

DAUGIAMEČIŲ PIEVŲ STEBĖSENA, TAIKANT SINTETINĖS APERTŪROS RADARŲ (SAR) KOHERENCIJOS IR INTENSYVUMO BANGŲ KOMPOZICIJĄ

Gustė METRIKAITYTĖ-GUDELĖ*, Jūratė SUŽIEDELYTĖ-VISOCKIENĖ

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Aplinkos inžinerijos fakultetas,

Geodezijos ir kadastro katedra, Vilnius, Lietuva

**El. paštas guste.metrikaityte-gudele@vilniustech.lt*

Gauta 2024 m. kovo 4 d.; priimta 2024 m. kovo 18 d.

Santrauka. Straipsnyje pateiktas tyrimas, kuriam naudojami sintetinės apertūros radaro (SAR) palydovinių vaizdų duomenys. Taikant koherencijos ir intensyvumo bangų kompozicijas atikta daugiamečių pievų stebėseną. Penkerių metų periodo analizė, remiantis kasmetinėmis SAR vaizdų kompozicijomis, leido įvertinti šio metodo tinkamumą. Gautas rezultatas su išskirtinai aukštais tikslumo rodikliais – tikslumas siekia 95,8 %, daugiamečių pievų identifikavimo su kontroliniais duomenimis atitikimas – 97,1 %, o gauta svertinio tikslumo vidurkio F1 vertė – 96,5 %. Aukšti tikslumo rodikliai patvirtina, kad SAR palydoviniai vaizdai yra itin patikimi duomenys ir gali būti efektyviai naudojami nuosekliai (periodinei) daugiamečių pievų stebėsenai vykdyti.

Reikšminiai žodžiai: SAR, daugiametės pievos, koherencija, palydoviniai vaizdai.

1. Įvadas

Ilgą laiką stebint žemės dangos ir žemės naudojimo pokyčius pastebėta, kad pastaraisiais metais visoje Europoje mažėja daugiamečių pievų plotai. Šie pokyčiai dažnu atveju vyksta dėl antropogeninių veiksnių, tokių kaip miestų plėtra, gyvulininkystės ūkių mažėjimas, intensyvėjantis žemės ūkis, ar žemės naudojimo pokyčių (Elliott et al., 2024; Schils et al., 2022). Analizuojant statistinius duomenis, matyti, kad skirtingose Europos šalyse daugiamečių pievų plotų mažėjimas skiriasi: nuo 2015 iki 2018 metų didžiausi pokyčiai užfiksuoti Maltoje (–5,1 %), Lietuvoje (–2,5 %) ir Belgijoje (–2 %) (Eurostat, 2023b). Lietuvos nacionaliniuose šaltiniuose teigiama, kad nuo 2018 iki 2023 metų Lietuvoje daugiamečių pievų plotas sumažėjo 18,64 % (Nacionalinė mokėjimo agentūra prie Žemės ūkio ministerijos, 2023). Daugiametės pievos – tai daugiametėmis žolėmis užsėtas arba natūralus penkerius ar daugiau metų neartas žemės plotas, skirtas ūkiniams gyvūnams ganyti, žolei ar žolės produkcijai gauti. Tokiose pievose gali augti pavieniai medžiai arba krūmai, šie plotai gali būti naudojami ganykloms, silosui ir šienai šienauti arba atsinaujinančiai energijai gaminti (Eurostat, 2023a). Daugiametės pievos

yra svarbios daugeliu aspektų, tokių kaip biologinės įvairovės išsaugojimas, dirvožemio sveikata ir organinės anglies kaupimas, požeminio ir antžeminio vandens reguliavimas ir kokybė, kultūra ir kraštovaizdis, žemės ūkis bei klimato kaitos mažinimas ir švelninimas. Daugiametės pievos dažnu atveju yra biologinės įvairovės židiniai, kuriuose auga daugybė augalų rūšių, gyvena daugybė vabzdžių, paukščių ir kitų laukinių gyvūnų, įskaitant ir įvairias retas bei nykstančias rūšis (Poux, 2020). Šie plotai taip pat atlieka svarbų vaidmenį išsaugojant ir gerinant dirvožemį, jo sveikatą. Daugiametėse pievose augantys augalai sudaro gilų ir tankų šaknų tinklą, kuris padeda išvengti dirvožemio erozijos, gerina dirvožemio struktūrą (European Commission, 2021), sulaukia vandenį, padeda reguliuoti vandens tekėjimą, taip mažindamas potvynių riziką (European Commission, 2009). Tokių pievų plotai prisideda ir prie klimato kaitos mažinimo bei jos švelninimo – šie plotai yra reikalingi organinei angliai sekvestruoti (Conant et al., 2001).

