



pilotMOP

Pilotni projekt za implementacijo
prostorske in gradbene zakonodaje



Pilot MOP

Pilotni projekt za implementacijo
prostorske in gradbene zakonodaje



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR



GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Področje 4: INFRASTRUKTURA

Monitoring prostora

Zaključno poročilo

Ljubljana, 15. 11. 2022

PODATKI O PROJEKTU

Naročnik:

Republika Slovenija – Ministrstvo za okolje in prostor
Dunajska cesta 48
1000 Ljubljana
Matična številka: 2482789000
ID za DDV: SI55058515
Račun: 01100-6300109972
Odgovorna oseba: Andrej Vizjak, minister

Izvajalec:

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2
1000 Ljubljana
Matična številka: 5051649000
ID za DDV: SI81498756
Račun: 01100-6030348025
Odgovorna oseba: Milan Brajnik, direktor

Pogodba:

Naslov pogodbe: Izvedba pilotnega projekta za implementacijo prostorske in gradbene zakonodaje v letih 2021 – 2022 2550 – 21 – 510001

Številka pogodbe (naročnik): 2550-21-510001

Datum: 15. 2. 2021

Številka pogodbe (izvajalec): U084008/P2

Datum: 10. 2. 2021

Naslov pogodbe: Aneks št 1. k pogodbi št. 2550 – 21 – 510001 Izvedba pilotnega projekta za implementacijo prostorske in gradbene zakonodaje v letih 2021 – 2022

Številka pogodbe (naročnik): 2550-21-510001

Datum: 21. 2. 2022

Številka pogodbe (izvajalec): U084008/A1 k P2

Datum: 22. 2. 2022

Skrbnik

Naročnik: Tomaž Grilj
Izvajalec: Edvard Mivšek

Avtorji:

Alen Mangafić^a, Katja Tič^a, Primož Kete^a, Simon Šanca^a, Tanja Skumavc^a, Tomaž Černe^b, Urban Jensterle^b Edvard Mivšek^a

^a Geodetski inštitut Slovenije

^b IGEA

Zgodovina dokumenta

Datum	Verzija	Opomba	Spremembe
21. 6. 2021	1.0	Prvo vmesno poročilo	/
15. 11. 2021	2.0	Drugo vmesno poročilo	Dopolnjena in nova poglavja 3.2 Koncept sistema monitoringa v Nemčiji 3.4 Pregled zakonodajnih izhodišč 4.2.1 Izvedba identifikacije potencialnih višinskih gabaritov in sprememb volumnov 5.1 Koncept Sistema monitoringa prostora 5.2 Vključitev storitev monitoringa posegov v prostor v različne informacijske sisteme MOP in organov v sestavi podpoglavja (5.2.1 - 5.2.3) 5.3 Informacijski sistem monitoringa prostora podpoglavja (5.3.1 – 5.3.3) 5.4 Izdelki na osnovi daljinskega zaznavanja podpoglavja (5.4.1 – 5.4.3)
31. 3. 2022	3.0	Tretje vmesno poročilo	Dopolnjena in nova poglavja 4.1 Novi potencialni uporabniki 4.2.2 Izvedba identifikacije potencialnih novih utrjenih površin s satelitskimi posnetki Sentinel-2 podpoglavja (4.2.2.1- 4.2.2.5) 5.4.4 Predlog izvedbe na primeru podatkov za stavbe podpoglavja (5.4.4.1 - 5.4.4.3) 6 Osnutek načrta sistema za vodenje in distribucijo podatkov o spremembah v prostoru različnim zainteresiranim uporabnikom podpoglavja (6.1 – 6.4)
15. 11. 2022	4.0	Zaključno poročilo	Dopolnjena in nova poglavja 4.2. Novi potencialni izdelki 5 Metodologija za vodenje in distribucijo podatkov... 6 Načrt sistema za vodenje in distribucijo podatkov...

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	III
1 OKRAJŠAVE	10
2 UVOD	12
3 ANALIZA STANJA	13
3.1 Koncept delovanja evropske okoljske agencije na monitoringu in uporabi rezultatov.....	13
3.2 Koncept sistema monitoringa v Nemčiji.....	18
3.3 Pregled aktivnosti na monitoringu na GI	24
3.3.1 Metode dela in definicije postopkov.....	25
3.3.2 Identifikacija neevidentiranih stavb.....	28
3.3.3 Identifikacija potencialnih nelegalnih in neskladnih stavb.....	31
3.3.4 Identifikacija potencialnih nelegalnih in neskladnih utrjenih površin	36
3.4 Pregled zakonodajnih izhodišč.....	39
4 IDENTIFIKACIJA NOVIH POTREB	41
4.1 Novi potencialni uporabniki.....	41
4.2 Novi potencialni izdelki	41
4.2.1 Identifikacija potencialnih višinskih gabaritov in sprememb prostornin na podlagi veččasovnih lidarskih podatkov	41
4.2.2 Izvedba identifikacije potencialnih novih utrjenih površin s satelitskimi posnetki Sentinel-2.....	57
5 METODOLOGIJA ZA VODENJE IN DISTRIBUCIJO PODATKOV O SPREMEMBAH V PROSTORU	79
5.1 Koncept Sistema monitoringa prostora (SiM)	79
5.2 Vključitev storitev monitoringa posegov v prostor v različne informacijske sisteme MOP in organov v sestavi	82
5.2.1 Evidenca stavbnih zemljišč, vključno s podatki o razvrednotenih območjih 82	
5.2.2 Državni topografski model	86
5.2.3 Kataster nepremičnin (Opozorilni sistem)	87
5.3 Koncept Informacijskega sistema monitoringa prostora	88
5.3.1 Medopravilna infrastruktura za prostorske informacije kot podlaga za koncept IS monitoringa prostora	88
5.3.2 Predlog koncepta IS monitoringa prostora.....	90
5.3.3 Zaznani okviri IS monitoringa prostora.....	93

5.4	Izdelki na osnovi daljinskega zaznavanja	94
5.4.1	Viri za izdelke na osnovi daljinskega zaznavanja (DZ)	94
5.4.2	Osnova za zaznavo sprememb	94
5.4.3	Procesni sklopi za izdelke na osnovi daljinskega zaznavanja	95
5.4.4	Predlog izvedbe na primeru podatkov za stavbe	96
6	NAČRT SISTEMA ZA VODENJE IN DISTRIBUCIJO PODATKOV O SPREMEMBAH V PROSTORU RAZLIČNIM ZAINTERESIRANIM UPORABNIKOM	111
6.1	Vsebinski okvir IS monitoringa prostora	112
6.2	Pričakovana uporabniška izkušnja »IS monitoring prostora«	113
6.3	Gradniki »IS monitoringa prostora« (funkcionalni sklopi)	114
6.3.1	F1 – Katalog storitev	114
6.3.2	F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev	114
6.3.3	F3 – Gradnik za pripravo podatkovnih paketov	115
6.3.4	F5 – Gradnik za komunikacijo z deležniki	116
6.3.5	F6 - Gradnik za administracijo prijavljenih napak v storitvah ali podatkih	116
6.4	Akterji in njihove vloge	117
6.4.1	Skrbniki vhodnih spletnih storitev	117
6.4.2	Skrbniki IS monitoringa prostora	118
6.4.3	Skrbniki aplikacij, ki uporabljajo podatke iz IS monitoringa prostora	119
6.5	Podatkovni model	119
6.6	Testni primer priprave podatkovnega paketa podatkov o spremembah v prostoru	120
7	PRILOGE	121
7.1	Priloga 1: Izračun sprememb podatkov v prostoru	121
	ZAHVALA	122
	LITERATURA	123

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razvoj pokritosti CORINE (CLC).....	14
Preglednica 2: Visokoločljivi sloji po letu izdelave.....	15
Preglednica 3: Pregled vključenosti območij v sloj utrjene in pozidane utrjene površine.....	16
Preglednica 4: Osnovne vrste pokritosti tal referenčnega sloja za potrebe monitoringa v Nemčiji.....	20
Preglednica 5: Dosežena tematska točnost na testnih območjih.....	23
Preglednica 6: Povzetek tujih praks.....	24
Preglednica 7: Podatkovni model sloja potencialnih neevidentiranih stavb.....	31
Preglednica 8: Podatkovni model opozorilnega sloja stavb in zemljišč.....	34
Preglednica 9: Podatkovni model sloja potencialnih novih utrjenih površin.....	38
Preglednica 10: Standardni razredi klasifikacije formata LAS 1.4 (ASPRS, 2013).....	42
Preglednica 11: Statistika ročnega pregleda zaznanih sprememb (pozitivne spremembe) višinskih gabaritov stavb.....	51
Preglednica 12: Statistika ročnega pregleda zaznanih sprememb (negativne spremembe).....	52
Preglednica 13: Primer prostorninskih sprememb	56
Preglednica 14: Primerjava števila posnetkov glede na sekcijo ter delež oblačnosti in zasneženosti v obdobju od 1. 4. 2018 do 1. 4. 2019.....	67
Preglednica 15: Matrika napak zaznanih potencialno utrjenih površin.	76
Preglednica 16: Seznam in opis značilnosti virov	97
Preglednica 17: Ocena vrednosti priprave nulte stanja primerjalnega sloja za stavbe za objektni pristop.....	106
Preglednica 18: Opis možnih primerov neujemanja podatkov, kot so prikazani na Sliki 72.....	106
Preglednica 19: Ocena vrednosti priprave nulte stanja primerjalnega sloja za stavbe za površinski pristop	107

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer napak v sloju utrjenih površin.	17
Slika 2: Grafični vpogledovalnik v izdelke monitoringa EEA, na sliki HRL sloj utrjenih površin.	17
Slika 3: Koncept distribucije LaVerDi, ki sloni na platformi CODE – DE (vir: 38.D-GEO, Patrick Knofel).....	19
Slika 4: Grafični pregledovalnik spletne aplikacije LaVerDi	19
Slika 5: Podatki in proces izdelave sloja sprememb za potrebe LaVerDi	21
Slika 6: Sprememba NDVI (vir: EUROSDR_2020-25-11_BKG change detection service).....	22
Slika 7: Primer spremembe v LaVerDi. (vir: EUROSDR_2020-25-11_BKG change detection service).....	22
Slika 8: Primer segmentov (spodaj) izgrajenih na barvnem ortofotu (zgoraj)	26
Slika 9: Proces segmentacije in priprave segmentov za analizo	27
Slika 10: Proces objektno usmerjene klasifikacije: od segmentov do surovih rezultatov.....	28
Slika 11: Proces pridobivanja rastrskega DMR in različnih DMP iz vektorskega GOT.....	44
Slika 12: Študijsko območje spremljanja višinskih gabaritov (vir: GURS, DTK50).....	46
Slika 13: Študijsko območje spremljanja višinskih gabaritov (vir: GURS, DOF050).	47
Slika 14: Primer zaznane spremembe: ortofoto (levo), lidarski oblak točk brez odstranjene vegetacije (sredina) in lidarski oblak točk z odstranjeno vegetacijo (desno).	48
Slika 15: Procesni diagram pridobivanja sprememb višinskih gabaritov stavb.....	49
Slika 16: Porazdelitev primerjanih, izračunanih razlik DMP (2009 in 2014) na obrisih KS.	50
Slika 17: Porazdelitev primerjanih, izračunanih razlik DMP (2009 in 2014), ki odstopajo za več kot +2,3 m.....	50
Slika 18: Primer objekta s spremenjenim višinskim gabaritom (površina znaša 1277 m ²).	51
Slika 19: Porazdelitev primerjanih, izračunanih DMP (2009 in 2014), ki odstopajo za manj kot - 2,3 m.....	52
Slika 20: Študijsko območje spremljanja prostorninskih sprememb zemeljskega površja (vir: GURS, DTK50).....	53
Slika 21: Študijsko območje spremljanja prostorninskih sprememb zemeljskega površja (vir: GURS, DOF050).....	54
Slika 22: Procesni diagram pridobivanja prostorninskih sprememb reliefa.....	55
Slika 23: Primer območja, kjer se relief spreminja tako pozitivno kot negativno.	56
Slika 24: Prikaz prostorninskih sprememb po poizvedbi.....	57
Slika 25: Snemalne sekcije Sentinel-2 satelitov na območju Slovenije.	58

Slika 26: Oblačnost na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	58
Slika 27: Histogram oblačnosti na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	59
Slika 28: Primer posnetka z 1 % oblačnostjo.	60
Slika 29: Primer posnetka z 10 % oblačnostjo.	60
Slika 30: Oblačnost na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	61
Slika 31: Histogram oblačnosti na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	61
Slika 32: Zasnježnost na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	62
Slika 33: Histogram zasnježnosti na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	62
Slika 34: Primer posnetka z 9 % zasnježnostjo.	63
Slika 35: Primer posnetka z 7 % zasnježnostjo.	63
Slika 36: Zasnježnost na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	64
Slika 37: Histogram zasnježnosti na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	64
Slika 38: Histogram deleža oblakov in snega na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	65
Slika 39: Histogram deleža oblakov in snega na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	65
Slika 40: Histogram pikslov brez podatkov na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	66
Slika 41: Histogram pikslov brez podatkov na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.	66
Slika 42: Študijsko območje v širšem prostorskem kontekstu.	68
Slika 43: Študijsko območje: ortofoto CAS (levo) in Sentinel-2 barvni kompozit (desno).	69
Slika 44: Proces obdelave Sentinel-2 za pridobivanje potencialnih novih utrjenih zemljišč v enoletnem obdobju.	70
Slika 45: Brezoblačni barvni kompoziti.	71
Slika 46: Brezoblačni lažno-barvni kompoziti NIR-R-G (primereni za fotointerpretacijo vegetacije).	72
Slika 47: Brezoblačni lažno-barvni kompoziti SWIR2-SWIR1-R (primereni za fotointerpretacijo utrjenih površin).	73

Slika 48: Klasificirani posnetki	74
Slika 49: Kompozit najbolj pogostih razredov opazovanja (modus). LEVO: jan - jun 18, DESNO: jul – dec 18	75
Slika 50: Vse zaznane spremembe (levo). Spremembe večje od 500 m ² (sredina). Spremembe večje od 1000 m ² (desno).	76
Slika 51: Primer zaznanih novih utrjenih površin.....	77
Slika 52: Logična umestitev in glavne funkcionalnosti monitoringa.....	80
Slika 53: Logična umestitev monitoringa s podrobnejšo opredelitvijo podatkovnih virov in uporabnikov.	81
Slika 54: Vključitev monitoringa posegov v prostor v proces vzdrževanja Evidence stavbnih zemljišč.....	83
Slika 55: Shematski prikaz delovnega procesa vzdrževanja delovnega procesa vzdrževanja Evidence stavbnih zemljišč na lokalni ravni v odvisnosti ali ima vzdrževalec na voljo storitve IS monitoringa prostora	85
Slika 56: Visokonivojska funkcionalnost arhitekture eMOP.....	89
Slika 57: Logična shema Sistema monitoringa prostora in navezav na druge gradnike IS eMOP	91
Slika 58: Obočje analize za primer podatkov o stavbah (Brezovica pri Mirni)	96
Slika 59: Stavbe evidentirane v KN 2021 na DOF 2021.....	97
Slika 60: Stavbe evidentirane v DTM 2021 (zajeto 2009) na DOF 2021	97
Slika 61: KN 2021 in DTM 2021 (zajeto 2009) z izbranimi osnovnimi primeri na DOF 2021.....	98
Slika 62 DOF 2021; pixel 0,25 m	99
Slika 63: Sentinel-2 29.12.2019; pixel 10m	99
Slika 64: DOF 2021; pixel 0,25 m	100
Slika 65: Sentinel-2 29.12.2019; pixel 10m	100
Slika 66: LSS DMR1 2014-2015; pixel 1 m	101
Slika 67: LSS DMP1 2014-2015; pixel 1 m	101
Slika 68: CAS DMP1 2021; pixel 1 m.....	102
Slika 69: Sentinel-2, 2019/12/02	103
Slika 70: Sentinel-2, 2019/12/12	103
Slika 71: Sentinel-2, 2019/12/22	104
Slika 72: Sentinel-2, 2019/12/29	104
Slika 73: Prikaz stanja evidenc KN in DTM na DOF (Objektni pristop)	106
Slika 74: Prikaz stanja evidenc KN in DTM na DOF (Površinski pristop)	107

Slika 75: Logična shema Sistema monitoringa prostora in navezav na druge gradnike IS eMOP	111
Slika 76: Uporabniška izkušnja »IS monitoringa prostora«.....	113

Ta stran je namenoma prazna

1 OKRAJŠAVE

BKG	Nemški zvezni inštitut za kartografijo in geodezijo (nem. <i>Bundesamt für Kartographie und Geodäsie</i>)
CAS	Ciklično aerofotografiranje Slovenije
CLC	Sloj pokritosti Corine
CLMS	Program Copernicus (angl. <i>Copernicus Land Monitoring Service</i>)
CODE-DE	Nemška platforma za uporabo podatkov Copernicus (angl. <i>The Copernicus Data and Exploitation Platform – Germany</i>)
CORINE	(angl. <i>Coordination of Information on the Environment</i>)
DMP	Digitalni model površja
DMR	Digitalni model reliefa
DOF	Digitalni ortofoto
DOFIR	Barvni bližnje infrardeči ortofoto
DPN	Državni prostorski načrt
DRSI	Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo
DRSV	Direkcija Republike Slovenije za vode
DTM	Državni topografski model
DTS	Državna topografska služba
DZ	Daljinsko zaznavanje
D96/TM	Državni horizontalni koordinatni sistem
EEA	Evropska agencija za okolje (angl. <i>European Environment Agency</i>)
EIONET	Evropska mreža za okoljske informacije (angl. <i>The European Environment Information and Observation Network</i>)
ESZ	Evidenca stavbnih zemljišč
EU	Evropska unija
HRL	Sloj visoke ločljivosti (angl. <i>high-resolution layer</i>)
GI	Geodetski inštitut Slovenije
GJI	Gospodarska javna infrastruktura
GP	Gradbena parcela
GURS	Geodetska uprava Republike Slovenije
IMD	Izdelki za utrjene površine (angl. <i>Imperviousness</i>)
IS	Informacijski sistem
KS	Kataster stavb
KN	Kataster nepremičnin

LBM-DE	Digitalni model pokritosti in rabe tal Nemčije (nem. <i>Landbedeckungsmodell Deutschland</i>)
LSS	Lasersko skeniranje Slovenije
LULC	Raba tal in pokritost tal (angl. <i>Land Use and Land Cover</i>)
MONG	Mestna občina Nova Gorica
MOP	Ministrstvo za okolje in prostor
MKGP	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
NDVI	Normirani diferencialni vegetacijski indeks (angl. <i>Normalized Difference Vegetation Index</i>)
NRC	Nacionalni referenčni center
OGU	Območna geodetska uprava
OPN	Občinski prostorski načrt
OPPN	Občinski podrobni prostorski načrt
PIS	Prostorski informacijski sistem
SHP	Vektorski zapis geometrijskih in atributnih podatkov podjetja ESRI (angl. <i>Shape format</i>)
TTN5	Temeljni topografski načrt merila 1 : 5 000
VGI	Prostovoljne geografske informacije (angl. <i>Volunteered geographic information</i>)
WFS	Objektna spletna storitev (angl. <i>Web Feature Service</i>)

2 UVOD

Uporaba novih tehnologij, umetne inteligence in digitalizacija postopkov so ključni za vzpostavitev učinkovitega monitoringa prostora in evidentiranja sprememb v prostoru. Že v preteklih letih se je pričelo izvajati različne projekte s področja monitoringa prostora, vendar so bili rezultati teh projektov vedno ciljno usmerjeni na zahteve posameznega naročnika. V nalogi izvedemo analizo stanja dosedanjih rezultatov monitoringa prostora in preučimo možnosti, kako bi se rezultate projektov monitoringa lahko nadgradilo ter ponudilo v uporabo vsem zainteresiranim uporabnikov skozi enoten sistem distribucije, ki bo omogočal izmenjavo informacij med različnimi uporabniki sistema.

3 ANALIZA STANJA

Analiza stanja je usmerjena v pregled tujih praks in lastnih projektov, ki smo jih v zadnjih letih izvajali na Geodetskem inštitutu Slovenije (GI) na področju monitoringa prostora. GI ima vlogo nacionalnega referenčnega centra (NRC) za verifikacijo izdelkov Evropske agencije za okolje (EEA), zato smo za prvi vzorčni primer izbrali Copernicus program za opazovanje in spremljanje Zemlje (The Copernicus Land Monitoring Service - CLMS). Drugi primer dobre prakse, ki je predstavljen pri analizi, je nemški sistem spremljanja okolja (Landschaftsveränderungs dienst), ki deluje pod okriljem Zveznega inštituta za kartografijo in geodezijo (BKG).

Pri analizi projektov GI so zbrani povzetki projektov: identifikacija neevidentiranih stavb, identifikacija potencialnih nelegalnih in neskladnih stavb ter identifikacija potencialnih nelegalnih in neskladnih utrjenih površin.

