

SZAKMAI ZÁRÓJELENTÉS

a

Középhegységi lomberdők természetes bolygatásainak vizsgálata távérzékeléses módszerekkel című kutatási projektről

Kutatásunkat az a felismerés vezette, hogy a hazai erdők bolygatási rezsimjéről tudásunk korábban két ok miatt is igen hiányos volt. Egyrészt, hazánkban néhány nagyon kis területű erdőfolt kivételével a természetes folyamatok tanulmányozására nem nyílik lehetőségünk. Másrészt, a tudományos közfelfogásban máig hat a biológiai közösségek egyensúlyi megközelítésén alapuló szemlélet – amely a bolygatásokat csak ritkán bekövetkező katasztrófának tekinti – ezért az erdeinket érő természetes bolygatások vizsgálatával hazánkban napjainkig érdemtelenül keveset foglalkoztak.

Kutatásunk keretében célunk volt mind az erdők finom-léptékű mintázatát meghatározó lékdinamika, mind a durva mintázatot meghatározó intenzív, nagy kiterjedésű bolygatások vizsgálata távérzékeléses technikák alkalmazásával.

Elvégzett munkánk közvetlenül kapcsolódik olyan egyéb vizsgálatokhoz, amelyek a létrejött lékekben bekövetkező regenerációra, a bolygatások mintázat-generáló szerepének feltárására, az erdei fajok különböző bolygatásokra adott válaszaira irányulnak. Az elméleti eredmények felhasználhatók a természetközeli erdőgazdálkodás megalapozásában, olyan alternatív kezelések kidolgozásával, amelyek az erdők szerkezeti diverzitását növelik, stabilitását nem csökkentik, és ezért természetvédelmi és gazdasági érdekeket is kiszolgálhatnak.

E pályázat keretében a következő kérdésekre kerestük a választ:

- 1) Milyen a hazai gazdasági erdőket érő durva léptékű, intenzív természetes bolygatások mintázata, és melyek e mintázatok kialakulásáért leginkább felelős tényezők?
- 2) Növeli-e az erdőgazdálkodás Magyarországon napjainkig elterjedt gyakorlata a bolygatások kialakulásának valószínűségét?
- 3) Milyenek a Magyarországon szokásos vágásfordulónál idősebb, hosszú ideje nem kezelt bükkösökben megfigyelhető finom léptékű lékdinamika jellemzői?

Mind a három kérdés megválaszolásakor a bolygatások lokalizálásához, valamint időbeli változásuk detektálásához távérzékeléses technika és térinformatikai eszközök használata szükséges, így munkánk várható módszertani eredményei is érdeklődésre tarthatnak számot.

Az elvégzett kutatás két résztémából áll, az első téma a hazai gazdasági erdők durva léptékű, intenzív bolygatását vizsgálja (1, 2 kérdés), a második résztéma erdészeti kezelés által nem érintett erdők finom-léptékű lékdinamikáját elemzi (3 kérdés).

I. Gazdasági erdőket ért durva léptékű, intenzív bolygatások vizsgálata

Kutatásunk fő célja az volt, hogy korábbi vizsgálatainkat folytatva, azt területileg jelentősen kiterjesztve és a vizsgálatba – a már részben elemzett 1996-os jégtörés és 1999-es széldöntés mellett – a 2001-es jégtörést bevonva feltárjuk, milyen okok vezettek a bürzsönyi nagy intenzitású jégtörések és széldöntések kialakulásához. Előzetes kutatási eredményeinkre támaszkodva feltételeztük, hogy e természetes bolygatások kialakulásukban az abiotikus környezeti változókon túl az erdészeti kezelésnek is jelentős szerepe van. E pályázat keretein túlmutató célunk továbbá az is, hogy a vizsgált területen kijelöljük azokat a területeket, amelyek a legveszélyeztetettebbek a bolygatások szempontjából, és ezekre az állományokra – az erdészetekkel együttműködésben – kezelési tervet dolgozzunk ki.

Vizsgálatunk objektuma a Börzsöny azon erdős területe, amely az Ipoly Erdő Rt. kezelésében van. Ez a kb. 15*20 km-es terület lefedi az összes bolygatás által érintett területet a Börzsönyben, a teljes Magas Börzsönyt, és a hegylábi területek – melyek részben magánkézen vannak – erdőinek nagy részét is. Az elemzések háttérét biztosító térinformatikai adatbázist erre a területre építettük ki. Az adatbázis tartalma a következő:

- 1:10.000 EOVI térkép szintvonalai;
- digitális terepmodell;
- 1:20.000 erdészeti üzemtervi térkép erdőrészei;
- erdészeti üzemtervi térképhez tartozó 1995-ös, 1999-es és 2001-es erdőadattári adatok az egyes erdőrészekhez rendelve;
- négy időpontban (1995 (csak Királyréti), 1999 július (csak Királyréti), 2000, 2001 április) készült légifelvétel-sorozatok geokódolt képei.

E kiindulási adatokból mind a domborzatra (tenger szint feletti magasság, meredekség, kitettség), mind az erdőállomány állapotára (kor, uralkodó fafaj elegyaránya, átlagos magasság, átmérő, sudarlósság, utolsó 5 évben kitermelt faanyag mennyisége) vonatkozó változókat tartalmazó fedvényeket készítettünk.

A következő kérdések megválaszolását terveztük:

1. Mekkora területet érintettek a bolygatások?
2. Milyen domborzati viszonyok közt dőltek ki a fák jég és szél hatására?
3. Mik az érintett erdők faállományának jellemzői?
4. Milyen erdészeti kezeléseken estek át a közelmúltban? Nagyobb-e a bolygatások bekövetkezésének esélye az intenzívebb fahasználattal érintett területeken?
5. A domborzat, faállomány és kezelés változói közül melyek szerepe a legfontosabb az egyes bolygatások kialakításában?
6. Hol vannak további veszélyeztetett területek?

Eredményeink bemutatása előtt röviden szólni kell azokról a külső körülményekről, amelyek meghatározták (korlátozták) az adatgyűjtés és a feldolgozás sikerességét. A három időpontban történt bolygatási események szétválasztásához csak a Királyréti Erdészeti területre rendelkezünk a szükséges számú légifelvétellel, ezért a többi helyen az 2000 előtti események szétválasztására légifotó alapján nem volt lehetőségünk. Ezen segíthetett volna a területileg illetékes erdészek pontos és részletes adatszolgáltatása. Sajnos az egyes erdészeknél az adatszolgáltatásra vonatkozó hajlandóság (lelkesség) és a begyűjtött adatok pontossága, megbízhatósága is változó volt (pl. azért is mert sok helyen lecserélődött a személyzet 1996/1999 óta). Az egész vizsgálati terület mérete (közel 300 km²) és a források szűkösége (éves keret késői megnyílása, idő közbeni forráselvonás) együttesen oda vezetett, hogy pontos terepi ellenőrzést és részletesebb kvantitatív elemzésre alkalmas terepi adatgyűjtést csak a Királyréti Erdészeti területén volt módunk végrehajtani. Egyébként a korábbi események terepi szétválasztásának ennyi év elteltével már nincs is sok esélye. Végül további korlátot jelentett az az önmagában örömdetes fejlemény, hogy a pályázatban fontos szerepet vállaló Aszalós Réka időközben egészséges fiú gyermeknek adott életet.

Mindezek miatt feltett kérdéseinkre három „adatjósági szinten” válaszolunk. A legkevésbé pontos/megbízható adatokat a terület kerületvezető erdészeitől gyűjtöttük, kérdőívek segítségével. Az így előállt adatok egyes erdőrészekről adnak átlagos információt a jég, illetve szél által okozott kár mértékéről. A következő szintet az elérhető légifotókon végzett bolygatási folt térképezéssel előállított adatok jelentik. A legpontosabb elemzéseket a Királyréti Erdészeti területén végeztük, ahol négy időpont légifotóin berajzolt foltok terepi ellenőrzését, illetve az egyes bolygatási foltokban az okozott kár (ágtörés, törzstörés, dőlés) mértékének terepi becslését is elvégeztük minden bolygatott foltban.