Laikantis Europos Sąjungos įsipareigojimų, daugiamečių pievos turi būti saugomos. Lietuvoje daugiamečių pievų plotai per 2018–2023 metų periodą negalėjo sumažėti daugiau nei 5 %. Peržengus šio procento ribą,

ūkininkai turėtų atkurti suartas daugiameses pievas. Daugiamečių pievų stebėseną įgauna daugialypę prasmę – reikia laikytis ES išpareigojimų ir nustatyti plotus, kuriuose turėtų būti atkurtos daugiamesės pievos, ir nuolat stebėti, kad tų plotų nemažėtų. Nuolatiniam stebėjimams atlikti dažnai naudojami palydoviniai vaizdai, kurie leidžia nuolatos ir nuosekliai stebėti žemės dangos ir žemės naudmenų pokyčius.

Palydoviniai vaizdai leidžia stebėti bei gauti informaciją apie įvairius objektus ir procesus nuotoliniu būdu. Pagal veikimo principą palydovinėse sistemose gali būti integruoti dviejų tipų jutikliai – pasyvieji ir aktyvieji. Pasyvieji jutikliai fiksuoja elektromagnetines bangas, atspindinčias nuo objektų, kuriuos apšviečia šviesos šaltinis (saulė). Tai reiškia, kad debesuotomis dienomis, kai debesys užstoja žemės paviršių, ši palydovinė sistema yra netinkama stebėjimui vykdyti. Iš sistemų su pasyviaisiais jutikliais yra gaunami optiniai multispektriniai vaizdai. Aktyvieji jutikliai patys spinduliuoja elektromagnetines bangas ir priima jas atgal nuo atspindėjusių objektų paviršiaus. Ši sistema veikia ir fiksuoja informaciją nepriklausomai nuo paros laiko ar oro sąlygų. Tokios sistemos principu veikia ir SAR vaizdus fiksuojantys palydovai.

Palydoviniai SAR vaizdai yra vertingas duomenų šaltinis, kuris tinka žemės dangai stebėti, jos pokyčiams analizuoti arba kaip tik pokyčių nebuvimui nustatyti, kas irgi yra labai aktualu tokių objektų kaip, pavyzdžiui, daugiamesės pievos atveju. Žali ir neapdoroti SAR vaizdai, palyginti su optiniais multispektriniais vaizdais, yra sudėtingesni ir beveik nesuprantami žmogaus akiai, juose pilna triukšmo ir šviesų svyravimų, vaizdo objektai gali būti iškraipyti, o jų geografinė padėtis – netikslė, todėl norint analizuoti šiuos vaizdus ar juose išskirti tam tikrus objektus būtina juos apdoroti.

Tyrimo objektas – penkerius ar daugiau metų neaiškiamas žemės plotas, kuris skirtas ūkiniams gyvūnams ganyti bei žolei ar žolės produkcijai gauti ir kuri galima atsėti nesuarint, kitaip tariant, tai yra daugiamesės pievos. Šie plotai identifikuoti naudojant SAR tipo palydovinių vaizdų laiko eilučių informaciją, iš jų dviem etapais išskiriant koherencijos ir intensyvumo bangas:

- analizuojant daugiamečių pievų plotus 5 metų laikotarpiu;
- atliekant daugiamečių pievų stebėjimus kiekvienais metais.

Galutinių rezultatų patikimumas įvertintas pagal svertinį identifikavimo tikslumą F1.