3.1 Koncept delovanja evropske okoljske agencije na monitoringu in uporabi rezultatov

EEA je razvila program Copernicus, ki omogoča dostop do satelitskih posnetkov in izvedenih končnih izdelkov različnih prostorskih ločljivosti. Najstarejši in najbolj poznan izdelek iz skupine CLMS, ki zagotavlja prostorske podatke o 44 razredih pokritosti¹ tal in sprememb v pokritosti je sloj pokritosti CORINE (Coordination of Information on the Environment), poimenovan s kratico CLC (Corine Land Cover). Ta je bil prvič izdelan za leto 1990 (CLC1990), sledile so izdaje za pokritost v letu 2000 (CLC2000), 2006 (CLC2006), 2012 (CLC2012) in 2018 (CLC2018). Vse različice CORINE so prosto dostopne kot vektorski sloj na spletnih straneh agencije. V časovni vrsti so na voljo tudi sloji sprememb med dvema zaporednima obdobjema. CLC izdelki imajo prostorsko ločljivost 100 m in časovno ločljivost 6 let, kar zadostuje za opazovanje sprememb v prostoru na daljši rok in izračun prostorskih kazalnikov, ki so potrebni za pripravo različnih okoljskih poročil. Razvoj slojev in njihovih glavnih lastnosti je prikazan v Preglednica 1. Sloji CLC za Slovenijo so bili izdelani z metodo vizualne fotointerpretacije. V vsaki fazi projekta, ko so bili na voljo posnetki boljše ločljivosti, se je predhodna faza verificirala in po potrebi popravila. Za naslednjo izdajo CLC bo postopek izdelave spremenjen in delno avtomatiziran.

Glavna omejitev uporabe slojev CLC za potrebe monitoringa prostora na lokalni ravni je v nizki prostorski in časovni ločljivosti. Zaradi najmanjše enote kartiranja v slojih CLC, ki znaša 25 ha, se v enem poligonu pogosto meša več različnih tipov pokritosti, kar onemogoča spremljanje sprememb z neposredno primerjavo dveh slojev CLC. Za analizo sprememb v pokritosti tal se zato uporablja samostojen sloj sprememb (CLC-Change), katerih najmanjša enota kartiranja je 5 ha in opisuje tudi tip spremembe.

Sloji CLC dajejo vpogled v stanje in spremembe v dogajanje v prostoru, ter so zelo primerni za izdelavo analitičnih poročil ter okoljskih kazalnikov na nivoju države. Ker so za vse države izdelani po enotni metodologiji, so pomembni tudi iz vidika primerljivosti z ostalimi državami Evropske unije (EU). Podrobnejše spremljanje sprememb v prostoru z izdelki programa Copernicus je možno z uporabo izdelkov višje ločljivosti (HRL – High Resolution Layers).

¹ pokritost tal ali pokrovnost tal (v uporabi sta oba izraza)

Preglednica 1: Razvoj pokritosti CORINE (CLC).

	CLC1990	CLC2000	CLC2006	CLC2012	CLC2018
Satelitski podatki	Landsat-5	Landsat-7	SPOT-4/5 in IRS P6 LISS	IRS LISS III in Rapid Eye	Sentinel-2 Landsat-8
Čas	1986-1996	2000 +/- 1 leto	2006 +/- 1 leto	2011-2012	2017 (2018)
Prostorska ločljivost satelitskih posnetkov	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 10 m
Min. enota kartiranja/širina	25 ha / 100 m	25 ha / 100 m	25 ha / 100 m	25 ha / 100 m	25 ha / 100 m
Prostorska ločljivost, CLC	100 m	boljša od 100 m	boljša od 100 m	boljša od 100 m	boljša od 100 m
Ciljna tematska natančnost ≥ 85 %	ni preverjeno, verjetno ni dosežena	dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
CLC spremembe	/	Nestandardizirana metoda zajema sprememb	Standardizirana metoda zajema sprememb	Standardizirana metoda zajema sprememb	Standardizirana metoda zajema sprememb
Čas produkcije	10 let	4 leta	3 leta	2 leti	1,5 leta
Dokumentacija	Nepopolni metapodatki	Standardizirani metapodatki	Standardizirani metapodatki	Standardizirani metapodatki	Standardizirani metapodatki
Dostop do podatkov	Nejasna politika distribucije	Pravila distribucije definirana	Prost dostop za vse uporabnike	Prost dostop za vse uporabnike	Prost dostop za vse uporabnike
Število razredov LULC	44	44	44	44	44
Število držav	28	39	39	39	39

Za našo nalogo so iz programa Copernicus bolj zanimivi visokoločljivi sloji HRL posameznih vrst pokritosti, ki so bili izdelani prvič leta 2006 in se posodablja na tri leta (2009, 2012, 2015 in 2018). HRL sloji predstavljajo razvoj CLC s prostorsko ločljivostjo 20 m. Namen teh slojev je sledenje glavnim prostorskim spremembam, kamor se uvršča tudi pozidava. Sloje sestavlja šest rastrskih slojev. Dva sloja predstavljata zvezna pojava z vrednostmi med 0 % in 100 % (delež utrjenih površin in gostota drevesnih košenj), štirje razredi pa tematske razrede z diskretnimi vrednostmi razredov (tip gozda (iglasti, listnati), travinje, mokrotna in vodna območja (stalna, začasna), manjša območja dreves). Poleg osnovnih slojev se izdelajo tudi sloji sprememb med dvema zaporednima obdobjema. Sloji HRL so izdelani z metodo polavtomatske klasifikacije optičnih satelitskih podatkov RapidEye s prostorsko ločljivostjo 5 m in petimi spektralnimi kanali ter optičnih satelitskih posnetkov AWiFS (Advanced Wide Field Sensor) s prostorsko ločljivostjo 55 m in štirimi spektralnimi kanali. Klasifikacijske metode temeljijo na večspektralni in objektno usmerjeni klasifikaciji optičnih satelitskih posnetkov: veččasovna klasifikacija (uporaba časovnih vrst posnetkov); vegetacijski indeksi (npr. vegetacijski indeks normalizirane razlike); biofizikalni parametri; in uporaba pomožnih podatkov (obstoječi sloji rabe tal in pokritosti). Pregled izdelave visokoločljivih slojev HRL po letih je prikazan v Preglednica 2.

Preglednica 2: Visokoločljivi sloji po letu izdelave.

	Izdelava 2012	Izdelava 2015	Izdelava 2018
Utrjene površine	Delež utrjenih površin in sprememb v letih 2006, 2009, 2012	Delež utrjenih površin in sprememb v letih 2006, 2009, 2012 2015	Delež utrjenih površin v letu 2018 in sprememb 2015-2018
Gozd	Gostota drevesnih košenj in tip gozda (iglasti, listnati) v letu 2012	Gostota drevesnih košenj in tip gozda (iglasti, listnati) v letu 2015 ter sloj sprememb 2015-2018	Gostota drevesnih košenj in tip gozda (iglasti, listnati) v letu 2018 ter sloj sprememb 2015-2018
Travinje	/	Travinje v letu 2015	Travinje v letu 2018 in sloj sprememb 2015-2018
Mokrotna in vodna območja	/	Stalnost (začasna, stalna) mokrotnih in vodnih območji v letu 2015 glede na 7 letno obdobje 2009 -2015)	Stalnost (začasna, stalna) mokrotnih in vodnih območji v letu 2018 glede na 7 letno obdobje 2012 -2018)
Manjša območja dreves	/	Drevoredi oz. mejice ter druga manjša območja poraščena z drevjem v letu 2015	Drevoredi oz. mejice ter druga manjša območja poraščena z drevjem v letu 2018

Ker je vsebina naloge na monitoringu usmerjena predvsem v odkrivanje utrjenih oziroma pozidanih zemljišč, so v nadaljevanju poročila podrobneje predstavljeni HRL izdelki iz skupine utrjenih površin (IMD).

Utrjene površine so definirane kot območje brez naravnega pokrova ali vodne površine, ki je umetnega nastanka in pogosto nepropustno. Sloj utrjenih površin je rastrski sloj s prostorsko ločljivostjo 20 m (za leta od 2006 do 2015) in 10 m (za leto 2018). Vsaka celica ima ocenjeno stopnjo pozidanosti (0 – 100 %). Izračun deleža pozidanosti sloni na uporabi normaliziranega vegetacijskega indeksa.

Sloj utrjenih površin je na voljo za pet referenčnih let: 2006, 2009, 2012, 2015 in 2018. Spremembe v utrjenih površinah so na voljo kot sloj sprememb v deležu utrjenih površin in sloj klasificiranih sprememb (nove utrjene površine, izguba utrjenih površin,...). Spremembe so izdelane za vmesna 3 letna obdobja (2006 - 2009, 2009 – 2012, 2012 – 2015, 2015 – 2018) in so v prostorski ločljivosti 20m.

V letu 2018 je bil prvič izdelan ločen sloj za pozidane utrjene površine (angl. Imperviousness Build Up) s prostorsko ločljivostjo 10 m.

V preglednici 3

Preglednica 3 je seznam območij, ki so vključena oziroma izpuščena iz sloja utrjene površine in sloja pozidane utrjene površine. Ker nekaterih območji med sabo ni možno ločiti zgolj z uporabo avtomatiziranih metod, se za izdelavo slojev uporabljajo dodatni referenčni sloji.

Preglednica 3: Pregled vključenosti območij v sloj utrjene in pozidane utrjene površine.

Območje	Utrjene površine	Pozidane utrjene površine
Območja hiš (tudi razpršena gradnja)	vklučeno	vklučeno
Pozidana območja za transport (letališča, pristanišča, železnice)	vklučeno	vklučeno
Nepozidana območja za transport (letališke steze, pristanišče, železnice, parkirišča)	vklučeno	ni vključeno
Ceste	vklučeno	ni vključeno
Železnice povezane z drugimi utrjenimi površinami (znotraj naselja)	vklučeno	ni vključeno
Železnice nepovezane z drugimi utrjenimi površinami (izven naselja)	ni vključeno	ni vključeno
Območje industrije, trgovine, distribucije	vklučeno	vklučeno
Utrjene površine, kot npr. vrtovi, pokopališča, športne in rekreacijske površine, kampi brez zelenih površin, ki jih vključujejo	vklučeno	ni vključeno
športna igrišča z umetno podlago	vklučeno	ni vključeno
Zelene strehe	vklučeno	vklučeno
Gradbišča z opaznimi pozidanimi strukturami	vklučeno	vklučeno
Kmetije (vidne na satelitskih posnetkih)	vklučeno	vklučeno
Utrjene brežine vodnih teles	vklučeno	ni vključeno
Stalni rastlinjaki	vklučeno	vklučeno
Sončne elektrarne	vklučeno	ni vključeno
Gradbišča brez opaznih pozidanih struktur	ni vključeno	ni vključeno
Začasni rastlinjaki	ni vključeno	ni vključeno
Rudniki, kamnolomi, območja pridobivanja šote	ni vključeno	ni vključeno
Pesek, peskokopi	ni vključeno	ni vključeno
Odlagališča	ni vključeno	ni vključeno
Naravna, umetna in obdelana vegetacija	ni vključeno	ni vključeno
Območja brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	ni vključeno	ni vključeno
Njive in kmetijske površine	ni vključeno	ni vključeno
Vinogradi in sadovnjaki	ni vključeno	ni vključeno
Travnate površine, ki se uporabljajo za šport in rekreacijo	ni vključeno	ni vključeno
Ledeniki, sneg, voda	ni vključeno	ni vključeno

Prednosti:

Izmed vseh visokoločljivostnih slojev, je sloj utrjenih površin tematsko najbolj točen.

Slabosti:

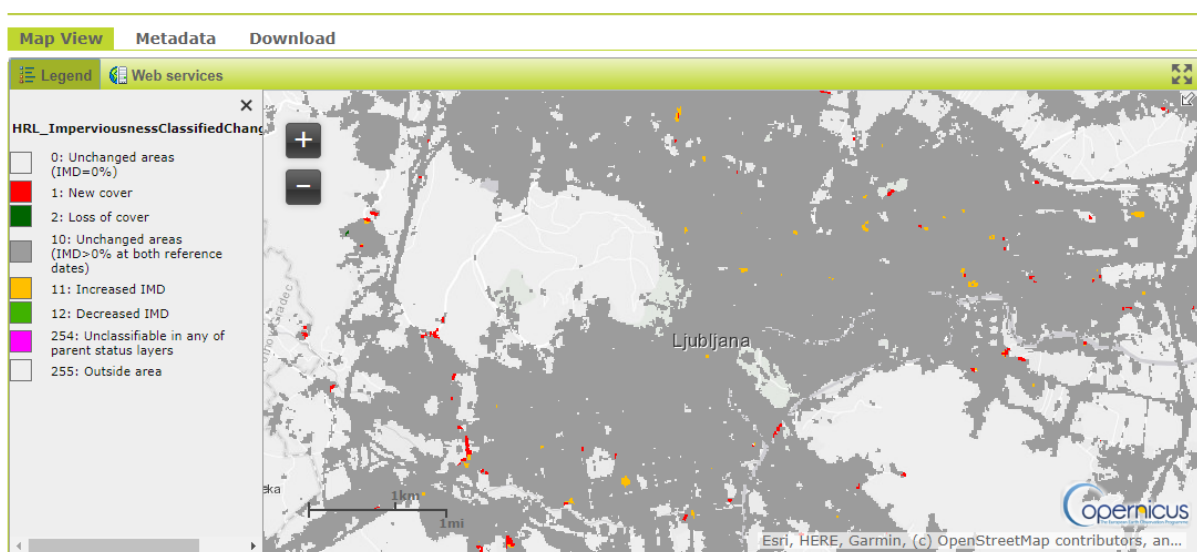
Pri pregledu sloja sprememb utrjenih površin smo ugotovili, da je večina območij, ki so bila označena kot izguba utrjene površine, posledica prehoda na boljšo prostorsko ločljivost (iz 20 m na 10 m) in ne odraža dejanske spremembe v naravi. Drugi tipični primeri odkritih napak v sloju pozidanosti so naravna gola tla (preorane njive, nanosi peska ob rekah, prodišča), ki so pogosto napačno uvrščena med utrjene oziroma pozidane površine (slika 1).



Slika 1: Primer napak v sloju utrjenih površin.

Distribucija podatkov EEA in verifikacija HRL slojev

Distribucija podatkov EEA je organizirana preko spletnega portala, na katerem uporabniki lahko pridobijo podatke in vso dokumentacijo (šifrante, metodologijo, metapodatke, pojasnila glede izdelave in sprememb, arhiv). Na spletnem mestu deluje tudi grafični pregledovalnik v podatke, ki je javno dostopen (slika 2). Za ogled podatkov registracija ali prijava v sistem ni potrebna. Za prenos podatkov morajo uporabniki opraviti brezplačno registracijo in prijavo v sistem imenovan EIONET (The European Environment Information and Observation Network). Dostop in prenos do zadnje verzije podatkov je omogočen po posameznih državah (raster, 10 m) ali za vseh EEA39 držav skupaj (raster, 100 m). Starejše verzije podatkov je možno pridobiti z oddajo pisne vloge. Uporaba podatkov je brez omejitev tudi za komercialno rabo.



Slika 2: Grafični vpogledovalnik v izdelke monitoringa EEA, na sliki HRL sloj utrjenih površin.

Verifikacija (kontrola) končnih izdelkov poteka dvostopenjsko. Osnovna tehnična verifikacija se izvaja preko zunanjih partnerjev za vse sloje in celotno območje hkrati. Podrobnejšo vsebinsko verifikacijo HRL slojev izvaja NRC za območje svoje države. Postopek verifikacije je predpisan in obsega:

- generalni pregled in izračun statistik,
- usmerjeno vzorčenje in ocenjevanje posameznih območij (ceste, gradbišča, železnice, ...),
- dokumentiranje najbolj pogostih napak,
- statistično vzorčenje in ocenjevanje vzorčnih poligonov.

Vzorci se ocenjujejo glede na ciljno tematsko točnost, ki naj bi dosegla 85 %. Ocenjevanje je opisno, vsakemu vzorcu za predpisan tip območja se določi ena izmed ocen:

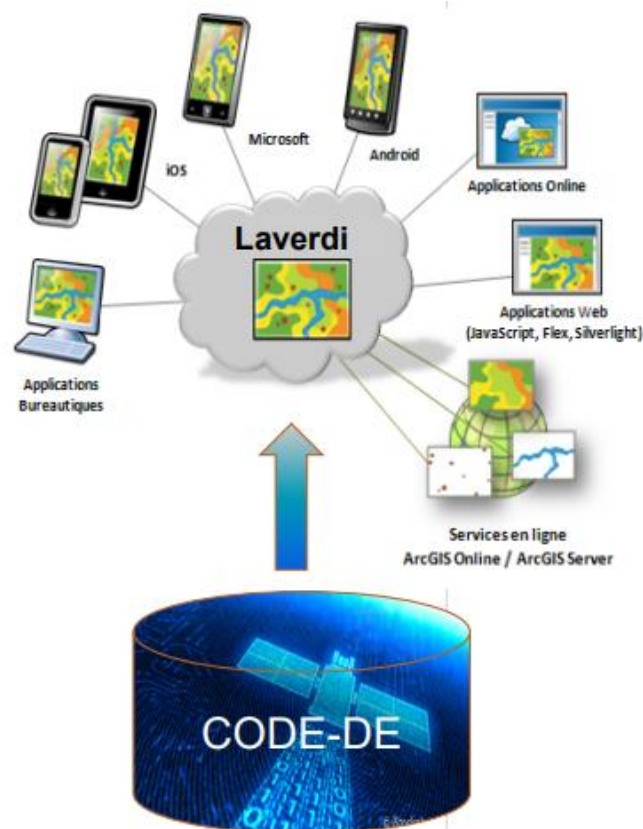
- odlično – tematska točnost pregledanih vzorcev je višja od 85 %,
- dobro – tematska točnost pregledanih vzorcev je najmanj 85 %,
- sprejemljivo – tematska točnost pregledanih vzorcev v večini primerov dosega 85 %, pojavljajo se manjše napake,
- nezadostno - tematska točnost pregledanih vzorcev ne dosega 85 %,
- zelo slabo - tematska točnost pregledanih vzorcev je bistveno slabša od 85 %, kartirano območje je v večini primerov napačno.

Iz povprečja ocen vzorcev se izračuna ocena za tip območja in povprečje ocen za posamezen tip območja predstavlja oceno za cel sloj. Vsebina posameznih nacionalnih verifikacijskih poročil ni javno dostopna. Je pa dostopno generalno verifikacijsko poročilo, v katerem so tudi povzetki nacionalnih poročil.

3.2 Koncept sistema monitoringa v Nemčiji

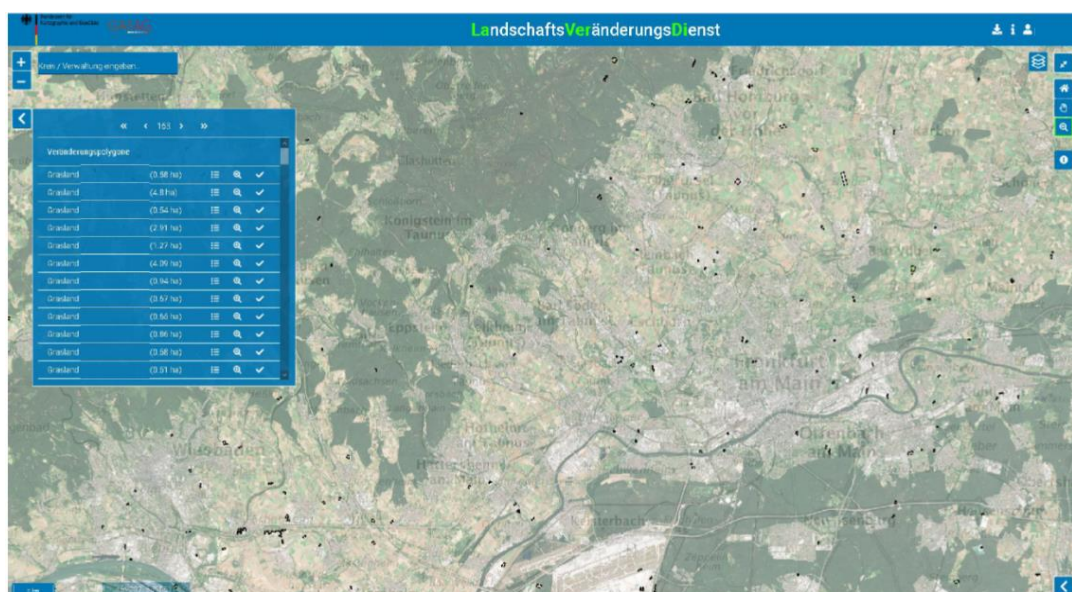
Nemški zvezni inštitut za kartografijo in geodezijo (BKG) je leta 2017 začel izvajati projekt, v katerem so razvili sistem za monitoring sprememb v prostoru LaVerDi (The Landscape Change Service). Sistem sloni na uporabi brezplačnih podatkov programa Copernicus (satelitskih posnetkov Sentinel-2) in na nemški platformi za uporabo izdelkov Copernicus CODE-DE (The Copernicus Data and Exploitation Platform Germany). Projekt se je zaključil v letu 2019, od sredine leta 2021 pa je LaVerDi na voljo tudi za uporabnike. Glavni cilj informacijskega sistema LaVerDi je, da se spremembe v pokritosti določajo s popolnoma avtomatiziranimi postopki na letni ravni in so uporabnikom na voljo brezplačno preko spletnih servisov v različnih aplikacijah.

