



SOPRONI
EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI
KAR



Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette: Czimber Kornél



Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette:
Czímber Kornél



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2023

Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Felelős kiadó: **Prof. Dr. Fábián Attila**

a Soproni Egyetem rektora

A kiadványt szerkesztette:

Dr. Czimber Kornél

A kiadványban megjelent cikkeket lektorálták:

Dr. Bartha Dénes, Dr. Bazsó Tamás, Dr. Bidló András, Dr. Brolly Gábor,
Dr. Czimber Kornél, Dr. Czupy Imre, Dr. Csiszár Ágnes, Dr. Gribovszki Zoltán,
Dr. Herceg András, Dr. Hír János, Dr. Hofmann Tamás, Dr. Jánoska Ferenc,
Dr. Kalicz Péter, Kemenszky Péter, Dr. Korda Márton, Kóhalmy Tamás,
Dr. László Richárd, Dr. Major Tamás, Dr. Péterfalvi József,
Dr. Rétfalvi Tamás, Szakálosné Dr. Mátyás Katalin, Szalai Áron,
Dr. Tóth Viktória, Dr. Tuba Katalin, Varga Zoltán, Visiné Dr. Rajczi Eszter,
Dr. Winkler Dániel, Zagyvainé Dr. Kiss Katalin Anita

A kiadvány a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának
tudományos publikációit tartalmazza.

Címlapon: Kőszegi-hegység, Kereszt-kút, fotót készítette: Dr. Czimber Kornél

Soproni Egyetem Kiadó

Sopron, 2023.

ISBN 978-963-334-496-5 (pdf)

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-496-5>

Creative Commons licenc: BY-NC-SA 2.5

Az online verzió elérhetősége:

[https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/
KariPub2023.pdf](https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/KariPub2023.pdf)

Ajánlott hivatkozás:

Czimber K. (szerk.) (2023): Az Erdőmérnöki Kar
Tudományos Kiadványa 2023, Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Alnazeer A. M. Ahmed, Imre Czupy, Nagwa K. M. Salih: Indigenous Knowledge On Biomass Fuel Quality At Dry Lands Of Southern Darfur State, Sudan	6
Balázs Pál, Bidló András, Végh Péter, Horváth Adrienn: Erebe-szigetek Erdőrezervátum felszínborításának változása történeti térképek alapján	13
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Bidló András: Szabó-völgy Erdőrezervátum (Felsőszölnök) felszínborításának változása történeti térképek alapján	19
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Bidló András: Tóth-árok Erdőrezervátum (Fenyőfő) felszínborításának változása történeti térképek alapján	25
Bartha Dénes: A Magyarországon inváziós dendrotaxonok értékelése	31
Bidló András, Balázs Pál, Végh Péter, Horváth Adrienn: Egy Duna sziget talajának vizsgálata.....	36
Brolly Gábor: Távérzékeléssel előállított térbeli pontthalmazok átszámítása ETRS89 és HD72 vonatkozási rendszerek között.....	44
Brolly Gábor, Ferenczi Noémi, Mentés Mátyás: A Hidegvíz-völgyi hidro-meteorológiai mérőkert 3D modelljének elkészítése földi lézeres letapogatás adatai alapján.....	49
Czibula György: A hazai erdei turizmus keresleti és kínálati oldalának elemzése a Covid-19 járványhullámok idején megnövekedett igények tükrében, soproni és Balaton-felvidéki példákon keresztül	54
Czupy Imre: Precíziós erdészet – a jövő útja	62
Csiszár Ágnes: Adventív növényfajok a Soproni-hegység lékjeiben.....	67
Dominkó Emese, Rétfalvi Tamás: Agrárerdészeti rendszerekből származó méz minták pollenanalízise.....	74
Elekne Fodor Veronika, Kerese András, Polgár András: A cséri hulladéklerakó monitoring rendszerének vizsgálata.....	80
Elekne Fodor Veronika, Rauch Richard, Polgár András: Sárvár környezetállapotának vizsgálata.....	87
Fehér Kristóf, Horváth Tamás: A Nelder-kísérlet 2021. évi felvételezése, növekedésének értékelése.....	94
Fejes Richárd, Zagyvai Gergely: Inváziós fafajok felmérése a fertődi Lés-erdőben	100
Gribovszki Zoltán, Gribovszki Katalin: Utánpótlódás és a napi talajvízszintingadozás...	106
Mohamed Hemida, Zeinab Hammad, Andrea Vityi: A Taungya rendszer hatása a szudáni száraz övezet gazdálkodóinak mezőgazdaságból származó jövedelmére.....	111
Hofmann Tamás, Albert Levente: Az összes polifenoltartalom magasság szerinti változása álgesztes és álgesztmentes bükkben (<i>fagus sylvatica</i> L.).....	116
Hofmann Tamás, Albert Levente, Visiné Rajczi Eszter: Erdészeti melléktermék mint antioxidáns forrás	120
Horváth Ida – Kessler Jenő: Ritka madárkarom lelet a Nógrád-megyei hasznosi vár-hegy közép-miocén lelőhelyről.....	127

