

## PERSPEKTÍVNE METÓDY INVENTARIZÁCIE A MONITORINGU LUŽNÝCH LESOV DUNAJA S VYUŽITÍM TROJDIMENZIONÁLNYCH TECHNOLOGIÍ DIALĽKOVÉHO PRIESKUMU ZEME

Ing. Ivan Sačkov, PhD., Ing. Ladislav Kulla, PhD., Dr. Ing. Tomáš Bucha, Ing. Michal Vančo, Národné lesnícke centrum

*Dunajské lužné lesy predstavujú vďaka úrodným náplavom a stálemu dostatku vody najproduktívnejšie lesné stano- vištia Slovenska. Plantáže šľachtených topolov tu dosahujú priemerný ročný prírastok až 40 m<sup>3</sup> na hektár. Aj preto je väčšina lesných pozemkov využívaná na intenzívnu produkciu dendromasy. Zároveň však v oblasti inundácie Dunaja ostali zachované časti pôvodných porastov vrbovo-topolových mäkkých luhov, ktoré reprezentujú biodiverzitu pôvod- ného ekosystému lužného lesa, a väčšina z nich je predmetom prísnej ochrany s bezzásahovým režimom.*

Po výstavbe vodného diela Gabčíkovo došlo v záplavovom území Dunaja medzi Bratislavou a Gabčíkovom k významným zmenám vodného režimu povrchových a podzemných vôd, a tým aj k zmene podmienok pre produkciu a prežívanie luž- ných lesov. Z tohto dôvodu sa na základe medzivládnej dohody z roku 1995 pristú- pilo k monitoringu lesných ekosystémov ovplyvnených vodným dielom na sloven- skej ako aj maďarskej strane Dunaja.

Monitoring je zabezpečovaný tradič- ným spôsobom založenom hlavne na terénnych meraniach – je obmedzený na relatívne malý počet monitorovacích plôch, pritom je značne prácny a teda aj ekonomicky náročný. S cieľom zlepšiť efektivitu tohto monitoringu, realizo- valo Národné lesnícke centrum spolu s Lesníckym výskumným ústavom v Šar- vári a Západomaďarskou univerzitou v Šoproni spoločný cezhraničný pro- jekt **Inovatívne metódy inventarizácie a monitoringu lužných lesov Dunaja s využitím 3D technológií diaľkového prieskumu Zeme (INMEIN)**.

Projekt finančne podporila Európska únia z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Programu cezhraničnej spolupráce Maďarská republika - Slovenská republika 2007-2013 ([www.husk-cbc.eu](http://www.husk-cbc.eu)). Hlavnou úlo-

hou projektu bolo navrhnuť a preveriť metodický postup na využitie diaľko- vého prieskumu Zeme (DPZ) v inventa- rizácii a monitoringu lužných lesov spo- ločný pre slovenskú aj maďarskú stranu. Riešenie projektu sme realizovali od sep- tembra 2012 do decembra 2014 na modelo- vom území od zdrže Hrušov po obec Sáp na slovenskej aj maďarskej strane Dunaja (5 867 ha).

Pre toto územie sa priebežne získavali podporné dátové podklady z terénneho merania (dáta z klasického terénneho merania ako aj dáta získané terestric- kým laserovým skenerom) a diaľkového prieskumu Zeme (dáta leteckého sním- kovania ako aj laserového skenovania sa získali z troch snímokovaní – v jarnom, letnom a zimnom aspekte).

### SPOLOČNÁ SLOVENSKO-MAĎAR- SKÁ METODIKA VYUŽITIA DPZ V INVENTARIZACII A MONITORINGU LUŽNÝCH LESOV

Základom harmonizovaného spôsobu využitia DPZ pri inventarizácii a moni- toringu lužných lesov Dunaja je koncepcia navrhnutá na Národnom lesníckom centre, ktorá rieši využitie metód DPZ pri zisťovaní stavu a vývoja rôznych typov lesa.

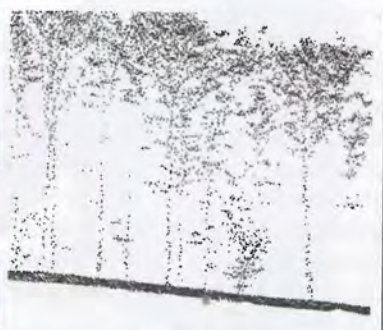
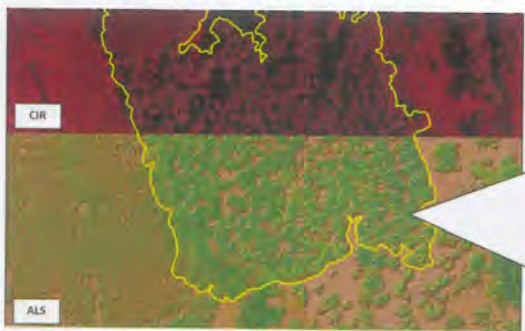
Táto koncepcia počíta s využitím existu-

júcej technickej infraštruktúry a DPZ dát dostupných z pravidelnej aktualizácie Programov starostlivosti o lesy a Tema- tického štátneho mapového diela s obsa- hom lesného hospodárstva. Technologický postup získavania, spracovania a analýzy dát pozostáva z niekoľkých krokov:

- Diaľkový prieskum je zabezpečovaný leteckým snímokovaním a leteckým lase- roým skenovaním. Pre tento účel sa vyu- žíva digitálna fotogrametrická kamera RCD30 a laserový skener ALS70-CM od Leica Geosystems, ktoré sú inštalované tak, aby záznam z obidvoch zariadení prebiehal súčasne. Po spracovaní DPZ dát sa z multispektrálnych snímok vytvorí mozaiky pre následné hodnotenie zdra- votného stavu lesov a z LiDAR-ových dát sa odvodí digitálne modely terénu a povrchu, z rozdielu ktorých je možné automatizovane zistiť napríklad výšky stromov.