LaVerDi deluje na nacionalni platformi CODE-DE (slika 3), ki predstavlja del nemške prostorske informacijske infrastrukture in ponuja preprost in učinkovit dostop do podatkov daljinskega zaznavanja, virtualno delovno okolje za obdelavo teh podatkov, pa tudi obsežno informacijsko gradivo in tečaje usposabljanja za podporo uporabnikom. Varnost pri uporabi oblačnih infrastruktur, kot je CODE-DE, postaja vse pomembnejša. CODE-DE je zato certificiran v skladu s katalogom meril skladnosti računalništva v oblaku zveznega urada za informacijsko varnost. To zagotavlja varnost pri uporabi za vse organe in institucije, ki imajo lastne aplikacije povezane s CODE-DE.



Slika 3: Koncept distribucije LaVerDi, ki sloni na platformi CODE – DE (vir: 38.D-GEO, Patrick Knofel).

LaVerDi je spletna GIS aplikacija in je prosto dostopna. Za uporabo je potrebna samo registracija. S pomočjo grafičnega pregledovalnika (slika 4) je mogoče vizualizirati in analizirati informacije o spremembah v prostoru. Uporabniku so na voljo običajna orodja, kot so: funkcije iskanja, povečave samo določenih območjih, poizvedovanje po spremembah in atributnih podatkih, prikaz dodatnih slojev za pomoč pri interpretaciji (npr. mozaiki Sentinel-2). Možen je tudi izvoz podatkov o zaznanih spremembah v prostoru v vektorski obliki (SHP formatu).



Slika 4: Grafični pregledovalnik spletne aplikacije LaVerDi

Metoda določanja poligonov sprememb

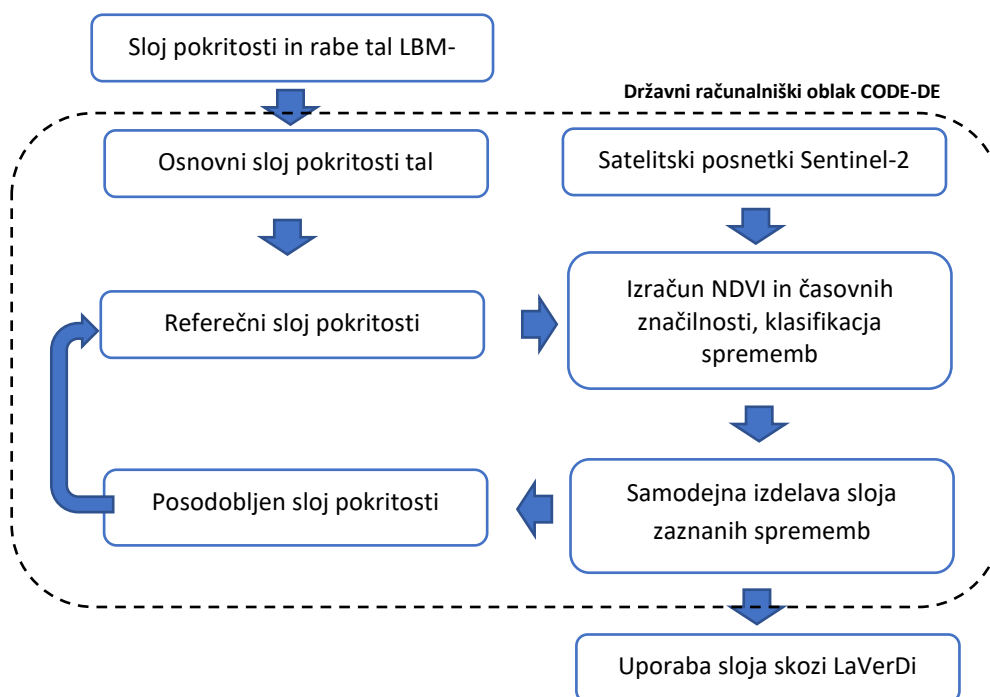
Monitoring sprememb v prostoru za potrebe LaVerDi temelji na opazovanju sprememb vrednosti normaliziranega vegetacijskega indeksa (NDVI) za isto obdobje dveh zaporednih referenčnih let. Izračun časovnih značilnosti NDVI se izvaja na podlagi razpoložljivih podatkov Sentinel-2. Ker ima vsaka vegetacija ali pokritost tal neko specifično obnašanje indeksa NDVI, se na podlagi časovne vrste podatkov določi značilne vrednosti NDVI za posamezno vrsto pokritosti in tudi indikatorje sprememb.

Predpogoj za analizo sprememb v pokrovnosti je referenčni sloj, s pomočjo katerega avtomatsko zaznane vrednosti NDVI primerjamo s pričakovanimi vrednosti za posamezen razred v referenčnem sloju. V nemškem primeru izhodišče za izdelavo referenčnega sloja predstavlja sloj pokritosti in rabe tal LBM-DE (Landbedeckungsmodell Deutschland). To je vektorski sloj pokritosti tal, ki vsebuje topografske objekte krajine z vidika pokritosti in rabe tal. Sloj se posodablja vsaka tri leta s satelitskimi posnetki. Tudi v Sloveniji imamo na voljo podoben sloj, to je sloj evidence rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, ki se prav tako posodablja vsake tri leta (1/3 ozemlja države na leto) in je mešanica pokritosti in rabe tal. Z razliko od nemškega sistema, pa se podatki pri nas posodablajo na osnovi letalskih posnetkov.

Za izdelavo ustreznega referenčnega sloja iz osnovnega LBM-DE sloja, je potrebno podatke o pokritosti in rabi tal predelati tako, da se pokritost in raba ločita. Iz uradnega nemškega šifranta za topografsko-kartografski informacijski sistem, se je oblikoval nov šifrant, ki združuje več različnih razredov v sedem osnovnih vrst pokritosti referenčnega sloja, ki so prikazane v preglednici 4.

Preglednica 4: Osnovne vrste pokritosti tal referenčnega sloja za potrebe monitoringa v Nemčiji

Osnovne vrste pokritosti tal	Pokritost in raba tal (LBM-DE)
1. pozidana območja	objekti
	odlagališča
	utrjene površine
	mešana območja
2. obdelane površine	njive
	vinogradi
	sadovnjaki
	hmeljišča
3. trava	travniki
	travniki z drevesi < 50 %
4. gozd in druga naravna območja	grmičevje
	pogozdovanje
	listnat gozd
	iglast gozd
	mešan gozd
5. odprta območja z/brez vegetacije	pesek
	kamni
	zemlja
	skale
	pogorišče
	trajni sneg in led
6. mokrotna območja	močvirje
	močvirje z grmovjem < 50 %
	barje
	barje z grmovjem in drevesi < 50 %
7. vodna območja	reke
	jezera
	lagune
	morje



Slika 5: Podatki in proces izdelave sloja sprememb za potrebe LaVerDi

Po izračunu NDVI in časovnih značilnosti se nad zaznanimi spremembami znotraj tematske reference preveri pravilnost s pomočjo »baze znanja«, ki opisuje pričakovane prehode vrednosti NDVI znotraj posameznih razredov. NDVI vrednosti poligonov sprememb se primerjajo z vrednostmi NDVI, specifičnimi za določen razred za obe obdobji (prej - potem), da se določi smer spremembe (nižja ali višja vrednost NDVI).

S pomočjo referenčnega sloja se za območje zaznane spremembe pripravi »opis spremembe«. Nižji NDVI na različnih vrstah pokritosti namreč predstavlja različne pojave v prostoru, kot na primer:

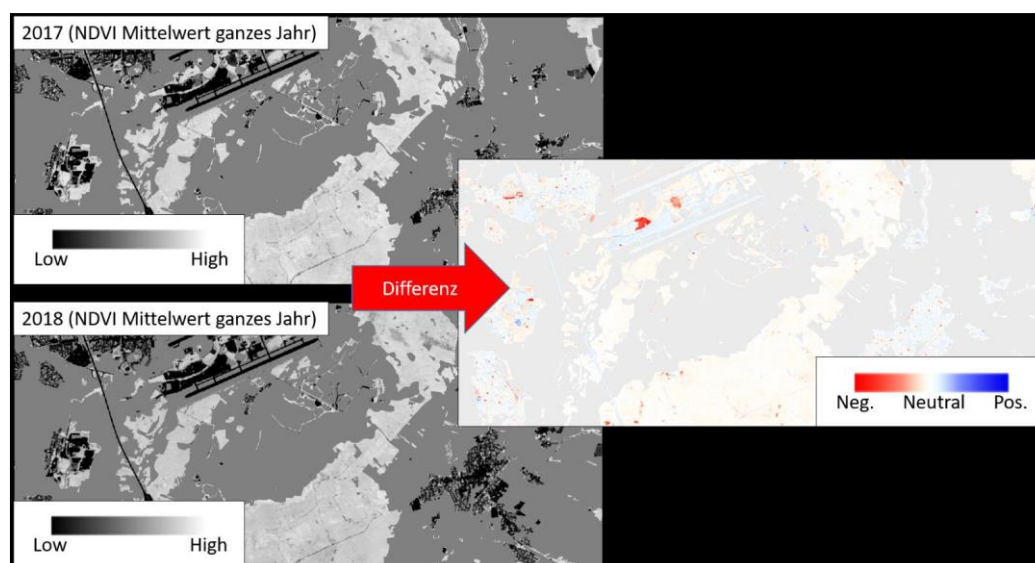
- v gozdu nižji NDVI najbolj pogosto predstavlja poseko ali poškodbo dreves,
- na kmetijskem območju nižji NDVI najbolj pogosto predstavlja preorano njivo,
- znotraj urbanega območja nižji NDVI najbolj pogosto predstavlja novo utrjeno oziroma pozidano površino.

Vsak poligon spremembe ima poleg vrednosti NDVI in smeri, ocenjeno tudi verjetnost spremembe: velika, srednja, nizka, zelo nizka, ni pomembna. Klasični primer nepomembne spremembe, ki ne prispeva k nobeni tematski spremembi pokritosti tal, je sprememba pridelkov na njivi.

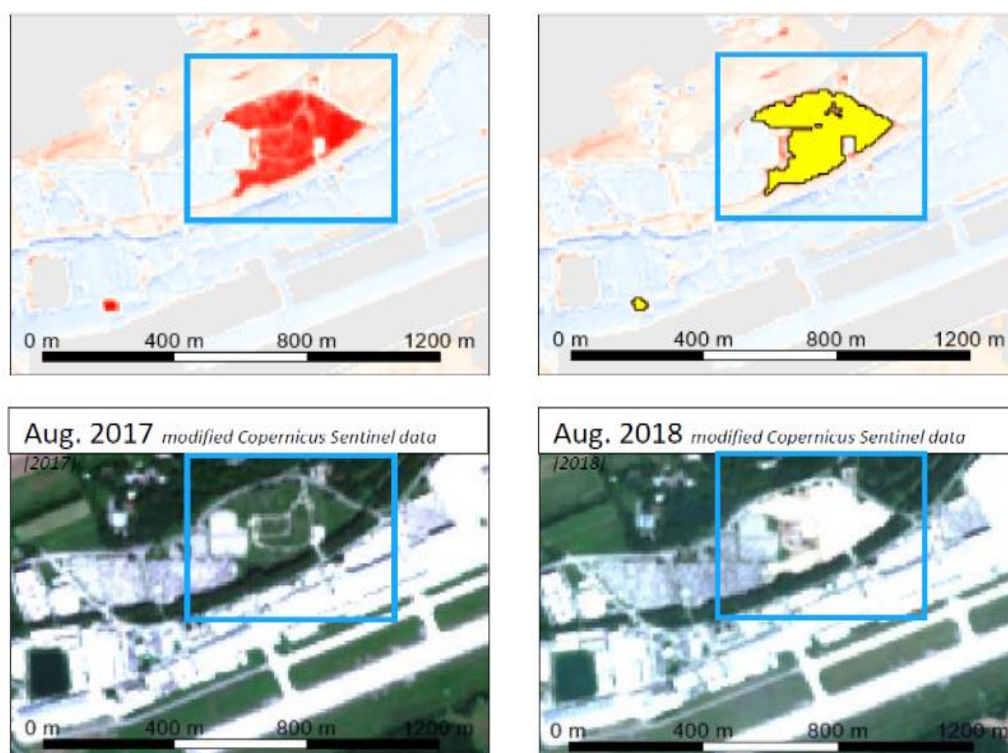
Z algoritmi se odkrijejo tudi morebitne napake v referenčnem sloju. Sum na napako v referenčnem sloju se pojavi v primerih, kadar se kljub nespremenjenim vrednostim NDVI v nekem obdobju, te bistveno razlikujejo od pričakovanih vrednosti NDVI za referenčni poligon.

Izdelan sloj sprememb se skupaj z vsemi atributi (vrednostjo NDVI, verjetnostjo spremembe, opisom spremembe) objavi v aplikaciji. Uporabi se tudi za posodobitev sloja pokritosti, ki postane referenčni sloj za naslednjo obdelavo podatkov.

Sliki 6 in 7 prikazujeta rezultate izračuna in analize razlik vrednosti NDVI ter končni sloj sprememb v vektorski obliki (rumen poligon) objavljen v aplikaciji LaVerDi in namenjen uporabnikom podatkov.



Slika 6: Sprememba NDVI (vir: EUROS DR_2020-25-11_BKG change detection service).



Slika 7: Primer spremembe v LaVerDi. (vir: EUROS DR_2020-25-11_BKG change detection service).

Slabosti sistema LaVerDi

LaVerDi ima omejitve tako glede svoje metodologije kot tudi glede vhodnih podatkov. Z metodološkega vidika je potrebno omeniti, da uporabljena metodologija temelji na analizi časovnih vrst NDVI in zato lahko identificira le pokritost tal, ki jo je mogoče zanesljivo kartirati z uporabo NDVI. Zato ima pomanjkljivosti pri odkrivanju sprememb na območjih z mešano pokritostjo tal, ter pri mokrotnih območjih z vegetacijo.

LaVerDi kot vhodne podatke uporablja atmosfersko popravljene optične podatke Sentinel-2 v ločljivosti 10 m. Vendar imajo ti podatki nekatere znane slabosti, ki naj bi jih ESA po vsej verjetnosti od leta 2021 postopoma odpravljala. To med drugim zadeva pomanjkanje veččasovne soregistracije med Sentinel-2A in Sentinel-2B, kar lahko sčasoma privede do geometrijskih odstopanj do enega slikovnega elementa v vsako smer. To je še posebej problematično za visoko natančne analize časovnih vrst, saj samodejno vodi v povečan problem mešanih pikslov ter posledično napačnih rezultatov pri odkrivanju sprememb.

Težave se pojavljajo tudi zaradi popravkov v osvetljenosti zaradi reliefa. Ti popravki so ponavadi prekomerni, zlasti na pobočjih, izpostavljenih proti severu in severozahodu, kar se odraža v močni posvetlitvi. Povečanje signala v rdeči in infrardeči barvi vodi do napačnih vrednosti NDVI, kar lahko povzroči napake in tako oteži odkrivanje sprememb. Tudi tu je mogoče v prihodnjih letih pričakovati izboljšanje.

Poleg tega so obvestila o spremembah, ki jih izračuna LaVerDi, do določene mere odvisna tudi od točnosti tematske reference LBM-DE. Načeloma velja da bolj natančna kot je referenca, večja je verjetnost, da bodo spremembe pravilno zaznane.

Prednosti sistema LaVerDi

Ker je sistem postal operativen šele v sredini leta 2021, konkretnih podatkov o uporabi v praksi še ni. Kot prednost zasnovanega sistema lahko izpostavimo rezultate pilotne faze, ki so bili pri odkrivanju sprememb na različnih pokritostih zelo dobri. Za pilotno območje sta bili izbrani dve različni lokaciji, ena na severu (2 celici v velikosti 100 x 100 km) in druga na jugu Nemčije (4 celice v velikosti 100 x 100 km). Analiza tematske točnosti na teh dveh območjih je pokazala izredno visoko zanesljivost odkritih sprememb za pozidana območja, gozd in vodna območja. Malo nižja, a še vedno zelo visoka zanesljivost, je bila dosežena še za obe vrsti travinja in za obdelane površine. Poleg tematske točnosti se je testirala tudi smiselnost pogostosti posodabljanja in velikost najmanjšega območja kartiranja.

Preglednica 5: Dosežena tematska točnost na testnih območjih

Testirana pokritost tal	Dosežena tematska točnost (je sprememba/ni spremembe)
Pozidana območja	97,9 %
Obdelane površine (kmetijske)	82,3 %
Homogeno travinje	88,6 %
Nehomogeno travinje	90,3 %
Gozd	96,5 %
Vodna območja	96,1 %

Povzetek tujih praks

Preglednica 6: Povzetek tujih praks.

	EEA - CLC	EEA - HRL	BKG - LaVerDi
Ciljna tematska točnost	/	85 %	80 %
Časovna ločljivost	10-6 let	3 leta	1 leto
Viri, prostorska ločljivost vira	Satelitski posnetki različnih sistemov, v zadnji različici Sentinel-2 in Landsat (10 m, 20 m, 60 m)*	RapidEye (5 m) AWiFS (Advanced Wide Field Sensor) (55 m)	Sentinel-2 (10 m, 20 m, 60 m)*
Najmanjša enota kartiranja	25 ha, 5 ha za spremembe	100 m ² (0,01 ha)	0,5 ha
Referenčni sloj	/	Različni tematski sloji in podatki s terena	Sloj pokritosti
Dostopnost	Prost dostop	Prost dostop	Predviden je prost dostop za registrirane uporabnike

* Odvisno od spektralnega kanala

Zaključki:

Na podlagi analize tujih praks smo oblikovali nekatera izhodišča, ki jih je smotno upoštevati pri načrtovanju sistema monitoringa v Sloveniji:

- pri iskanju sprememb v prostoru je poleg satelitskih posnetkov smiselno uporabljati tudi referenčne sloje (npr. sloj pokritosti, sloj gozdnih zemljišč, sloj vodnih zemljišč, ipd.),
- ciljna tematska točnost opozorilnega sloja bi morala biti okoli 80 %,
- odkrivanje spremembe v prostoru na podlagi satelitskih posnetkov Sentinel-2 je smiselno izvajati enkrat letno,
- z uporabo satelitskih posnetkov Sentinel-2 se lahko uspešno identificira spremembe v prostoru, ki so večje od 0,5 ha,
- izdelki sistema monitoringa naj bodo prosto dostopni in na voljo čim večjemu številu uporabnikov,
- izdelek sistema monitoringa (opozorilni sloj) mora biti dobro dokumentiran (opis sloja, priročnik za uporabo sloja, metapodatki sloja).

3.3 Pregled aktivnosti na monitoringu na GI

V tem poglavju so predstavljene aktivnosti na področju monitoringa prostora, ki jih je v preteklih letih razvil GI in jih vsako leto izvaja na območju 1/3 Slovenije – območju cikličnega aerofotografiranja Slovenije (CAS).

V nadaljevanju predstavljene metodologije so bile razvite za potrebe Ministrstva za okolje in prostor (MOP), Direktorata za prostor graditev in stanovanja in za potrebe Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS). Razvite so bile metodologije za:

- identifikacijo neevidentiranih stavb (GI, 2014)
- identifikacijo potencialnih nelegalnih in neskladnih stavb (GI, 2019)
- Identifikacijo potencialnih nelegalnih in neskladnih utrjenih površin (GI, 2020)

Metodologije so predstavljene na način, da so najprej predstavljene osnove samodejne identifikacije, v nadaljevanju pa njihova implementacija v posameznih procesih.

OPOMBA: V nalogi opisujemo pretekle projekte, v katerih smo uporabljali podatke katastra stavb (KS). Podatki KS se od 1. 4. 2022 dalje vodijo v katastru nepremičnin (KN).

3.3.1 Metode dela in definicije postopkov

Procesi samodejne identifikacije na monitoringu GI so procesne verige izgrajene iz različnih modelov strojnega učenja kombiniranih s procesi mehke logike. Na začetku poglavja smo definirali osnovne procese in koncepte na katerih temeljijo aktivnosti samodejne identifikacije na področjih monitoringa prostora na GI.

3.3.1.1 Segmentacija

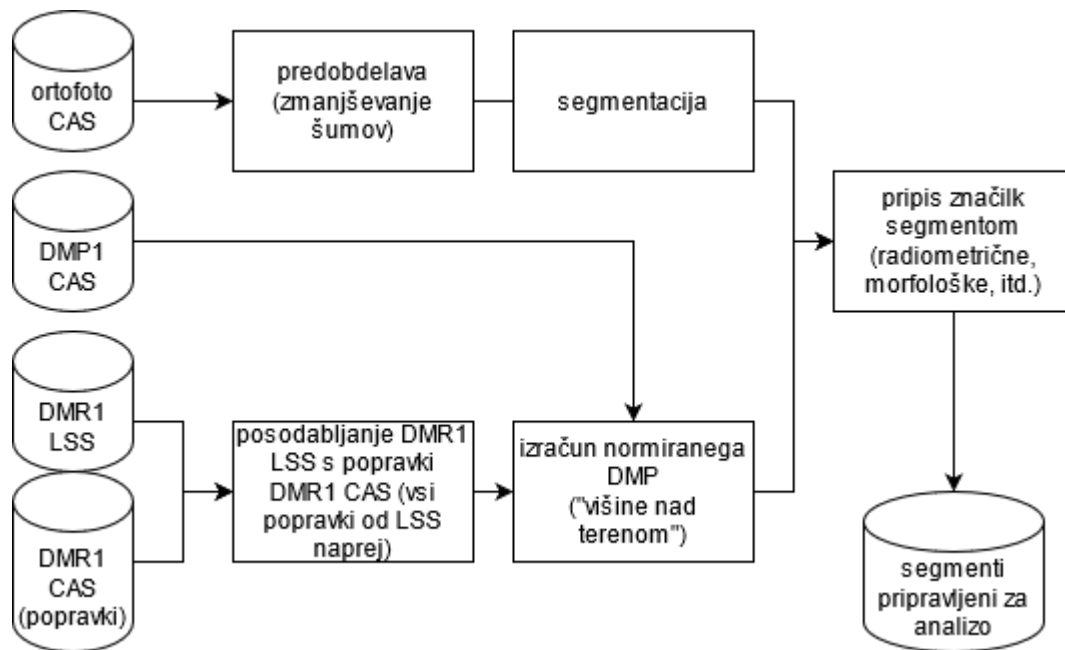
Hierarhično gručenje (grozdenje) je tehnika nenadzorovanega strojnega učenja. Segmentacija (v kontekstu računalniškega vida) je postopek hierarhičnega gručenja, ki združuje sosednje piksele v objekte.