Horváth Attila László: Keménylombos állományok harveszteres fakitermelésének időszükséglete.....	133
Horváth Tamás, Gál János: Szögszámláló mintavétel használata átmérőeloszlás becslésére erdőrezervátumokban.....	138
Jánoska Ferenc: Szent Imre herceg, a vadász, magyar és lengyel legendaköre.....	143
Janzsó Milán Gábor – Czimber Kornél – Végh Péter - Vágvölgyi Andrea_ Szelektív hulladékgyűjtési lehetőségek térbeli felmérése és elemzése a lakossági környezettudatosság fejlesztéséhez.....	150
Kalicz Péter, Csáki Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Nevezi Csenge, Herceg András, Gribovszki Zoltán: A Hidegvíz-völgyi kutatási terület (Sopron) csapadékmérés feldolgozásának kérdései	156
Korda Márton: A nagytétényi Kakukk-hegy természetvédelmi célú botanikai felmérése	162
Kui Biborka Rozália: Természeti környezet fontossága a gyermekjog tükrében Magyarországon.....	170
Kulcsár Alexandra, Zagyvai Gergely_ Dolomitbányák spontán növényzetének elemzése szociális magatartás típusok segítségével a Vértes és a Gerecse térségében.....	178
Major Tamás, Szily Attila: Fakitermelési munkák kíméletességének értékelése a Mecsekerdő Zrt. területén.....	184
Budi Mulyana, Andrea Vityi, András Polgár: Energiafa vagy épületfa? Szimuláció a CO2FIX modellel	189
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizáció alapú pályaszerkezetek hatékony tervezése és építése	197
Porcsin Alexandra, Keserű Zsolt, Szakálosné Mátyás Katalin: Az akácméz termelésére ható időjárás tényezők	202
Rétfalvi-Szabó Piroska, Helena Hybská, Rétfalvi Tamás: A nyomelem adagolás hatásainak értékelése a metántermelésre és ökotoxikológiai tulajdonságokra a cukorrépa préselt szelet anaerob fermentációjában.....	208
Schmidt Dávid: Adatok Táplánszentkereszt (Vas megye) gombavilágához I.....	213
Jóna Zoltán, Schmidt Dávid: A méhbangó (<i>Ophrys apifera</i> Huds.) állománydinamikai vizsgálata a Pannonhalmi-dombságban.....	219
Szalai Áron, Király Géza: A Soproni-hegyvidék erdőállományának elemzése hiperspektrális felvétel alapján.....	223
Tuboly Krisztián István, Fera Gábor, Szépligeti Mátyás, Csiszár Ágnes: A fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) injektálásos visszaszorításának vizsgálata a szőcei lápréttel határos erdőrészekben.....	232
Vágó Sára, Tari Tamás: Alsó állkapocs mérésen és pontozásán alapuló korbecslési módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata gímszarvas (<i>Cervus ELAPHUS</i>) esetében	237
Vágvölgyi Andrea, Takács Krisztián: Cséri hulladéklerakó optikai válogatóművének bemutatása	245
Vágvölgyi Andrea, Szűcs Zsolt: Háztartási szerves hulladék házi komposztálási kísérletének bemutatása	252

Varga Rita, Horváth Tamás: Erdőpedagógia és kommunikáció megjelenése az erdész gyakorlatban.....	258
Visiné Rajczi Eszter, Martina Vršanská, Nikola Schlosserová, Stanislava Voběrková, Hofmann Tamás: Lucfenyő (<i>Picea Abies</i> (L.) H. Karst.) És Kanadai Hemlokfenyő (<i>Tsuga Canadensis</i> (L.) Carrière) Toboz Extraktumainak antioxidáns és Antibakteriális Hatása.....	264
Volford Anna, Andrési Dániel, Vadász Csaba, Tóth Viktória: A fekvő holtfa mennyiségi és minőségi meghatározása különböző kezelésű erdőterületeken a Kiskunságban	269
Winkler Dániel, Novák Eszter: Idegenhonos fafajú és természetserű erdők összehasonlító talajfaunisztikai vizsgálata a Soproni-hegységben.....	276

A SOPRONI-HEGYVIDÉK ERDŐÁLLOMÁNYÁNAK ELEMZÉSE HIPER-SPEKTRÁLIS FELVÉTEL ALAPJÁN

Analysis of forest cover of the Sopron Mountains based on hyperspectral imagery

SZALAI ÁRON¹, DR. KIRÁLY GÉZA¹

¹Soproni Egyetem, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet
szalai.aron@uni-sopron.hu

Kivonat

A Soproni-hegyvidék erdőállományáról készült hiperspektrális felvétel alapján fafaj-osztályozást hajtottunk végre egy kijelölt mintaterületen. A lucfenyő állományok detektálása volt a legfontosabb cél, de emellett két lombos fafaj, a kocsánytalan tölgy és a bükk osztályozása is megtörtént. Az osztályozásnál az erre a célra leggyakrabban használt SVM eljárást alkalmaztuk, a kapott eredményeket az üzemtervi adatokkal vetettük össze. A továbbiakban terepi referenciaterület felhasználása indokolt az osztályozási eredmények pontosításához.

