



Légi lézerszkennelt adatok alkalmazása a természet- és tájvédelmi kutatásokban

BURAI Péter , LÉNÁRT Csaba , ENYEDI Péter, TOMOR Tamás

Envirosense Hungary Kft., 4032 Debrecen, Péchy u. 46.
e-mail: peter.burai@envirosense.hu, csaba.lenart@envirosense.hu,
peter.enyedi@envirosense.hu, tamas.tomor@envirosense.hu

Kulcsszavak: LiDAR; DTM; terepmodell; erózió; távérzékelés

Összefoglalás: A légi lézerszkenneléssel (LiDAR) készült adatok nagy területről biztosítanak homogén és pontos adatokat a felszíni objektumok geometriájáról. A korszerű nagy teljesítményű légi lézerszkennerek nagy pontsűrűséggel pásztázzák a felszínt, és a felszínen található objektumokról 3D pontfelhő készül. A LiDAR pontfelhőből korszerű adatfeldolgozási módszerekkel kinyerhetőek a részletes terepmodellek, a felszín feletti vegetáció és a mesterséges objektumok pontos geometriája. A LiDAR adatfelvételezés további előnye, hogy a módszer ismételhető és akár a néhány cm-es felszíni változások is jól detektálhatóak. Több különböző mintaterületen vizsgáltuk az adatbázisok alkalmazási lehetőségeit, a domborzati viszonyok és eróziós tevékenység vizsgálatán keresztül a vegetáció összetételének kutatásáig. A különböző időpontban készített felvételeken a néhány cm-es vertikális és horizontális változások is jól detektálhatóak, amelyek pontosságát terepi referenciamérésekkel is kalibráltuk. A pontfelhőből előállított terepmodelleket, dendrometriai paramétereket, épületmodelleket eredményesen alkalmaztuk különböző természetvédelmi és tájvédelmi célú projektekben.

Bevezetés

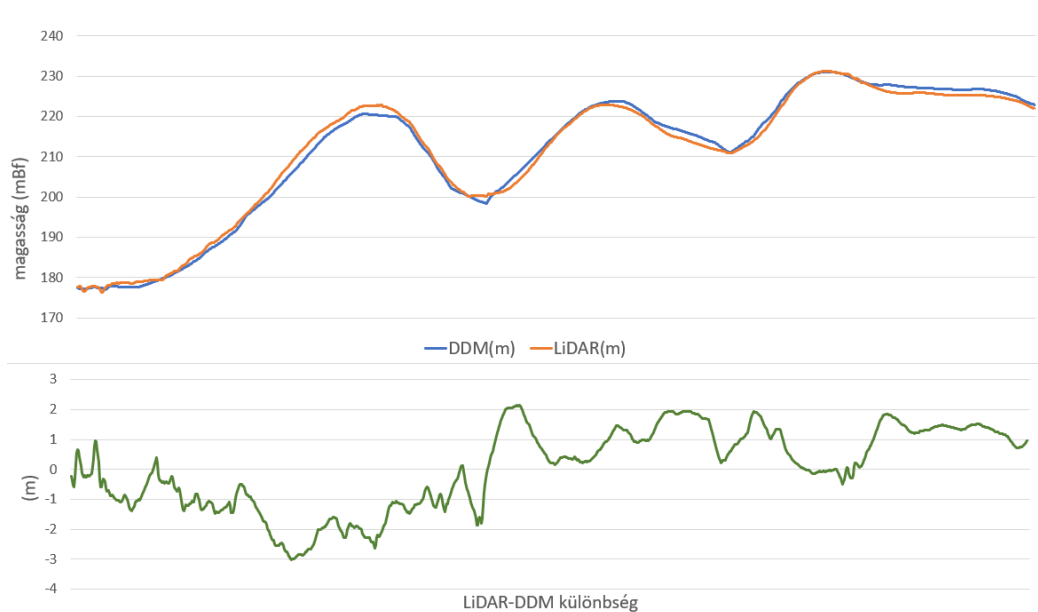
A légi lézerszkennelés (LIDAR) egy aktív távérzékelési technológia, amely nagyon rövid időn belül nagy mennyiségű távmérési adatot képes gyűjteni. A LIDAR betűszó a 'Light Detection and Ranging' kifejezésből származik, amely durva fordításban 'fényérzékelés és távmérés'-t jelent. A távolságot pontos időméréssel határozzák meg; a távolság a kibocsátott és a visszavert jelek közötti időkülönbség a fény sebességének ismeretében. A LiDAR adatok felhasználási köre rendkívül széleskörű, a régészet kutatásoktól kezdve a vegetáció térképezéséig, azonban legtöbb esetben digitális terep- és felületmodellek készítésére használják (Lovas et al. 2012). A légi LIDAR előnye, hogy gyorsan, nagy pontosságú adatgyűjtésre képes a föld felszínéről, nagy területről, és képes olyan területeken is mérni, ahol a földi geodéziai méréseket csak nagy erőforrásigénnyel lehetne megvalósítani. Jellemzően 4–40 pont/m² lézerimpulzust alkalmaznak a légi lézerszkennelés során, amivel rendkívül részletes terepmodell állítható elő.