2. Duomenys ir tyrimo teritorija

Tyrimui naudoti trijų tipų duomenys:

- SAR palydoviniai vaizdai iš „Sentinel-1“ palydovo; multispektriniai palydoviniai vaizdai iš „Sentinel-2“ palydovo;

- kontrolei – vektoriniai duomenys apie daugiameses pievas.

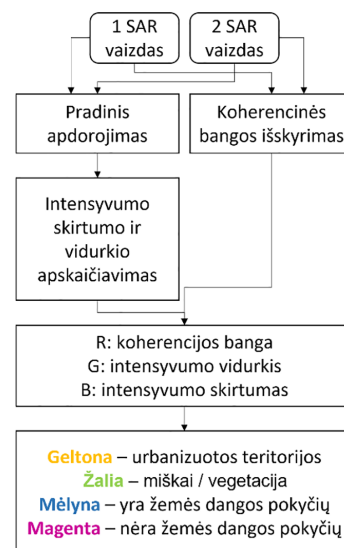
Tyrimui ir analizei atlikti naudoti 2019–2023 metų vegetacinio piko SAR vaizdai, t. y. kiekvienų metų liepos mėnesio vidurio vaizdai.

Gauto rezultato patikimumui ir tikslumui įvertinti naudotos 2019–2023 metų optinių multispektrinių palydovinių RGB (raudona, žalia, mėlyna) kompozicijos vaizdų mozaikos, kurių datos buvo artimos pasirinktų SAR vaizdų datoms. Tikslumui įvertinti naudoti VĮ Žemės ūkio duomenų centro vektoriniai duomenys apie daugiameses pievas iš duomenų rinkinio „Pasėlių laukų duomenų bazės nuasmeninti duomenys pagal pasėlių grupes“ (VĮ Žemės ūkio duomenų centras, 2023).

Tyrimui pasirinkta šiaurės Lietuvoje esanti teritorija, nes ten vystoma intensyvi ūkinė veikla. Šioje šalies dalyje dirvožemiai yra vieni derlingiausių, tad ūkininkai suinteresuoti kuo daugiau teritorijų paversti aktyvaus ūkininkavimo plotais ir todėl prarandami daugiamečių pievų plotai.

3. Metodika

Šiame straipsnyje pasirinkti SAR vaizdai iš pradžių, prieš juos analizuojant, buvo apdoroti: tikslinta, kalibruota padėties informacija, užpildyti plyšiai, pašalintas triukšmas bei atliktas geografinis orientavimas. Antrasis žingsnis – apskaičiuotos vaizdų porų – 2019 ir 2023, 2019 ir 2020, 2020 ir 2021, 2021 ir 2022, 2022 ir 2023 metų vaizdų – koherencijos ir intensyvumo bangos. Trečiasis – atlikti SAR vaizdo elektromagnetinių juostų matematiniai skaičiavimai, kurių metu gautos vaizdų intensyvumo vidurkio (angl. *intensity average*) ir intensyvumo skirtumo (angl. *intensity difference*) juostos. Ketvirtasis – koherencijos, intensyvumo vidurkio ir skirtumo juostos



1 paveikslas. SAR vaizdų apdorojimas

panaudotos RGB skalėje ir taip sukurtas kompozitas, kuriame žalia spalva parodys miškai ir vegetaciniai plotai, geltona spalva – urbanizuotos teritorijos, mėlyna spalva – žemės dangos pokyčiai, magenta spalva – plotai, kuriuose pokyčiai per analizuojamą periodą neįvyko. SAR vaizdų apdorojimo schema pateikta 1 paveiksle.

Skaičiavimo modelio rezultatams įvertinti naudojamas svartinis tikslumo vidurkis $F1$ (1), kuris tinka visų tipų klasifikavimo algoritams. $F1$ vertę sudaro tikslumo (P) (2) ir atitikimo (R) (3) vertės (IBM, 2023).

$$F1 = 2 \times \frac{(P \times R)}{(P + R)}, \quad (1)$$

kur P vertinamas pagal teisingai teigiamų (T_p) ir klaidingai teigiamų (F_p) verčių kiekius:

$$P = \frac{T_p}{(T_p + F_p)}, \quad (2)$$

kur R vertinamas pagal teisingai teigiamų (T_p) ir klaidingai neigiamų (F_n) verčių kiekius:

$$R = \frac{T_p}{(T_p + F_n)}. \quad (3)$$

$F1$ reikšmės interpretuojamos kaip bendro modelio veikimo matas nuo 0 iki 1, kur 1 yra geriausias modelio rezultatas. Tai yra subalansuotas modelis, kuris leidžia užfiksuoti teigiamus atvejus ir yra tikslus. Pagal bendras taisykles $F1$ rezultatas gali būti puikus, labai geras, geras ir prastas (žr. 1 lentelę) (Allwright, 2022).