Abstract

Based on a hyperspectral survey of the Sopron Mountains forest stand, we carried out a tree species classification in a selected sample area. The focus was on the detection of spruce stands, but in addition two broadleaved tree species, the sessile oak and the beech, were classified. The classification was carried out using the SVM method, the most frequently used for this purpose, and the results were compared with the forest inventory data. The use of a field reference area is now justified to refine the classification results.

Bevezetés

Az erdőtervezés és gazdálkodás szempontjából elengedhetetlen annak ismerete, hogy milyen faállománytípusból és fafajokból épül fel egy adott erdőállomány. Nagy területek terepi felvételezése rettentő idő- és munkaigényes feladat. A távérzékelés segítséget nyújthat faállományok, egyes fafajok mennyiségi és minőségi jellemzőinek meghatározásában. Azokban az országokban, ahol nagy területű egybefüggő erdőterületek találhatók, már régóta használják a gyakorlatban is ezeket a módszereket. A publikáció alapját képezi az általunk oly kedvelt Soproni-hegyvidék erdőállományáról 2021-ben készült hiperspektrális felvétel. A hiperspektrális felvételek kitűnően alkalmasak faállománytípusok és fafajok elkülönítésére.

A hiperspektrális felvételek alkalmazása az erdészeti kutatásban

A hiperspektrális felvételek erdészeti felhasználásuk sokrétűségét az irodalomban feltehető gyakorlati példákon keresztül fogjuk megvilágítani. A hiperspektrális felvételek legfontosabb jellemzői a nagy spektrális és kielégítő geometriai felbontás, amelyek alkalmassá teszik az erdőállományok minőségi és mennyiségi mutatóinak detektálására. A 2002. augusztusában lezajlott magyarországi képzőképző spektrométeres repülés alkalmával készült hiperspektrális felvételek feldolgozása során Hargitai elsődleges célja az erdőtípusok elkülönítése volt (HARGITAI 2006). A szerző véleménye szerint az akkori multispektrális felvételek alapján az erdőtípusok mélyebb elkülönítésének automatizálása nem volt lehetséges, ezért fordult a hiperspektrális felvételek irányába.

A hiperspektrális felvételeket fafajok elkülönítésre is használhatjuk. Főként nagy területek esetében megkönnyítheti a fafajok elterjedésének térképezését. Kitűnő példa erre Kanada. A Gulf-szigetek Nemzeti Park területén Jones és munkatársai hiperspektrális (AISA) és LiDAR adatok alapján 11 fafaj térképezését végezték el (JONES et al. 2010). A LiDAR

adatok a szakirodalomban gyakran felbukkannak a hiperspektrális felvételek mellett, mert segítségével nagyobb pontosság érhető el az osztályozás során. A nemzeti park területén végzett felmérés során négy különböző módszer pontosságát hasonlították össze. Az osztályozási technika minden esetben az SVM (támasztó vektoros eljárás, a későbbiek során ismertetésre kerül) volt. Az első módszer csak a hiperspektrális adatokra hagyatkozott, a második kiegészült magassági adatokkal, míg a harmadik a négy lombkoronaszintbe való besorolással, a negyedik módszer esetén pedig csak két lombkorona szintet különböztettek meg. A fafaj osztályozás pontossága csak a spektrális adatokkal 60% és 90% közé esett általában, de voltak 90% feletti értékek. Ez utóbbi természetesen egyes fenyő fajoknál fordult elő. A szerzők várható következtetésekre jutottak, nem minden fafaj esetében nyújtanak nagyobb pontosságot a szerkezeti információk, de általánosságban elmondható, hogy a térbeli és magassági adatok nagyobb pontosságot eredményeznek, mint a csak spektrális adatok alapján végzett osztályozás. Jones és munkatársai fontosnak tartották még kiemelni, hogy a hiperspektrális/LiDAR adatok beszerzése és feldolgozása feleannyiba kerül, mint a légi felvételeken alapuló hagyományos erdőleltár. Bár tegyük hozzá mindkettő más-más információkat szolgáltat az erőről. Így a hiperspektrális/LiDAR adatok feldolgozásával nyert információk jól kiegészíthetik a hagyományos erdőleltár adatállományát.

Nagyon hasonló következtetésre jutottak Dalponte és munkatársai a Pó síkságon található „*Bosco della Fontana*” rezervátum komplex szerkezetű erdőállományának vizsgálata során (DALPONTE et al. 2008). Szintén hiperspektrális és LiDAR adatokat használtak a kiértékeléshez. Annyi különbség adódott a mintaterületen kívül, hogy több osztályozási módszert is összehasonlítottak. Az eloszlásmentes SVM osztályozó bizonyult a leghatékonyabbnak a parametrikus kovariancia analízissel kombinált Gauss-féle maximális valószínűséggel és a k-legközelebbi szomszédal szemben. A domináns fafajok (*Carpinus betulus*, *Juglans regia*, *Platanus hybrida*, *Quercus rubra*) esetében elérhető volt a 85-90%-os pontosság. Viszont a főként elegyben megtalálható fajoknál akár 50%-nál is alacsonyabb volt a pontosság, a LiDAR adatok a legtöbb esetben javítottak a pontossági értékeken. A LiDAR adatok bevonása az elemzésekbe nagyban megkönnyíti a hasonló spektrális jellemzőkkel bíró, de különböző magasságú fajok elkülönítését. Összességében kijelenthető, hogy a hiperspektrális és a LiDAR adatok együttes alkalmazása csökkenti a számítási időt és a növeli az általánosítás lehetőségét, tehát csökkenti a költségeket. A példák jól mutatják, ha egy kanadai és olasz kutató csoport is ugyanarra az eredményre jutott két teljesen különböző mintaterületen, a módszer alkalmazhatósága bizonyított.

