

ESA HUNEDU projekt bemutatása

Introduction of ESA HUNEDU project

Pődör Andrea, dr. habil., PhD.

Ronczyk Levente, dr., PhD.

Horváth Márton

Katona János, dr., PhD.

Óbudai Egyetem, Alba Regia Kar, Geoinformatikai Intézet
Székesfehérvár, H-8000, Pirosalma utca 1-3.
podor.andrea@amk.uni-obuda.hu

Abstract

The ESA-HUNEDU Earth Observation (EO) curriculum development project aimed to create a modern and internationally competitive educational framework in the field of EO and geospatial sciences financed by European Space Agency. The development process started with an assessment of currently successful EO educational programs. In this context, the project coordinator conducted a series of in-depth interviews with key stakeholders. This process were followed by a Gap Analyses focusing on the competencies covered within the Hungarian higher education system. Then the development process was supported by two international "Train-the-Trainer" workshops that brought together leading experts from European and overseas research institutions. The workshops covered key topics including Google Earth Engine, Python-based EO processing, deep learning, time series analysis, the Copernicus Data Space Ecosystem, hyperspectral remote sensing, and Synthetic Aperture Radar (SAR) applications. Based on these experiences, a three-semester curriculum was designed, covering the fundamentals of remote sensing, geographic information systems, geostatistics, cloud-based EO platforms, and advanced geospatial analytics. The program further introduces machine learning, deep learning, photogrammetry, hyperspectral data analysis, microwave remote sensing, and laser scanning technologies. Strong emphasis is placed on practical skills and real-world applications in agriculture, forestry, environmental monitoring, urban studies, hydrology, and climate adaptation. The resulting curriculum integrates current technological trends, industry-relevant competencies, and international best practices, providing a comprehensive educational framework for training future EO specialists and supporting the development of national research and innovation capacities in the rapidly evolving field of Earth Observation.

Keywords: Earth Observation, Higher Education, ESA.

Kivonat

Az ESA-HUNEDU EO tananyagfejlesztési projekt célja egy korszerű, nemzetközi szinten is versenyképes földmegfigyelési (Earth Observation, EO) tananyag és képzési struktúra kialakítása volt. A fejlesztési folyamat a jelenleg sikeresen működő földmegfigyelési képzések felmérésével kezdődött. Ennek keretében a projekt koordinátora több mélyinterjút készített a szakterület meghatározó szereplőivel. Ezt a folyamatot egy hiányelemzés (Gap Analysis) követte, amely a magyar felsőoktatási rendszerben jelenleg lefedett kompetenciák vizsgálatára összpontosított. Ezt követően a fejlesztési folyamatot két nemzetközi „Képzők képzése” workshop támogatta, amelyek során vezető európai és tengerentúli szakértők mutatták be a földmegfigyelés legújabb módszereit és technológiáit. A workshopok témái között szerepelt a Google Earth Engine, a Python-alapú EO-feldolgozás, a mélytanulás, az idősoelemzés, a Copernicus Data Space Ecosystem, továbbá a hiperspektrális és SAR-alapú távérzékelés. Az ezekre épülő három féléves tananyag a távérzékelés, térinformatika, geostatistika és felhőalapú adatelemzés alapjaitól a gépi tanulási, mélytanulási és speciális földmegfigyelési alkalmazásokig terjed. A program kiemelt hangsúlyt helyez a gyakorlati készségek fejlesztésére és a valós környezeti, mezőgazdasági, erdészeti, városi és klímaadaptációs problémák vizsgálatára. A kialakított képzési struktúra integrálja a legmodernebb technológiai trendeket és nemzetközi jó gyakorlatokat, ezáltal hozzájárul a földmegfigyelési szakterület oktatási és kutatási kapacitásainak fejlesztéséhez Magyarországon.

Kulcsszavak: Földmegfigyelés, Oktatás, ESA.