I/1 Természetes bolygatások területi kiterjedése és intenzitása a Börzsönyben a kerületvezetők adatai alapján

Az alább bemutatott adatokat a területeket legjobban ismerő kerületvezető erdészek kérdéseinkre adott válaszai alapján állítottuk össze. Az alábbi táblázatban az egyes bolygatási események kapcsán négyféle adatot közlünk:

- Intenzív (30%<) teljes koronavesztés
- Sporadikus teljes koronavesztés
- Intenzív (10%<) végleges koronavesztés
- Sporadikus végleges koronavesztés

A teljes koronavesztés adat az egyes fák kidőlése, illetve a részleges koronavesztéssel járó törés együttes hatására fellépő koronavesztés mértékét jelenti. Ezt abban az esetben tekintettük intenzívnak, ha erélye meghaladta a 30 %-t. A végleges koronavesztés adat szigorúan a kidőlés-eredetű koronavesztést jelenti, ami – szemben a koronatörés-eredetűvel – már nem tud pótlódni regenerálódás útján. Ezért ebben az esetben a 10%-ot meghaladó intenzitást már intenzívnak tekintettük. A I.1 táblázatban az egyes időpontokhoz a négyféle bolygatási típusra megadjuk az érintett terület százalékos részarányát az egyes erdészetek területén. Az 1999-es széldöntés esetében csak a végleges koronavesztési adatok szerepelnek, mert a szél alapvetően kidöntötte a fákat, részleges koronatörést nem okozott,

I.1. táblázat. Intenzív teljes és végleges koronavesztés a négy erdészet területének százalékában

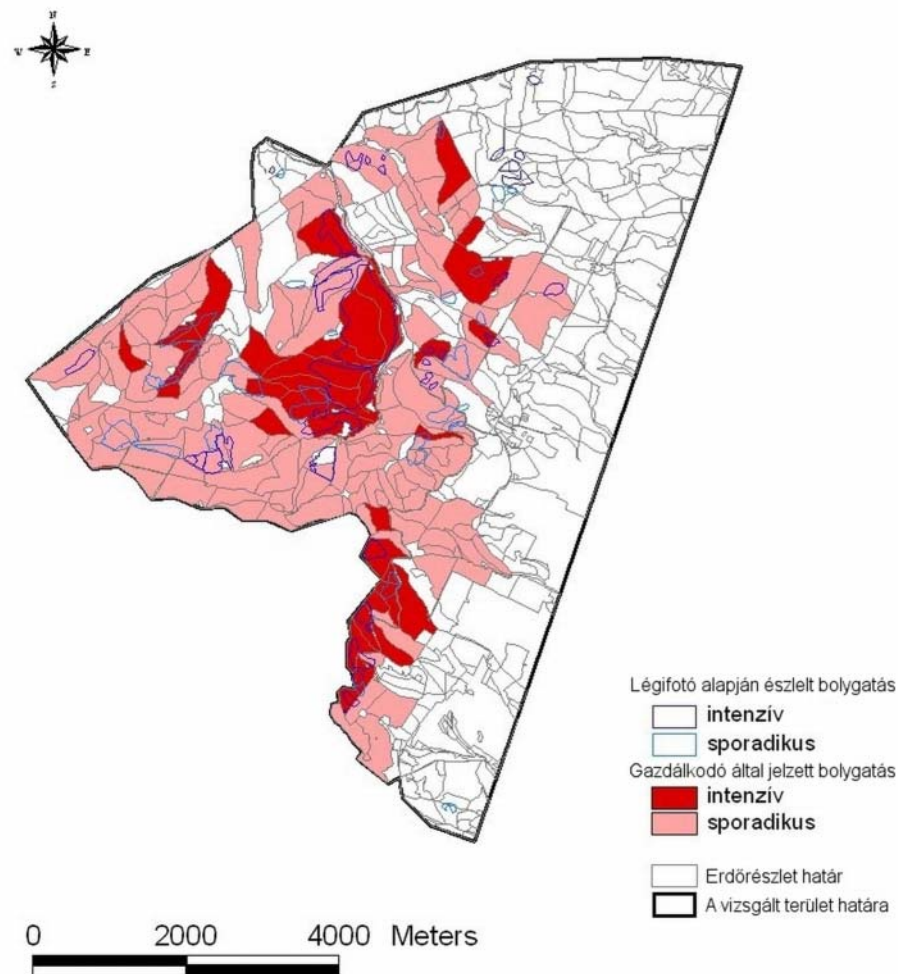
Év	Bolygatás típusa	Királyrét	Diósjenő	Nagymaros	Kemence
1996	Intenzív (30%<) teljes koronavesztés	6,1	19,8	0,0	0,0
1996	Sporadikus teljes koronavesztés	24,6	55,1	36,3	7,1
1996	Intenzív (10%<) végleges koronavesztés	3,3	20,8	15,7	0,0
1996	Sporadikus végleges koronavesztés	16,9	32,3	20,6	1,0
1999	Intenzív (10%<) végleges koronavesztés	1,5	6,2	0,0	0,6
1999	Sporadikus végleges koronavesztés	8,5	15,6	27,4	21,1
2001	Intenzív (30%<) teljes koronavesztés	10,5	25,5	0,0	17,7
2001	Sporadikus teljes koronavesztés	35,2	67,9	59,9	67,5
2001	Intenzív (10%<) végleges koronavesztés	2,9	27,0	0,0	23,4
2001	Sporadikus végleges koronavesztés	22,2	32,5	58,0	45,2

Az I/1 táblázat adatai alapján az adatszolgáltatókra és a vizsgált jelenségre jellemző tulajdonságok keverten jelentkeznek. Az utóbbival kezdve, látható, hogy az egyes erdészetek területét nagyon különböző mértékben érte a három bolygatási esemény. Például, míg a Kemencei Erdészet területén csak a 2001-es jégtörés volt jelentős hatással, addig a Királyréti Erdészet erdeit mindhárom esemény súlyosan érintette. Az adatszolgáltatás minőségében meglevő különbségek hátterében az állhat, hogy az egyes erdészeteknél nem egyformán vették komolyan ezt a (valljuk be számukra is érdekes, de plusz) feladatot. Így nagyon eltérő pontosságúak az adatok, például a legpontosabb adatszolgáltatást végző királyréti erdészek adatai sokkal kisebb jelentőségűnek mutatják az 1996-os jégtörést mint a Diósjenői Erdészet területét jellemző számok, pedig a terepi tapasztalat ennek ellentmondott. Ennek megfelelően ezekből az adatokból részletesebb elemzést nem végeztünk.

I/2 Természetes bolygatások területi kiterjedése és intenzitása a Börzsönyben légifotókon elkülönített foltok alapján

Az e szinten elérhető eredményeket a Diósjenői Erdészet területére végzett elemzés segítségével mutatjuk be. A területről 2000-ben és 2001-ben készült légifelvételek álltak rendelkezésünkre. E felvételek térinformatikai rendszerbe integrált képein, a számítógép monitorán történt a feltételezett

bolygatási foltok digitalizálása. A két felvétel elkészülte közötti időben keletkezett foltok egyértelműen a 2001-es jégtörés foltjai, a korábban észlelt foltok szétválasztása 1996-os és 1999-es bolygatási eseményekre nem volt megbízhatóan lehetséges.



I/1 ábra. A 2001-es jégtörés által érintett területek a légifotókon történt digitalizálás (két intenzitás szintnek megfelelő színnel elhatárolt poligonok) valamint az erdészek adatközlése (két intenzitási szint szerint kiszínezett erdőrészletek) alapján a Diósjenői Erdészet területén.

Amint azt az I/1 ábra meggyőzően mutatja, a távérzékeléses technikával a valós helyzetet sokkal jobban közelítő képet lehet nyerni. Az erdészek adatközlése alapján alapvetően túlbecsültük a jégtörés által sújtott terület nagyságát (I/2 táblázat). Komoly korlátot jelent viszont, hogy az erdészeti beavatkozások hatására keletkező „koronavesztés” nem egyértelműen elkülöníthető a légifotón a természetes bolygatás hatásától. Ezt a problémát a teljes terület lejárásával, a helyi erdészek együttműködésével, vagy naprakész és pontos digitális erdészeti adatbázis felhasználásával lehetséges megoldani. Az első megoldás túl drága (és szinte fölöslegessé tenné a távérzékelés alkalmazását), a másodikra sajnos nem lehetett olyan ütemben és olyan mértékben számítani, ahogy erre szükségünk lett volna, s a harmadik lehetőség sem volt elérhető.

I/2 táblázat. A 2001-es jégtörés által érintett terület nagysága a Diósjenői Erdészet területén vizsgált 2290 hektáron a kérdőíves felmérés és a távérzékeléses technikán alapuló vizsgálat eredményei szerint.

Bolygatás típusa	Érintett terület (ha)		Érintett terület (%)	
	Kérdőív	Légifotó	Kérdőív	Légifotó
Intenzív (30%<) teljes koronavesztés	602,1	217,1	26,3	9,5
Sporadikus teljes koronavesztés	1634,3	107,1	71,3	4,7

Az I/2 táblázat adatai azt mutatják, hogy az intenzív koronavesztést a kérdőíves felmérés alapján jelentősen (majdnem háromszorosán) túlbecsültük. A sporadikus koronavesztéssel érintett területre vonatkozó becslések a két módszer esetében 15-szörös eltérést mutatnak. Ennek háttérében kettős hatást feltételezünk. Egyrészt a kérdőíves felméréskor az érintett erdőrészlet teljes területét „bemondták” az erdészek. Másrészt, elképzelhető, hogy az enyhe koronavesztés hatásai a légifotón nem érzékelhetők.

Mindezen bizonytalanságok miatt a domborzati helyzettel való összefüggés elemzését csak a pontosítás minden lehetőségének kimerítése után végezzük el.

I/3 Természetes bolygatások területi kiterjedése, intenzitása a Királyréti Erdészet területén légifotókon elkülönített foltok terepi felmérése alapján

A legteljesebb és egyben legpontosabb elemzést a Királyréti Erdészet területén tudtuk elvégezni. Itt sikerült 1999-ben egy mintaszerű együttműködést kialakítani, s ennek eredményeként mind a jelen kutatás előzményét képező, mind a mostani pályázat keretében végzett vizsgálatok során minden gyakorlati segítséget megkaptunk.