Még egy finn példát citálnánk a hiperspektrális és LiDAR együttes alkalmazásának témakörébe Európa északi, Finnország déli boreális zónájából (MÄYRÄ et al. 2021). Általánosságban kijelenthető, hogy az erdészeti célból végzett távérzékelési felvételezések főként az erdők gazdasági szerepe szempontjából fontos paramétereket és fajokat célozzák meg. Így az alacsonyabb gazdasági értékű, de ökológiailag nagy szereppel bíró fajok háttérbe szorulnak. Mäyrä és munkatársai ezen fajok detektálását célozták meg a már sokat emlegetett hiperspektrális és LiDAR adatok kombinálásával, kiegészítve még földi referencia adatokkal. Az osztályozáshoz az SVM mellett alkalmazták még a 3D-CNN (3 *Dimension Convolutional Neural Networks*), a *Random Forest*, a gradiens növelő és a mesterséges neurális háló (ANN) osztályozó módszereket. A közönséges luc, erdei fenyő, nyír fajok és a rezgő nyár detektálása volt a cél. Az osztályozók közül a 3D-CNN eljárás teljesített a legjobban. A 4 m-es felbontású felvételek esetében a rezgő nyár osztályozásának F1-próba értéke 0,91, az összes fajnál 0,86, míg az összesített pontosság 87% volt, a 10 m-es felbontású felvételeknél az F1-próba értéke az összes fajnál 0,83, és az összesített pontosság 85%. Az SVM és az ANN osztályozók F1-próba értékei a vizsgált fafajokra vonatkozóan 0,8 feletti, és az összesített pontosság értéke mindkét eljárásnál szintén 80% feletti, de alacsonyabbak a 3D-CNN eljárás pontosságánál. Megállapítható, hogy a 3D-CNN osztályozó hatékonyabb volt

a túlevelű fajok és a rezgő nyár elkülönítésében a referencia modelleknél. Az előző publikációkhoz képest egy új eredmény, hogy van egy osztályozó, ami hatékonyabb, mint az SVM.

Az előzőekben említettekén kívül a hiperspektrális felvételeket használják az invazív fajok terjedésének térképezésére is. Hamada és munkatársai *Tamarix* fajok terjedésének vizsgálatára nagy térbeli (0,5 m) és spektrális (4 nm) felbontású, vagyis hiperspektrális felvételeket használtak (HAMADA et al. 2007). Többféle osztályozási eljárást is teszteltek. A mintaterület a dél-kaliforniai folyóparti élőhelyeket foglalta magában, mivel az inváziós növényfajok megjelenésének veszélye a mediterrán ökoszisztémákat jobban érinti. Az osztályozási módszereket összehasonlítva a leghatékonyabbnak a paralelepipedon osztályozót találták.

Anyag és módszer

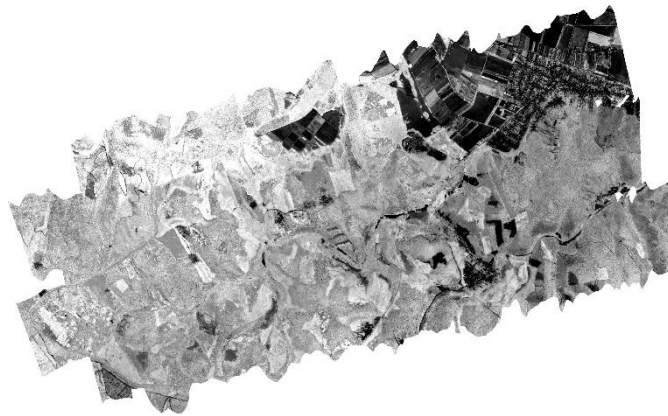
Az Envirosense Hungary Kft. a Soproni-hegyvidékről a Soproni Egyetem megbízásából 2021-ben készítette egy repülőre szerelt hiperspektrális kamerával azt a légi felvételt, melynek feldolgozása publikációnk témáját képezi. A passzív optikai felvételek előfeldolgozása során elvégzendő korrekciókat a felvételt készítő cég elvégezte. A mi feladatunk a felvételek feldolgozásának további lépései; a transzformálás és az osztályozás voltak. Az általunk használt képelemző szoftver az ENVI régebbi 4.7-es verziója, mely szoftver liszenszével a Soproni Egyetem Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézete rendelkezik. Segítségével szinte minden típusú adat feldolgozható: multispektrális, hiperspektrális, termikus, LiDAR és SAR. Programozási ismereteket nem igénylő, könnyen tanulható GIS-szoftver.