Slika 8: Primer segmentov (spodaj) izgrajenih na barvnem ortofotu (zgoraj)

Segmentacija se v trenutnih procesih monitoringa izvaja na zglajenem barvnem ortofotu. Barvni bližnje infrardeči ortofoto ima infrardeči kanal, ki je pridobljen s pankromatskim ostrenjem; originalno je ločljivosti 1 m in posledično so segmenti izpeljani iz njega slabši.

Vektoriziranim segmentom (objektom) lahko pripišemo različne spektralne, morfološke in geometrijske značilke. Izpeljane značilke so osnova za izgradnjo modelov strojnega učenja. Proces segmentacije in priprave segmentov za analizo je prikazan na Slika 9.



Slika 9: Proces segmentacije in priprave segmentov za analizo

Po izgradnji segmentov se lahko izvaja objektno usmerjena analiza podatkov.

3.3.1.2 Objektno usmerjena analiza podatkov

Pikselsko usmerjena analiza podatkov napoveduje vsakem posameznem pikslu slike/posnetka določen razred ali vrednost. Objektno usmerjena analiza podatkov napoveduje razrede ali vrednosti objektom. V primeru optične prepoznavne na monitoringu so objekti segmenti, ki so rezultat segmentacije ortofotov. To pomeni, da se šele po izgradnji segmentov lahko izvaja objektno usmerjeno analizo podatkov. Tip objektno usmerjenega pristopa je odvisen od naloge. V primeru, da želimo segmentom dodeliti določen razred, izvajamo klasifikacijo. V primeru, da želimo napovedati določeno vrednost izvajamo regresijsko analizo. V obeh primerih je lahko analiza nadzorovanega in nenadzorovanega tipa. Nadzorovane tehnike slonijo na izgradnji napovedovalnih modelov na osnovi vnaprej definiranih rezultatov. V tem primeru, podatkom pripisujemo razrede/vrednosti in modeliramo proces z uporabo parametrov, ki so značilke pripisane segmentom. Nenadzorovane tehnike ne zahtevajo vnaprej definiranih razredov za učenje modelov učenja (npr. hierarhično gručenje) in slonijo na empirično definiranih hiperparametrih. Po izgradnji podatkovne zbirke segmentov pripravljenih za analizo, sledi statistična analiza značilk (npr. analiza visoko koreliranih spremenljivk) in njihova obdelava za namene naloge oz. glede na izbrane modele (npr. standardizacija spremenljivk). Postopek objektno usmerjene klasifikacije je prikazan na Slika 10.



Slika 10: Proces objektno usmerjene klasifikacije: od segmentov do surovih rezultatov

Pri nadzorovani klasifikaciji je ključen korak priprava učnih vzorcev. Število učnih vzorcev je odvisno od narave vhodnih podatkov in števila željenih razredov. Množica učnih vzorcev je primerna takrat, ko ima enake statistične lastnosti kot populacija, kot je npr. podobna verjetnostna porazdelitev. Izbira porazdelitve (npr. Gaussova, Poissonova) in metode preverjanja razlik (npr. t-test) so odvisni od naloge in od vrednostih, ki jih lahko zavzamejo slučajne spremenljivke.

Izbira algoritmov strojnega učenja je kompromis med podatkovni viri, učinkovitostjo (zanesljivost, točnost) in stroškom izvedbe (časovni in hardverski stroški). Obstaja več cenilk, ki ocenjujejo stabilnost učenih modelov (verifikacija); stabilnejši modeli izvajajo bolj zanesljivo klasifikacijo na podobnih podatkih. Nekateri modeli so boljši za napovedi na podobnih podatkih, nekateri so bolj fleksibilni za izvajanje napovedi na podatkih, ki imajo vrednosti, ki se bistveno razlikujejo od drugih (t.i. osamelci). Klasificirane segmente primerjamo s podatki zbirke primerjalnih podatkov in na osnovi empiričnih pravil mehke logike razvrščamo objekte v podrazrede. Surove rezultate kontroliramo s fotointerpretacijo. Po izvedbi kontrole se podatki pripravijo v obliki, ki je zahtevana s strani naročnika/informacijskega sistema.

3.3.2 Identifikacija neevidentiranih stavb

Na področju evidentiranja nepremičnin Geodetska uprava RS zasleduje temeljne cilje, ki so usmerjeni na izboljšavo kakovosti in popolnosti podatkov o nepremičninah, evidentiranih v nepremičninskih evidencah. V ta namen smo razvili metode za zagotavljanje popolnosti podatkov o nepremičninah. Postopek avtomatske klasifikacije ortofotov v kombinaciji z drugimi podatki CAS, omogočajo avtomatsko identifikacijo novih in spremenjenih stavb, ki še niso evidentirane ter evidentiranih stavb, ki v naravi ne obstajajo. Sama uspešnost postopka je odvisna od več parametrov, ki se empirično določajo glede na prostor in dodatne razpoložljive podatke. Namen naloge je avtomatska identifikacija oziroma razpoznavanje novih (neevidentiranih), spremenjenih (evidentiranih) in porušeni (evidentiranih) objektov na obravnavanem območju na osnovi dostopnih podatkov CAS. Rezultat naloge se uporablja za potrebe vzdrževanja nepremičninskih evidenc.

3.3.2.1 Definicija sloja sprememb in identifikacija lastnosti

Leta 2014, so bili postavljeni kriteriji za klasifikacijo glede minimalne površine, višine in spremembe površine (GI, 2014).

Kriteriji klasifikacije obsegajo določitev kriterijev za klasifikacijo:

- novih stavb (kriterij površine in višine).
- spremenjenih stavb (kriterij spremembe površine) in
- porušenih stavb (kriterij površine in višine) in

Minimalna površinski kriterij za identifikacijo novih in spremenjenih stavb je 20 m². Površinski kriteriji za identifikacijo posameznih razredov so:

- nova stavba: razmerje med tlorisom evidentirane in klasificirane stavbe je manjše od 10 %,
- evidentirana stavba: presek z evidentiranimi stavbami je večje od 51 % in
- spremenjena stavba: razmerje med tlorisom evidentirane in klasificirane stavbe je med 10 in 50 %.

Za potrebe identifikacije porušenih stavb se uporabljajo le digitalni modeli površja in reliefa, na podlagi katerih se izračunajo višine nad terenom. Na podlagi ocenjene višine stavbe nad terenom se evidentirane stavbe klasificirajo v dva razreda:

- stavba: višina stavbe je večja od 1,5 m in
- porušena stavba: višina stavbe je manjša od 1,5 m.

3.3.2.2 *Procesi samodejne identifikacije*

Za identifikacijo novih in spremenjenih stavb je uporabljena metoda semantične segmentacije (v tem primeru: objektno usmerjene analiza), ki obsega 2 fazi:

- segmentacijo in
- objektno klasifikacijo.

V procesu samodejne identifikacije neevidentiranih, spremenjenih in porušenih stavb se uporabijo naslednji podatkovni viri:

- barvni ortofoto (DOF50), ločljivosti 0,5 m (R, G, B),
- barvni bližnje infrardeči ortofoto (DOFIR), ločljivosti 0,5 m (IR, R, G),
- digitalni model površja, ločljivosti 1 m (izdelek CAS)
- digitalni model reliefa, ločljivosti 1 m (DMR1, izdelek LSS) in
- popravki digitalnega modela reliefa, ločljivosti 1 m (DMR1, izdelek CAS).

Objektno usmerjena analiza za identifikacijo stavb se izvaja s hierarhično mrežo segmentov in klasifikacijo na podlagi strojnega učenja (metoda podpornih vektorjev) ter poklasifikacijo z uporabo odločitvenih dreves. Na podlagi spektralnih, morfoloških, geometričnih in kontekstualnih lastnosti klasificiramo segmente v dva razreda: vegetacija in »ne-vegetacija«. V nadaljevanju, na osnovi digitalnih

modelov višin (DMR in DMP) izločimo stavbe iz razreda »ne-vegetacije«. Iz nabora potencialnih stavb so na podlagi spektralnih, geometričnih in kontekstualnih lastnosti izbrisani naslednji objekti, ki so lažno razpoznani kot stavbe:

- visoka vegetacija,
- sence in
- gola tla na območju večjih variacij terena, ipd.

V zadnjem koraku stavbe primerjamo z zbirko primerjalnih podatkov in jih kategoriziramo v končna neskladja.

3.3.2.3 *Primerjava s podatki iz zbirke primerjalnih podatkov in kategorizacija neskladij*

V procesu samodejne identifikacije neevidentiranih, spremenjenih in porušenih stavb se uporabijo naslednji primerjalni podatkovni viri:

- kataster stavb (grafični in opisni podatki),
- zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (ceste in železnice) in
- dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč (pozidana zemljišča).

Preostanek lažno identificiranih stavb je delno odstranjen s samodejnimi postopki, ob upoštevanju naslednjih kriterijev:

- minimalna površina je 20 m²,
- minimalna višina je 2 m,
- lega izven območja ceste in železnice in
- pravilnost oblike manjših stavb.

Tako identificirane stavbe smo, na podlagi primerjave z evidentiranimi stavbami v katastru stavb, uvrstili v tri razrede:

- nove: presek z evidentiranimi stavbami je manjši od 10 %,
- evidentirane: presek z evidentiranimi stavbami je večji od 51 % in
- spremenjene: razmerje med tlorisom evidentirane in klasificirane stavbe je manjše od 50 %.

Rezultat tega koraka je točkovni sloj neevidentiranih, spremenjenih in porušenih stavb, ki je pripravljen za kontrolo.

3.3.2.4 Kontrola rezultatov

Točkovni sloj neevidentiranih, spremenjenih in porušeni stavb je kontroliran z vizualno kontrolo. Iz sloja so odstranjene večje grobe napake kot so npr. parkirana vozila, (npr. tovornjaki), železniški vagoni, materiali na odprtih skladiščih (kamnolomi, bale), betonske površine na avtocestah, ležeči silosi, gradbeni stroji, les, električni stebri in neolistana drevesa. Gre predvsem za pojavljanje velikega števila sprememb na majhnem območju. Kakovost vhodnih podatkov daljinskega zaznavanje je različna vsako leto. V primeru, da se pojavijo izdelki, ki imajo specifične napake (npr. nezanesljiv digitalni model površja, slabši ortofoti, itd.), se kontrola prilagodi glede na situacijo.

3.3.2.5 Struktura oddanih rezultatov

V Preglednica 7 je opisana struktura sloja potencialnih neevidentiranih stavb. Opozorila imajo geometrije točkovnega tipa v D96/TM (EPSG: 3794).

Preglednica 7: Podatkovni model sloja potencialnih neevidentiranih stavb.

Polje	Opis
ID [PRIMARY KEY]	enolični identifikator
SEKCIJA [VARCHAR]	oznaka sekcije
TTN5_LIST [VARCHAR]	oznaka lista
OGU_ID [INTEGER]	šifra OGU
OGU_MID [INTEGER]	identifikator OGU
SID [INTEGER]	SID stavbe
STST [INTEGER]	Številka stavbe
SIF_KO [INTEGER]	Šifra katastrske občine
POVRšina_S [FLOAT]	Površina tlorisa identificirane strehe [m ²]
POVRšina_K [FLOAT]	Površina tlorisa iz katastra stavb [m ²]
VISINA [FLOAT]	Povprečna višina identificirane strehe [m]
SPREM [INTEGER]	tip spremembe: 1 – nova stavba 2 – spremenjena stavba 3 – porušena stavba
SPREM_OPIS [VARCHAR]	tip spremembe v tekstovni obliki
X_KOO_D96	x koordinata točke v k.s. D96/TM
Y_KOO_D96	y koordinata točke v k.s. D96/TM

3.3.3 Identifikacija potencialnih nelegalnih in neskladnih stavb

Krovnna metodologija procesa identifikacije neskladij je prevzeta iz nalog »Nadaljevanje razvoja monitoring posegov v prostor« (GI, 2019) in »Zajem podatkov monitoringa v prostor« (GI, 2020). Glavni namen projekta je identifikacija potencialno nelegalnih in s prostorskimi akti neskladnih stavb ter gradbenih posegov v prostor, ki jih je mogoče identificirati kot utrjene površine. V tem poglavju smo opisali kako poteka identifikacija potencialnih nelegalnih in neskladnih stavb.

3.3.3.1 Definicija sloja sprememb in identifikacija lastnosti

Nelegalna gradnja pomeni, da se gradnja, oziroma dela, za katera je predpisano gradbeno dovoljenje, izvajajo, oz. so izvedena brez veljavnega gradbenega dovoljenja, kakor tudi da se objekt, za katerega je bila z gradbenim dovoljenjem dovoljena nadomestna gradnja, v predpisanem roku ni odstranil. Neskladna gradnja pomeni, da je za gradnjo oz. dela, za katera je predpisano gradbeno dovoljenje,

takšno dovoljenje sicer izdano, vendar se takšna gradnja oz. dela izvajajo oz. so izvedena v nasprotju s pogoji, določenimi z gradbenim dovoljenjem, kakor tudi da se objekt, za katerega je bilo sicer izdano gradbeno dovoljenje, uporablja v nasprotju s pogoji, določenimi z njim. Potencialno neskladnost stavb z evidencami nepremičnin določamo s primerjanjem vektorskega sloja obrisov stavb ter podatkov o upravnih aktih (MOP) in projektne dokumentacije (gradbena parcela - GP, gabariti, raba itd.). Podatke upravnih aktov uporabljamo za določanje nelegalnosti gradenj, medtem ko nam podatki projektne dokumentacije omogočajo identifikacijo neskladnosti gradenj. Za identifikacijo nelegalnih gradenj se upoštevajo vsi upravni akti, katerih realizacija je vidna na ortofotu, medtem ko so kriteriji možnih upravnih aktov za identifikacijo neskladnih gradenj:

- upravni akti postopkov izdaje gradbenih dovoljenj,
- upravni akti, ki so izdani po datumu snemanja aktualnega CAS in
- upravni akti, katerih realizacija je vidna na ortofotih.

Trenutno se nelegalnost in neskladnost določata glede na prostorsko lokacijo v času in ne glede na podrobnosti aktov in ostale dokumentacije. Za potrebe določanja neskladnih gradenj (obstoječa stavba, lega in oblika stavbe, višina stavbe, površina tlorisa strehe) in nadgradnjo obstoječega opozorilnega sistema je potrebno voditi:

- lastnosti projektiranega objekta (atributni podatki),
- gradbena parcela,
- gabariti projektiranega objekta v državnem koordinatnem sistemu.

Za potrebe izdelave opozorilnega sloja stavb predlagamo, da se v elektronski projektne dokumentaciji vodi naslednje lastnosti projektiranega objekta v digitalni, strojno berljivi obliki:

- vrsta objekta (stavba, GJI, drugi gradbeni inženirski objekti),
- zahtevnost objekta (zelo zahteven, zahteven, manj zahteven in nezahteven),
- tlorisne dimenzije objekta,
- tloris objekta (geometrija),
- zemljišče pod stavbo (površina),
- število etaž,
- višina objekta,
- tip strehe (orientacija slemenitve),
- odmik objekta od sosednjega zemljišča,
- prostorski akt,
- enota urejanja prostora,
- podrobna namenska raba.

Trenutno zaznamujemo še neskladnosti stavb s podatki poseljenih zemljišč iz evidence stavbnih zemljišč (ESZ): zaznavamo nove ali spremenjene stavbe ter njim pripadajoče zemljiške parcele, ki se nahajajo izven območja pozidanih zemljišč v ESZ. Zaznavamo tudi porušene stavbe na pozidanih zemljiščih, torej zaznavamo pripadajoče zemljiške stavbe, ki nima nobene stavbe.

3.3.3.2 *Procesi samodejne identifikacije*

Identifikacijo stavb izvajamo za dve primerjalni CAS obdobji: trenutno obdobje in predhodno CAS obdobje obravnavanega območja. Pri tem pride do prepoznave predhodno neidentificiranih stavb in do prepoznave že identificiranih stavb (torej več centroidov opisuje enako stavbo). Zato je potrebo izločiti že identificirane in predhodno neidentificirane stavbe z dodatno poklasifikacijo. Poklasifikacija z namenom izločanja podvojenih identifikacij poteka z upoštevanjem mejne vrednosti razdalje med novimi in najbližjimi, starimi identificiranimi stavbami. Sosedstva stavb so določena z metodo najbližjih sosedov. Izločene so stavbe, katerih centriodi so v primerjalnih obdobjih bližji od 6 m. Torej, če je nova identificirana stavba do 6 m oddaljena od centroida stare identificirane stavbe, se novo stavbo označi kot multiplicirano in izloči. Poklasifikacija z namenom izločanja predhodno neidentificiranih stavb temelji na primerjavi višinskih razlik stavb trenutnega in predhodnega obdobja. Višinski kriterij, ki je upoštevan za izločanje že obstoječih stavb je 3 m. Torej, če je teren novo identificirane stavbe nižji od 3 m od terena v prejšnjem obdobju, se stavbo izloči. V primeru, da je višinska razlika med novo in staro stavbo večja od 3 metrov, je ta stavba vključena v nadaljnjo analizo in je potencialno zanimiva. Višine, ki so pripisane centroidom so srednje višine, ki se nahajajo v pasu do 2 m od centroida.

3.3.3.3 *Primerjava s podatki iz zbirke primerjalnih podatkov in kategorizacija neskladij*

Zbirko primerjalnih podatkov sestavljajo:

- podatki o upravnih aktih, ki se nanašajo na gradnje (PIS WFS),
 - centriodi upravnih aktov in
 - parcele upravnih aktov
- podatki o prostorskih aktih (PIS),
 - generalizirana namenska raba prostora
- zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (GURS),
 - ceste in železnice
- kataster stavb (GURS),
 - grafični podatki KS (centriodi in obrisi)
- zemljiškokatastrski prikaz (GURS),
- zemljiškokatastrski načrt (GURS) in
- dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč (MKGP).

Vhodni podatki:

- vektorski sloj novih neevidentiranih stavb (kombinacija postopkov opisanih v poglavju 3.3.2 in 3.3.3.2),
- zbirka upravnih aktov,
- inšpekcijska odločba upravnega akta (trenutno ni del procesa),
- projektna dokumentacije (trenutno le gradbena parcela),
- evidenca stavbnih zemljišč.

Rezultati so nove stavbe, ki se glede na neskladnost lahko kategorizirajo kot:

- neskladne stavbe z evidencami nepremičnin,
- nelegalne in neskladne gradnje,

- neskladne z ESZ.

V krovni metodologiji so prepoznane različne neskladnosti, ki se še ne preverjajo. Neskladnosti in njihove podrobne vrste so prikazane v strukturi opozorilnega sloja stavb v poglavju 3.3.3.5.

3.3.3.4 Kontrola rezultatov

Točkovni sloj opozorilnega sloja stavb in zemljišč ni kontroliran po obdelavi. V obdobju 2020/2021 je bil rezultat kontroliran na območju Maribora le zaradi tega, ker digitalni višinski modeli študijskega območja niso bili skladni z ortofotom (LSS je bil na območju Maribora izveden leta 2011).

3.3.3.5 Struktura oddanih rezultatov

Podatkovna struktura opozorilnega sloja stavb in zemljišč je opisana v Preglednica 8. Atributi, ki še niso predmet implementacije v informacijski sistem eGraditev, so pobarvani s sivo barvo. Atributi, ki bodo delno predmet implementacije, imajo pri opisu zvezdico (*). Polja, z napisom v modri barvi, so dinamična, kar pomeni, da se lahko spreminjajo s strani uporabnikov ali informacijskega sistema. Prioriteta opozorila se določi glede na magnitudo prekoračitve posameznih poslovnih pravil in se razvrsti v predvidoma osemstopenjsko lestvico nujnosti obravnave. Uporabniki lahko spreminjajo prioriteto opozorila, ki jo je sistem določil samodejno. V nadaljevanju se bo prioriteta določila v sodelovanju z uporabniki (npr. z usklajevanjem šifrant opozorilnega sloja s šifrantom IRSOP). Predlagamo, da se identificira kategorije in kriterije, ki vplivajo na prioriteto (npr. številčni kriterij prekrivanja posameznih opozoril). V letošnjem letu predlagamo prioriteto le za stavbe izven stavbnega zemljišča. Prioriteta bo sproti nadgrajevana in njena kakovost se bo višala tudi zaradi tega, ker bodo vsa primerjalna obdobja imela prostorske podatke o upravnih aktih.