Erre a területre elég pontos információval rendelkezünk az 1996-os és 1999-es bolygatás által érintett foltokról a megfelelő időpontokban külön e célra megrendelt légifotókon berajzolt foltok erdész kollégákkal közösen végzett terepi ellenőrzése révén. A 2001-es jégtörés után, az új légifotókon végzett folt digitalizálás terepi ellenőrzésekor a helyi erdészetvezetővel közösen a teljes területet bejártuk (4200 ha). A terepen látottak és a légifotók segítségével a bolygatások szempontjából homogén foltokra osztottuk a területet. Minden foltban becsteltük a I/3 táblázatban felsorolt jellemzőket. Ezzel együtt a kinyomtatott 2001-es légifotóra rajzoltuk a foltok határait és foltszámukat. Majd a foltok körvonalait digitalizáltuk, a hozzájuk tartozó adatok térinformatikai adatbázisba kerültek.

I/3 táblázat. A Királyréti Erdészet területén a természetes bolygatások által érintett foltokon a koronavesztés mértékének jellemzése érdekében rögzített változók (Kenderes et al. 2006)

Változó	Jelentése
FOLTSZAM	Folt azonosítója
KIHAT1	1996-os koronatorés, annak a mutatója, hogy a fák ? százaléka tört
KIHAT2	1996-os koronatorés, annak a mutatója, hogy a koronák ? százaléka tört le
KIHAX	1996-os koronatorés, ha két részre bontottuk annak a mutatója, hogy a fák ? százaléka tört
KIHAY	1996-os koronatorés, ha két részre bontottuk annak a mutatója, hogy a koronák ? százaléka tört le
KIHAD	1996-os dőlés 0-100% az akkori bolygatás előtt álló törzsszám százaléka
KIKID	1999-os dőlés 0-100% az akkori bolygatás előtt álló törzsszám százaléka
KET1	2001-es koronatorés, annak a mutatója, hogy a fák ? százaléka tört
KET2	2001-es koronatorés, annak a mutatója, hogy a koronák ? százaléka tört le
KET3	2001-es koronatorés, mekkora a legnagyobb földön található ág legnagyobb átmérője [cm]
KET12	2001-es koronatorés, ha két részre bontottuk, illetve amikor 100%-os koronatorés volt annak a mutatója, hogy a fák ? százaléka tört
KET22	2001-es koronatorés, ha két részre bontottuk, illetve amikor 100%-os koronatorés volt, annak a mutatója, hogy a koronák ? százaléka tört le
KED	2001-es dőlés 0-100% az akkori bolygatás előtt álló törzsszám százaléka

Amennyiben egy területen két jellemző törésmód is előfordult vegyesen, akkor két részre bontottuk a foltot. Általában igyekeztünk külön feltüntetni a fél vagy egész koronákat érintő koronavesztéseket. A terep így gyűjtött adatok alapján az alábbi számításokat végeztük el:

1996tkv (96-os teljes koronavesztés) = $(1-0.01 \cdot \text{KIHAD}) \cdot (0.01 \cdot \text{KIHA1} \cdot 0.01 \cdot \text{KIHA2}) + (1-0.01 \cdot \text{KIHAD}) \cdot (0.01 \cdot \text{KIHA1} \cdot 0.01 \cdot \text{KIHA2}) + (0.01 \cdot \text{KIHAD})$
0.3-tól intenzív

1996vekv (96-os végleges koronavesztés) = $(1-0.01 \cdot \text{KIHAD}) \cdot (0.01 \cdot \text{KIHA1} \cdot 0.01 \cdot \text{KIHA2}) + (0.01 \cdot \text{KIHAD})$
0.1-től intenzív

1999tkv (99-os teljes, egyben végleges koronavesztés – mert csak dőlés volt) = $(0.01 \cdot \text{KIKID})$
0.1-től intenzív

2001tkv (2001-os teljes koronavesztés) = $(1-0.01 \cdot \text{KED}) \cdot (0.01 \cdot \text{KET1} \cdot 0.01 \cdot \text{KET2}) + (1-0.01 \cdot \text{KED}) \cdot (0.01 \cdot \text{KET12} \cdot 0.01 \cdot \text{KET22}) + (0.01 \cdot \text{KED})$
0.3-tól intenzív

2001vekv (2001-os végleges koronavesztés) = $(1-0.01 \cdot \text{KED}) \cdot (0.01 \cdot \text{KET12} \cdot 0.01 \cdot \text{KET22}) + (0.01 \cdot \text{KED})$
0.1-től intenzív

A koronatorések mindig az előző bolygatás után lábon maradt fákra vonatkoznak, tehát, ha 2001-ben 50%-os dölést regisztráltunk, akkor az az 1999-es bolygatás után megmaradt fák 50%-t jelenti. Tehát mindig relatív koronavesztést számoltunk, vagyis az esemény előtti lábon álló állományra, mint 100%-ra vonatkoztatva. Az I/2 ábra a fenti képletek alapján számítva mutatja be az eltérő bolygatás-intenzitású foltok elterjedését.

E pontos információk birtokában lehetőségünk volt megvizsgálni hogyan oszlanak meg az egyes bolygatási események által érintett foltok az eltérő topográfiai helyzetek között. Az I/3-I/5-ös ábrák erre mutatnak be példát a végleges intenzív koronavesztés esetére.

Az ábrák jól mutatják, hogy a teljes területet jellemző eloszlásokhoz képest a bolygatások döntően magasabban fekvő, főleg keleties délkeleti kitétséggű és 20-25 fok meredekséggű foltokat értek. A meredekség kivételével a másik két változó esetében a vizsgált három bolygatási esemény által érintett területek eloszlása eltérő képet mutatott, jelezve, hogy még akár 2 jégtörési esemény sem feltétlen ugyanolyan viszonyok között fejtette ki legintenzívebben a hatását.

A tervezett vizsgálat egyik legérdekesebb része az erdészeti kezelések esetleges hatásainak a feltárása. E vizsgálatok számára komoly korlátot jelent, hogy míg a pontosan térképezett bolygatási foltokhoz a pontosan rájuk jellemző domborzati adatok rendelkezhetők, addig a faállományra, illetve korábbi fakitermelésekre vonatkozó adatok más felbontásban állnak rendelkezésre. A teljes érintett erdőrésztelre vonatkoznak, arra jellemző összegeket vagy átlagokat jelentenek. Ennek ellenére, az alkalmazott CART (classification and regression tree) elemzésekkel megállapítható volt, hogy a domborzati változókon felül a faállományokat jellemző, a kezelésükkel kapcsolatos változók is fontos magyarázó erővel bírtak az egyes bolygatások kialakulásában. A jégtörésre kiemelten a 60 évesnél idősebb sudár bükkösök voltak érzékenyek, míg a széldöntések kialakulásában döntő szerepe volt az előző 5 évben kitermelt faanyag mennyiségének (Aszalós 2003, Aszalós et al. 2004, Aszalós et al. kézirat)

A CART elemzések eredménye alapján az egyes bolygatás félések előfordulási valószínűsége predikálható. E predikciók megbízhatósága több szempontból is korlátozott. Egyebek mellett fontos korlát, hogy eredményük nagyban függ attól, hogy mennyire volt reprezentatív az a tanulmányterület, amit a vizsgált jelenség és potenciális magyarázó változói közötti összefüggések feltárására használtunk. Azt is meg kell említeni, hogy egyáltalán nem biztos, hogy minden potenciálisan fontos magyarázóváltozóról rendelkezünk adattal (Aszalós 2003).