A távérzékelte felvételek előkészítése az osztályozáshoz

Az Envirosense Hungary Kft. által készített hiperspektrális felvétel 169 sávból áll. Jellemzően az osztályozás során nem használjuk fel az összes sávot. A felvételek zajosak és az információ tartalmuk különböző. A zajszűrésre különböző, szintén beépített transzformáló modulok állnak rendelkezésre az ENVI-ben.

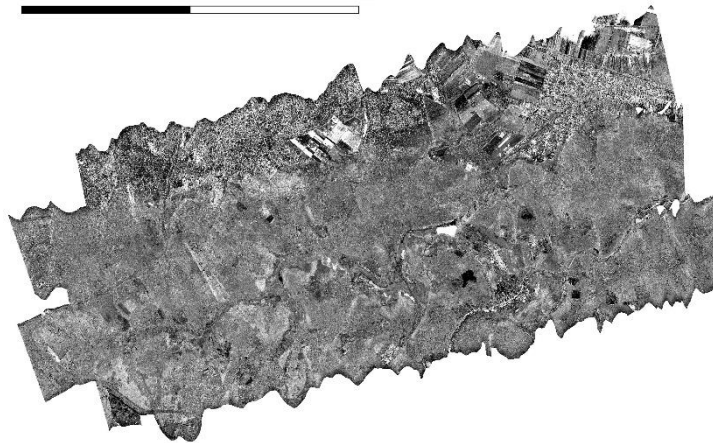
Az egyik zajszűréshez gyakran használt transzformáció az MNF (*Minimum Noise Fraction*). Segítségével meghatározható a képadatok eredeti kiterjedése, az adatoktól elkülöníthető a zaj és csökkenthető a további feldolgozás számítási igénye. A jelenlegi formájában módosított MNF-et Green és munkatársai fejlesztették ki 1988-ban (L3HARRIS 2022). Ez egy lineáris transzformáció, mely két főkomponens analízisből áll. Az első a zajkovarianciamátrix főkomponenseinek segítségével dekorrelálja és átskálázza a felvételen található zajt (zajfehérítés), a transzformált képen a zajnak egységnyi varianciája van, és a sávok között nincs korreláció. A második forgatás az eredeti felvétel főkomponenseit használja, miután azon már megtörtént az első főkomponens analízis. Abból kifolyólag, hogy később spektrális feldolgozás következik, az adatok eredeti kiterjedését a végső sajátértékek és a kapcsolódó képek elemzésével határozzuk meg. Két részre osztjuk az adatteret: egy nagy sajátértékekhez és összetartozó sajátképekhez kapcsolódó részre, és egy közel egységnyi sajátértékeket és zajdominált képeket tartalmazó részre. Csak a koherens részeket vizsgálva jobbak lesznek a spektrális feldolgozási eredmények, mert a zaj elkülönül az adatoktól. Az MNF transzformáció eredményének képe az 1-3. ábrán látható az adott spektrális sávokban.

0 2 000 4 000 m



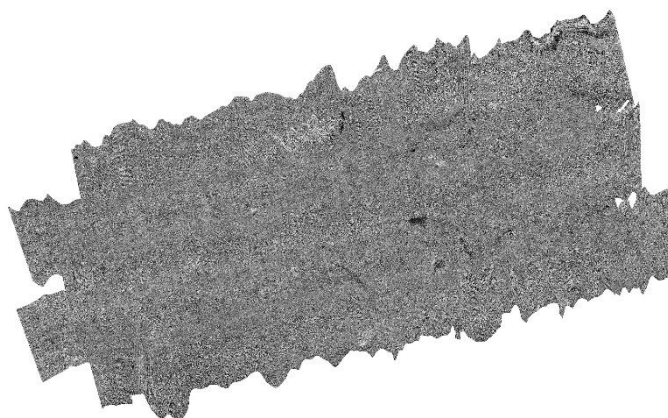
1. ábra: A felvétel 2. sávjának képe az MNF transzformáció után.

0 2 000 4 000 m



2. ábra: A felvétel 20. sávjának képe az MNF transzformáció után.

0 2 000 4 000 m



3. ábra: A felvétel 40. sávjának képe az MNF transzformáció után.

A képosztályozási eljárások

Az osztályozási módokat két nagy csoportra oszthatjuk már első körben. A tanítóterületek nélküli osztályozási módot nevezzük nem felügyelt osztályozásnak, a tanítóterületeket igénylő osztályozási módot pedig felügyelt osztályozásnak nevezzük.

A nem felügyelt osztályozás a statisztikák alapján csoportosítja a pixeleket, nem kell megadni képzési osztályokat. Az ISODATA egy nem felügyelt osztályozási mód. Az osztályozás során először kiszámítja az egyenletesen elosztott osztályközéértékeket az adattérben, majd a pixeleket a minimum távolság eljárás felhasználásával iteratív módon klaszterezi. Minden iteráció során az átlagokat is újraszámolja, és újraosztályozza a pixeleket az új átlagok alapján. A folyamat abbamarad, ha az iterációk maximális számát elérjük, vagy az iteráció során osztályt váltó pixelek százalékos aránya kisebb lesz, mint a változási küszöbérték. Azt meg kell adni, hogy hány osztályt szeretnénk látni az osztályozás végén.