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben a Föld megfigyelése a tudományos kutatás, a környezetvédelem és a gazdasági döntéshozatal egyik meghatározó eszközévé vált. A korszerű műholdas távérzékelési rendszereknek köszönhetően ma már szinte valós időben nyerhetünk információkat bolygónk felszínének, légkörének és óceánjainak állapotáról. Ezek az adatok nélkülözhetetlenek a klímaváltozás hatásainak nyomon követésében, a természeti erőforrások fenntartható kezelésében, a mezőgazdasági termelés optimalizálásában, valamint a természeti katasztrófák – például árvizek, erdőtüzek vagy aszályok – gyors és hatékony kezelésében. A földmegfigyelés jelentősége folyamatosan növekszik, mivel a műholdak által szolgáltatott adatok mennyisége és minősége évről évre fejlődik. A nagy térbeli, időbeli és spektrális felbontású felvételek lehetővé teszik a környezeti változások pontos nyomon követését, miközben a felhőalapú adatfeldolgozó platformok és a mesterséges intelligenciára épülő elemzési módszerek nagyságrendekkel felgyorsították az információk feldolgozását (Bozsó, 2024, Lillesand et al., 2015).

Európában a világűr kutatásának és hasznosításának koordinálását az European Space Agency (ESA) végzi, amelyet 1975-ben hoztak létre azzal a céllal, hogy a tagállamok közös erőforrásaik felhasználásával olyan űrkutatási és űripari programokat valósíthassanak meg, amelyek egyetlen ország számára önállóan nem lennének kivitelezhetők. Az ESA napjainkban 23 tagállamot tömörít, és tevékenysége kiterjed a földmegfigyelésre, a távközlésre, a műholdas navigációra, az űrtudományra, a bolygó kutatásra, valamint az emberes űrrepülések támogatására. A földmegfigyelés az ESA egyik legfontosabb stratégiai programterülete. Az ügynökség fejleszti és üzemelteti azokat a technológiákat, amelyek lehetővé teszik a Föld folyamatos megfigyelését, miközben szoros együttműködésben dolgozik az Európai Unióval a Copernicus program megvalósításában (ESA, 2026).

Magyarország 2015-ben az ESA teljes jogú, 22. tagállamává vált, ami új lehetőségeket nyitott meg a hazai űripar, a kutatás-fejlesztés és a felsőoktatás számára. A teljes jogú tagság révén a magyar intézmények szélesebb körben kapcsolódhatnak be az ESA kutatási, technológiafejlesztési és oktatási programjaiba. Ezzel párhuzamosan felértékelődött a korszerű Earth Observation ismeretek oktatása is, hiszen az ESA programjaihoz kapcsolódó projektek sikeres megvalósításához jól képzett szakemberekre van szükség. Ebbe a folyamatba illeszkedik az ESA által támogatott HUNEDU – Hungarian Education Enhancement Activity projekt is, amelynek célja, hogy korszerű, nemzetközi színvonalú földmegfigyelési képzést alakítson ki a magyar felsőoktatásban, és elősegítse a következő generáció geoinformatikai és távérzékelési szakembereinek felkészítését az ESA és a nemzetközi űrszektor kihívásaira (ESA EO Training Academy, 2026; Copernicus Academy, 2026).

2. A PROJEKT FŐBB ELEMEI

A projekt viszonylag rövid kétéves időszakot ölel fel. Ennek keretében a projekt fővállalkozójának a Datelite Kft-nek és a résztvevőknek, az Óbudai Egyetem és a Soproni Egyetem fő célja egy modern az ESA törekvéseihez jól kapcsolódó Földmegfigyelési képzés kialakítása. A projekt szakmai partnere Laboratory of Geo-information Science and Remote Sensing. Wageningen University. Ezen laboratórium vezetője, Kirsten de Beurs ugyancsak tagja a szakértői testületnek, melynek tagjai külföldi szakemberek, ugyancsak létrehoztunk a projekt során egy magyar szakemberekből álló szakértői testületet is.