Mivel a nagy teljesítményű szenzor akár napi több ezer km²-es teljesítménnyel is képesek nagy pontsűrűségű adatfelvételezésre, ezért ma már nagy területekről is rendelkezésre állnak LiDAR-al készült nagy pontosságú terepmodellek, amelyek nagyon hasznos eszköze a különböző tájökológia célú kutatásoknak. A távérzékelte adatok egyik, jelenleg még nem kiaknázott, felhasználási területe a vegetációtérképek készítése. A térképezendő növénytársulások többsége gyakran igen változatos fajösszetételűek és számos esetben igen bonyolult térbeli struktúrát alkotnak (Deák et al. 2015). Ahhoz, hogy le tudjuk képezni ezen rendszerek komplexitását, nagy térbeli felbontású felvételekre van szükség. Részletes vegetáció térkép készíthető a légi LiDAR adatok és multi-, vagy hiperspektrális szenzorok által készített adatok kombinációjával. A hortobágyi Ágota-pusztán készített LiDAR és ortofotók feldolgozásának eredményei (Zlinszky et al. 2015) is azt bizonyították, hogy a légi távérzékeléssel előállított adatokat milyen széles körben lehet alkalmazni az ökológiai célú vizsgálatokban. A kutatásban a Natura 2000 térképezési útmutató szerint optimalizált osztályozási módszert alkalmazták, ahol az élőhely minőségi állapotát (pl. legeltetett, nem legeltetett) is figyelembe vették. Napjainkban a különböző LiDAR rendszerekkel készített pontfelhők egyre népszerűbbek a különböző erdővel kapcsolatos elemzésekben (Tanács et al. 2012), ahol akár a lombkoronaszint alatti társulások is eredményesen osztályozhatóak. A LiDAR módszer nagyon pontos felszíni letapogatást végez, így akár a vegetációval takart területek alatt található régészeti lelőhelyek feltérképezésében is hasznos eszköz lehet (Bertók és Gáti 2014). Jelen tanulmányban több különböző hazai projektből mutatunk be olyan eredményeket, amelyek bizonyítják a módszer alkalmazhatóságát a természetvédelmi- és tájökológia célú vizsgálatokban. A LiDAR adatokból számított pontos domborzatmodellekből számított eróziós mérések hozzájárulnak a KAP stratégiában kiemelt szerepű talajvédelemi irányelveknek. A légi lézerszkennelt adatokból nem csak a talaj felszínét, hanem a talajtakaró növényzet fajösszetételét (kiegészítve optikai távérzékelte adatokkal) és biomassza mennyiségét is tudjuk modellezni, ami hozzájárul a biodiverzitás és a felszín feletti biomassza mennyiségének térképezéséhez.

