

NKFI ERC\_16\_M 122670 LIDAR-alapú biodiverzitás és ökoszisztéma-szolgáltatás indikátorok fejlesztése országos léptékben

## Szakmai zárójelentés

A projekt célja egyrészt a tapasztalatszerzés volt egy ERC által finanszírozott kutatócsoportnál a jövőbeli sikeres pályázás reményében, másrészt pedig új adatgyűjtési és térképezési eljárások fejlesztése biodiverzitás és ökoszisztéma-szolgáltatás indikátorok számszerűsítésére.

A projekt keretében összesen 3 hónapon át tartózkodtam az Aarhus-i Egyetem Ökoinformatica és Biodiverzitás Kutatócsoportjánál, Prof. Jens-Christian Svenning vezetésével: 2017 január 15 és április 2 között két és fél hónapig, majd 2017 május 8 és 19 között újabb két hétig. A vendégkutatóként főleg az Ökoinformatica Csoportnál, de kisebb részben velük szoros együttműködésben dolgozó Természetvédelmi Intézetnél is dolgoztam, hiszen a vizsgált kutatási téma mind az ökológiai alap kutatás, mind a természetvédelmi gyakorlat számára jelentős.

Az irodalomban publikált hasonló vizsgálatok kimutatták, hogy LIDAR alapján lehetséges biodiverzitás indikátorok, köztük egyes taxonok fajszámának becslése, de ez korábban csak kis léptékben, néhány tíz négyzetkilométeres, viszonylag homogén területeken volt sikeres. Ezek a kutatások kizárólag erdőkre terjedtek ki, nem történt korábban kísérlet gyepek, nádasok vagy mezőgazdasági területek távérzékelés-alapú biodiverzitás becslésére.

A kutatás első lépésében azonosítanunk kellett azokat az indikátor változókat, amelyekről referencia adatok állnak rendelkezésre alkalmas térbeli eloszlásban. A BIOWIDE projekt adatait használtuk, amely egy országos léptékű, csaknem minden taxonra kiterjedő, rétegzett eloszlásban felmért biodiverzitás felmérés. A BIOWIDE keretében 130 mintaterületről gyűjtöttek teljes moha, zuzmó, gomba és edényes növény fajlistát, valamint felmérték számos környezeti és növényzet szerkezeti változót is. A mintavételi helyek három fő természetes gradiens mentén oszlanak meg egyenletesen: talajtípus, víz hozzáférhetősége, valamint szukcesszió, továbbá az emberi tájhasználat intenzitása szerint is rétegezték a mintavételt, és mindezt Dánia öt nagy régiójában megismételték. Az így létrejött adatrendszer a világon egyedülállóan részletes képet ad a nagy léptékű biodiverzitásról és az azt befolyásoló változókról. A felmérés 2014-15 folyamán történt, csaknem egyidőben a dán országos LIDAR felméréssel. A LIDAR adatrendszer  $4 \text{ pt/m}^2$  sűrűségű, akár öt visszaverődést is tartalmaz, és teljes jelalakos felvételek dekompozíciójával állt elő.

A LIDAR adatrendszerből leválogattuk azokat az  $1 \times 1$  km-es szelvényeket, amelyek átfednek valamely BIOWIDE mintavételi kvadráttal, majd ezek területére állítottunk elő különböző adattermékeket. Ezek egyrészt a topográfia, másrészt a növényzet szerkezet kvantitatív vizsgálatát szolgálták: azonosítottuk a délnyugati, melegnek kitett lejtőket, kiszámítottuk a lejtőszöveget, a topográfiai nyitottságot, a lombkorona nyitottságot, a felszín érdességét, továbbá az egyes növényzeti szintek sűrűségét, a faállomány magasságát, a radiometriai változatosságát, a levélfelület indexet. Kidolgoztunk egy új, komplex indikátort,

amely lehetővé teszi a növényi biomassza becslését és tekintetbe veszi a növényzet magasságát és sűrűségét. Ezen változók számítására OPALS szoftverben írtunk egy szkriptet, amely lehetővé teszi ezen változók kiszámítását országos léptékben.

Az így nyert változók egymástól való függetlenségét R szoftverben vizsgáltuk, majd a kollineáris és multikollineáris változók kizárásával általános lineáris modelleket állítottunk elő az edényes növények, mohák, zuzmók és gombák össz-fajszámának becslésére.

Eredményeink szerint ezen taxonok fajszám variációjának 50-60%-át lehet LIDAR alapú változókkal magyarázni. Az élőhelyek növény fajszám szempontjából legfontosabb tulajdonságai a kitettség, a lejtés, a cserjeszint sűrűsége, a biomassza változatossága, valamint a LIDAR visszaverődések erőssége voltak, továbbá a talaj pH-ja, amelyet azonban nem lehet LIDAR alapján távérzékelni, hanem a terepi adatok bevonásával vizsgáltuk. A zuzmók fajgazdagsága szempontjából kiemelten fontosnak bizonyult a terepfelszín változatossága és a lombkorona-lécek jelenléte, a gombák fajszáma független volt a talaj pH-tól, viszont erősen befolyásolta a lombkorona sűrűsége, a mohák fajszáma erős összefüggést mutatott a LIDAR jelek amplitúdójának a változatosságával.