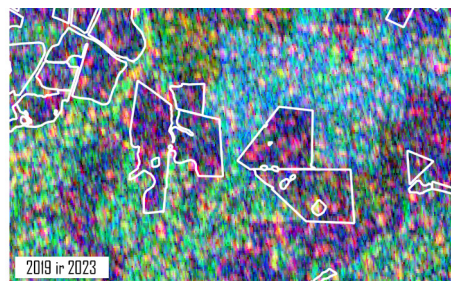
1 lentelė. $F1$ tikslumo rodiklio verčių charakteristikos

$F1$ vertės	Reikšmė
Daugiau už 0,9	Puikiai
0,8–0,9	Labai gerai
0,5–0,8	Gerai
Mažiau nei 0,5	Prastai

4. Rezultatai

Atsižvelgiant į tai, kad daugiametėmis pievomis laikomi plotai, kurie nekinta penkis ir daugiau metų, pirmajame tyrimo etape nuspręsta analizuoti du SAR vaizdus, kuriuos skiria 5 vasaros sezonai, tai yra 2019 ir 2023 metų vaizdus.

Analizuojant gautą rezultatą pastebėta, kad skaičiavimų modeliu gautas vaizdas yra sunkiai interpretuojamas, nes sudėtinga tiksliai nustatyti, ar plotai, identifikuoti kaip nekintantys, tikrai priklauso analizuojamam žemės dangos sluoksniui – daugiametėms pievoms. 2 paveiksle matyti, kad ne tik žinomi daugiametį pievų plotai (plotai, apibrėžti balta linija) yra magenta spalvos (spalvos,

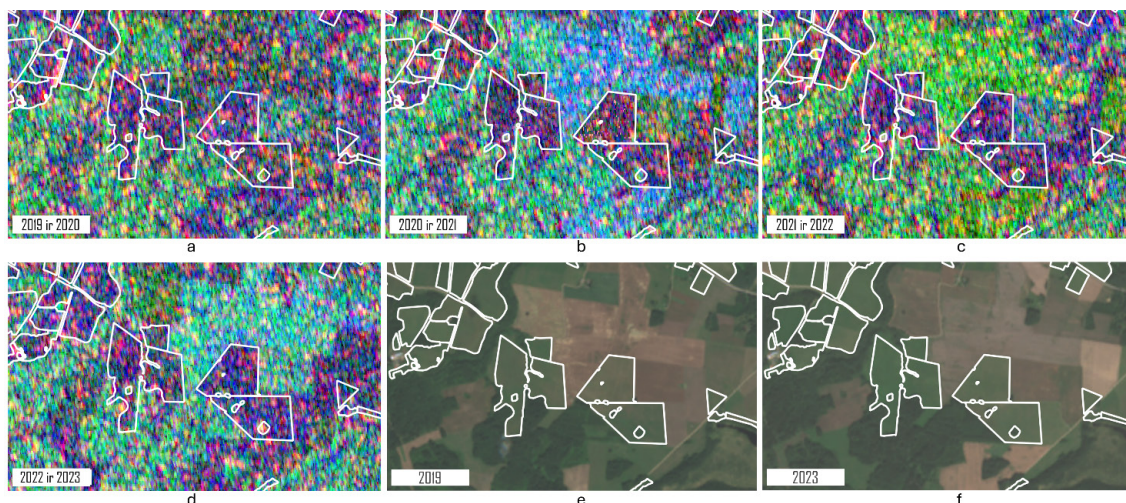


2 paveikslas. 2019 ir 2023 metų SAR vaizdų analizės pavyzdys. Žalių atspalvių plotai yra miškai ir vegetacijos plotai, geltonų atspalvių plotai – urbanizuotos teritorijos, mėlynų atspalvių plotai – teritorijos, kuriose per tiriamąjį laikotarpį įvyko pokytis, magenta atspalvių plotai – teritorijos, kuriose per tiriamąjį laikotarpį pokyčių nebuvo, balta linija – žinomi daugiametį pievų plotai