LiDAR terepmodellek alkalmazása a domborzatmodellezésben

A domborzat pontos ismerte elengedhetetlen a hidrológiai modellezéshez, a helyi eróziós viszonyok meghatározásához és a digitális talajtérképek készítéséhez. A LiDAR technológiával olyan homogén terepmodellt tudunk készíteni, amely a néhány cm magasságkülönbségű felszíni formák térképezésére is alkalmas. Számos tanulmány foglalkozott a különböző adatforrásokból származó terepmodellek pontosságával, megbízhatóságával és gyakorlati alkalmazhatóságával. Király (2004) a nemzetközi gyakorlatban és hazánkban leggyakrabban alkalmazott terepmodellek pontosságát vizsgálta és megállapította, hogy a LiDAR adatokból készített domborzatmodell biztosítottak olyan pontosságú alapadatot, amely alkalmas lehet a nagy felbontást igénylő modellekhez, mint pl. a hidrológiai modellezés. Az Agroproduct Zrt. Sokorópátka–Bakonytamási közötti szántóföldi művelésű területein (összesen 895 ha) a hazai mezőgazdasági támogatási rendszerben is alkalmazott DDM (5m) digitális domborzatmodellt hasonlítottuk össze a LiDAR terepmodellel. A légi lézerszkennelés lombmentes időszakban 2022.03.23-án készült 5p/m² pontsűrűséggel. A mintaterületen jelentősebb vegetáció (cserje, fák), vagy mesterséges objektumok nem voltak. A DDM5 és a LiDAR adatok közötti különbség vizsgálatára keresztaszvénnyeket jelöltünk ki, ahol elvégeztük a pontosságvizsgálatot (1. ábra). Az eredmények azt mutatják, hogy ahol a mintaterülethez hasonló eltérések tapasztalhatók

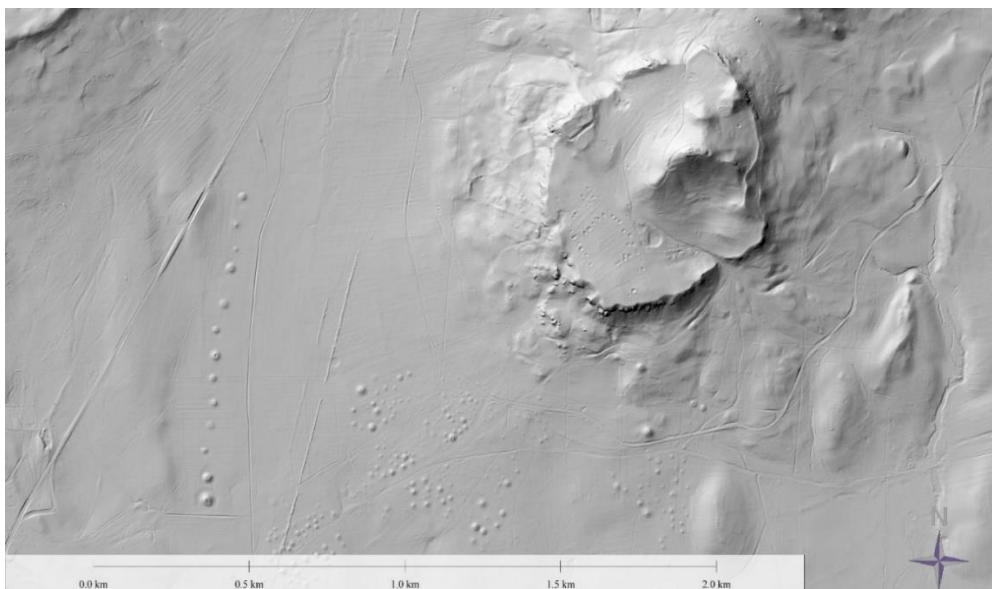
ott célszerű a nagyobb pontosságú terepmodelleket alkalmazni a lejtőkategóriák meghatározásához és a meliorációs célú tervezéshez.