Preglednica 8: Podatkovni model opozorilnega sloja stavb in zemljišč

Polje	Opis
Identifikator opozorila [PRIMARY KEY]	Enolični identifikator
Kategorija opozorila [VARCHAR]	1 Neskladnost stavb z evidencami nepremičnin 2 Nelegalne in neskladne gradnje* 3 Neskladnost na območju DPN 4 Neskladnost na območju OPN* 5 Neskladnost z OPPN 6 Neskladnost z območjem začasnih ukrepov za zavarovanje urejanje prostora* 7 Neskladnost z ESZ 8 Neskladnost s podatki pravnih in varstvenih režimov
Podrobna vrsta opozorila [VARCHAR]	11- Potencialno nova stavba 12- Potencialno neskladna stavba 13 - Potencialno porušena stavba 21- Potencialno nelegalna gradnja 22- Potencialno neskladna gradnja 31- Stavba na robu DPN 41- Stavba izven stavbnega zemljišča 42- Neskladnost gradbene parcele 43- Neskladnost FI 44- Neskladnost FZ 45- Neskladnost z gradbeno mejo in linijo 51- Neskladnost stavbe z načrtom gradbene parcele

	61- Nova stavba na območju začasnih ukrepov 62- Sprememba meje parcele 63- Sprememba lastništva nepremične 71- Stavba izven pozidanih zemljišč ESZ 72- Porušena stavba na pozidanem zemljišču ESZ 81- Nova stavba na vodovarstvenem območju 82- Nova stavba na poplavnem območju 83- Nova stavba na zavarovanem območju 84- Nova stavba na varovalnih gozdovih in gozdnih rezervatih 85- Nova stavba na pravnem režimu varstva kulturne dediščine 86- Porušena stavba na pravnem režimu varstva kulturne dediščine ...
Opis opozorila [VARCHAR]	Npr. za vrsto opozorila 11- Potencialno nova stavba: »Stavba je zgrajena po letu 2014 in brez evidentiranega gradbenega dovoljenja.«
Prioriteta opozorila [INTEGER]	Prioriteta opozorila se določi glede na magnitudo prekoračitve posameznih poslovnih pravil in se razvrsti v predvidoma osemstopenjsko lestvico nujnosti obravnave.
Pnpr1 [VARCHAR]	Šifrant podrobne namenske rabe prostora na prvem nivoju
Pnpr2 [VARCHAR]	Šifrant podrobne namenske rabe prostora na drugem nivoju
SIFKO [INTEGER]	Šifra katastrske občine
PARCELA [VARCHAR]	Trenutno parcela na katero se nanaša upravni akt, v bodoče gradbena parcela.
SID [INTEGER]	Enolični identifikator stavbe
STST [INTEGER]	Številka stavbe
ID_UA [VARCHAR]	Enolični identifikator upravnega akta
SIF_UPR_ORG [VARCHAR]	Šifra upravnega organa
SIF_OGU [INTEGER]	Šifra območne geodetske uprave
OB_ID [INTEGER]	Identifikator občine
ST_ZADEVE [VARCHAR]	Številka zadeve upravnega akta
DEJANSKO_VIR [VARCHAR]	Vir podatkov o dejanskem stanju v naravi (podatki daljinskega zaznavanja ali datum terenskega ogleda)
DEJANSKO_DATUM [DATE]	Datum vira dejanskega stanja v naravi
DEJANSKO_VRSTA [INTEGER]	Stavba Pozidano zemljišče
DEJANSKO_POVRS [FLOAT]	Površina tlorisa strehe po podatkih dejanskega stanja
DEJANSKO_H [FLOAT]	Višina stavbe po podatkih dejanskega stanja
Datum opozorila [DATE]	Datum vnosa opozorila
Datum zadnje spremembe [DATETIME]	Datum zadnje spremembe
Metapodatki vira [VARCHAR]	Povezava do metapodatkov
Tip opozorila [INTEGER]	Sistemski Ročni vnos Ročno spremenjen sistemski
Status opozorila [INTEGER]	Stanje opozorila V čakanju V obravnavi Rešeno
Podatki o postopku reševanja opozorila [VARCHAR]	Podatki o postopku reševanja opozorila
Opombe [VARCHAR]	Opombe
koo_y [FLOAT]	Y koordinata opozorila v D96/TM
koo_x [FLOAT]	X koordinata opozorila v D96/TM

3.3.4 Identifikacija potencialnih nelegalnih in neskladnih utrjenih površin

V nadaljevanju je opredeljena metodologija identifikacije potencialnih novih utrjenih površin. Krovna metodologija procesa identifikacije neskladij je prevzeta iz naloge »Zajem podatkov monitoringa v prostor« (GI, 2020).

3.3.4.1 Definicija sloja sprememb in identifikacija lastnosti

Potencialna nova utrjena površina je utrjena površina, ki ni evidentirana v evidenci stavbnih zemljišč. Podatke upravnih aktov uporabljamo za določanje neskladnosti nove utrjene površine v odnosu do upravnih aktov:

- upravni akti postopkov izdaje gradbenih dovoljenj,
- upravni akti, ki so izdani po datumu snemanja aktualnega CAS in
- upravni akti, katerih realizacija je vidna na ortofotih.

Neskladnost potencialno novih utrjenih površin v odnosu do stavbnih zemljišč določamo s primerjavo z generalizirano namensko rabo prostora.

3.3.4.2 Procesi samodejne identifikacije

Zbirko vhodnih podatkov daljinskega zaznavanja sestavljajo:

- infrardeči ortofoto (DOFIR), ločljivosti 0,5 m (IR, R, G),
- digitalni model površja, ločljivosti 1 m (izdelek CAS),
- digitalni model reliefa, ločljivosti 1 m (DMR1, izdelek LSS),
- popravki digitalnega modela reliefa, ločljivost 1 m (izdelek CAS).

Po izgradnji zbirke podatkov daljinskega zaznavanja, se izvaja njihova klasifikacija na dveh nivojih. Prvi nivo obsega nadzorovano objektno klasifikacijo infrardečih ortofotov v vegetacijo in »ne-vegetacijo« z uporabo metode podpornih vektorjev. Drugi nivo obsega klasifikacijo vseh objektov klasificiranih kot »ne-vegetacija« iz prvega nivoja v 2 razreda: »utrjena zemljišča brez cest« in »njive s cestami« z uporabo metode naključnih gozdov (angl. Random forest). Ta dva razreda smo definirali v metodologiji, ker nas ceste v tem primeru ne zanimajo. Nekatere ceste imajo podobne značilnosti njiv in njihovo nadzorovano združevanje v razred klasifikacije z njivami nam omogoča zelo uspešno izločevanje golih tal. Po kontroli obdelanih podatkov daljinskega zaznavanja zgradimo zbirko primerjalnih podatkov, ki so uporabljeni za tematsko filtriranje segmentov, ki je namenjeno dodatnemu izbrisu lažnih pozitivnih primerov. V zadnjem koraku izvedemo kriterijsko filtriranje segmentov na osnovi njihove površine, širine in dolžine.

V letošnji, prvič izvedeni, množični identifikaciji potencialnih novih utrjenih površin je prepoznana potreba po nadgradnji metodologije kriterijskega filtriranja podatkov zaradi odstranjevanja lažnih pozitivnih opozoril, ki so nastopili na obravnavanem območju. Lažna pozitivna opozorila so predvsem posledica narave DOFIR in sicer njegovega obdobja snemanja, ki je vsako leto različen, saj se prilagaja vremenskim razmeram.

3.3.4.3 Primerjava s podatki iz zbirke primerjalnih podatkov in kategorizacija neskladij

Tematsko filtriranje segmentov izvajamo z uporabo naslednjih podatkov primerjalne zbirke:

- Grafična enota rabe kmetijskega gospodarstva (GERK) in Dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč: enote, ki imajo dejansko rabo na katerih je vidno oranje na spomladanskih posnetkih in gozdne površine,
- Generalizirana namenska raba prostora (GNRP): območja in omrežja prometne infrastrukture (P),
- Hidrografija (ploskve tekočih in stoječih površinskih voda),
- Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (GJI): kategorizirane ceste,
- Evidenca stavbnih zemljišč (ESZ).

Območja in omrežja prometne infrastrukture (P) ter ceste iz GJI so predlog, ki bo nadomeščen s slojem dejanske rabe cest, ko bo zajem dokončan ter podatki javni (ZEDRZ, UL RS, št. 13/18). Trenutno so podatki dejanske rabe javne cestne infrastrukture delno zajeti in vpisani v matično evidenco, ki jo vodi Direkcija RS za ceste.

Tematsko filtriranje segmentov izvajamo z uporabo:

- GERK in Dejanska raba kmetijskih in gozdnih zemljišč, kjer je dejanska raba:
 - 1100 njiva,
 - 1150 njiva za rejo polžev,
 - 1160 hmeljišče,
 - 1170 jagode na njivi,
 - 1211 vinograd,
 - 1212 matičnjak,
 - 1230 oljčnik,
 - 1610 kmetijsko zemljišče v pripravi in
 - zaradi odprave lažnih opozoril na območju gozda (posledica vetrolomov):
 - 1800 kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem in
 - 2000.
- GNRP: PNRP1 = 'P',
- Hidrografija: ploskve stoječih in tekočih voda,
- GJI: linije cest odebeljene od osi za 2,5 m, kjer je $ATR1 \leq 16$,
- ESZ: podatki predloga pozidanih zemljišč, ki so zajeti v masovnem zajemu, brez kategorije 66 – drugo neskladje oz. vseh, ki imajo to kategorijo podano v opisu: 'razpoložljivi uradni vidi podatkov za zajem ne omogočajo interpretacije realnega obsega pripadajočega zemljišča'.

Izločimo poligone, ki se nahajajo na pomožnih tematskih slojih. Preostale poligone obdržimo in filtriramo glede na njihove geometrijske lastnosti:

- Odstranijo se vsi poligoni s površino:
 - manjšo od 200 m², če so znotraj ali delno znotraj stavbnih zemljišč in
 - manjšo od 1000 m², če so izven stavbnih zemljišč,
- Odstranijo se vsi poligoni tanjši od 2 m,
- Odstranijo se vsi poligoni daljši od 200 m in tanjši od 3 m (preostale ceste).

Prepoznanim novim utrjenim površinam (poligoni) pripisujemo njihov lokacijski odnos glede na stavbna zemljišča in glede na izdane upravne akte. Utrjene površine so kategorizirane kot v celoti znotraj, delno znotraj in v celoti izven parcele upravnega akta in stavbnega zemljišča.

3.3.4.4 Kontrola rezultatov

Ploskovni sloj opozorilnega sloja stavb in zemljišč ni kontroliran po obdelavi.

3.3.4.5 Struktura oddanih rezultatov

Podatkovna struktura sloja potencialnih novih utrjenih površin je opisana v Preglednica 9.

Preglednica 9: Podatkovni model sloja potencialnih novih utrjenih površin.

Polje	Opis
IDENTIFIKATOR OPOZORILA [PRIMARY KEY]	Enolični identifikator
KATEGORIJA OPOZORILA [VARCHAR]	9 Nova utrjena površina
PODROBNA VRSTA OPOZORILA [VARCHAR]	91 - Nova utrjena površina v celoti znotraj stavbnega zemljišča 92 - Nova utrjena površina delno izven stavbnega zemljišča 93 - Nova utrjena površina v celoti izven stavbnega zemljišča 94 - Nova utrjena površina v celoti znotraj parcele upravnega akta 95 - Nova utrjena površina v delno znotraj parcele upravnega akta 96 - Nova utrjena površina v celoti izven parcele upravnega akta
PRIORITETA OPOZORILA [INTEGER]	Prioriteta opozorila se določi glede na magnitudo prekoračitve posameznih poslovnih pravil
SIFKO [INTEGER]	Šifra katastrske občine
SIF_OGU [INTEGER]	Šifra območne geodetske uprave
OB_ID [INTEGER]	Identifikator občine
DEJANSKO_VIR [VARCHAR]	Vir podatkov o dejanskem stanju v naravi (podatki daljinskega zaznavanja ali datum terenskega ogleda)
DEJANSKO_DATUM [DATE]	Datum vira dejanskega stanja v naravi
DEJANSKO_VRSTA [INTEGER]	Utrjena površina
DEJANSKO_POVRS [FLOAT]	Površina poligona
DATUM OPOZORILA [DATE]	Datum vnosa opozorila
DATUM ZADNJE SPREMEMBE [DATETIME]	Datum zadnje spremembe
METAPODATKI VIRA [VARCHAR]	Povezava do metapodatkov
TIP OPOZORILA [INTEGER]	Sistemiški Ročni vnos Ročno spremenjen sistemiški
STATUS OPOZORILA [INTEGER]	Stanje opozorila V čakanju V obravnavi Rešeno
PODATKI O POSTOPKU REŠEVANJA OPOZORILA [VARCHAR]	Podatki o postopku reševanja opozorila
OPOMBE [VARCHAR]	Opombe
KOO_Y [FLOAT]	Y koordinata centroida opozorila v D96/TM
KOO_X [FLOAT]	X koordinata centroida opozorila v D96/TM
GEOMETRIJA [VARCHAR]	Geometrija poligonov v WKT obliki

3.4 Pregled zakonodajnih izhodišč

Področje monitoringa prostora v pristojnosti Ministrstva za okolje in prostor ter organov v sestavi zajemajo sledeči ključni zakoni:

- Zakon o urejanju prostora:
 - o Veljaven je Zakon o urejanju prostora (ZUreP-3) (Uradni list RS, št. 199/21).
- Zakon o katastru nepremičnin:
 - o Veljaven je Zakon o katastru nepremičnin (ZKN) (Uradni list RS, št. 54/21).
- Zakon o varstvu okolja:
 - o Veljaven je Zakon o varstvu okolja (ZVO-1) (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20).

V nadaljevanju sledi pregled ključnih zakonskih določil zgoraj navedenih zakonov.

Zakon o urejanju prostora:

- ZUreP-3 ne vsebuje definicije »monitoring posegov v prostor« med izrazi (3. člen).
- Člen: Monitoring posegov v prostor
 - o Določila ZUreP-3 (275. člen)
 - (1) Ministrstvo zagotavlja redno izvajanje monitoringa posegov v prostoru za nadzor nad posegi v prostor in za evidentiranje sprememb.
 - (2) Monitoring posegov v prostoru se izvaja z metodami daljinskega zaznavanja, terensko identifikacijo neskladja in drugimi ustreznimi metodami.
 - (3) Identificirana neskladja poseljenih zemljišč s stanjem v evidenci stavbnih zemljišč in katastru nepremičnin se evidentirajo kot neskladja poseljenih zemljišč.
 - (4) Identificirana neskladja stavb s stanjem v zbirki podatkov o graditvi objektov in v katastru stavb se evidentirajo kot neskladja stavb.
 - (5) Neskladja poseljenih zemljišč in stavb lahko identificira tudi drug organ ali posameznik ter jih posreduje ministrstvu, ki jih preveri in obdela ter vpiše v evidenco stavbnih zemljišč ali kataster nepremičnin.
 - o Člen izpostavlja uporabljene metode, identifikacije neskladij poseljenih zemljišč in stavb ter postopek, ki sledi identifikaciji neskladij.
 - o V obrazložitvi predlaganega člena (ZUreP-3) je jasna uporaba metod monitoringa posegov v prostor za namene vzdrževanja evidence stavbnih zemljišč. Izpostavljeno je, da je cilj izvajanja rednih monitoringov posegov v prostor dvig kulture graditve tako, da bodo v prostoru le še zakoniti posegi ter da bo dolgoročno vzdrževanje na podlagi upravnih aktov zagotavljalo popolnost posegov v prostor.
- Člen: Postopek vzdrževanja podatkov iz evidence stavbnih zemljišč:
 - o Določila ZUreP-3 : 268. člen – postopek vzdrževanja podatkov iz evidence stavbnih zemljišč. Ključna alineja z vidika monitoringa posegov v prostor je:
 - (2) Ministrstvo za vzdrževanje evidence stavbnih zemljišč občini zagotovi dostop do podatkov o gradbenih parcelah in podatkov iz monitoringa posegov v prostor, opravljenega v skladu z 275. členom tega zakona.

Zakon o katastru nepremičnin:

- ZKN ne vsebuje definicije »Opozorilnega sistema«, ki se ga razume podobno kot »monitoring« med izrazi (3. člen).
- 125. člen: opozorilni sistem.
 - o Alineje člena:
 - (1) Opozorilni sistem zagotavlja informacije o parcelah, stavbah ali delih stavb, za katere je na podlagi verjetno izkazanih dejstev in okoliščin sklepati, da njihovi podatki v katastru nepremičnin niso pravilni ali popolni.
 - (2) Podatke o parcelah, stavbah ali delih stavb iz prejšnjega odstavka geodetska uprava pridobi iz drugih evidenc o nepremičninah, na podlagi obvestil uradnih oseb, ki opravljajo inšpekcijski nadzor, občin, geodetskih podjetij, neposrednega pregleda stanja na terenu, vpogleda v druge podatke, ki izkazujejo dejansko stanje v naravi, ter analiz lastnih vpisanih podatkov.
 - (3) Parcele, na katerih stojijo stavbe, ki niso vpisane v katastru nepremičnin, in stavbe, za katere ni izveden vpis podatkov o stavbi in delu stavbe ali vpis sprememb podatkov o stavbi in delu stavbe po tem zakonu, pa bi verjetno moral biti, geodetska uprava označi v opozorilnem sistemu. V opozorilnem sistemu se z oznako »nestavbe« označijo tudi objekti, ki niso stavbe.
 - (4) Geodetska uprava v skladu s programom dela državne geodetske službe preverja stanje v opozorilnem sistemu označenih parcel in stavb iz prejšnjega odstavka.
 - (5) Označitev parcel, stavb ali delov stavb iz tretjega odstavka tega člena se izbriše iz opozorilnega sistema po vpisu podatkov o parcelah, stavbah ali delih stavb v kataster nepremičnin v skladu s tem zakonom ali ko se ugotovi, da so vpisani podatki pravilni in popolni.
 - o Poudarek člena je na uporabljenih metodah za ugotavljanje neskladnosti med stanjem v naravi in katastru nepremičnin in navaja ukrepe po identifikaciji.

Zakon o varstvu okolja:

- ZVO vsebuje definicijo »monitoring okolja« med izrazi.
 - o »Monitoring okolja je spremljanje in nadzorovanje okolja s sistematičnimi meritvami ali drugimi metodami in z njimi povezanimi postopki.«
- Monitoring okolja ni predmet dotične naloge in nadalje ne bo obravnavan.
- Informacijska rešitev pa bo osnovana na način, da bo omogočala tehnološko vključitev segmenta »monitoring okolja«.

4 IDENTIFIKACIJA NOVIH POTREB

4.1 Novi potencialni uporabniki

V praksi bodo storitve sistema monitoringa uporabljali aplikativni uporabniki. Med ključne uporabnike sistema štejemo:

- Informacijske rešitve za vodenje in vzdrževanje ESZ na lokalni ravni (teh rešitev bo praviloma več).
- Informacijske rešitve za vodenje in vzdrževanje podatkov o stavbah. Rešitev je lahko več, ločimo najmanj:
 - o vzdrževanje podatkov o stavbah v kontekstu katastra nepremičnin,
 - o vzdrževanje podatkov o stavbah v kontekstu digitalnega topografskega modela.
- Informacijske in druge rešitve za vodenje in vzdrževanje podatkov digitalnega topografskega modela.

Med potencialne uporabnike štejemo:

- Informacijske rešitve za vodenje in vzdrževanje podatkov o dejanski rabi javne cestne in železniške infrastrukture (različne rešitve, še posebej na področju javne občinske cestne infrastrukture je teh rešitev več).
- Informacijska rešitev za vodenje in vzdrževanje podatkov o dejanski rabi vodnih zemljišč.
- Informacijska rešitev za vodenje in vzdrževanje podatkov o dejanski rabi kmetijskih in gozdnih zemljišč.

4.2 Novi potencialni izdelki

V nadaljevanju je predstavljena možnost izvedbe in uporabe izdelkov, ki temeljijo na veččasovnih lidarskih podatkih za namene spremljanja višinskih in prostorninskih sprememb površja in Sentinel-2 satelitskih posnetkov za namene identifikacije potencialnih novih utrjenih površin.

4.2.1 Identifikacija potencialnih višinskih gabaritov in sprememb prostornin na podlagi veččasovnih lidarskih podatkov

V tem poglavju je predstavljena analiza identifikacije potencialnih sprememb višinskih gabaritov in sprememb prostornin. Študija je fokusirana na analizo uporabnosti dvo- in veččasovnih lidarskih podatkov za namene spremljanja višinskih in prostorninskih sprememb površja. Cilj analize je izgradnja metode, ki bi lahko ocenila potencialne spremembe volumnov in metode, ki bi ocenila potencialne spremembe višinskih gabaritov za potrebe identifikacije nedovoljenih gradenj.