Az eredmények azt mutatják, hogy nem csak az edényes növényekre, hanem más, igen fajgazdag csoportok diverzitására is lehet következtetni LIDAR adatok alapján. A kapott modellek függetlenek az élőhelytípustól, a szomszédsági viszonyoktól, mégis jól alkalmazhatóak országos léptékben. A legfontosabb azonosított változók alkalmasak a dán nemzeti biodiverzitás-térkép pontosítására és hosszú távú monitoringra. Az eredményeket a Journal of Applied Ecology folyóirathoz tervezzük benyújtani, a kézirat első teljes szövegű változata és az ábrák vázlata elkészült, a szerzőtársakkal zajlik az egyeztetés, június végére tervezzük a leadást.

A következőkben tervezzük a növényi fajszám kiszámítását a teljes országos lefedettségre, és ennek validálását egy több tízezer mintát tartalmazó természetvédelmi adatbázissal, valamint a genetikai, faji szintű és szerkezeti diverzitás összehasonlító vizsgálatát. A tartózkodás eredményeképpen egy hosszú távú együttműködés jött létre, amelynek célja a LIDAR ökológiai felhasználásának bővítése.

A kint töltött időszak alatt volt alkalmam bekapcsolódni a tanszék szakmai és szociális életébe: több mint húsz szemináriumi előadáson vettem részt, amelyek témája a makroökológia, a természetvédelmi ökológia, a statisztika, valamint az ökohidrológia voltak. Megismerkedhettem a témavezetés, a kutatási együttműködés és menedzsment tanszéken alkalmazott módszereivel, amelyeknek nagy szerepe van abban, hogy ez a kutatócsoport világszinten is a legjobbak közé tartozik. Az együttműködés során komoly tapasztalatot szereztem az "R" statisztikai szoftver és programozási nyelv használatában és alkalmazásában, hiszen ennek segítségével készült az elemzések nagy része. Részletesen megismerkedtem az ERC Starting Grant pályázat szerkezetével és követelményeivel, kidolgoztuk egy jövőben benyújtandó pályázat vázlatát és időtervét, de egyeztettünk számos más pályázati lehetőséggel kapcsolatban is (Marie Curie Individual Fellowship, az Aarhus-i Egyetem pályázata).

Összesen három szemináriumi előadást tartottam, ebből kettőt a természetvédelmi intézetben, továbbá tartottam egy három napos LIDAR workshop-ot is a tanszék kutatóinak, ahol elméleti előadásokon és géptermi gyakorlatokon keresztül sajátíthatták el az ökológiai célú LIDAR adatelemzést.

Egy másik témában, a növények éjszakai mozgásának vizsgálatában is új együttműködés jött létre, mert egy korábbi, eddig nem publikált kísérlet eredményeinek kiértékeléséhez csatlakozott dr. Anders Barfod, aki az ökoinformatika kutatócsoportban elsősorban növényrendszertani és anatómiai kutatásokat végez. Az ő segítségével rendszertani és élettani szempontból is ki tudtuk értékelni a mérési eredményeinket, ami kiemelten fontosnak bizonyult a jelenség megértéséhez. Az ő társszerzőségével készülő kézirat a napokban kerül benyújtásra a *Frontiers in Plant Sciences* folyóirat tematikus különszámába.

Tartózkodásom alatt két előadást és egy három napos workshop-ot tartottam, a következő címekkel és időpontokkal:

- Will it blend? Fuzzy vegetation classification and habitat status assessment using airborne LIDAR. AU Ecoinformatics and Biodiversity, 2017 jan. 27
- LIDAR-based fuzzy vegetation mapping enables high resolution Natura 2000 conservation status assessment in an alkali grassland. AU Biodiversity and Conservation, 2017 márc. 8
- Airborne LIDAR processing and analysis for ecology training course, AU Ecoinformatics and Biodiversity, 2017 március 15-17

Az út eredményeként két cikk kézírata készült el:

- András Zlinszky, Jesper Moeslund, Ane-Kirstine Brunbjerg, Rasmus Ejnaers, Jens-Christian Svenning: Plant species diversity modelling and prediction based on nationwide airborne LIDAR (in prep.), *Journal of Applied Ecology*, tervezett leadás 2017 június
- András Zlinszky, Bence Molnár, Anders Barfod: Not all trees sleep the same – high temporal resolution terrestrial laser scanning shows differences in nocturnal plant movement (in prep, abstract elfogadva), *Frontiers in Plant Science*, tervezett leadás 2017 május 31