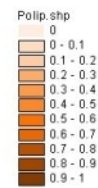
Teljes koronavesztés 1996



Végleges koronavesztés 1996



Teljes (végleges) koronavesztés 1999



2000 0 2000 4000 Meters

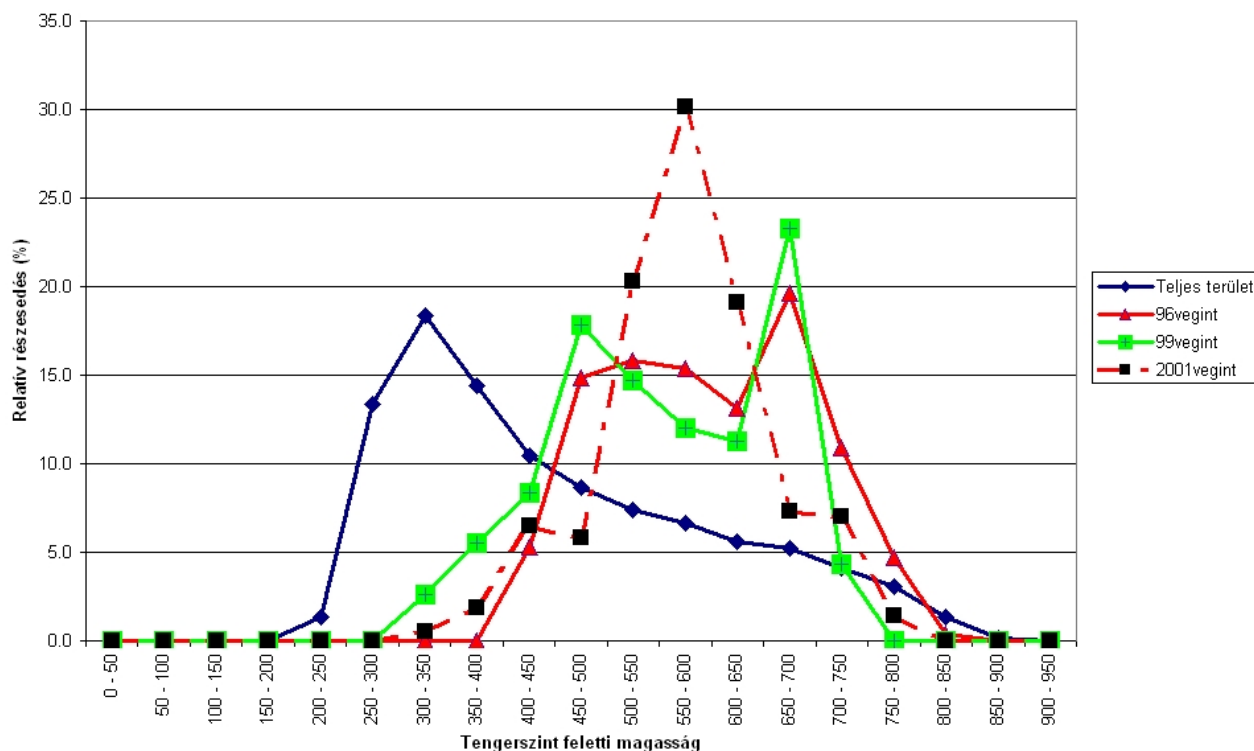
Teljes koronavesztés 2001



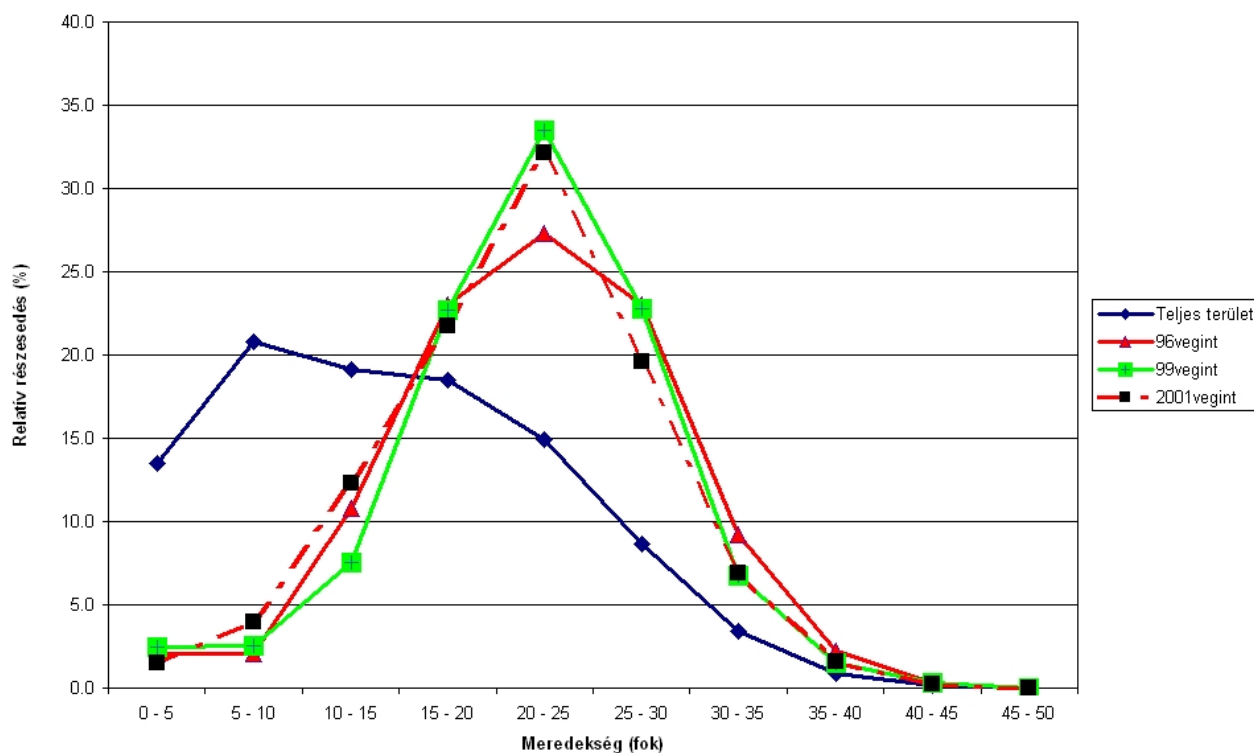
Végleges koronavesztés 2001



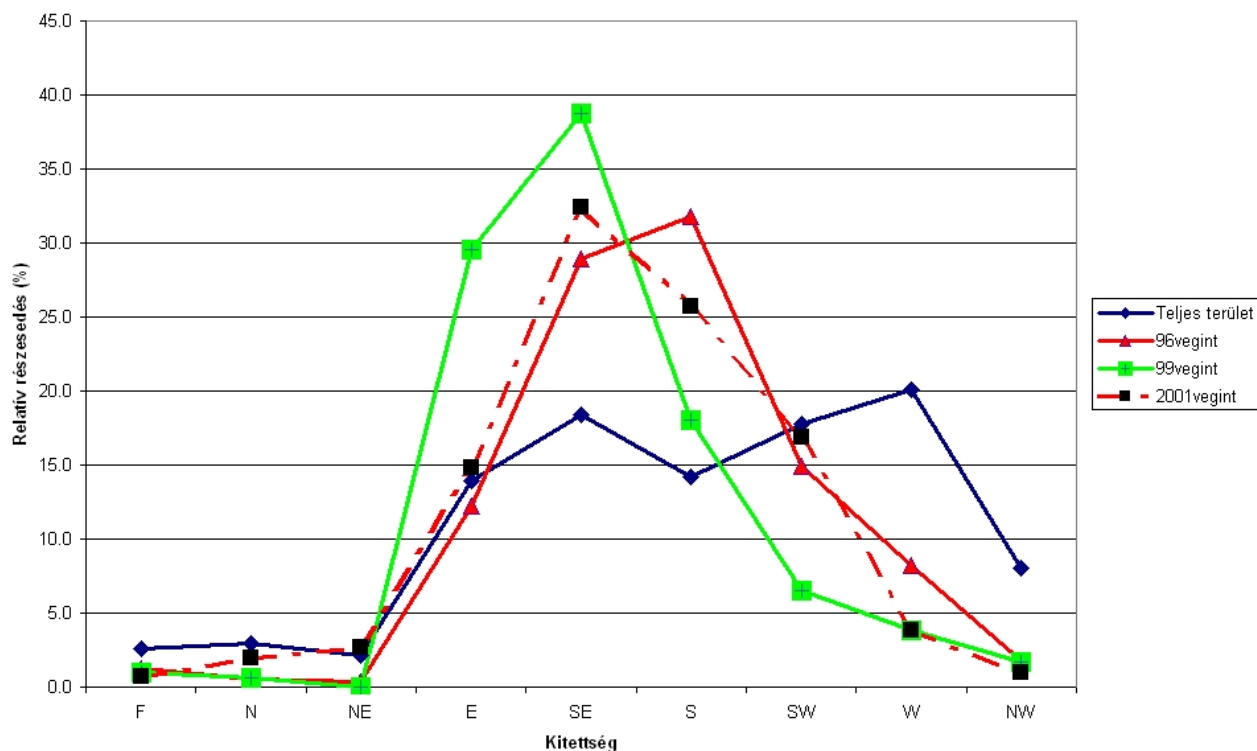
I/2 ábra Az 1996-ban, 1999-ben és 2001-ben bekövetkezett természetes bolygatási események hatására eltérő mértékű teljes és végleges koronavesztéssel jellemezhető foltok elterjedése a Királyréti Erdészet területén.



I/3 ábra Az egyes bolygatási események (1996 – jégtörés; 1999 – széldöntés; 2001 – jégtörés) hatására végleges intenzív koronavesztéssel sújtott foltok megoszlása tengerszint feletti magasság szerint a Királyréti Erdészeti területén.

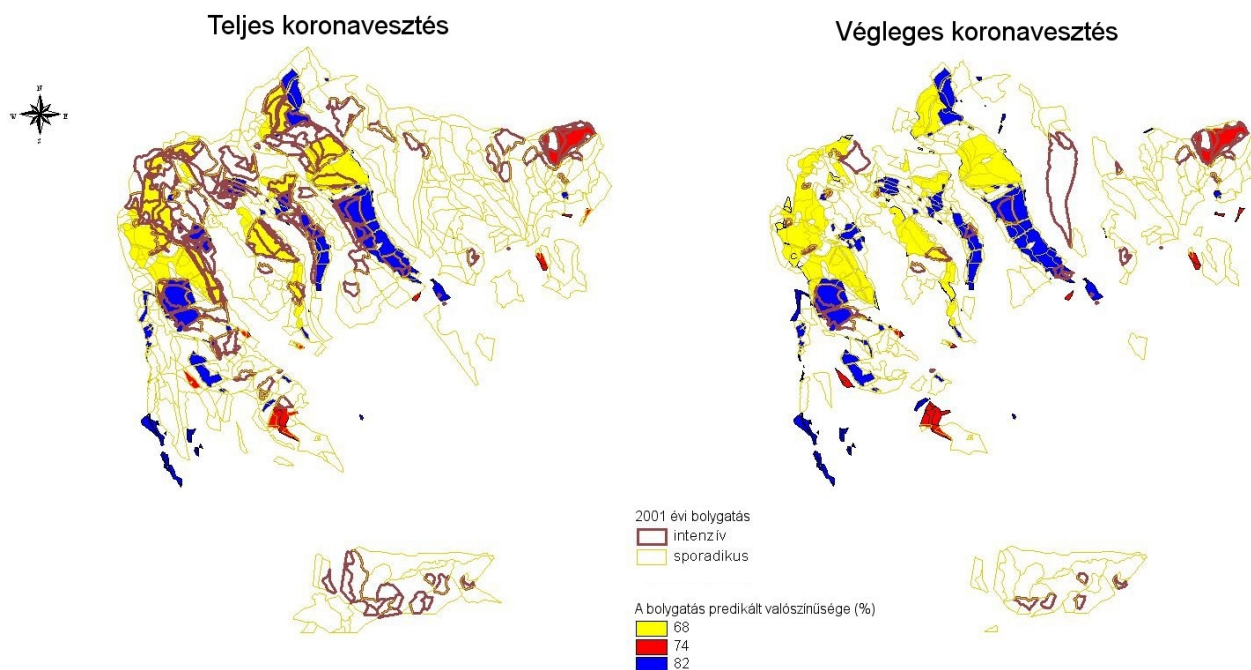


I/4 ábra Az egyes bolygatási események (1996 – jégtörés; 1999 – széldöntés; 2001 – jégtörés) hatására végleges intenzív koronavesztéssel sújtott foltok megoszlása meredekség szerint a Királyréti Erdészeti területén.