4.2.1.1 Aerolasersko skeniranje in lidarski podatki

Aerolasersko skeniranje se izvaja z uporabo laserskih skenerjev (LiDAR), ki so aktivni senzorski sistemi merjenja (lasten vir elektromagnetnega valovanja). Meritve, ki jih izvajajo aerolaserski sistemi za skeniranje so: razdalja, odklon laserskega žarka, položaj (GNSS), orientacija senzorja (INS), zaporedni odboji pulza (npr. prvi in zadnji odboji) in svetlobna intenziteta odbitega laserskega žarka (Švab Lenarčič, 2009).

V primerjavi z drugimi metodami daljinskega zaznavanja in modeliranja površja (npr. bližnjelikovno fotogrametrijo), aerolasersko skeniranje, med drugim, ponuja višjo gostoto zajetih točk površja, boljšo višinsko točnost in možnosti prodiranja skozi vegetacijo (Urbančič in sod., 2015; Triglav Čekada, 2017). »Iz oblakov točk s pomočjo različnih interpolacijskih metod izdelamo digitalne modele višin; različne digitalne modele površja (DMP) kot tudi digitalne modele reliefa (DMR). Le-ti nam omogočajo raznovrstne analize prostorninskih sprememb« (Triglav Čekada, 2017). Izdelava modelov višin se razlikuje glede na namene. Natančnost podatkov (višinska natančnost, gostota točk) pa ni edini faktor, ki vpliva na natančnost in naravo izdelkov, ampak tudi metoda klasifikacije, število klasifikacijskih razredov in metode filtriranja oblakov točk (Mongus in sod., 2014; Kim in sod., 2013). V nadaljevanju so predstavljene metodologije za izdelavo digitalnih modelov višin iz lidarskih oblakov točk za namene spremljanja višinskih sprememb grajenih objektov in višinskih ter volumenskih sprememb reliefa. Študija je usmerjena v oblake točk zajete z različnimi senzorji (npr. polnovalovni, pulzni), ki imajo rezultate izmere shranjene v pulzni obliki in ki delujejo na valovnih dolžinah med 800 in 1100 nm.

4.2.1.2 Standardi in prakse na področju obdelave georeferenciranih lidarskih oblakov točk

Po zajemu in obdelavi surovih laserskih podatkov razpolagamo z georeferenciranimi oblaki točk (GOT). Po kontroli kakovosti (kontrola absolutne višinske točnosti in gostote odbojev) lahko nadaljujemo z obdelavo podatkov. Urejanje podatkov se nadaljuje z rezanjem istih podatkov na določene mreže (v primeru LSS, 1 km² hierarhične mreže) in transformacijo elipsoidnih višin v nadmorske (Triglav Čekada in sod., 2015). Za namene izdelave digitalnih modelov višin (npr. DMR in različni DMP) moramo GOT klasificirati v razrede. Število in razredi so odvisni od namena uporabe oblakov točk. Točnost klasifikacije prav tako vpliva na prisotnost napak v fazi nadaljnje obdelave podatkov. Zaradi tega je pomembno določene, že klasificirane izdelke, ponovno/dodatno klasificirati za lastne namene. To velja še posebej za projekte, pri katerih se izvajajo analize večjih območij, saj je število morebitnih napak prvotnega vira večje. Enako velja za pridobivanje digitalnih modelov višin poljubne ločljivosti iz GOT ter poudarjanju določenih oblik reliefa (npr. mikrorelief). V Preglednica 10 lahko vidimo standardne klasifikacijske razrede in njihove oznake opredeljene v LAS podatkovnem formatu 1.4 (ASPRS, 2013).

Preglednica 10: Standardni razredi klasifikacije formata LAS 1.4 (ASPRS, 2013).

Razred	Pomen	Komentar	Angleška različica
0	Ustvarjeno		Created
1	Neklasificirano		Unclassified
2	Tla		Ground
3	Nizka vegetacija		Low Vegetation
4	Srednja vegetacija		Medium Vegetation
5	Visoka vegetacija		High Vegetation
6	Stavba		Building
7	Nizka točka (šum)		Low Point (noise)
8	Rezervirano	V praksi, rezervirano za modelirane ključne točke	Reserved
9	Voda		Water
10	Železnica		Rail
11	Prometna površina		Road Surface
12	Rezervirano		Reserved
13	Elektrovodi		Wire – Guard (Shield)

14	Elektrovodi		Wire – Conductor (Phase)
15	Razdelilne postaje		Transmission Tower
16	Priključki elektrovoda (npr. Izolacijski ločilnik)		Wire-structure Connector (e.g. Insulator)
17	Most		Bridge Deck
18	Visoki šum		High Noise
19-63	Rezervirano		Reserved
64-255	Določi uporabnik		User definable

Klasifikacija oblakov točk z uporabo strojnega učenja ima enake osnove kot ostali klasifikacijski procesi: entitetam (v tem primeru točkam, okolici, segmentom itd.) pripisujemo različne značilke in po tem lahko izvajamo nadzorovano ali nenadzorovano klasifikacijo. V primeru lidarskih oblakov točk, klasifikacija sloni na višinskih, morfoloških in geometrijskih značilkah. Lahko jo izvajamo direktno na vektorskih oblakih točk ali na rasteriziranih izdelkih.

Algoritme za klasifikacijo rasteriziranih izdelkov lahko delimo na več pristopov (Vosselman in sod., 2010; Mongus, 2012; Dougan, 2015):

- morfološka klasifikacija; obdelava slik na podlagi morfoloških operacij (osnovi sta erozija in dilacija) za zaznavanje robov, polnjenje in tanjšanje regij, itd.,
- progresivno ali ploskovno zgoščevanje; iterativne aproksimacije ploskev,
- segmentno filtriranje; klasifikacija segmentov okoliških točk s podobnimi lastnosti.

Za klasifikacijske namene lahko uporabimo različne postopke strojnega učenja (od klasičnega do globokega) na osnovi večdimenzionalnih matrik sestavljenih iz različnih izpeljanih značilk. V zadnjem času imamo poleg orodij za klasifikacijo, na voljo tudi klasifikacijske storitve. To so storitve klasifikacije, ki jih nudijo različni izvajalci, kot je npr. Flai (Flai, 2021).

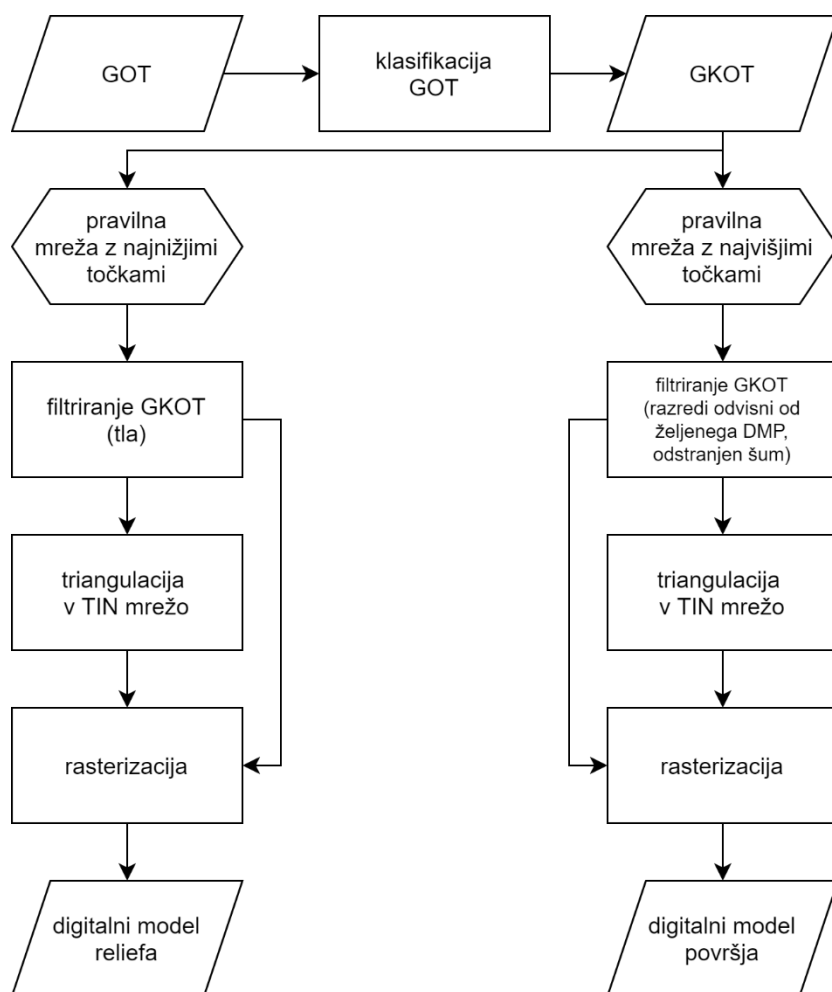
Primeri uporabljenih nadzorovanih algoritmov strojnega učenja na vektorskih lidarskih oblakih so SAM (angl. Spectral Angle Mapper), metoda naključnih gozdov in metoda podpornih vektorjev. V primeru nenadzorovanega učenja metoda analize glavnih komponent (PCA), metoda gručenja k-voditeljev in Boltzmannovi stroji (Grigillo, 2010; Kim in sod., 2013; Wu in sod., 2019). Primeri značilk uporabljenih za klasifikacijo so (Pfeifer in sod., 2012; Kim in sod., 2013):

- višinska razlika (v točki ali okolici),
- standardni odklon višinskih razlik (v točki ali okolici),
- normirana višina (v točki ali okolici),
- standardni odklon normiranih višin (v točki ali okolici),
- normirana višina (v točki ali okolici),
- intenziteta (v točki ali okolici),
- standardni odklon intenzitet (v točki ali okolici),
- kot naklona laserskega žarka (v točki ali okolici),
- odstotek variance prve osnovne komponenta PC1 (v točki ali okolici),
- odstotek variance druge osnovne komponenta PC2 (v točki ali okolici),
- odstotek variance tretje osnovne komponenta PC3 (v točki ali okolici),
- gostota točk (v okolici) in

- različne statistične opisne mere naštetih značilk in drugih izpeljank (npr. Haralickova tekstura, hrapavost površja).

Klasificiran GOT (v nadaljevanju GKOT, prevzeto po LSS) lahko uporabimo za izdelavo DMR in različnih DMP. V nadaljevanju filtriramo GKOT na določene razrede in točke interpoliramo v pravilne pravokotniške mreže ali rasteriziramo direktno. Posplošen postopek lahko vidimo na sliki 11

Slika 11.



Slika 11: Proces pridobivanja rastrskega DMR in različnih DMP iz vektorskega GOT.

Filtriranje GKOT se lahko izvede z različnimi metodami. Lokalne osamelce lahko odstranimo z mnogimi statističnimi metodami (na osnovi različnih porazdelitev), z upoštevanjem morfoloških filtrov, metodami slonečim na gostoti, (razširjenimi) metodami za izračune lokalnih minimumov, večmerilni pristopi primerjave itd. Obdelava zelo gostih oblakov točk zahteva tudi pripravo podatkov za čimbolj učinkovito obdelavo. Nekateri koraki, kot so npr. redčenje oblakov točk, lahko pospešijo obdelavo brez da bi spremenili kakovost izdelkov. Primer tega je redčenje le vegetacijskih točk v oblakih točk, ki so namenjeni pridobivanju digitalnega modela reliefa (klasifikacijski razred tal ostane nespremenjen).

Za pretvorbo GKOT v nepravilno mrežo trikotnikov (v nadaljevanju TIN – angl.) ali raster lahko uporabimo različne interpolacijske metode, ki so lahko deterministične in probabilistične kot npr. metoda inverzne razdalje (angl. IDW), metoda ploskovni trendov (angl. TS), radialna bazna funkcija (angl. RBF), metoda navadnih zlepkov, kriging itd. Izbira metod je med drugimi tudi odvisna od topografije obravnavanega območja (Urbančič in sod., 2015; Chen in sod., 2017). »Merilo za izbor primerne velikosti celične mrežne celice pri posameznih metodah interpolacij je razlika med izračunanimi prostorninami iz ploskve TIN in celične mreže«, ki se jo empirično definira kot zadovoljivo, če je manjša od 5 % (Urbančič in sod., 2015 po Kraus, 2020).

4.2.1.3 Analiza metod in praks na področju primerjave digitalnih modelov reliefa in površja

Digitalni modeli reliefa in površja izračunani iz lidarskih podatkov omogočajo zelo natančne analize višinskih komponent. Normirane višinske razlike, ki so rezultat razlike DMP in DMR ter predstavljajo višine nad terenom so primer podatka, ki je zelo uporaben za spremljanje sprememb višinskih gabaritov. Njihova natančnost ni povezana le z višinsko točnostjo vhodnih oblakov točk, ampak tudi od interpolacijskih metod, s katerimi povezujemo talne točke v reliefne celote. Zahtevana višinska točnost podatkov LSS znaša 20 cm, zahtevana planimetrična točnost znaša 30 cm. Spremembe višinskih gabaritov lahko enostavno izračunamo z uporabo območnih statistik v primeru, da poznamo referenčno/primerjalno ploskev in imamo harmonizirane digitalne modele višin. Primer tega je npr. pridobivanje povprečne normirane višine na ploskvi obrisa stavbe. Spremembe prostornine zahtevajo bolj kompleksne izračune, saj vsebujejo vse tri prostorske komponente. Obstajajo različne metode izračuna spremembe prostornine, ki so lahko inženirsko geodetske (npr. izmera prečnih profilov) in fotogrametrične (Šíma in sod., 2014).

Lidarske podatke lahko primerjamo direktno – s primerjavo oblakov točk ali s primerjavo TIN (ali drugih mrež) in rasteriziranih izdelkov. Izračun razlik višinskih gabaritov in prostornine lahko izvedemo že na osnovi enočasovnega GKOT, saj prostornino pridobimo s primerjavo iz GKOT izpeljanih DMP in DMR. Ugotavljanje sprememb prostornine pa zahteva podatke, ki so vsaj dvočasovni. Spremembe lahko izračunamo tudi s primerjanjem zaporednih DMP, ki so rezultat velikoformatne aerofotogrametrije (npr. Ciklično aerofotografiranje Slovenije) ali satelitske fotogrametrije, ampak je natančnost izmere npr. razlik višinskih gabaritov in prostornin vsaj v primeru uporabe satelitske fotogrametrije vprašljiva zaradi natančnosti samih posnetkov.

V primerjavi z izvedbo primerjalne analize na nivoju lidarskega oblaka točk je primerjava rasteriziranih izdelkov stroškovno bolj ugodna, saj le-ti zasedejo manj pomnilniškega prostora, same analize pa se izvede hitreje. Kombinacija lidarskih podatkov v kombinaciji z različnimi prostorskimi evidencami lahko omogoča pridobivanje različnih kazalnikov, ki določenem uporabniku pomagajo pri ugotavljanju neskladij v prostoru. Poleg klasičnih geometričnih in prostorninskih kazalnikov stavb (površina, višina, prostornina) lahko pridobimo tudi druge urbanistične kazalnike kot so razmerje tlorisnih površin in faktor pozidanosti (Gonzalez-Aguilera in sod., 2013) ali prostornine in indekse vezane na zelene površine znotraj urbanih območij (Handayani in sod., 2018). Nekatere študije so pokazale tudi uspešnost pri ocenjevanju števila prebivalcev na osnovi različnih prostorninskih kazalnikov (Handayani in sod., 2018).

Z obdelavo dvočasovnih lidarskih podatkov lahko izračunamo nasutja, izkope in celotno spremembo prostornine. Prvi niz podatkov predstavlja referenčno ploskev. Poznamo različne pristope, ki slonijo na

primerjavi višinskih razlik, kjer so definirani robovi oz. je vnaprej določena lokacija površine izračuna (Yanalak in sod., 2003; Šíma in sod., 2014), in sicer:

- pristop izračuna spremembe prostornine vsake celice posebej,
- pristop dodatnega upoštevanja sprememb naklonov na območjih.

Pri obdelavi podatkov visoke in zelo visoke prostorske ločljivosti (boljša ločljivost od 5 m), ki so izpeljane iz gostih oblakov lidarskih točk, je metoda izračuna prostornin na osnovi analize sprememb v posameznih celicah primerna; v primeru, da razpolagamo s podatki srednje in nizke ločljivosti (slabša ločljivost od 5 m), je dodatno upoštevanje naklonov primernejše, saj se v tem primeru vsaki celici dodeli dodatna utež. Za izračun prostornine se uporabijo različni pristopi, ki so odvisni od izbrane metode (npr. trapezna formula ali razširjena Simpsonova formula; Yanalak in sod., 2003).

4.2.1.4 Spremljanja višinskih gabaritov stavb

V nadaljevanju je predstavljena študija spremljanja višinskih gabaritov stavb. Predlagana metodologija je aplikativno naravnana in je namenjena morebitni implementaciji na območju celotne Slovenije za namene rednega monitoringa posegov v prostor.

4.2.1.4.1 Študijsko območje

Študijsko območje se nahaja na urbanem območju Mestne občine Nova Gorica (Slika 12 in Slika 13). Analizo potencialnih sprememb višinskih gabaritov smo izvedli iz preseka dveh časovnih obdobjih na osnovi dveh različnih aerolaserskih skeniranj. Prvo snemanje je bilo izvedelo v letu 2009 in drugo v 2014. V nadaljevanju so opisani podatki in metodologija njihove obdelave.



Slika 12: Študijsko območje spremljanja višinskih gabaritov (vir: GURS, DTK50).



Slika 13: Študijsko območje spremljanja višinskih gabaritov (vir: GURS, DOF050).

4.2.1.4.2 Metodologija

Zanimajo nas spremembe višinskih gabaritov. Lahko pridobimo informacije ter izdelamo opozorila o:

- odstopanjih evidentiranih višin v različnih prostorskih evidencah v primerjavi z višinami izračunanimi iz aerolaserskih podatkov in
- spremembah višinskih gabaritov na osnovi zaporednih aerolaserskih skeniranj.

V tej študiji smo izvedli primerjavo opisnega podatka o najvišji višini iz katastra stavb (atribut 'H2', KST datoteka s podatki o stavbi oz. atribut 'VISINA_H2' v podatkih o stavbah iz katastra nepremičnin od 1. 4. 2022 naprej) z izračunanimi višinami iz aerolaserskih podatkov. Predlagana metodologija se lahko uporabi tudi za primerjavo izračunih in evidentiranih višin v drugih evidencah, ki imajo prostorske komponente (ali se lahko vežejo na prostorske podatke).

Vhodni podatki predlagane metodologije so GOT in grafični ter opisni podatki katastra stavb (KS).

- KS 2009: D48/GK, junij 2009,
- KS 2014: D48/GK, maj 2014,
- GOT A: D48/GK, SVS2000, povprečna gostota višja od 10 točk/m², april 2009 in
- GOT B: D48/GK, SVS2000, povprečna gostota 5 točk/m², februar 2014 (LSS).

Za namene primerjave GOT različnih obdobj moramo podatke najprej harmonizirati. To pomeni, da moramo primerjalne nize podatkov transformirati v enoten horizontalni koordinatni in višinski sistem. Če razpolagamo s podatki v starem državnem horizontalnem koordinatnem sistemu (D48/GK) jih moramo ustrezno transformirati v novega (D96/TM). Enako velja za transformacije višin iz starega (SVS2000 – Trst) v novi višinski sistem (SVS2010 – Koper).

V nadaljevanju klasificiramo GOT in dobimo GKOT. Ker nas v tem koraku zanimajo le višine za namene analize stavb, filtriramo GKOT v dva nova izdelka:

- GKOT namenjen izdelavi DMR (odstranjeni vsi razredi razen tal),
- GKOT namenjen izdelavi DMP brez vegetacije (odstranjeni vsi razredi razen stavb).

Izločanje vegetacije je pomembno, ker s tem v DMP ne bomo imeli višinskih vrednostih vegetacije, ki bi vplivale na izračune območnih statistik (npr. ko se drevesna krošnja dotika obrisa katastra stavb) (Slika 14). Po filtriranju izvedemo rasterizacijo oblakov točk. Rezultati rasterizacije – DMR in DMP – morajo prav tako biti harmonizirani oz. biti izgrajeni na enaki rastrski mreži.