A felügyelt osztályozási módokból jóval több áll rendelkezésre. Itt a tanuló területek téves létrehozására kell nagyon ügyelni, mert ha a tanuló területek tévesen lesznek kijelölve, az osztályozás eredménye is helytelen lesz, amiből hibás következtetések vonhatók le. A nagyszámú osztályozási mód közül csak azt emelnénk ki, amelyet használni is fogunk az adatok feldolgozása során. Az erdőállományokról készült hiperspektrális felvételek feldolgozásához egyik leggyakrabban használt osztályozási mód az SVM (*Support Vector Machine*). Magyarul támasztó vektoros eljárásnak nevezzük. Az SVM a komplex és zajos felvételek osztályozásánál hoz jó eredményeket. Az osztályok szétválasztásához egy döntési felületet használ, amely maximalizálja az osztályok közötti különbségeket. A felületet hipersíknak nevezik, és az ehhez legközelebb eső adatpontok alkotják a támasztó vektorokat. Célunk az osztályozás során az SVM eljárás pontosságának összehasonlítása az üzemtervi adatokkal.

A fáatlan területek leválogatása az osztályozás előtt

Az osztályozás során a fafajok detektálása történik meg, tehát célszerű a fáatlan területeket az osztályozás előtt leválogatni, és az osztályozást csak az így megmaradó területekre lefolytatni. Erre a legalkalmasabb az NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), vagyis normalizált vegetációs index, amely a legelterjedtebb műholdas vegetációs index (Belényesi et al. 2013). Segítségével a fotoszintetikus aktivitáson keresztül detektálható a felszín növényzettel való borítottsága, mert minél zöldebb a felszín, annál magasabb a fotoszintetikus aktivitás. A növényzetről a közeli infravörös (NIR) és a látható vörös (Red) sávban visszaverődött fényerősség különbségének és összegének hányadosa adja. Ennek számításához mérni kell a közeli infravörös és a látható vörös tartományban a visszavert fényintenzitásokat.

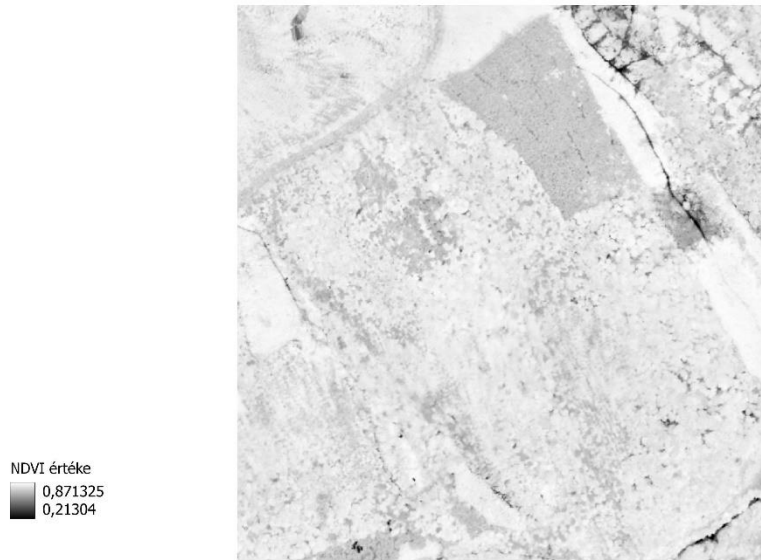
$$NDVI = \frac{Q_{NIR} - Q_R}{Q_{NIR} + Q_R} \text{ (Belényesi et al. 2013)}$$

Q_R a vörös tartományban mért radiometriai érték

Q_{NIR} a közeli infravörös tartományban mért radiometriai érték

A normalizálásnak köszönhetően -1 és +1 közötti értéket kapunk végeredményként. A 0 vagy az alatti érték mutatja a növényzet teljes hiányát. Az NDVI egy összesített képet közöl a növényzet életképességéről. Felvételtől függően egy 0,5 körüli értékre lőhetjük be azt az értéket, aminél nagyobb szám esetén zöld növényzet borítja a felszínt. Ehhez szükség van egy osztályozási eljárásra, ez a döntési fa módszer lesz. Ez egy vagy-vagy osztályozó. Megadva a 0,5 körüli értéket, ami annál kisebb azt nem borítja növényzet, az ennél nagyobb értéknél vegetációt detektáltunk. A mintaterület NDVI értékeit a 4. ábra szemlélteti.