- Podporné terénne merania sa vykoná- vajú len na reprezentatívnej časti územia na tzv. referenčných plochách. Slúžia k vytvoreniu modelov pre odhad den- drometrických charakteristík, ktoré sa nedajú určiť priamo z DPZ dát (naprí- klad hrúbka stromu) ako aj k finálnej vali- dácii a korekcii výsledkov dosiahnutých pomocou diaľkového prieskumu.

- Zisťovanie stavu a vývoja lesa na



- Záznam leteckého laserového skenovania – ALS umožňuje oproti leteckej snímke – CIR zachytiť aj objekty (lesné cesty, produktovody, budovy a pod.) nachádzajúca sa pod korunami stromov (vpravo). Zároveň je tak možné bezkontaktné zmerať aj výšku stromov.

- Modelové územie Ostrov orliaka morského s reprezentatívnym zastúpením plantáží šľachtených topolín, vrb a zmiešaných pôvod- ných luhov v rezervácii (porasty rezervácie sú ohraničené červenou farbou, žltou je vyznačená sieť inventarizačných plôch, ktorá bola v rezervácii zahustená).





Plantáž šľachteného topoľa 1214 (LHC Gabčíkovo, dc 240b)

Pohľad do prírodnej rezervácie na Ostrove orliaka morského (LHC Gabčíkovo, dc 247).

základe DPZ dát sa vykonáva polo, či plne- automatizovane prostredníctvom vlastnej softvérovej aplikácie „reFLex“. Týmto spôsobom je možné s určitou mierou spoľahlivosti zhodnotiť lesnatosť územia, početnosť stromov, zakmenenie, zápoj, výškovú a hrúbkovú štruktúru, drevinové zloženie ako aj zásobu dreva v konkrétnom čase.

## POROVNANIE EFEKTÍVNOTI RÔZNYCH METÓD INVENTARIZÁCIE A MONITORINGU LUŽNÝCH LESOV

Pri zhodnotení efektívnosti sme porovnávali štyri alternatívne metódy zisťovania dendrometrických veličín: 1) Metóda založená na dátach DPZ; 2) Metóda terestrickej výberovej inventarizácie lesov; 3) Metóda klasickej porastovej taxácie lesov; 4) Metóda založená na dátach terestrického laserového skenovania. Všetky štyri metódy sa realizovali súčasne v roku 2014 na modelovom území Ostrov orliaka morského.

Ukazovateľom efektívnosti porovnávaných metód sú jednotkové náklady, spektrum zisťovateľných údajov, a dosiahnuteľná presnosť ich zistenia. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva že:

- Metóda založená na DPZ je efektívna

(čiže najlacnejšia a pritom dostatočne obsažná a presná) pre zisťovanie základných dendrometrických veličín najmä v jednoduchých porastových štruktúrach topoľových a vrbových plantáží. Taktiež je veľmi vhodná na predbežnú stratifikáciu zisťovaní, a pre hodnotenie zdravotného stavu lesa.

- Metóda výberovej inventarizácie je najdrahšia, avšak v zložitých porastových štruktúrach sa javí ako jediná možná pre získanie niektorých požadovaných údajov o biodiverzite a odumretom dreve, a mala by sa stať parciálnou súčasťou harmonizovanej metodiky monitoringu predovšetkým v prírodných rezerváciách.

- Klasická taxácia lesa sa cenovo nachádza medzi vyššie uvedenými metódami. V súčasnej podobe však nepostačuje najmä pre zisťovanie údajov o biodiverzite a odumretom dreve (v rezervácii napríklad zachytila menej než 50% zastúpených drevín). Čiastočne problematická sa javí aj z hľadiska presnosti. V celkovej zisťovanej zásobe boli v porovnaní s terestrickou inventarizáciou pri taxácii zistené štatisticky významné plusové odchýlky v prípade použitia vzorníkovej metódy v topoľových plantážach, a mínusové v prípade použitia rastových

tabuliek v rezervácii.

- Metóda založená na dátach terestrického laserového skenovania bola preverovaná na troch výskumných plochách. Porovnanie údajov skenovania získaných prístrojom FARO Focus 3D s údajmi z terénneho merania preukázalo zhodu alebo mierne podhodnotenie hrúbok či výšok stromov a úplnú zhodu v počte stromov. Vzhľadom na vstupné náklady, časovú náročnosť spracovania údajov a súčasne technologické limity je však v blízkej budúcnosti využitie pozemného laserového skenovania v rutinnom zisťovaní stavu lesa nepravdepodobné.

Podrobnejšie informácie o projekte INMEIN sú dostupné na webstránke projektu [www.inmein.nlcsk.sk](http://www.inmein.nlcsk.sk) Kontaktná adresa: Dr. Ing. Tomáš Bucha, Národné lesnícke centrum, T.G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: [bucha@nlcsk.org](mailto:bucha@nlcsk.org).

Príspevok vznikol s podporou Európskej únie z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Za obsah príspevku zodpovedajú autori, uvedené informácie nie sú oficiálnym stanoviskom Európskej únie.



Topoľový porast zaznamenaný digitálnym fotoaparátom (vpravo) a terestrickým laserovým skenerom (vľavo).