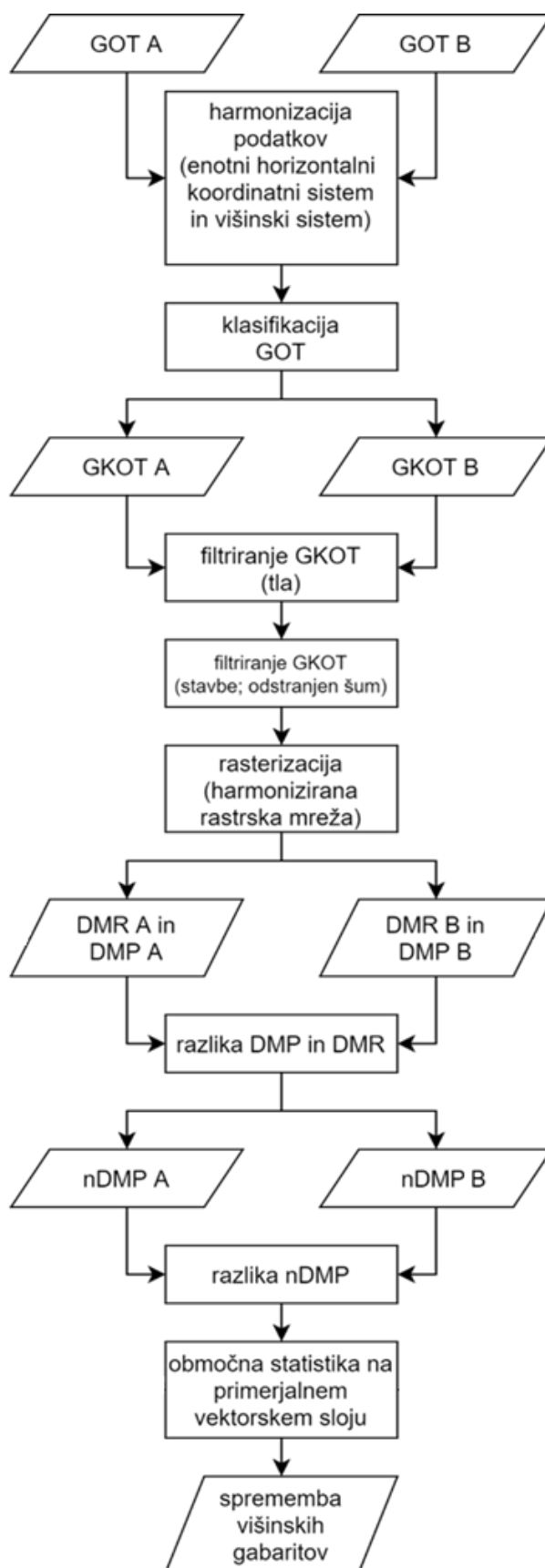


Slika 14: Primer zaznane spremembe: ortofoto (levo), lidarski oblak točk brez odstranjene vegetacije (sredina) in lidarski oblak točk z odstranjeno vegetacijo (desno).

Za pridobitev podatkov o spremembah višinskih gabaritov na osnovi zaporednih aerolaserskih podatkov v nadaljevanju izdelamo normirani DMP (nDMP), ki je rezultat razlike DMP in DMR ter predstavlja višine nad terenom. Nato obrisom iz katastra stavb pripišemo aritmetično sredino višinskih vrednosti na območju obrisa stavbe.

Za pridobitev najvišje višine in njene primerjave z atributom 'H2' uporabimo le DMP, saj oba podatka predstavljata nadmorsko višino. Obrisom katastra stavb pripišemo najvišjo vrednost na območju obrisa. Predlagamo pridobivanje najvišje vrednosti kot vrednosti, ki predstavlja 98. ali 99. percentil območne statistike (odvisno od narave podatkov).

Procesni diagram zgoraj opisane metodologije izračuna odstopanj evidentiranih višin atributa 'H2' v primerjavi z višinami izračunanimi iz aerolaserskih podatkov, je prikazan na **Error! Reference source not found..** Rezultati uporabljene metodologije na študijskem območju so opisani v poglavju 4.2.1.4.3.b

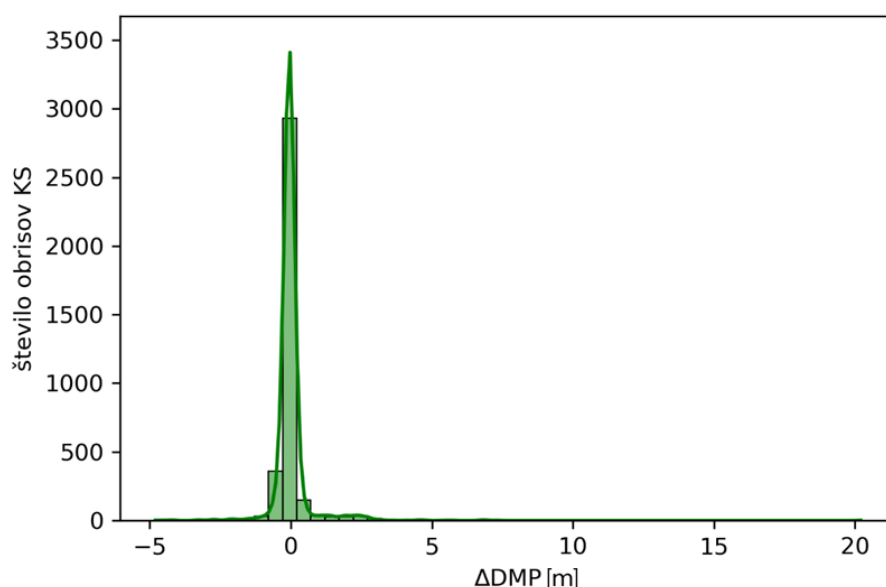


Slika 15: Procesni diagram pridobivanja sprememb višinskih gabaritov stavb.

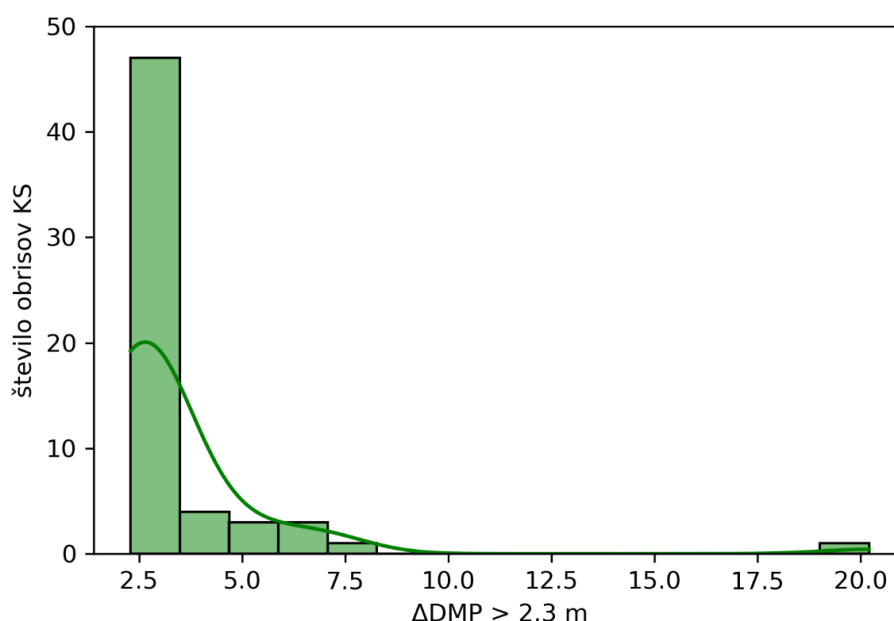
4.2.1.4.3 Rezultati izračuna odstopanj evidentiranih višin atributa 'H2' v primerjavi z višinami izračunanimi iz aerolaserskih podatkov

Na študijskem območju se je v analizo vključilo 4.072 stavb iz evidence KS iz leta 2014. Med njimi je bilo 398 stavb, ki so bile na novo evidentirane v obdobju od 2009 do 2014.

Med iskanjem razlik višinskih gabaritov v obdobju 2009–2014 smo se osredotočili na pregled stavb, ki so bile evidentirane v obeh obdobjih (teh je bilo 3.674). Zanimajo nas tako razlike podatkov izpeljanih iz različnih virov na nespremenjenih objektih kot na spremenjenih. Večina stavb na študijskem območju je bilo nespremenjenih ($\Delta \text{DMP} = »0«$ (nič) na sliki 16). Primerjava dvočasovnih podatkov kaže, da je aritmetična sredina odstopanja med njimi 1,6 cm s standardnim odstopanjem 68 cm.



Slika 16: Porazdelitev primerjanih, izračunanih razlik DMP (2009 in 2014) na obrisih KS.



Slika 17: Porazdelitev primerjanih, izračunanih razlik DMP (2009 in 2014), ki odstopajo za več kot +2,3 m.

Trenutna metodologija monitoringa opredeljuje nove stavbe kot stavbe, ki imajo višinsko razliko v dveh obdobjih večjo od 3 m (GI, 2020). Z upoštevanjem standardnega odklona (0,68 m) smo zato preverili vse

stavbe, ki so imele med leti 2009 in 2014 višinsko odstopanje višje od 2,3 m (59 stavb) in prav tako tiste, ki so imele višinsko odstopanje nižje od -2,3 m (13 stavb). Maksimalno zaznano odstopanje znaša 20,2 m in predstavlja objekt, ki je na novo zgrajen. Na histogramu (Slika 17) lahko opazimo višjo frekvenco na območju od 2,3 do 3 m višinskega odstopanja, kar lahko na prvi pregled izgleda, kot da je verjetno večina teh objektov nespremenjenih. Po pregledu 59 stavb opažamo, da je večina objektov s višinsko spremembo manjšo od 3 m po površini manjših (mediana znaša 25 m²) in novih; objekti višinskim odstopanjem večjim od 3 m in z večjo površino pa so dejansko spremenjeni (Slika 18).



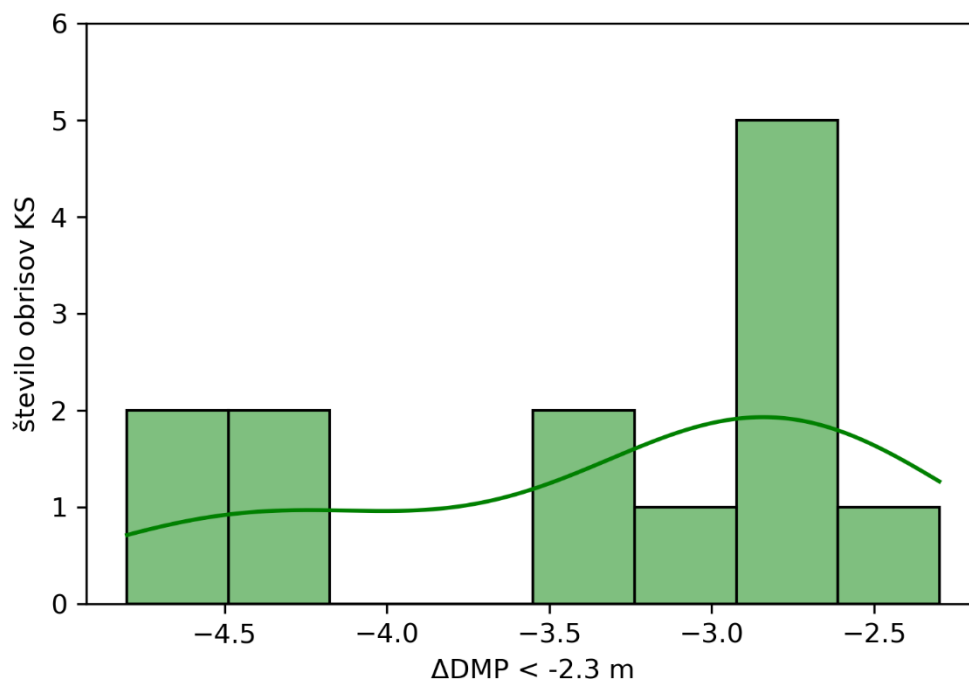
Slika 18: Primer objekta s spremenjenim višinskim gabaritom (površina znaša 1277 m²).

V preglednici 11 lahko vidimo, da je pravilnost zaznanih sprememb skoraj popolna.

Preglednica 11: Statistika ročnega pregleda zaznanih sprememb (pozitivne spremembe) višinskih gabaritov stavb.

Višinska razlika	Število stavb	Število novih	Število spremenjenih	Število nespremenjenih	Pravilnost opozorila
2,3 do 3 m	42	35	6	1	98 %
3 do 4 m	6	5	1	0	100 %
4 do 5 m	4	0	4	0	100 %
5 do 6 m	2	0	2	0	100 %
6 do 7 m	3	3	0	0	100 %
Več kot 7 m	2	2	0	0	100 %

V histogramu na sliki Slika 19 lahko opazimo manjši razpon negativnih višinskih sprememb v primerjavi s pozitivnimi (Slika 16).



Slika 19: Porazdelitev primerjanih, izračunanih DMP (2009 in 2014), ki odstopajo za manj kot - 2,3 m.

Statistika za negativne višinske spremembe je vidna v preglednici 12. Vse zaznane spremembe so dejansko porušene stavbe.

Preglednica 12: Statistika ročnega pregleda zaznanih sprememb (negativne spremembe).

Višinska razlika	Število stavb	Število porušenih	Število spremenjenih	Število nespremenjenih	Pravilnost opozorila
-2,3 do -3 m	6	6	0	0	100 %
-3 do -4 m	3	3	0	0	100 %
-4 do -5 m	4	4	0	0	100 %

Po pregledu odstopanj izračunanih maksimalnih absolutnih nadmorskih višin objektov in istih pripisanih v opisih podatkih katastra stavb (atribut 'H2') smo zaznali 2 spremembi večji od 1,2 m (5,3 in 5,7 m) in 13 sprememb nižjih od -2,3 m (Slika 19). Obe pozitivni spremembi sta dejansko spremenjeni stavbi, medtem ko vseh 13 negativnih predstavlja porušene stavbe.

Po analizi rezultatov predlagane metodologije, v primeru novega sistematičnega vira aerolaserskih podatkov, predlagamo nadgradnjo trenutnega opozorilnega sistema monitoringa v prostoru z dvema novima opozoriloma:

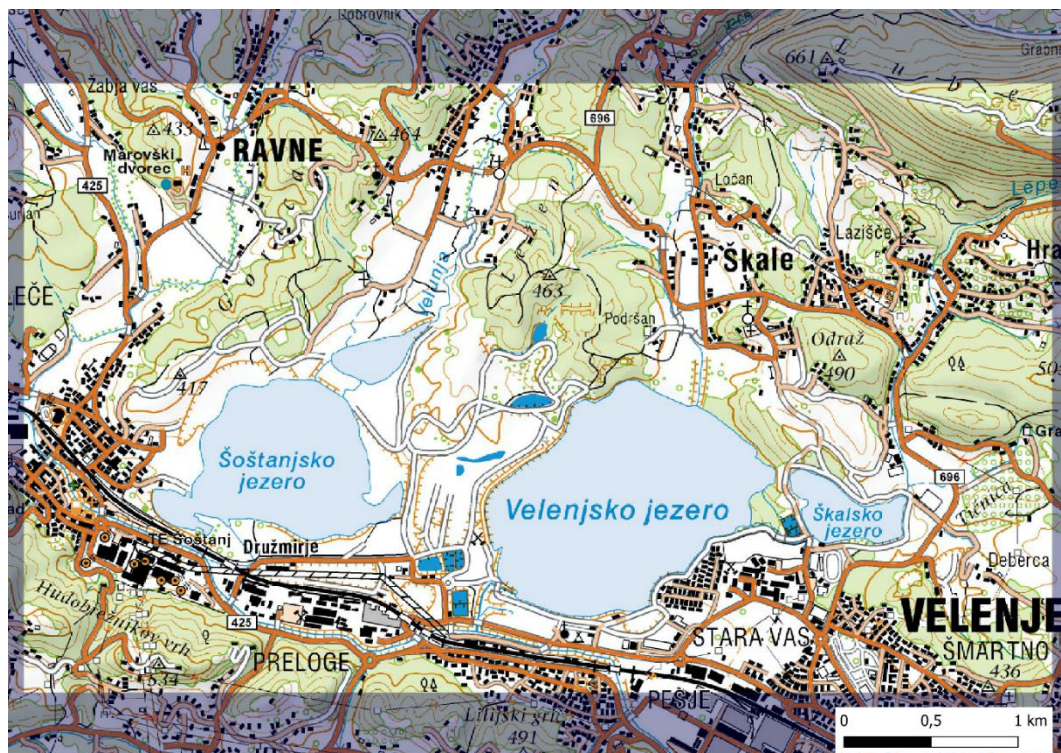
1. odstopanje izračunane najvišje višine obrisa KN in opisnega podatka najvišje višine opisnih podatkov KN (atribut 'VISINA_H2') in
2. sprememba višinskih gabaritov na osnovi zaporednih aerolaserskih podatkov.

4.2.1.5 Spremljanja prostorninskih sprememb reliefa

V nadaljevanju je predstavljena študija spremljanja prostorninskih sprememb reliefa. Predlagana metodologija je aplikativno naravnana in je namenjena morebitni implementaciji (v obliki storitve) na območju celotne Slovenije za namene rednega monitoringa posegov v prostor. Potreba po implementaciji izračuna sprememb volumnov in absolutne nadmorske višine površja je izražena v prejšnjih projektih monitoringa posegov v prostor s strani Inšpektorata Republike Slovenije za kmetijstvo, gozdarstvo, lovstvo in ribištvo in Inšpektorata Republike Slovenije za okolje in prostor (Zapisnik 1, 2020).

4.2.1.5.1 Študijsko območje

Študijsko območje se nahaja na urbanem območju Premogovnika Velenje d.o.o. (Slika 20) Error! Reference source not found. kjer je visoka dinamika sprememb zemeljskega površja. Analizo potencialnih prostorninskih sprememb smo izvedli za tri časovna obdobja na osnovi treh različnih aerolaserskih skeniranj. Prvo snemanje je bilo izvedeno v letu 2019, drugo v 2020 in tretje v 2021. V nadaljevanju so opisani podatki in metodologija njihove obdelave. Uporabljeni podatki so last Premogovnika Velenje d.o.o..



Slika 20: Študijsko območje spremljanja prostorninskih sprememb zemeljskega površja (vir: GURS, DTK50).



Slika 21: Študijsko območje spremljanja prostorninskih sprememb zemeljskega površja (vir: GURS, DOF050).

4.2.1.6 Metodologija spremljanja volumenskih sprememb zemeljskega površja

Kot je opisano v poglavju 4.2.1.3, imamo za obdelavo dvočasovnih lidarskih podatkov in izračun nasutih, izkopanih in celotnih sprememb prostornine na voljo več pristopov. Ker smo dobili na razpolago digitalne modele površja z zelo visoko ločljivostjo, smo izbrali metodo izračuna spremembe prostornin izračunane glede na spremembo volumna v vsaki celici. V primeru, da bi imeli podatke srednje ali slabe ločljivosti oz. če bi primerjali podatke zelo različne ločljivosti, bi izbrali metodo, ki bi upoštevala tudi naklone med piksli (razlike TIN ali drugih mrež).

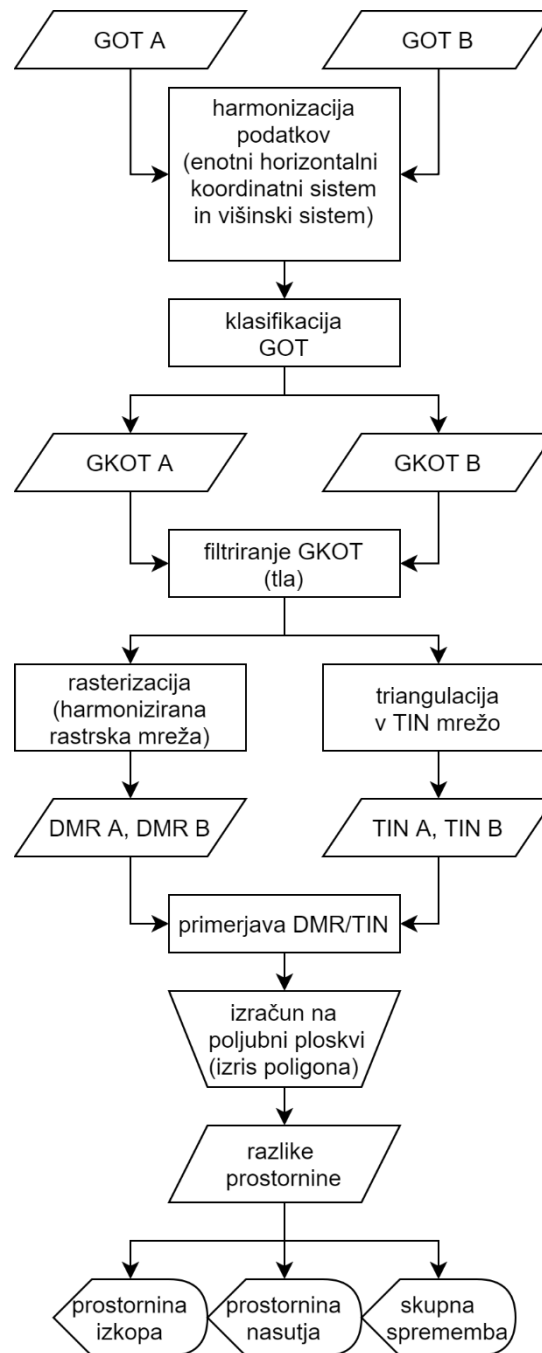
Vhodni podatki predlagane testne metodologije so GOT:

- Lidar 2019: D48/GK, SVS2000, povprečna gostota 50 točk/m²
- Lidar 2020: D48/GK, SVS2000, povprečna gostota 80 točk/m²
- Lidar 2021: D48/GK, SVS2000, povprečna gostota 90 točk/m²

Spremembo prostornine smo izračunali po enačbi (Urbančič in sod., 2015 po Mueller in sod. 2001 in Breznikar in sod., 2009):

$$V = \frac{P * \sum_{i=1}^n \Delta h_i}{n},$$

kjer je V sprememba prostornine, P površina osnovne ploskovne prizme (v našem primeru površina piksla), Δh so višinske razlike med osnovno in primerjalno ploskvijo in n število delnih prostornin. Poleg celotne skupne spremembe nas zanimajo še prostornini izkopa in nasutja. Za pridobivanje obeh moramo izvesti ločene izračune za negativne in pozitivne razlike med osnovno in primerjalno ploskvijo. Procesni diagram obdelave je opisan na Slika 22. Predlagani proces opisuje metode pridobivanja razlik prostornin s primerjanjem rastrov ali s primerjavo TIN mrež.