A tanterv kidolgozása során nemzetközi partnereink ajánlásait vesszük alapul. Ez a projekt központi eleme, amely cél megvalósítása érdekében a projekt során intenzív megbeszélésekre volt szükség a partnerek (Soproni Egyetem, Óbudai Egyetem, DATelite) és szakértői testületünk (nemzetközi és hazai szakértők egyaránt) között. Ez a tervezési szakasz képezi a projekt gerincét. Az első szakasz lényeges eleme volt a szakértői testületek létrehozása, és az abban tevékenyen résztvevő szakemberek felkérése, melyhez az ESA hathatós segítséget nyújtott. Ezt a feladatot a főpályázó hajtotta végre. A következő fontos lépés az igények és a rendelkezésre álló szellemi infrastruktúra összehangolása volt. Ennek egyik fontos eleme a jelenleg sikeresen működő EO képzések feltérképezése volt, ehhez kapcsolódóan a főpályázó a földmegfigyelés legfontosabb szereplőivel mélyinterjúkat készített az elvárásokról. Ezt követően kirajzolódott, hogy egy megfelelő EO képzésnek milyen tartalommal, elemekkel kell rendelkeznie. Ezt követően és erre építve egy úgynevezett GAP Analyses (Hiányelemzés) következett, melynek célja az volt, hogy a megállapított szakterületi ismereteket Magyarországon az egyetemek milyen szinten milyen mélységben oktatják. A GAP Analyses eredménye rendkívül tanulságos volt, mert egyértelműen azt mutatja, hogy a magyar felsőoktatási tér rendkívül fregmentált, tehát egy magas színvonalú, a nemzetközi piacon is versenyképes képzést igazából közös alapokon lenne célszerű működtetni a jövőben (Copernicus Academy, 2026).

Ezt a feladatot az oktatási program kidolgozása, valamint az oktatók képzése követi. Az oktatók képzése e feladat kulcsfontosságú eleme. Továbbá a nemzetközi partner egyetemek és kutatóintézetek online képzéseket és anyagokat biztosítanak a kért témákban.

3. EREDMÉNYEK

A projekt még nem ért véget a végleges tananyag kidolgozásra vár, de lezajlott a projekt egyik fontos eleme a képzők képzése és kialakításra került a tanterv.

3.1 Képzők képzése

Az ESA-HUNEDU EO tananyagfejlesztési projekt keretében két, egymásra épülő workshop-sorozat támogatta a földmegfigyelés oktatásának fejlesztését és az oktatók szakmai felkészítését. A workshopok nemzetközileg elismert kutatók és szakemberek bevonásával mutatták be a távérzékelés, a mesterséges intelligencia, a felhőalapú adatfeldolgozás és a radaros földmegfigyelés legkorszerűbb módszereit.

EO Képzők Képzése Workshop I.

A 2025. augusztus 25-28. között Sopronban, helyszíni és online formában megrendezett első workshop elsősorban a földmegfigyelési adatok feldolgozásának korszerű módszereire, valamint a mesterséges intelligencia alkalmazásaira fókuszált. A program nyitóelőadását Mutlu Ozdogan, a University of Wisconsin professzora tartotta, aki a Google Earth Engine és a mélytanulás kapcsolatát mutatta be. Előadásában áttekintette, hogyan használhatók a felhőalapú geoinformatikai platformok nagy mennyiségű műholdas adat elemzésére, és miként integrálhatók a modern deep learning megoldások a környezeti monitoring folyamataiba.

A második napon Johannes Knoch, a németországi GFZ Potsdam kutatója az Earth Observation with Python témakörét ismertette. Az előadás áttekintést nyújtott a Python nyelv távérzékelési alkalmazásairól, a legfontosabb fejlesztői környezetekről és az úgynevezett minimum viable product (MVP) szemléletről, amely a gyors prototípusfejlesztést segíti a földmegfigyelési projekteknél.

Ugyanezen a napon Alison Beamish, szintén a GFZ Potsdam szakértője a német földmegfigyelési downstream piac működését mutatta be. Az előadás betekintést adott abba, hogyan hasznosultak a műholdas adatok az üzleti életben, a közsférában és az innovációs ökoszisztémában, valamint milyen piaci lehetőségek és szolgáltatások épültek a földmegfigyelési technológiákra.

A harmadik nap programjában Marc Rußwurm, a Wageningen University kutatója a mélytanulás és földmegfigyelés kapcsolatát ismertette. Az előadás bemutatta a korszerű neurális hálózatok alkalmazását földfelszín-borítási térképezésben, mezőgazdasági monitoringban és egyéb EO-feladatokban.

A workshop zárásaként Kirsten de Beurs, szintén a Wageningen University oktatója az időszerelemzés módszertanát mutatta be. A résztvevők megismerték a hosszú távú műholdas adatsorok feldolgozásának lehetőségeit, a trendek, szezonális változások és környezeti folyamatok vizsgálatának módszereit.

EO Képzők Képzése Workshop II.

A második workshopra 2025. október 27-31. között Budapesten került sor, szintén hibrid, helyszíni és online formában. A rendezvény a korszerű földmegfigyelési adatforrásokra, a hiperspektrális távérzékelésre és a radaros technológiákra helyezte a hangsúlyt.