I/5 ábra Az egyes bolygatási események (1996 – jégtörés; 1999 – széldöntés; 2001 – jégtörés) hatására végleges intenzív koronavesztéssel sújtott foltok megoszlása kitétség szerint a Királyréti Erdészet területén.

Érdekes megnézni hogy az 1996-os jégtörés vizsgálata alapján megrajzolt predikciós térképen hogy helyezkednek el a 2001-es jégtörés foltjai. Amint azt az I/6 ábra mutatja az egybeesés közel nem teljes. Vannak 82%-os valószínűséggel érintettnek jelzett foltok, amelyeken nem látjuk nyomát a



I/6 ábra. A 2001-es intenzíven és sporadikusan jégtörött foltok elhelyezkedése az 1996-os jégtörés alapján becsült veszélyeztetettség függvényében.

2001-es törésnek. Ennek fő oka az, hogy 1996-ban szinte teljes volt a végleges koronavesztés, így nem maradt mi törjön 2001-re. Sokkal érdekesebb, hogy mivel magyarázható az olyan foltok koncentrált előfordulása, amelyek a 0%-os jósolt veszélyeztetettség ellenére intenzív jégtörést szenvedtek 2001-ben. Itt a tanulóterület reprezentativitásának problémájával állunk szemben. A térkép déli részén külön egységet alkotó Pap-hegy nem volt része az 1996-os jégtörés vizsgálatának (nem volt megfelelő légifotó). Így a predikció alapját adó CART modellben nem szerepelt ez a terület. Kitétség szempontjából viszont az erdészet többi erdejétől markánsan különbözik, így a tanulóterületen nem volt ilyen kitétségekben jégtörés. A végleges koronavesztést mutató térkép nagy „nem színes” foltja olyan fiatalos állományt jelöl, ami azért nem kerülhetett predikcióra, mert az 1996-os jégtörés alkalmával ilyen fiatal állományok nem szenvedtek jelentős kárt.

Mindezek azt mutatják, hogy annak ellenére, hogy e természetes bolygatások mintázatai és a potenciális magyarázó változók közötti összefüggések feltárása sok érdekes eredményt ad, az ezekre épülő predikció megbízhatósága erősen korlátozott.

II. Erdészeti kezelés által nem érintett erdők finom-léptékű lékdinamikájának vizsgálata

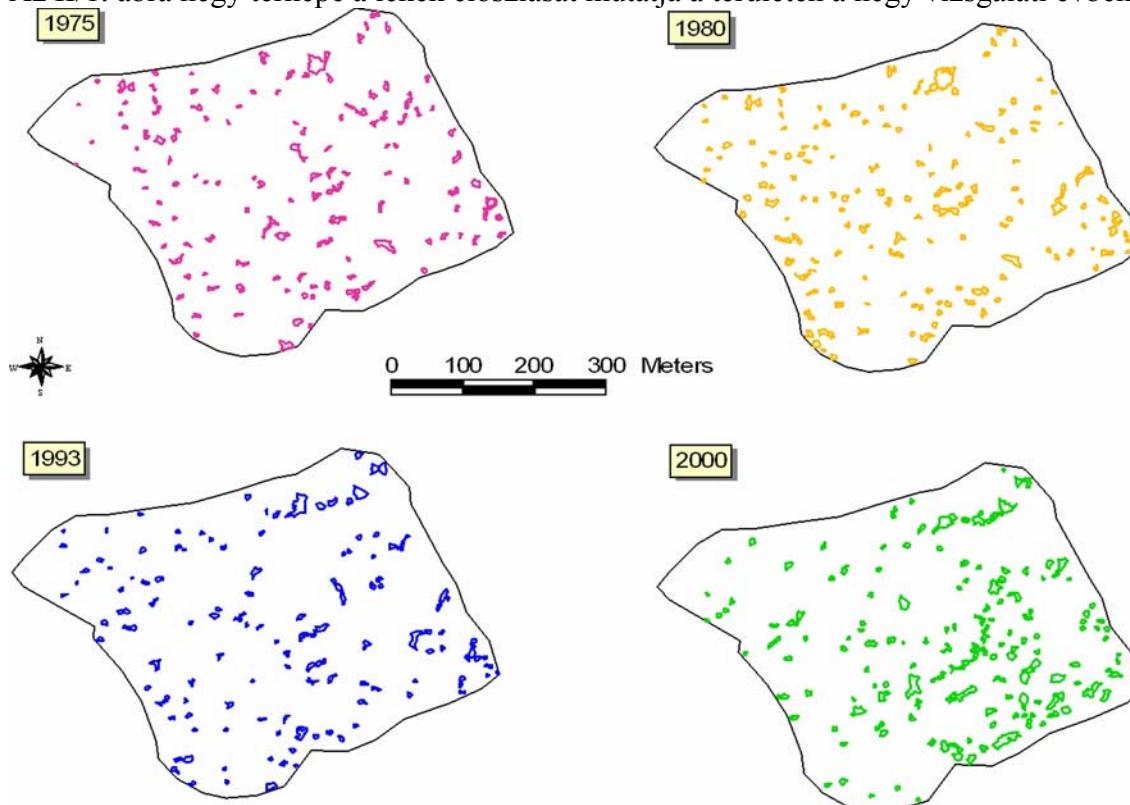
A kutatási program keretében két hazai bükkös erdőrezervátum (Kékes Észak, bükki Őserdő) esetében elvégeztük a finom léptékű, mintegy 25 évet felölelő lékdinamika pontos kvantitatív elemzését geokódolt archív légifelvétel-sorozatok és terepi ellenőrzés segítségével. A közép-európai bükkösök természetes dinamikájáról eddig felhalmozott ismeretek alapján feltételeztük, hogy:

- A lékek legnagyobb része kis méretű, 2 fahossz átmérőnél kisebb.
- A meredek oldalakon a dominó-hatás fellépése miatt nagyobb a lékek átlagos mérete.
- Az erdőterület lékkel borított hányada nem haladja meg a 10 százalékot.
- Az egyes területeken a lékek méreteloszlása és százalékos aránya viszonylag állandó.
- A lékek záródási sebessége meredek, sziklás hegyoldalakon lassabb, mint plakor helyzetben.

II.1 A bükki Őserdő Erdőrezervátum lékdinamikai jellemzői

A lékek térképezését négy időpontban (1975, 1980, 1993 és 2000) készült légifotók segítségével végeztük, amelyeket előzőleg egy térinformatikai adatbázisba építettünk. A geokódolt légifotókon felül az adatbázis végül tartalmazta külön fedvényként az egyes időpontokra digitalizált lékeket és a digitális terepmodellt. Vizsgálatunk a fenti hipotézisek tesztelésén felül arra is irányult, hogy *i)* teszteljük e módszer használhatóságát, *ii)* pontosan jellemezzük a területen előforduló lékeket, *iii)* az egyes lékek sorsának nyomon követésével vizsgáljuk az egyes lékdinamikai folyamatok (keletkezés, bezáródás, összenyílás) fontosságát.

Az II/1. ábra négy térképe a lékek eloszlását mutatja a területen a négy vizsgálati évben.



II/1. ábra: Az Őserdő Erdőrezervátum lékjeinek eloszlása 1975, 1980, 1993 és 2000 években az adott évben készült légifotók alapján (Kenderes et al. 2006a).

Az II/1.táblázat a lékek leíró statisztikáit mutatja vizsgálati időpontonként. A lékek száma 125 és 151 között változott a területen a különböző időpontokban. A megtalált lékek a teljes vizsgálati terület 2,3–4,2%-át fedték. Mind az átlagos lékméret, mind az összesített lékterület növekedett a 25

év alatt (39,4 m²-ről 61,3 m²-re és 4928,22 m²-ről 8954,55 m²-re). A legnagyobb változás 1993 és 2000 között következett be, különösen a vizsgálati terület dél-keleti részét érintette (ld. II/1. ábra).