1. ábra. A mintaterületen kijelölt keresztmetszvény DDM5 és LiDAR DTM pontjai és a különbségük (n = 1025, max. eltérés: 2,14 m; min. eltérés: 3,03 m; átl. eltérés: 1,16 m)

Figure 1 The DDM5 and LiDAR DTM points of the cross-section selected in the sample area and their difference (n = 1025, max. diff: 2.14 m; min. diff: 3.03 m; Std. dev.: 1,16)

A légi lézerszkennelést többnyire lombmentes időszakban végzik, így kapunk pontos adatokat a terep felszínéről. A felszíni pontok osztályozása után elkészül egy olyan terepmodell, amellyel a mikrodomborzati formák is jól detektálhatóak.

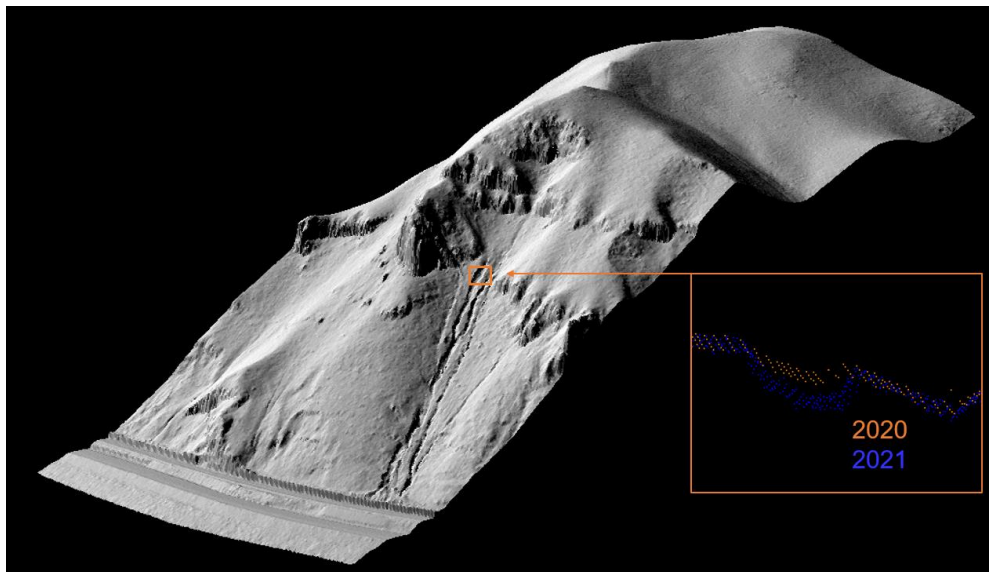


2. ábra. A többnyire erdővel borított Tátika-vár és környezete árnyékolt domborzatmodellen megjelenítve. Jól beazonosíthatóak vár maradványai, a halomsírok és az erdei utak.

Figure 2 Shaded relief model of the mostly forested Tátika Castle and its surroundings. Castle remains, graves and forest roads are identifiable.

A Tátika-vár és környezetének vizsgálatában, a zárt erdőterület alatt is olyan részletes terepmodellt tudtunk előállítani (2. ábra), amely segített a régészeti lelőhelyek kutatásában, elősorban a halomsírok felmérésében (Eke és Farkas 2024).

A különböző időpontban készített LiDAR felvételek lehetőséget adnak a domborzat és a növényzet változásának detektálásra. A Szent Mihály-hegy meredek hegyoldalán az elmúlt években egyre gyakrabban előforduló intenzív csapadékok hatására jelentős eróziós tevékenység zajlott. A 2021.04.26. és 2020.02.22.-es felvételezésből készített terepmodellek között számított különbség-raszter segítségével számszerűsíthető az erózió által jobban- és kevésbé érintett területek. Ahol nagyobb csökkenés volt a vizsgált vízmosásnál ott erősebb eróziós hatás mérhető. A keresztmetszvények vizsgálata során már egy év eróziós tevékenységének hatásai is mérhetőek (3. ábra).