A program első napján Ilinszky András, a Sinergise szakembere ismertette a Copernicus Data Space Ecosystem rendszerét. Az előadás bemutatta az európai Copernicus program adatkezelési és adatfeldolgozási környezetét, valamint azokat a szolgáltatásokat és eszközöket, amelyek lehetővé tették a Sentinel műholdak adatainak hatékony felhasználását.

A második és harmadik napon Jochem Verrelst, a University of Valencia kutatója tartott kétnapos képzést a hiperspektrális távérzékelésről. A résztvevők megismerkedtek a hiperspektrális érzékelők működésével, a nagy spektrális felbontású adatok elemzésével, valamint azok mezőgazdasági, környezetvédelmi és ökológiai alkalmazási lehetőségeivel.

A workshop utolsó két napján Armando Marino, a University of Stirling oktatója vezetett be a szintetikus apertúrájú radar (SAR) technológiába. Az előadások során a résztvevők megismerték a radaros távérzékelés fizikai alapjait, a SAR-adatok feldolgozásának módszereit, valamint a technológia földfelszín-monitoringban, változásdetektálásban és katasztrófavédelmi alkalmazásokban betöltött szerepét.

A két workshop együttesen átfogó képet nyújtott a modern földmegfigyelés legfontosabb technológiai és módszertani területeiről. A résztvevők a felhőalapú adatfeldolgozástól és a Python-alapú elemzésektől

kezdvé a mélytanulási megoldásokon át a hiperspektrális és radaros távérzékelésig olyan naprakész tudást szereztek, amely közvetlenül beépíthetővé vált a felsőoktatási képzésbe és a kutatási tevékenységbe egyaránt.

3.2 Tananyagstruktúra

Az alábbi tananyagterv egy három féléves, összesen 90 kreditese, a földmegfigyelésre, távérzékelésre és térinformatikára épülő képzési programot vázol fel. A képzés célja, hogy a hallgatók átfogó elméleti és gyakorlati ismereteket szerezzenek a modern földmegfigyelési technológiák, az adatelemzés, a mesterséges intelligencia, valamint a geoinformatikai alkalmazások területén.

Az első félévben a hallgatók elsajátítják a távérzékelés alapjait. A kurzus bemutatja a földmegfigyelés alapfogalmait, a különböző távérzékelési platformokat, így a pilóta nélküli légi járműveket (UAV), a légi felderítési rendszereket és a műholdas platformokat. A hallgatók megismerkednek a távérzékelés fizikai hátterével, valamint az optikai, termális és radaros érzékelők működésével, beleértve az aktív és passzív szenzorok alkalmazását és a légköri korrekció alapelveit is.

Az első félév további fontos eleme a földmegfigyelési és térinformatikai adatok kezelése. A tantárgy áttekinti a táblázatos, vektoros és raszteres adatformátumokat, a fájlkezelési és adatbázis-kezelési alapelveket, valamint a felhőalapú adatkezelési megoldásokat. A hallgatók betekintést kapnak az üzleti intelligencia (Business Intelligence, BI) szemléletébe és annak térinformatikai alkalmazási lehetőségeibe.

A geostatisztika kurzus a térbeli adatok elemzéséhez szükséges matematikai és statisztikai módszereket ismerteti. A hallgatók megismerkednek a térbeli regressziós modellekkel, az interpolációs eljárásokkal, például a krigeléssel, a radiális bázisfüggvényekkel vagy a legközelebbi szomszéd módszerrel, továbbá a főkomponens-analízissel, az autokorrelációval, a Bayes-féle statisztikai megközelítésekkel és a mintaválasztás kérdéseivel.

A felhőalapú földmegfigyelési platformok tárgya a felhőalapú számítási környezetek működését mutatja be. A hallgatók megismerik az adattömbök (datacube) koncepcióját, valamint a Google Earth Engine, a Google Colab és a Copernicus Data Space Ecosystem használatát. A kurzus alapvető programozási ismereteket nyújt JavaScript és Python nyelveken, különös tekintettel azok földmegfigyelési környezetekben történő alkalmazására (Wright et al., 2024).

A térbeli elemzés és geovizualizáció tantárgy a földmegfigyelési adatok elemzési és megjelenítési módszereire koncentrál. A hallgatók megismerkednek a digitális kartográfia alapjaival, a tematikus és időbeli térképek készítésével, a színelmélet és a tipográfia kartográfiai alkalmazásával, valamint a korszerű adatvizualizációs technikákkal.

