy L., Mihók B., Hagyó A., Rajkai K., Standovár T., 2006: Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understorey vegetation of a Hungarian beech forest, *Plant Ecology* (2006) 183:133–145
- Gálhidy L., Mihók B., Hagyó A., Kelemen K., Ruff J., 2005: Felújulás egy bükkállomány mesterséges lékjeiben – a lékméret hatása az újulat változásaira, *Erdészeti Lapok CXL. évf. 12. szám* (2005. december)
- Guay R. 2012: WinScanopy 2013a for canopy analysis, user's manual, Regent Instruments Canada Inc.
- Kolozsár J. 2005: Szálalási lehetőségek és tudományos megalapozásuk, Erdő- és fagazdaságunk időszzerű kérdései; szerk.: Solymos R., MTA Budapest
- Kolozsár J. 2002: Erdőneveléstan, Egyetemi jegyzet, Sopron.
- Mihók B., Hagyó A., Standovár T., Gálhidy L., Ruff J., 2007: Figyeljük a fény játékát *Erdészeti Lapok CXLII. évf. 5. szám* (2007. május)
- Pro Silva alapelvek 1999: <http://www.prosilva.hu/alapelvek.php>
- Reininger H. 2010: A szálalás elvei avagy a korosztályos erdők átalakítása; HM Budapest Erdőgazdaság Zrt., Budapest
- Roth Gy. 1935: Erdőműveléstan I, II. Rottig – Romwalter Nyomda berlői, Sopron.
- Török A. 2006: Bükkösök erdőfelújítása az égtájorientált felújítási rendszer tükrében, Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Zrt., Veszprém