žyminės plotus be žemės dangos pokyčių), bet ir kiti pavieniai aplinkui esantys plotai. Analizuojant tik vieną dviejų laikotarpių vaizdą, sudėtinga tiksliai nustatyti daugiametės pievas, dažnu atveju galima identifikuoti klaidingai teigiamą (angl. *false positive*) rezultatą, t. y. plotai interpretuojami kaip daugiametės pievos, nors iš tiesų jomis nėra.

Atsižvelgus į tai, kad analizuojant du vaizdus, kuriuos skyrė didelis laiko tarpas, gauti rezultatai buvo netikslūs, kitame tyrimo etape nuspręsta atlikti kasmetinę SAR vaizdų analizę. Analizei naudotos 2019 ir 2020, 2020 ir 2021, 2021 ir 2022 bei 2022 ir 2023 metų vaizdų kompozicijos. Gauti vaizdų rezultatai pateikti 3 paveiksle. 3 paveiksle galima matyti, kad tik kaip daugiametės pievos žinomi plotai skirtingų metų kompozicijose nekinta ir visuomet išlaiko magenta spalvos atspalvius, o kitų plotų spalva dėl įvairių vegetacinio periodo ar kitokių sutapimų keičiasi ir vienais metais jie identifikuojami kaip pokyčių plotai, kitais – kaip vegetaciniai plotai.

Rezultato patikimumui ir metodo veiksmingumui nustatyti buvo atliktas tikslumo įvertinimas. Tyrimo teritorijoje buvo atsitiktinai pasirinkti ir patikrinti 500 objektų iš duomenų rinkinio „Pasėlių laukų duomenų bazės nuasmeninti duomenys“. Atliktas įvertinimas parodė, kad iš visų tikrintų objektų 172 objektai dėl savo mažo ploto (<0,5 ha) arba sudėtingos geometrinės konfigūracijos buvo vertinimui netinkami. Naudoti „Sentinel-1“ palydovo vaizdai, kurių gardelės dydis yra 10 metrų, yra per mažos skiriamosios gebos, tad mažesnio ploto bei sudėtingos konfigūracijos objektų stebėsenai turėtų būti naudojami aukštesnės skiriamosios gebos vaizdai. Likusių objektų analizė atskleidė, kad 304 objektai buvo teisingai identifikuoti (teisingai teigiamas rezultatas (angl. *true positive*)) kaip daugiametės pievos, 13 objektų buvo klaidingai identifikuoti (klaidingai teigiamas rezultatas), o 9 objektai buvo klaidingai praleisti (klaidingai neigiamas rezultatas (angl. *false negative*)).



3 paveikslas. SAR vaizdų kasmetinės analizės pavyzdžiai. a – 2019 ir 2020 metų vaizdų analizė, b – 2020 ir 2021 metų vaizdų analizė, c – 2021 ir 2022 metų vaizdų analizė, d – 2022 ir 2023 metų vaizdų analizė, e ir f – situacijos RGB vaizdai.

Teisingai neigiamos (angl. *true negative*) reikšmės nebuvo nustatytos, kadangi tyrimas buvo orientuotas į žinomų daugiamečių pievų plotų analizę, o ne visapusišką automatinį jų identifikavimą.