Az első félévet egy szabadon választható tantárgy egészíti ki, amely a felsőoktatási intézmény aktuális képzési kínálatából válogatott, a szakterülethez kapcsolódó kurzusokat foglal magában.

A második félévben a hangsúly a gyakorlati alkalmazásokon van. Az „Earth Observation in Practice 1.” kurzus az erdőgazdálkodás, a mezőgazdaság, a talajtudomány és a természetvédelem területén mutatja be a földmegfigyelési technológiák gyakorlati felhasználását.

A változásdetektálás tantárgy az idősoros adatok elemzésével foglalkozik. A hallgatók elsajátítják a tájdinamika és fenológiai folyamatok vizsgálatát, az idősorok rekonstrukcióját, a szezonális és hosszú távú trendek, töréspontok és zajok elemzését, valamint a transzformációs mátrixok, változástérképek és celluláris automaták alkalmazását a környezeti folyamatok előrejelzésében.

A gépi tanulás kurzus a földmegfigyelési adatok osztályozására és elemzésére használt módszereket ismerteti. A hallgatók megismerik az irányított osztályozási algoritmusokat, például a neurális hálózatokat, a döntési fákat, a támogatott vektorgépeket és a véletlen erdőket, valamint a klaszterezésen alapuló irányítatlan osztályozási módszereket. A kurzus Python és R programozási alapokat is nyújt, különös hangsúllyal az osztályozási feladatokra, valamint az eredmények pontosságértékelésére (Wright et al., 2024).

A fotogrammetria tantárgy a drónos adatgyűjtés, a hőkamerás felvételezés és a fotogrammetriai adatfeldolgozás alapjait mutatja be. A hallgatók megismerkednek a kötegi kiegyenlítési eljárásokkal, a képegyeztetéssel, az objektumalapú képelemzéssel (OBIA), a textúraelemzéssel, valamint az ortofotók és digitális felszínmodellek előállításával.

A projekttervezés és projektmenedzsment kurzus alapvető projektmenedzsment-ismereteket nyújt, valamint bevezeti a hallgatókat a pályázatírás módszertanába. A képzés különös hangsúlyt fektet az Európai Űrügynökség pályázataihoz és felhívásaihoz kapcsolódó projektfejlesztési készségek elsajátítására.

A második félévben is szerepel egy szabadon választható tantárgy, amely lehetőséget biztosít az egyéni érdeklődési területek mélyebb megismerésére.

A harmadik félév további specializációs lehetőségeket kínál. Az „Earth Observation in Practice 2.” kurzus a városi környezetek, a vízgazdálkodás, az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás, a városi hőszigetelés (UHI), valamint a városi zöld és kék infrastruktúrák vizsgálatára fókuszál. Opcionálisan tengeri környezetek, hulladékgazdálkodási vagy jégtakaró-vizsgálati alkalmazások is feldolgozhatók.

A mélytanulás tantárgy a korszerű mesterségesintelligencia-módszerek alapjaival ismerteti meg a hallgatókat. A tananyag magában foglalja a neurális hálózatok tanításának és értékelésének alapjait, a veszteségfüggvények, optimalizálók és teljesítménymutatók használatát, valamint a legfontosabb modellarchitektúrákat, köztük a konvolúciós neurális hálózatokat (CNN), a ResNet, U-Net és Transformer modelleket. A hallgatók gyakorlati tapasztalatot szereznek a TensorFlow és PyTorch keretrendszerek használatában (Wright et al., 2024).

A speciális földmegfigyelési technológiák között külön tárgy foglalkozik a hiperspektrális adatok feldolgozásával. Ennek során a hallgatók megismerkednek a spektrális könyvtárak használatával, a hiperspektrális adatkockák elemzésével, valamint a dimenziócsökkentési és osztályozási módszerekkel, például a főkomponens-analízissel, a Minimum Noise Fraction (MNF) eljárással, a végtag-kiválasztással és a spektrális szögillesztéssel (SAM), (Pandey et al., 2020).

A radaros távérzékelés haladó kurzusa a szintetikus apertúrájú radar (SAR) adatok feldolgozását és alkalmazását mutatja be. A témakörök között szerepel az amplitúdóadatok elemzése, a koherenciaalapú változásokdetektálás, valamint az interferometrikus SAR (InSAR) technikák alkalmazása (Lillesand et al., 2015).