0 200 400 m



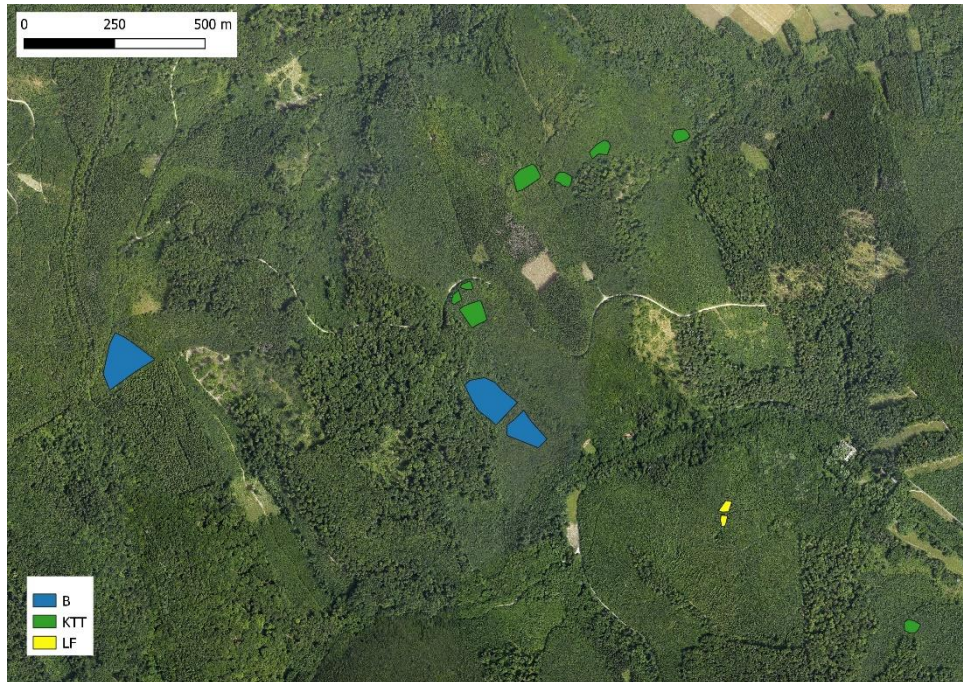
4. ábra: A mintaterület NDVI értékeinek térképe.

Tanítóterületek létrehozása

A QGIS egy nyílt forráskódú széleskörű felhasználásra alkalmas térinformatikai szoftver. A tanítóterületek elkészítéséhez használtuk a programot. Az üzemterv adatbázisainak kezeléséhez viszont a topoXmap-et hívtuk segítségül. Leválogattuk az elegyetlen állományokat, és ezeken az erdőrészleteken belül jelöltük ki az egy-egy fafajhoz tartozó tanítóterületeket. A kijelölt tanítóterületek az 5. ábrán láthatók.

A mintaterület bemutatása

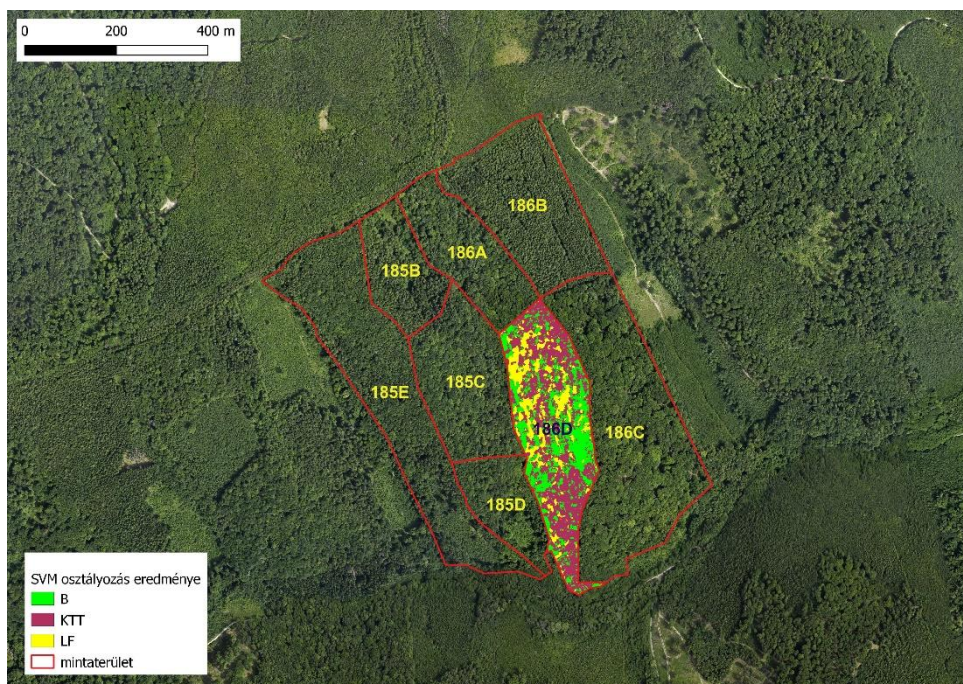
A mintaterületem a Hideg-vízvölgyi Erdőrezervátumban található Sopron 186 D erdőrészlet. A hideg-vízvölgyi erdőrészletekről elmondható, hogy a legkevésbé zavarásnak kitett területek a hegyvidéken. A kommunista időkben a lakosság elől teljesen el voltak zárva ezek a részek, sőt az erdészeti munkák végrehajtása is sokszor nehézségbe ütközött. A jelenlegi helyzetben pedig a várostól való távolsága és az autós forgalom korlátozottsága tartja távol a turista tömegeket. A faállomány szempontjából hasonló folyamatok zajlottak le, mint az egész hegyvidéken. A több hullámban zajló fenyőpusztulás hatására a luc visszaszorult a területen, és már csak elegyben a hűvös északi oldalakon és a völgyekben található meg. A luc helyét a bükk vette át. De jellemzően elég változatos a terület az elegyarány szempontjából, és köszönhetően a védettségnek főként idősebb állományokat találunk itt. Így kitűnően alkalmas teszterületnek fafaj osztályozási kísérletekhez.