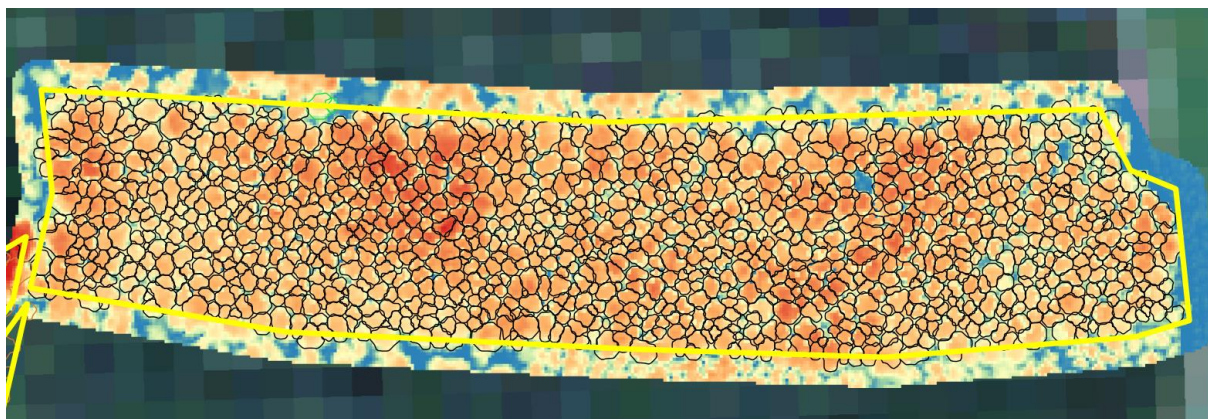


3. ábra. A Szent Mihály-hegy egyik vízmosásán kijelölt keresztmetszvényének a 2020 és a 2021-es évben készített LiDAR pontjai

Figure 3 LiDAR points (2020, 2021) of the cross-section of a gully on Mount Szent Mihály

Légi lézerszkennelt technológia alkalmazása a vegetációtérképezésben

Az alföldi füves élőhelyeken a légi lézerszkennelésből nyert, nagy pontosságú domborzati modellek (DTM) alkalmasnak bizonyultak a különböző növénytársulások térképezésére. A domborzatmodellekből indirekt módon kinyerhetők az egyes élőhelyek térbeli mintázatai. Ezek az abiotikus paraméterek a szikes területeken erős korrelációt mutatnak a mikro-topográfiával (Deák et al. 2015). Az eredmények alapján jól látszik, hogy síkvidéki füves élőhelyeken a lézerszkennelt adatok felhasználásával készült domborzatmodellek jól alkalmazhatóak a növényzet előrejelzésére. A lombos erdőkben a különböző lombkoronaszintek és az egyes fákhoz tartozó dendrometriai paraméterek is nagy pontossággal meghatározhatóak a pontfelhőből nyert információk feldolgozásával (Czimer 2019). Több állami és magánerdészeti által kijelölt mintaterületen végeztünk tesztek a dendrometriai paraméterek (törzspozíció, lombkoronaméret stb.) és az ezekből számítható fatömegbecslési módszerek pontosságára és megbízhatóságára. A 4. ábrán egy alföldi kocsányos tölgy állományon futtatott pontfelhő-feldolgozás eredménye látható, amellyel pontosan meghatározhatóak az egyes egyedekhez tartozó lombkoronahatárok, a famagasság és a lombkoronaterfogát, amelyeket fel lehet használni a fatömegbecslési eljárásokhoz.



4. ábra. LiDAR pontfelhőből előállított lombkoronamodell kocsányos tölgy állományban a Nyírerdő területén

Figure 4 Canopy model from LiDAR point clouds in a stand of pedunculate oak in the area of Nyír-erdő

A lombos erdőkben az alsó lombkorona- és cserjeszintről is van információnk, ami hasznos eszköz lehet az erdei ökoszisztémák vegetáció térképezésében.