II/1. Táblázat. A légifotókról megrajzolt lékek jellemzői a négy vizsgált időpontban

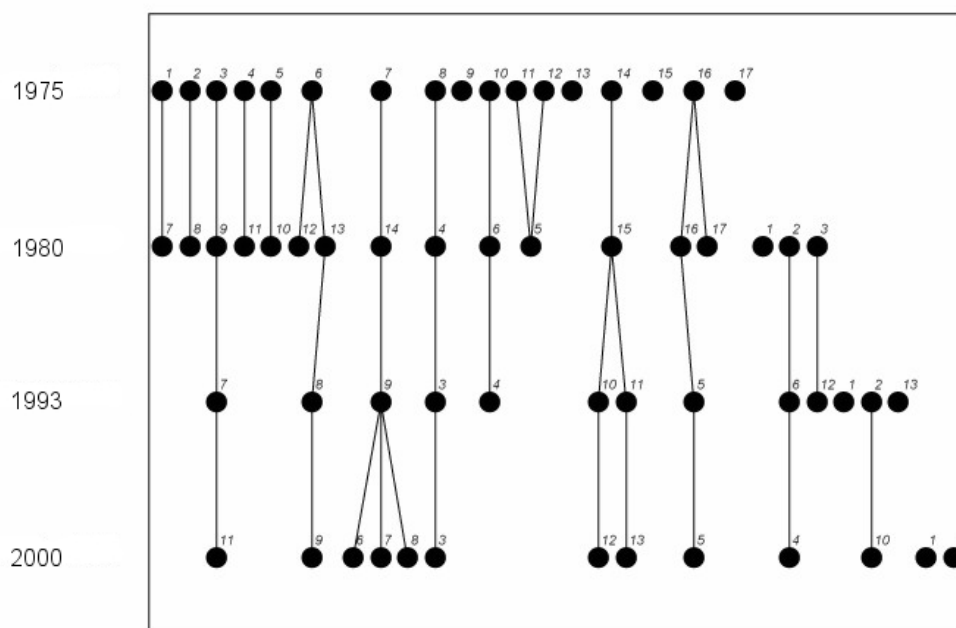
	1975	1980	1993	2000
Lékek száma	125	151	114	146
Lékek összesített területe (m²)	4928,22	6592,12	5223,82	8954,55
A lékek részesedése a teljes területből (%)	2,31	3,09	2,45	4,20
Lékméret: <i>átlaga</i>	39,43	43,66	45,82	61,33
<i>szórása</i>	52,76	67,34	58,24	71,02
<i>maximuma (m²)</i>	487,36	731,05	454,55	377,61
<i>minimuma (m²)</i>	3,25	5,60	4,08	4,36

A maximális lékméret csökkent a vizsgálati időszakban. A lékek tengerszint feletti magasság-, kitettség- és meredekség szerinti megoszlását a II/2 táblázat mutatja.

II/2. Táblázat. Lékek tengerszint feletti magasság-, kitettség- és meredekség szerinti megoszlása a vizsgált időpontokban.

	1975	1980	1993	2000	Teljes terület
Tengerszint feletti magasság					
<i>Átlag (m)</i>	847,2	844,2	845,1	841,8	846,4
<i>szórás</i>	17,9	17,3	17,6	17,6	18,4
<i>Maximum (m)</i>	894,0	893,7	894,2	893,9	898,2
<i>Minimum (m)</i>	817,1	808,8	808,6	808,6	807,5
Meredekség					
<i>Átlag (°)</i>	13,0	13,0	12,3	11,5	12,9
<i>szórás</i>	6,0	6,0	6,0	6,6	6,3
<i>Maximum (°)</i>	27,7	27,8	27,7	29,8	30,4
<i>Minimum (°)</i>	1,4	1,6	0,9	1,1	0,0
Kitettség (relatív részesedés %)					
<i>É</i>	7,4	9,3	8,0	9,6	7,2
<i>ÉK</i>	13,2	10,1	12,6	11,5	10,5
<i>K</i>	4,3	5,7	6,8	8,7	7,1
<i>DK</i>	6,9	5,7	9,8	7,0	8,3
<i>D</i>	45,0	39,9	35,6	36,1	43,2
<i>DNy</i>	8,8	11,4	7,3	9,4	7,4
<i>Ny</i>	5,5	9,0	10,9	8,2	7,2
<i>ENy</i>	8,8	8,9	9,0	9,5	9,1

A II/2. ábra példákat mutat a bekövetkezett dinamikai eseményekre. Voltak lékek amik záródtak a vizsgált időszakban (pl. 1, 2 vagy 10-es számú lék az 1975-ös évben); voltak, amelyek ez idő alatt keletkeztek (pl. 1, 2 és 3-as számú lékek 1980-ban), kb. azonos számban voltak azok a lékek, amik összenyíltak egy vagy több szomszédos lékkel (11 és 12-es lék), és azok (pl. 6, 7, 14, 16) amelyek feldarabolódtak.



II/2. ábra: A lékek leszármazási viszonyait bemutató ábra részlete. A sorok mellett a vizsgálati időpontok vannak feltüntetve. A fekete pontok jelölik az egyes lékeket, az összekötő vonalak a leszármazási kapcsolatokat mutatják (pl. 7-es számú lék 1980-ban átfed az 1-es számú 1975-ös lékkel). A számaik alapján a lékek a térképeken visszakereshetők (Kenderes et al. 2006a).

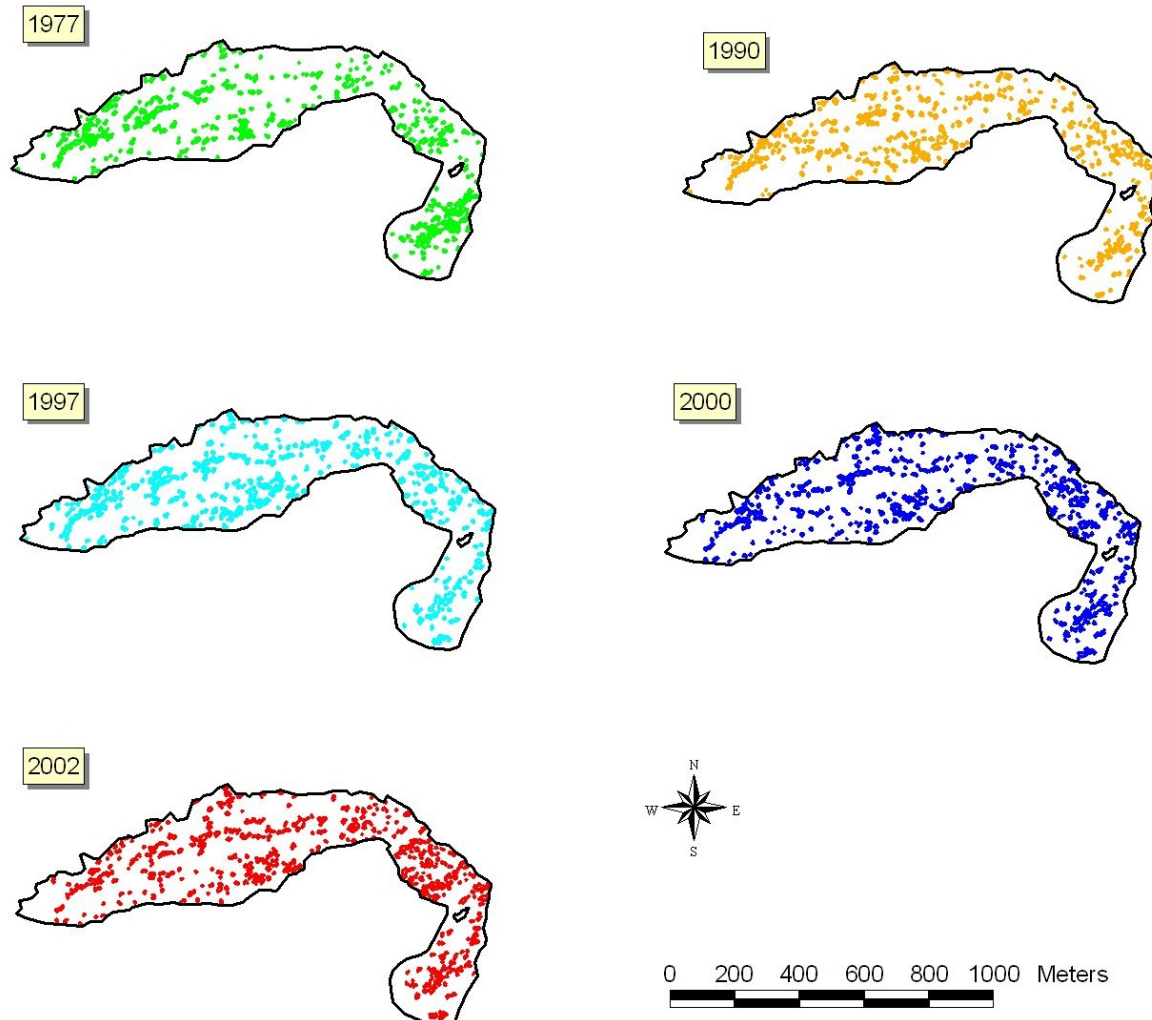
Amint a II/3. táblázat mutatja, – az 1980–1993 időszak kivételével – mindig valamivel több új lék keletkezett a területen, mint amennyi záródott. A lékterület éves változása 0.14–0.53% volt.