Tikslumo vertinimas, remiantis tikslumo (angl. *precision*), atitikimo (angl. *recall*) ir F1 parametrų skaičiavimais, atskleidė aukštą modelio tikslumą: tikslumo vertė siekė 0,958, atitikmens – 0,971, o F1 – 0,965. Tai reiškia, kad 95,8 % objektų, pažymėtų kaip daugiametės pievos, iš tikrųjų yra daugiametės pievos. Aukšta tikslumo vertė rodo mažą klaidingai teigiamų atvejų skaičių. Atitikmens rezultatas rodo, kad modelis teisingai identifikavo 97,1 % visų faktinių daugiamečių pievų atvejų. Aukštas atitikimas rodo, kad modelis efektyviai atpažįsta teigiamus atvejus. F1 vertė rodo, kad modelis pasiekė gerą balansą tarp tikslumo ir atitikimo, užtikrindamas, kad tiek klaidingai teigiamų, tiek klaidingai neigiamų atvejų skaičius būtų minimalus.

5. Išvados

Šiame tyrime buvo siekiama įvertinti SAR palydovinių vaizdų koherencijos ir intensyvumo bangų tinkamumą nuolatiniam daugiamečių pievų plotų stebėjimui vykdyti. SAR palydovinių vaizdų analizė atskleidė svarbias išvagas ir patvirtino taikytų metodų veiksmingumą. Pirmoje analizės dalyje, lyginant du SAR vaizdus, kuriuos skyrė penkerių metų intervalas (2019 ir 2023 m.), nustatyta, kad tokį rezultatą interpretuoti yra sudėtinga dėl galimo vegetacinio piko sutapimo ir yra reikalinga daugiametės informacija. Reaguojant į šią problemą, buvo nuspręsta atlikti kasmetinę SAR vaizdų analizę, naudojant dvejų iš eilės einančių metų SAR vaizdų kompozicijas. Šis metodas leido gerokai pagerinti daugiamečių pievų plotų

identifikavimo tikslumą, nes tik žinomi daugiamečių pievų plotai per visus metus išlaikė pastovius magenta spalvos atspalvius, o kiti plotai dėl vegetacijos ciklo ar kitų veiksnių keitė spalvas. Tai patvirtino, kad kasmetinė analizė yra efektyvesnė daugiamečių pievų stebėsenai, nes suteikia patikimesnius rezultatus ir mažina klaidingai teigiamų atvejų skaičių.

Tyrimo tikslumo vertinimas, atliktas analizuojant atsitiktinai pasirinktus 500 objektų, žinomų kaip daugiametės pievos, parodė aukštą modelio tikslumą. Nors dalis objektų buvo netinkami įvertinimui dėl jų mažo ploto ar sudėtingos konfigūracijos, likusių objektų analizė atskleidė, kad 95,8 % teisingai identifikuotų objektų iš tikrųjų yra daugiametės pievos, o modelio identifikavimo ir kontrolinių duomenų atitikimas siekė 97,1 %, rodydamas efektyvų teigiamų atvejų atpažinimą. Svertinio tikslumo vidurkio F1 vertė (0,965) rodo gerą balansą tarp tikslumo bei atitikimo ir užtikrina mažą klaidingai teigiamų ir klaidingai neigiamų atvejų skaičių. Šie rezultatai patvirtina, kad SAR palydoviniai vaizdai yra tinkami daugiamečių pievų plotų stebėsenai, tačiau tam reikalinga vykdyti nuoseklų ir daugiametį stebėjimą.

Gautas rezultatas parodo SAR palydovinių duomenų tinkamumą daugiamečių pievų stebėsenai, tačiau šių vaizdų analizė atskleidžia, kad efektyviam automatizuotam vaizdų klasifikavimui atlikti reikalinga vykdyti papildomą apdorojimą, nes didelis pikselių reikšmių kintamumas gali sukelti informacijos interpretavimo iššūkių. Tolimesniuose tyrimuose numatyti gilintis į šiam straipsnyje taikyto metodo automatizavimą ir papildomą pikselių apdorojimą (angl. *post-processing*), nes pikselių reikšmių korekcija būtų naudinga ir efektyvi šio proceso dalis, siekiant užtikrinti tikslesnį daugiamečių pievų atpažinimą.

Atsižvelgiant į gautus aukštus tikslumo rezultatus, tolimesniuose tyrimuose numatyta gilintis į platesnį SAR vaizdų taikymą žemės dangos ir žemės naudmenų stebėjimui vykdyti.