Megvitatás

A légi lézerszkenneléssel készített digitális terepmodell (DTM) nagy területekről biztosít pontos, megbízható és homogén adatokat. A pontos DTM alkalmazásával több olyan felszíni tulajdonság is meghatározható, amely a többi távérzékelési módszerrel nem lehetséges. Ilyenek pl. a lombkorona alatt található vízmosások, víznyelők vagy a régészeti lelőhelyeken lévő mesterségesen létrehozott felszíni maradványok. A felszín feletti objektumok osztályozásával a különböző tereptárgyakról és növényzetről is pontos geometriai információkat kaphatunk. A légi lézerszkennelt adatfelvételezés és adatfeldolgozás technológiai fejlesztése lehetővé tette, hogy a pontfelhőből számított növénymagasságokon túl, a radiancia tulajdonságok és a pontfelhőből generált objektumok geometriája alapján különböző társulásokat is el tudjunk különíteni. A vegetációtérkép készítésnél a lézerszkennelés, elsősorban multi- vagy hiperspektrális felvételekkel kombinálva lehetnek alkalmasak nagy területek vegetáció-térképezésére.

Irodalom

- Bertók G., Gáti Cs. (2014): Régi idők, új módszerek. Budapest: Archaeolingua, 171 p.
- Czímber, K. (2019): Forest inventory with aerial laser scanning and near photogrammetry – First test results (in Hungarian: Erdőleltározás légi lézeres letapogatással és közel fotogrammetriával – Első tesztek eredményei). In: Molnár Vanda Éva (editor) X: Theory meets practice in GIS, Debrecen, Hungary, 2019, pp. 77–81.
- Deák, B., Valkó, O., Török, P., Kelemen, A., Tóth, K., Migléc, T., Tóthmérész, B. (2015): Micro-topographic heterogeneity increases plant diversity in old stages of restored grasslands. Basic and Applied Ecology, 16(4): 291–299. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.02.008>.
- Eke I., Farkas Zs. (2024): Római kori halomsírok Zala megyében. Fialat Római Koros Kutatók XIV. konferenciája, Székesfehérvár, 2024.05.16–18.
- Király G. (2004): Domborzatmodellek előállításához felhasználható forrásadatok összehasonlító vizsgálata. In: Dobos, E.; Hegedűs, A. (szerk.) HUNDEM 2004 Konferencia, Miskolci Egyetem

- Lovas T., Berényi A., Barsi Á. (2012): Lézerszkennelés. Monográfia. 166 p.
- Tanács E., Barton I., Belényesi M., Burai P., Czímber K., Király G., Kristóf D. (2017): Távérzékelt adattípusok felhasználásának lehetőségei az erdőállapot-értékelésben. In: Standovár T. et al. (szerk.) Erdőállapot-értékelés középhegységi erdeinkben. 612 p. Budapest: Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, pp. 37–107.
- Zlinszky, A., Deák, B., Kania, A., Schroiff, A., Pfeifer, N. (2015): Mapping Natura 2000 Habitat Conservation Status in a Pannonic Salt Steppe with Airborne Laser Scanning. *Remote Sensing*, 7(3): 2991–3019. <https://doi.org/10.3390/rs70302991>

Application of airborne laser scanning data in nature and landscape research

P. BURAI¹ , Cs. LÉNÁRT¹ , P. ENYEDI¹, T. TOMOR¹

Envirosense Hungary Kft, 4032 Debrecen, Péchy u. 46.
e-mail: peter.burai@envirosense.hu, csaba.lenart@envirosense.hu,
peter.enyedi@envirosense.hu, tamas.tomor@envirosense.hu

Keywords: LiDAR; DTM; terrain model; erosion; remote sensing

Data from airborne laser scanning (LiDAR) provide homogeneous and accurate data on the geometry of surface objects over a large area. Modern airborne laser scanners scan the surface at high point density and produce a 3D point cloud of objects on the surface. From the LiDAR point cloud, advanced data processing techniques can be used to extract detailed terrain models, surface vegetation and the precise geometry of man-made objects. A further advantage of LiDAR data acquisition is that the method is repeatable and can detect surface changes down to a few cm. The potential applications of the datasets have been investigated in several different sample areas, ranging from the study of topography and erosion activity to the study of vegetation composition. Vertical and horizontal changes of a few centimetres can be well detected in images taken at different times, and their accuracy has been calibrated by field reference measurements. The point-cloud generated terrain models, dendrometric parameters, and building models have been successfully applied in various natural conservation and landscape projects.