II/3. Táblázat. A lékdinamika egyes jellemzői a vizsgált három időintervallumban

	1975-1980	1980-1993	1993-2000
Újonnan keletkezett lékek száma	44	26	95
Új lékek számaránya (a periódus végén számolt lékek %-a)	29,14	22,81	65,07
Újonnan keletkezett lékek területe (m ²)	1549,06	1294,95	4941,09
Újonnan keletkezett lékek által borított terület részaránya (%)	0,73	0,61	2,31
Bezáródott lékek száma	23	63	63
Bezáródott lékek számaránya (a periódus elején számolt lékek %-a)	18,40	41,72	55,26
Bezáródott lékek területe (m ²)	565,58	1795,78	2067,51
Bezáródott lékek által borított terület részaránya (%)	0,00	0,01	0,01
A vizsgált periódust túlélő lékek méretének változása (m ²)	680,42	-867,47	857,15
Lékek összesített területének változása (m ²)	1663,90	-1368,30	3730,73
A lékek teljes területből való részesedésének változása (%)	0,78	-0,64	1,75
A lékek teljes területből való részesedésének átlagos éves változása (%)	0,16	-0,05	0,25
Lékdinamikával (keletkezés+záródás) érintett terület nagysága (m ²)	2795,06	3958,20	7865,75
Lékdinamikával érintett terület teljes területből való részesedése (%)	1,31	1,85	3,69
Lékdinamikával érintett terület teljes területből való átlagos éves részesedése (%)	0,26	0,14	0,53

II.2 A Kékes Észak Erdőrezervátum lékdinamikai jellemzői

A lékek térképezését öt időpontban (1977, 1990, 1997, 2000 és 2002) készült légifotók segítségével végeztük, amelyeket előzőleg egy térinformatikai adatbázisba építettünk. A geokódolt légifotókon felül az adatbázis végül tartalmazta külön fedvényként az egyes időpontokra digitalizált lékeket (II/3 ábra) és a digitális terepmodellt.



II/3. ábra: A Kékes Észak Erdőrezervátum lékjeinek eloszlása 1977, 1990, 1997, 2000 és 2002 években az adott évben készült légifotók alapján.

A II/4. táblázat a Kékesen megfigyelt lékek jellemzőit mutatja az egyes időpontokban. A lékek száma és összesített területe igen kis ingást mutatott a vizsgált 25 évben. Amint a II/5 táblázat adatai mutatják, a lékek földrajzi helyzet szerinti megoszlása is rendkívül stabil volt a vizsgált 25 évben.

II/4. Táblázat. A légifotókról megrajzolt lékek jellemzői a öt vizsgált időpontban

	1977	1990	1997	2000	2002
Lékek száma	250	268	276	284	306
Lékek összesített területe (m²)	20982,79	21155,99	26138,73	25763,73	22973,43
A lékek részesedése a teljes területből (%)	5,62	5,67	7,01	6,91	6,16
Lékméret: <i>átlag (m²)</i>	83,93	78,94	94,70	90,71	75,07
<i>szórása</i>	131,95	86,05	118,14	154,08	99,20
<i>maximuma (m²)</i>	1088,48	565,57	911,21	1945,55	1005,68

<i>minimuma (m²)</i>	9,44	9,44	10,75	6,08	8,34
---------------------------------	------	------	-------	------	------

II/5. Táblázat. Lékek tengerszint feletti magasság-, kitettség- és meredekség szerinti megoszlása a vizsgált időpontokban.

	1977	1990	1997	2000	2002	Teljes terület
Tengerszint feletti magasság						
Átlag (m)	811,4	808,2	808,7	806,9	807,4	813,5
szórás	51,2	52,2	52,5	50,4	49,3	53,6
Maximum (m)	922,9	923,3	923,3	923,1	919,7	931,6
Minimum (m)	712,7	713,2	712,8	716,5	718,1	707,4
Meredekség						
Átlag (°)	30,2	30,7	30,5	30,5	30,7	30,2
szórás	5,4	5,8	5,6	5,2	5,1	5,6
Maximum (°)	43,9	43,7	43,9	43,4	43,6	44,4
Minimum (°)	7,5	8,2	8,9	17,1	16,8	4,1
Kitettség (relatív részesedés %)						
É	44,1	49,4	46,4	43,8	42,3	46,6
ÉK	24,1	22,6	23,3	26,2	28,1	21,8
K	5,8	4,0	4,0	6,7	6,3	6,2
DK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DNy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ny	2,3	1,5	2,8	3,5	2,1	4,5
ÉNy	23,7	22,6	23,4	19,7	21,3	20,9

Az egyes lékek sorsának nyomon követése alapján rekonstruált lékdinamika jellemzőit a II/6 táblázat mutatja be.

II/6 Táblázat. A lékdinamika egyes jellemzői a vizsgált négy időintervallumban

	1975-1990	1990-1997	1997-2000	2000-2002
Újonnan keletkezett lékek száma	99	77	64	61
Új lékek számaránya (a periódus végén számolt lékek %-a)	36,94	27,90	22,54	19,93
Újonnan keletkezett lékek területe (m ²)	5033,06	3910,80	2270,94	2028,66
Újonnan keletkezett lékek által borított terület részaránya (%)	1,35	1,05	0,61	0,54
Bezáródott lékek száma	79	70	51	48
Bezáródott lékek számaránya (a periódus elején számolt lékek %-a)	31,60	26,12	18,48	16,90
Bezáródott lékek területe (m ²)	2962,37	3031,97	2251,68	1263,87
Bezáródott lékek által borított terület részaránya (%)	0,79	0,81	0,60	0,34
A vizsgált periódust túlélő lékek méretének változása (m ²)	-1827,60	4020,45	-394,26	-3555,09
Lékek összesített területének változása (m ²)	243,09	4899,28	-375,00	-2790,30
A lékek teljes területből való részesedésének változása (%)	0,07	1,31	-0,10	-0,75
A lékek teljes területből való részesedésének átlagos éves változása (%)	0,01	0,19	-0,03	-0,37
Lékdinamikával (keletkezés+záródás) érintett terület nagysága (m ²)	9823,02	10963,23	4916,89	6847,62
Lékdinamikával érintett terület teljes területből való részesedése (%)	2,64	2,94	1,32	1,84
Lékdinamikával érintett terület teljes területből való átlagos éves részesedése (%)	0,2	0,42	0,44	0,92

II.3 Értékelés

A két bükkös erdőrezervátum lékdinamikájának vizsgálata alapján kiindulási hipotéziseinkkel kapcsolatban az alábbi megállapítások tehetők:

- A lékek legnagyobb része mindkét területen kis méretű, a 2 fahossz átmérőnél (30 méteres átlag famagasság esetén kb. 700 m²) kisebb. Ennek az eredménynek – hipotézisünk igazolásán túl – elsősorban a gyakorlat számára hasznos üzenete van: a ma elterjedt vágásos erdőgazdálkodási gyakorlat bükköseinkben (is) a természetes folyamatok uralta erdőkhöz képest sokkal nagyobb vágásterületek alkalmazásával újítja fel az állományokat. Mint kapcsolódó vizsgálataink (Gálhidy et al in press, Mihók et al. 2005, Mihók et al. submitted, Kenderes & Standovár in press) megmutatták, egyéb, pl. természetvédelmi szempontból negatív hatások mellett e gyakorlat a sikeres erdőfelújítás szempontjából is káros, hiszen az újulat megtelepedési esélye, faji összetétele, és a konkurenciát jelentő lágyszárúak mennyiségi és minőségi jellemzői erősen lékméret-függőek.
- Ez a hipotézis (hasonlóan az 5-höz) eredetileg a nagy kiterjedésű (5000 ha) Néra Erdőrezervátum tervezett vizsgálata miatt került megfogalmazásra. Sajnos ennek a feladatnak az elvégzése a kényszerű költségvonások áldozata lett. E felvetéssel kapcsolatos megfigyeléseink az Őserdőben éppen ellentétesek a hipotézisben megfogalmazottakkal, hiszen a terület lankásabb DK-i részén figyeltünk meg nagyobb lékeket. Ez a terület rendelkezik a legjobb termőhelyi viszonyokkal. A mély talaj miatt a fák nagy éves növedékekkel rendelkeznek. A hajdani kezelések pedig biztosították a szabad növekedést. Ennek eredményeképp a fák egymástól távol helyezkednek el, nagy koronát növesztettek, és nem kerültek alászorult helyzetbe életük folyamán. Ezért ezek a nagy idős egyedek fogékonyabbak a bolygatásokra (pl. gombák, szél). És egyetlen egyed pusztulása is nagy léket eredményez. A vizsgálat befejezése után, 2004. novemberében erős szélvihar volt a területen, ami éppen ezen a lankás részen nyitott több nagy léket.
- Az erdőterület lékkel borított hányada egyik rezervátumban sem haladja meg a 10%-ot. A Kékesen a vizsgált 25 évben 6% körül volt végig, míg ugyanennyi idő alatt az Őserdőben majdnem duplájára (2,3%-ról 4,2%-ra) emelkedett. A tapasztalt különbség egyebek mellett a két állomány méretében és előtörténetében meglévő különbségekkel magyarázható. A kékesi magterület közel háromszor akkora területű mint az őserdei, így nagyobb eséllyel közelíti meg az egyes erdőfejlődési állapotok dinamikus egyensúlyának kialakulásához minimálisan szükséges területméretet (minimum dynamic area sensu White & Pickett). Legalább ilyen fontos különbség, hogy amíg a Kékes szinte teljesen háborítatlan (véghasználat által dokumentáltan soha nem érintett) erdő, addig az Őserdő egy szabályos véghasználat után felújított, évtizedekig hagyományosan kezelt erdő felhagyása utáni állapotot mutat. Így várható, hogy az adatok mutatta lékhányad növekedés folytatódni fog az Őserdőben, mert az eredetét tekintve közel egykorú erdőrészek (a termőhelyi tényezők térbeli heterogenitása és az esetleg eltérő előhasználat-történetű foltok előfordulás ellenére is) szinkronizáltabban „öregszenek” mint a heterogén méret- és korösszetételű kékesi területen.
- A két vizsgált terület között a lékek méreteloszlásának és területfoglalásának állandóságában az előző pontban említett okok miatt különbség tapasztalható. A Kékes Erdőrezervátumban a vizsgált 25 év alatt nagyobb állandóság volt tapasztalható.
- E kérdést a hazai rezervátumok kis mérete (keves lék) miatt nem vizsgáltuk külön.