A lézerszkennelésre fókuszáló kurzus a műholdas, légi és földi lézerszkennelési technológiák feldolgozási és elemzési módszereit tárgyalja. A hallgatók megismerik a pontfelhő-szűrést, a voxelalapú modellezést, a szemantikus szegmentációt, a pontfelhő-osztályozást, valamint a felszín- és objektumkinyerési eljárásokat.

A képzést a szakdolgozati terv elkészítése zárja, amelynek során a hallgatók önálló kutatási vagy alkalmazott fejlesztési témát dolgoznak ki, összekapcsolva a képzés során megszerzett elméleti és gyakorlati ismereteket. A szakdolgozati terv célja, hogy megalapozza a későbbi kutatási, innovációs vagy ipari projekteken való sikeres részvételt.

4. DISZKUSSZIÓ ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kidolgozott tananyagstruktúra és a megvalósított „Képzők képzése” workshopok jól tükrözik a földmegfigyelési szakterület jelenlegi nemzetközi fejlődési irányait és a munkaerőpiaci igényeket. A tanterv logikus felépítésben vezeti végig a hallgatókat a távérzékelés és a térinformatika alapjaitól a korszerű adatelemzési, mesterségesintelligencia-alapú és speciális földmegfigyelési technológiák alkalmazásáig. Különösen fontos erőssége a programnak, hogy a hagyományos távérzékelési ismereteket integrálja a felhőalapú adatfeldolgozással, a gépi tanulással, a mélytanulással, valamint a hiperspektrális és SAR-technológiákkal (Lillesand et al., 2015; ESA EO Training Academy, 2026).

A workshopok jelentős mértékben hozzájárultak a képzési program szakmai megalapozásához. Az előadások nem csupán elméleti ismereteket közvetítettek, hanem nemzetközi kutatási és ipari jó gyakorlatokat is bemutatnak, amelyek közvetlenül beépíthetők a tananyagba. A Google Earth Engine, a Copernicus Data Space Ecosystem, a Python-alapú adatelemzés, a mélytanulási módszerek, valamint a hiperspektrális és radaros távérzékelés témakörei egyaránt megjelennek a tantervben, ami biztosítja a workshopok eredményeinek közvetlen hasznosulását.

A képzés egyik legfontosabb eredménye, hogy multidiszciplináris szemléletet valósít meg. A földmegfigyelési technológiák alkalmazásai a mezőgazdaságtól és erdőgazdálkodástól kezdve a városi környezet vizsgálatán, a klímaadaptáción és a vízgazdálkodáson át egészen a természetvédelemig számos területet lefednek. Ez lehetővé teszi, hogy a végzett hallgatók kutatási, ipari és közigazgatási környezetben egyaránt versenyképes tudással rendelkezzenek.

Összességében megállapítható, hogy a workshopok során megszerzett nemzetközi tapasztalatok és a kialakított tananyagstruktúra szervesen illeszkednek egymáshoz. Az így létrejött képzési program alkalmas arra, hogy korszerű, gyakorlatorientált és nemzetközi szinten is versenyképes tudást nyújtson a földmegfigyelés és geoinformatika területén, miközben támogatja a jövő szakembereinek és oktatóinak felkészítését a gyorsan fejlődő digitális és úripari környezet kihívásaira.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Bozsó, I. (2024). A műholdas földmegfigyelés történelmi és technikai háttere. *Haditechnika*, 58(2), 48-53.
- [2] Dániel Kristóf: Overview of EO activities and plans in Hungary https://lps25.esa.int/lps25-presentations/presentations/1987/_1987.pdf
- [1] European Space Agency (ESA) (2026). EO Training and Education. <https://eo4society.esa.int/training-education/>
- [2] European Space Agency (ESA) (2026). ESA EO Training Academy. <https://eo-college.org/esa-eo-training-academy/>
- [3] Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation (7th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- [4] Pandey, P. C., Srivastava, P. K., Balzter, H., Bhattacharya, B., & Petropoulos, G. P. (Eds.) (2020). Hyperspectral Remote Sensing: Theory and Applications. Amsterdam: Elsevier.
- [5] Wright, D. J. et al. (Eds.) (2024). Cloud-Based Remote Sensing with Google Earth Engine: Fundamentals and Applications. Cham: Springer.