Literatūra

- Allwright, S. (2022). *How to interpret F1 score (simply explained)*. <https://stephenallwright.com/interpret-f1-score/>
- Conant, R. T., Paustian, K., & Elliott, E. T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: Effects on soil carbon. *Ecological Applications*, 11(2), 343–355. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2001\)011\[0343:GMACIG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[0343:GMACIG]2.0.CO;2)
- Elliott, J., Tindale, S., Outhwaite, S., Nicholson, F., Newell-Price, P., Sari, N. H., Hunter, E., Sánchez-Zamora, P., Jin, S., Gallardo-Cobos, R., Miškolci, S., & Frewer, L. J. (2024). European permanent grasslands: A systematic review of economic drivers of change, including a detailed analysis of the Czech Republic, Spain, Sweden, and UK. *Land*, 13(1), Article 116. <https://doi.org/10.3390/LAND13010116>
- European Commission. (2009). *Nature's role in climate change*. https://climate.ec.europa.eu/document/download/f3af59f0-0b0a-4a0e-ac29-f10cc9b2e4d0_en?filename=nature_and_climate_change_en.pdf
- European Commission. (2021). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the regions (EU Soil Strategy for 2030 Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate)*. Brussels. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur218173.pdf>
- Eurostat. (2023a). *Glossary: Permanent grassland*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Permanent_grassland
- Eurostat. (2023b). *Permanent agricultural grassland in Europe*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Permanent_agricultural_grassland_in_Europe#Permanent_agricultural_grassland_at_EU_level
- IBM. (2023). *F1-Measure*. IBM Documentation. <https://www.ibm.com/docs/en/cloud-paks/cp-data/3.5.0?topic=overview-f1-measure>
- Nacionalinė mokėjimo agentūra prie Žemės ūkio ministerijos. (2023, December 15). *Aktuali informacija dėl daugiamečių pievų atkūrimo (Atnaujinta)*. <https://nma.lrv.lt/lt/naujienos/aktuali-informacija-del-daugiameciu-pievu-atkurimo/>
- Poux, X. (2020). *EU biodiversity strategy: The importance of permanent grasslands, in line with the farm to fork strategy*. IDDRI. <https://www.iddri.org/en/publications-and-events/blog-post/eu-biodiversity-strategy-importance-permanent-grasslands-line>
- Schils, R. L. M., Bufer, C., Rhymer, C. M., Francksen, R. M., Klaus, V. H., Abdalla, M., Milazzo, F., Lellei-Kovács, E., Berge, H., Bertora, C., Chodkiewicz, A., Dămătircă, C., Feigenwinter, I., Fernández-Rebollo, P., Ghiasi, S., Hejduk, S., Hiron, M., Janicka, M., Pellaton, R., ..., Price, J. P. N. (2022). Permanent grasslands in Europe: Land use change and intensification decrease their multifunctionality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 330, Article 107891. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2022.107891>
- VĮ Žemės ūkio duomenų centras. (2023). *Pasėlių laukų duomenų bazės nuasmeninti duomenys pagal pasėlių grupes*. <https://www.geoportal.lt/metadata-catalog/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B0CD15E35-1F8D-4DC1-A7BA-A8CDD5DD85F4%7D>

MONITORING OF PERMANENT GRASSLANDS USING SYNTHETIC APERTURE RADAR (SAR) COHERENCE AND INTENSITY BANDS COMPOSITION

G. METRIKAITYTĖ-GUDELĖ,
J. SUŽIEDELYTĖ-VISOCKIENĖ

Abstract. This paper presents a study analysing the performance of Synthetic Aperture Radar (SAR) satellite images, specifically their coherence and intensity bands, for monitoring permanent grasslands. An analysis over a five-year period, based on annual SAR image compositions, allowed the validity of this method to be assessed. The exceptionally high accuracy rates – 95.8% precision, 97.1% recall and 96.5% F1 value – confirm that SAR satellite imagery is a highly reliable tool for consistent monitoring of permanent grasslands. The high accuracy rates confirm that SAR satellite images are highly reliable data for continuous monitoring of permanent grasslands.

Keywords: SAR, permanent grasslands, coherence, satellite images.