5. ábra: A tanítóterületek kijelölése.

Eredmények

A kész tanítóterületeket ESRI shape formátumból ROI fájlkká alakítottuk ENVI-ben, majd a 6. ábrán jelölt 8 erdőrésztletre lefuttattuk az SVM osztályozót.



6. ábra: A SVM osztályozás eredménye a 186 D erdőrésztlet esetében.

Az osztályozás eredményét a 186 D erdőrészlet esetében összehasonlítottuk az üzemtervi adatokkal. Három fafajnak készítettük el a tanítóterületeit az üzemtervben található 6 fafajhoz képest. A lombos fafajok az üzemterv szerint 70%-ot tettek ki, míg az osztályozás eredménye 82%. A tanítóterületek 3 fafajra korlátozódása miatt a gyertyán és a nyír is bükknek vagy kocsánytalan tölgynek lett besorolva, míg a vörösfenyő pedig lucnak. Az 1. táblázatban az osztályozás eredményénél zárójelben jelöltük meg azokat a fafajokat, amelyeknek nem volt tanítóterületük, de besorolásra kerültek az általunk osztályozott három fafaj valamelyikébe. Az üzemtervi adatok pontosságát is figyelembe véve, az SVM osztályozás eredménye helytállóan bizonyul.

1. Táblázat: A 186 D erdőrészlet üzemtervi adatainak és az osztályozás eredményének összehasonlítása

üzemtervi adatok		SVM osztályozás eredménye	
fafajok	százalék (%)	tanítóterületek	százalék (%)
KTT	19	KTT (GY, NYI)	50
B	18	B (GY, NYI)	32
GY	13	LF (VF)	18
NYI	20		
VF	17		
LF	13		

Következtetés

A felügyelt képosztályozás egyik legfontosabb része a tanítóterületek megfelelő kiválasztása. Az eredményekből jól látszik, hogy az üzemtervi adatok erre nem a legalkalmasabbak. Ezért érdemes terepi mintaterületeket alkalmazni a tanítóterületek kiválasztásához és az osztályozás ellenőrzéséhez is. A felvétel további feldolgozása a fentiek figyelembe vételével indokolt.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Gallai Bencének és az intézet minden munkatársának a publikáció elkészítése során nyújtott segítséget, és a TKP2021-NVA-13 azonosító számú projekt keretében kapott támogatást.

Irodalomjegyzék

- BELÉNYESI M. – BURAI P. – CZIMBER K. – KIRÁLY G. – KRISTÓF D. – TANÁCS E. (2013): Távérzékelési adatok és módszerek erdőtérképezési célú felhasználása, megvalósíthatósági tanulmány.
- CHO M. A. – SKIDMORE A. K. – SOBHAN I. (2009): Mapping beech (*Fagus sylvatica*) forest structure with airborne hyperspectral imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11: 201-211.
- DALPONTE M. – BRUZZONE L. – GIANELLE D. (2008): Fusion of Hyperspectral and LiDAR Remote Sensing Data for Classification of Complex Forest Areas. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 46(5): 1416-1427.
- HAMADA Y. – STOW A. D. – COULTER L. L. – JAFOLLA J. C. – HENDRICKS L. W. (2007): Detecting Tamarisk species (*Tamarix spp.*) in riparian habitats of Southern California using high spatial hyperspectral imagery. *Remote Sensing of Environment* 109: 237-248.
- HARGITAI H. (2006): A hiperspektrális képfeldolgozás módszerei és az első magyarországi képkalkotó spektrométeres repülés adatainak elemzése. Doktori (PhD) értekezés.
- JONES T. G. – COOPS N. C. – SHARMA T. (2010): Assessing the utility of airborne hyperspectral and LiDAR data for species distribution mapping in the coastal Pacific Northwest, Canada. *Remote Sensing of Environment* 114: 2841-2852.

- KERTÉSZ P. (2014): Bükkös állapotának felmérése hiperspektrális felmérés alapján. Diplomamunka. NymE Erdőmérnöki Kar, Sopron. 45 fol.
- L3HARRIS (2022): L3Harris Geospatial Solutions, Inc. Forrás: https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/using_envi_Home.html – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- MÄYRÄ J. - KESKI-SAARI S. - KIVINEN, S. – TANHUANPÄÄ T. – HURSKAINEN P. – KULLBERG P. – POIKOLAINEN L. – VIINIKKA A. – TOUMINEN S. – KUMPULA T. – VIHervaara P. (2021): Tree species classification from airborne hyperspectral and LiDAR data using 3D convolutional neural networks. Remote Sensing of Environment 256: 1-16.
- MOLLAYNÉ MADAS G. – MOLNÁR Á. – TAMÁS J. (2011): A Soproni-hegység erdőállományainak története. Sopron, TAEG Zrt. 239 p.