Összegzésképpen megállapíthattuk, hogy a két vizsgált erdőrezervátumban megfigyelt teljes lékterület és az átlagos lékméret hasonló más mérsékelt övi és trópusi erdőkben tapasztaltakhoz. Gyakorlati szempontból azt gondoljuk, hogy eredményeink annak demonstrálásában fontosak, hogy üde mérsékelt övi erdőkben a természetes folyamatok általában kisméretű lékeket hoznak létre a felújulás számára.

A Kékes Észak és az Őserdő Erdőrezervátumokban a lékdinamika megfigyelt különbségei arra is felhívják a figyelmet, hogy a korábban vágásos üzemmódban használt erdők magára hagyása után beinduló erdőfejlődés csak hosszabb idő után, nem egy lépésben vezet el a természetes erdőkéhez hasonló heterogén faállomány-szerkezet kialakulásához. Ezt figyelembe kell venni mind a természetvédelmi erdőkezelés, mind a természetközeli erdőgazdálkodás természeti folyamatokra építő eljárásainak kidolgozása során (Standovár in press).

A természetes erdődinamikai folyamatok szabad érvényesülésének egy fontos velejárója a holt faanyag folyamatos „termelődése”, s az eltérő méretű és korhadási állapotú holt faanyag folyamatos elérhetősége. Ennek jelentőségét a biodiverzitás megőrzésében nem lehet eléggé hangsúlyozni. Saját kapcsolódó vizsgálataink is hozzájárultak e jelenségek jobb megértéséhez (Christensen et al. 2005, Ódor et al. in press).

Részletesen vizsgáltuk a lékekben a fásszáruak felújulásának dinamikáját. Megállapítottuk, hogy pusztán a fahasználatok megszűnte nem biztosítja hosszú távon a természetes erdőmegújulást, mert a nagy testű növényevők – csak táji léptékben kezelhető – káros hatásai megváltoztatják az újulat faji összetételét, illetve meggátolják sikeres felnövekedését. Az Őserdőben csak az 1980-nál korábban nyílt lékekben találtunk 2 méternél magasabb újulatot, 0,5 és 2 méter közötti magasságú újulat az egész erdőrezervátumból hiányzik (Kenderes & Standovár 2005, Kenderes & Standovár 2006).

A vizsgálat elején megfogalmazott hipotézisekre adott válaszokon felül eredményeink módszertani szempontból is érdekesek. Megállapítottuk, hogy a légifotók használata fontos, hasznos eszköznek bizonyult a lékdinamika visszamenőleges vizsgálatában. A módszer használhatóságának érdemi korlátot maguk a fotók szabtak. Két lényeges nehézséggel kellett megküzdenünk: *i)* a különböző időpontokban készült fotók különböző szögből készültek vizsgálati területünkről; *ii)* a fotók felbontása különbözött. A különböző felbontás hatása egyértelmű. A szög-hatás több problémát is okozott. A lékek elhelyezkedése „vándorolt” a különböző időpontok közt, valamint alakjuk és területük is változott. A vándorlás problémáját a projekt során kifejlesztett ArcView alkalmazás segítségével korrigáltuk a lécek digitalizálása közben (Kenderes et al. 2006).

Megmutattuk, hogy az egyes időszakokban 2–4-szer nagyobb területet érintettek a dinamikai folyamatok, mint amit pusztán a lékterület változása mutatna. (ld. II/3 és II/6. táblázatok). Ez azt jelenti, hogy intenzív lék nyílás és záródás zajlik párhuzamosan.

A légifotók alapján a számítógépen digitalizált, illetve a terepi ellenőrzések alkalmával a helyszínen (alulról megfigyelve) rajzolt lékmintázatok összehasonlításával megmutattuk, hogy a távérzékelésen alapuló lékdinamikai vizsgálatok egyik kritikus lépése a lécek bezáródásának detektálása. Számos esetben a számítógépen digitalizálás alkalmával bezáródottnak ítélt léceket a terepi ellenőrzés során még lékként azonosítottuk, mert bennük a feltörekvő újulat magassága még nem érte el a 8 métert (Kovács, kézirat). E megfigyelés jelentőségét az adja, hogy sok esetben egy rövidebb megfigyelt időszak lékdinamikai jellemzői alapján meghatározott paraméterek felhasználásával modellezik a várható erdőfejlődést.

A zárójelentésben bemutatott eredmények közzétételében eddig a hazai és külföldi konferenciáinkon való bemutatásig és magyar nyelvű folyóiratba elfogadott kézirat elkészítéséig jutottunk (lásd a honlapra feltett elfogadott publikációk listáját). Ezen felül két nemzetközi folyóiratba szánt kéziratot készítettünk el, amelyből az egyik már bírálat alatt van, a másikat hamarosan benyújtjuk (e dokumentum végén a hivatkozások között szerepel).

A zárójelentésben hivatkozott saját munkáink listája:

- Aszalós, R. 2003. Növényzeti mintázatok predikciója középhegységi tájban, statisztikai modellekkel. Doktori értekezés, ELTE TTK.
- Aszalós, R., Standovár, T., Ruff J. & Barton, Zs. 2004. A Börzsönyi jégtörések okairól az országosan egyre nagyobb területet érintő jégtörések fényében. In: Mátyás Cs. – Víg P. (szerk): Erdő és Klíma IV. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, p: 249-262.
- Aszalós, R., Kenderes, K., Ruff J., Barton, Zs. & Standovár T. Effects of topography, stand characteristics and management on susceptibility to natural disturbances (ice and wind) in the forests of Börzsöny Mountains (Hungary) kézirat,
- Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E.P., Ódor, P., Standovár, T., Rozenbergar, D., Diaci, J., Wijdevén, S., Meyer, P., Winter, S. & Vrska, T. 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210:267-282.
- Gálhidy, L., Mihók, B., Hagyó, A., Rajkai, K. & Standovár, T. In press. Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understorey vegetation of a temperate deciduous forest. *Plant Ecology*.

- Kenderes K. & Standovár T. 2005. Természetes lékdinamikai vizsgálatok tanulságai a bükki Őserdő Erdőrezervátumban. III. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Eger 2005. november
- Kenderes, K. & Standovár, T. 2006. Need for landscape-scale considerations in protecting small forest reserves. 1st European Congress of Conservation Biology 22-26 August 2006 - Eger, Hungary
- Kenderes, K. & Standovár, T. In press. Természetes lékek felújulásának vizsgálata a bükki Őserdő Erdőrezervátumban. Természetvédelmi Közlemények
- Kenderes, K., Standovár, T., Ruff, J. & Aszalós, R. 2006. Patterns and causes of Ice break in a managed forest landscape (Börzsöny Mts., Hungary) IUFRO Landscape Ecology Conference, Sept. 26-29, 2006 - Locorotondo, Bari (ITALY)
- Kenderes, K., Standovár, T., Timár, G., Molnár, G. & Pataki, Zs. 2006. Application of stereo aerial photographs to study natural gap dynamics in a beech forest. Workshop on 3D Remote Sensing in Forestry, 14th-15th Feb 2006, Vienna
- Kovács, K. Lékdinamikai vizsgálatok a Kékes Erdőrezervátumban, folyamatban levő szakdolgozat
- Mihók B., Gálhidy L., Kelemen K. & Standovár T. 2005. Study of Gap-phase Regeneration in a Managed Beech Forest: Relations between Tree Regeneration and Light, Substrate Features and Cover of Ground Vegetation. Acta Silv. Lign. Hung., 1:25-38.
- Mihók, B., Gálhidy, L., Kenderes, K. & Standovár T. Gap regeneration patterns in a semi-natural beech forest stand. Kézirat, közlésre benyújtva, Basic and Applied Ecology
- Ódor, P., Heilmann-Clausen, J., Christensen, M., Aude, E., van Dort, K.W., Piltaver, A., Siller, I., Veerkamp, M.T., Walley, R., Standovár, T., van Hees, A.F.M., Kosec, J., Matošec, N., Kraigher, H. & Grebenc, T. In press. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. Biological Conservation.
- Standovár, T. In press. Biológiai megfontolások az erdei életközösségek hatékony védelméhez. Magyar Tudomány.
- Standovár, T., Ódor, P., Gálhidy, L. & Kenderes, K. 2004. Természetes és kezelt bükkösök diverzitása. In: Surrányi, D. & Korsós, Z. (szerk.) XXV. Vándorgyűlés, Előadások összefoglalói. Magyar Biológiai Társaság, Fővárosi Állat- és Növénykert, Budapest, p: 7-10.