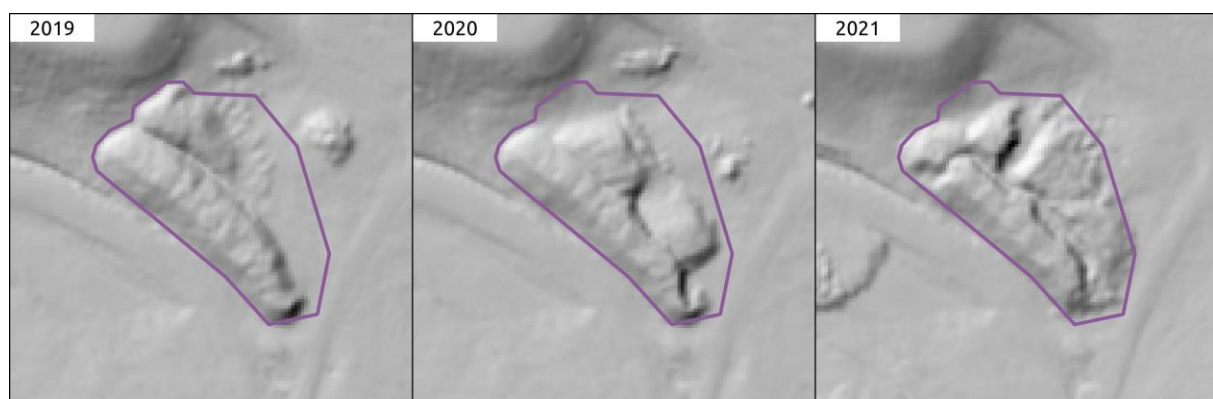


Slika 22: Procesni diagram pridobivanja prostorninskih sprememb reliefa.

4.2.1.7 Rezultat prostorninskih sprememb

Rezultat je preglednica zaznanih sprememb in prostorski prikaz območij izkopa in nasutja na proučevanem območju.

Rezultati primera izračuna spremembe prostornine v treh različnih obdobjih na osnovi izrisa območja izračuna s strani uporabnika, so prikazani v Preglednica 13. Študijsko območje in območje izračuna lahko vidimo na Slika 23.

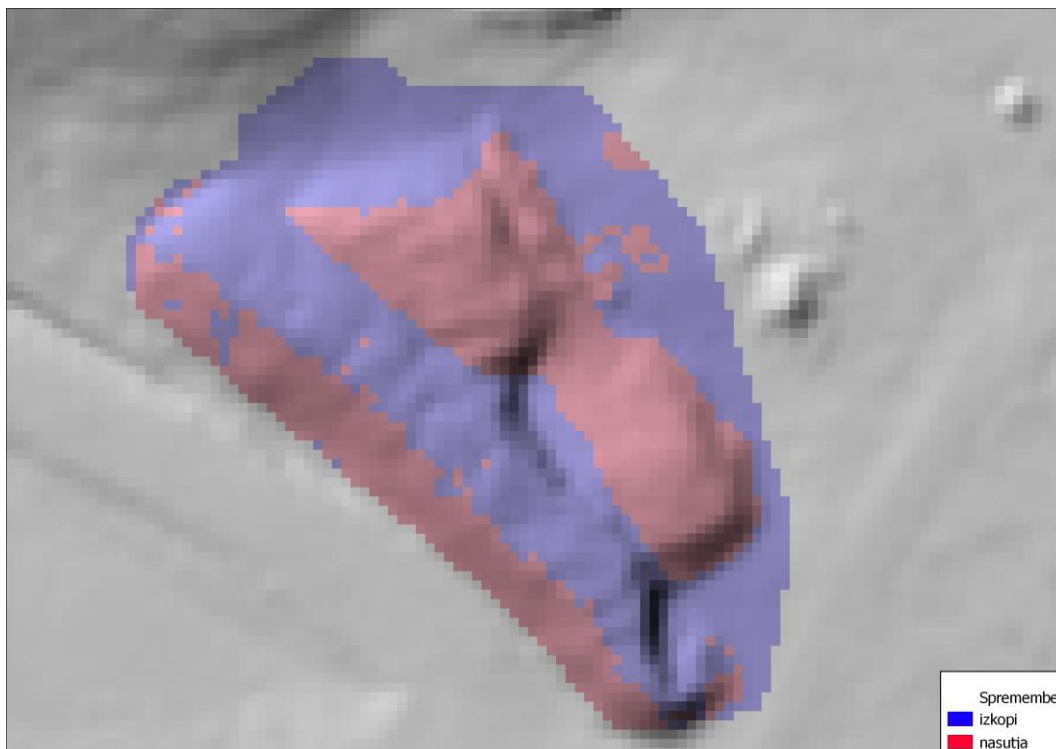


Slika 23: Primer območja, kjer se relief spreminja tako pozitivno kot negativno.

Opozorilna storitev naj bi omogočala uporabnikom izris poljubnega poligona in izračun prostorninskih sprememb na osnov podatkov, ki so na voljo v informacijskem sistemu. Rezultati poizvedbe so prostornina izkopa, nasutja in skupna prostorninska sprememba (Preglednica 13) in prikaz sprememb (Slika 24). Uporabljeni oblaki točk so imeli večjo gostoto točk od podatkov LSS (5 točk/m²) in pričakovanega CLSS (10 točk/m²). Preuredili smo jih v metrske rastrske celice, kar je ločljivost, ki jo lahko pridobimo tudi iz LSS podatkov. Gostota točk je najbolj pomembna za pridobivanje talnih toč in njen vpliv se lahko največ opaža na terenih pod vegetacijskim pokrovom, saj je število lidarskih žarkov, ki dosega tla, manjši. Načrtovana gostota točk od 10 točk/m² je na območjih pod vegetacijo primerna, za izdelke merila 1:5000 – 1:10000 (Triglav Čekada in sod., 2010). To pomeni, da primerna ločljivost analiznih enot pod vegetacijo znaša 5 – 10 m. Zahtevana višinska točnost CLSS bo 10 cm, kar bo v primeru izračuna prostorninskih sprememb tudi vplivala na natančnost izračunov prostorninskih sprememb. Zahtevana planimetrična točnost znaša 20 cm (Uradni List RS, 2022).

Preglednica 13: Primer prostorninskih sprememb

Leto primerjanja	Prostornina izkopa [m ³]	Prostornina nasutja [m ³]	Skupna sprememba [m ³]
2019 – 2020	862,7	1004,3	141,6
2020 – 2021	1143,9	721,1	-422,8
2019 – 2021	1508,0	1226,7	-281,3



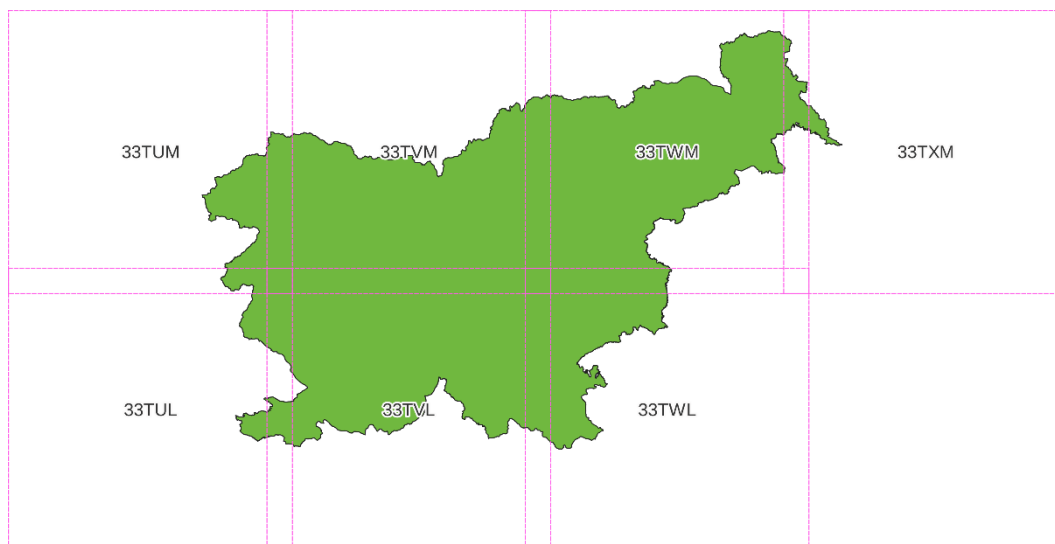
Slika 24: Prikaz prostorninskih sprememb po poizvedbi.

4.2.2 Izvedba identifikacije potencialnih novih utrjenih površin s satelitskimi posnetki Sentinel-2

Študija je fokusirana na analizo uporabnosti srednje ločljivega satelitskega vira, ki ima bolj pogosto časovno ločljivost od CAS, za namene identifikacije potencialnih novih utrjenih površin. Tehnične specifikacije Sentinel-2 posnetkov so opisane v nadaljevanju. Cilj študije je oblikovanje metodologije, ki bi lahko identificirala potencialne nove utrjene površine.

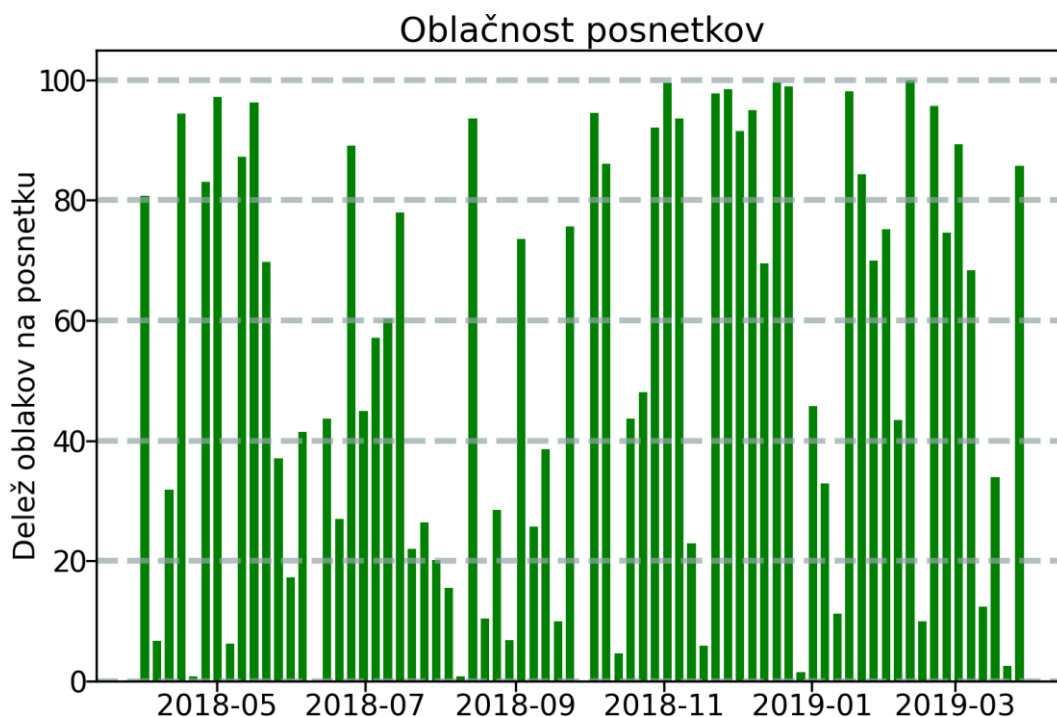
4.2.2.1 Analiza uporabnosti posnetkov Sentinel-2 na območju Slovenije

Sentinel-2 konstelacija snema in distribuira podatke, ki prekrivajo celotno območje Slovenije v obliki sedmih sekcij (slika 25) velikosti 110 km x 110 km. Analizirali smo podatke, ki so dostopni na območju dveh sekcij, ki zajemata največjo površino Slovenije: sekciji 33TVM in 33TWM.



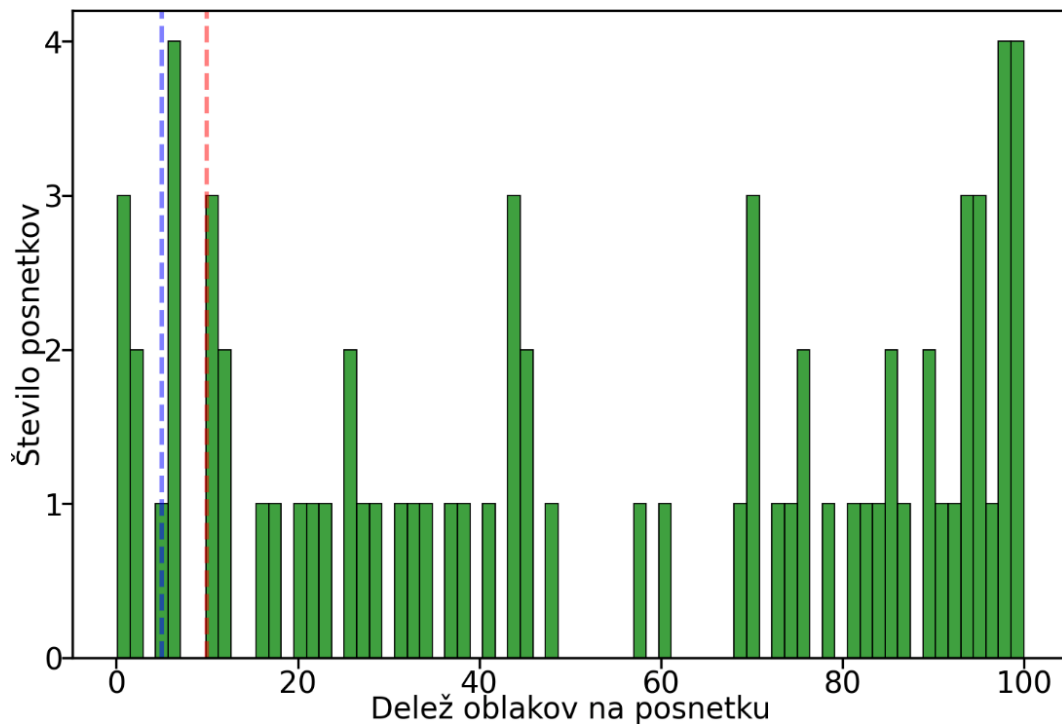
Slika 25: Snemalne sekcije Sentinel-2 satelitov na območju Slovenije.

V obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019 je na voljo 73 posnetkov na sekcijo. Izvedli smo predobdelavo vseh posnetkov z algoritmom sen2cor. Sen2cor izvaja atmosferske, topografske in cirusne korekcije surovih ortorektificiranih posnetkov nivoja 1C ter jih pretvori v obliko L2A, kjer so pikselske vrednosti pretvorjene v odbojnosti (ESA, 2021). Med rezultati obdelave je tudi podatek o oblačnosti, zasneženosti in radiometričnih napakah na posnetkih. Na osnovi teh rezultatov smo analizirali uporabnost podatkov na območju obeh obravnavanih sekcij. Na Slika 26 je prikazana urejena časovna vrsta posnetkov s pripadajočimi deleži oblačnosti. Vidimo, da je večina posnetkov močno prekritih z oblaki.



Slika 26: Oblačnost na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.

Na histogramu oblačnosti sekcije 33TVM (Slika 27) lahko vidimo, da je v obravnavanem obdobju na voljo 6 posnetkov z oblačnostjo manjšo od 5 % (modra črtkana linija) in 10 posnetkov z oblačnostjo manjšo od 10 % (rdeča črtkana linija).

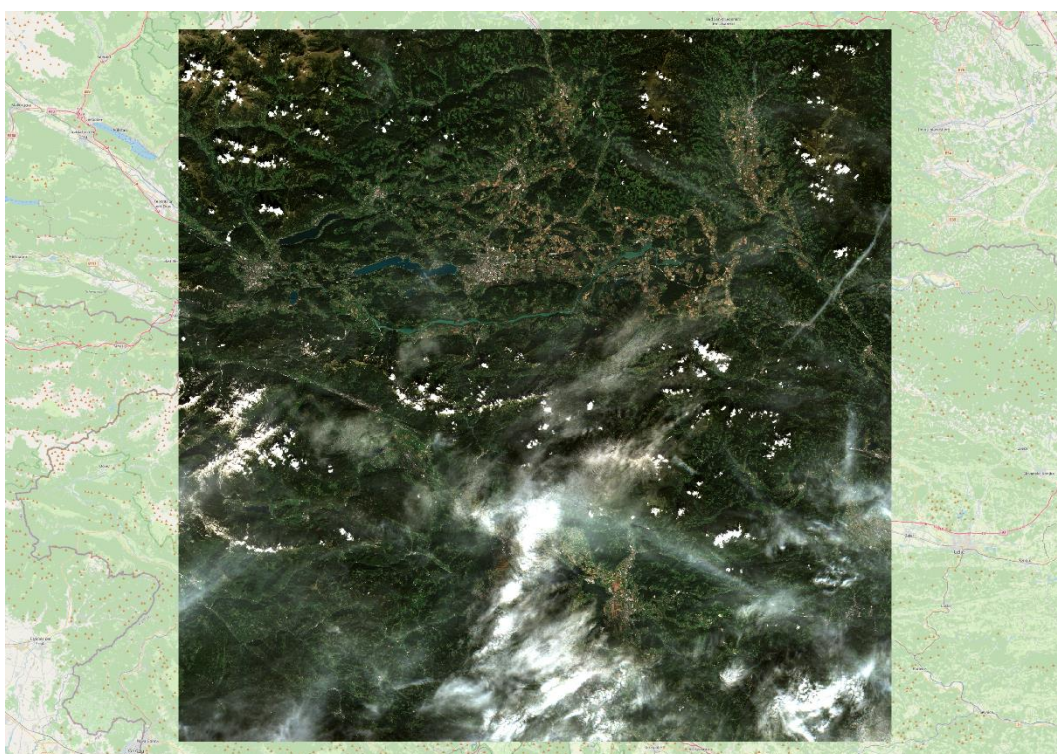


Slika 27: Histogram oblačnosti na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.

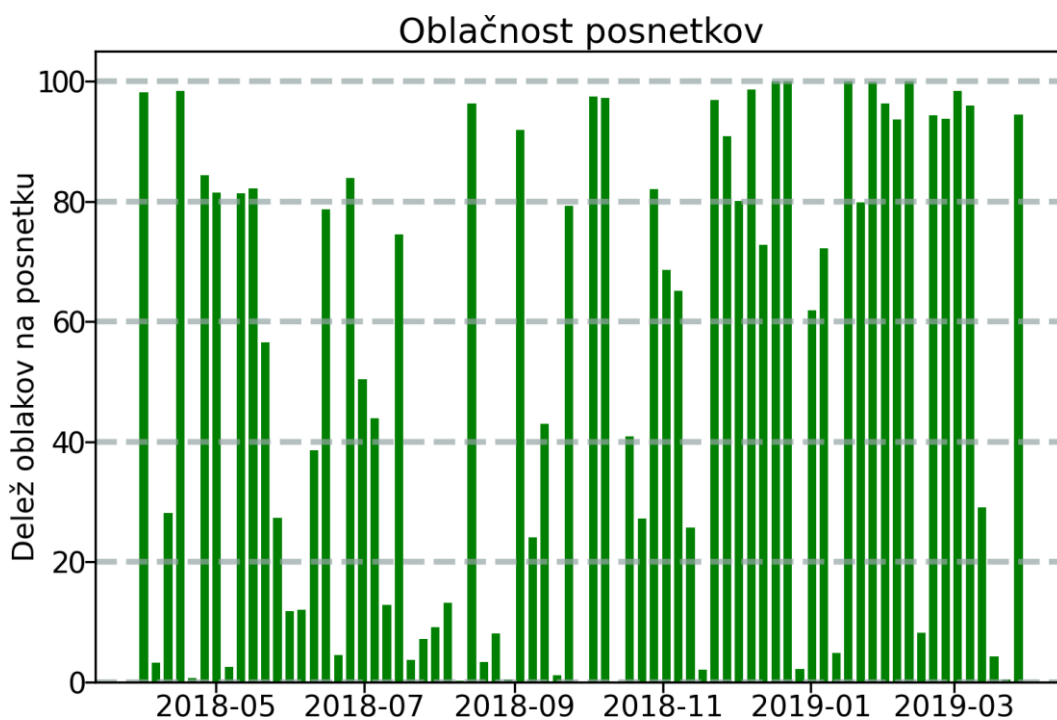
Primer skoraj brezoblačnega posnetka lahko vidimo na Slika 28. Odstotki oblačnosti in zasneženosti se nanašajo na delež tako klasificiranih pikslov na območju celotne sekcije. Veliko razpršenost gostih in tankih oblakov lahko vidimo na Slika 29, kjer delež vseh klasificiranih oblačnih piskov znaša 10 %, vendar je uporabnost posnetka slabša za približno 40 % območja. Prisotnost oblakov je med drugim odvisna tudi od geografskih značilnosti območja (npr. v visokogorju je več oblačnosti). Zaradi tega smo izvedli še analizo oblačnosti sekcije 33TWM (Slika 30 in Slika 31).



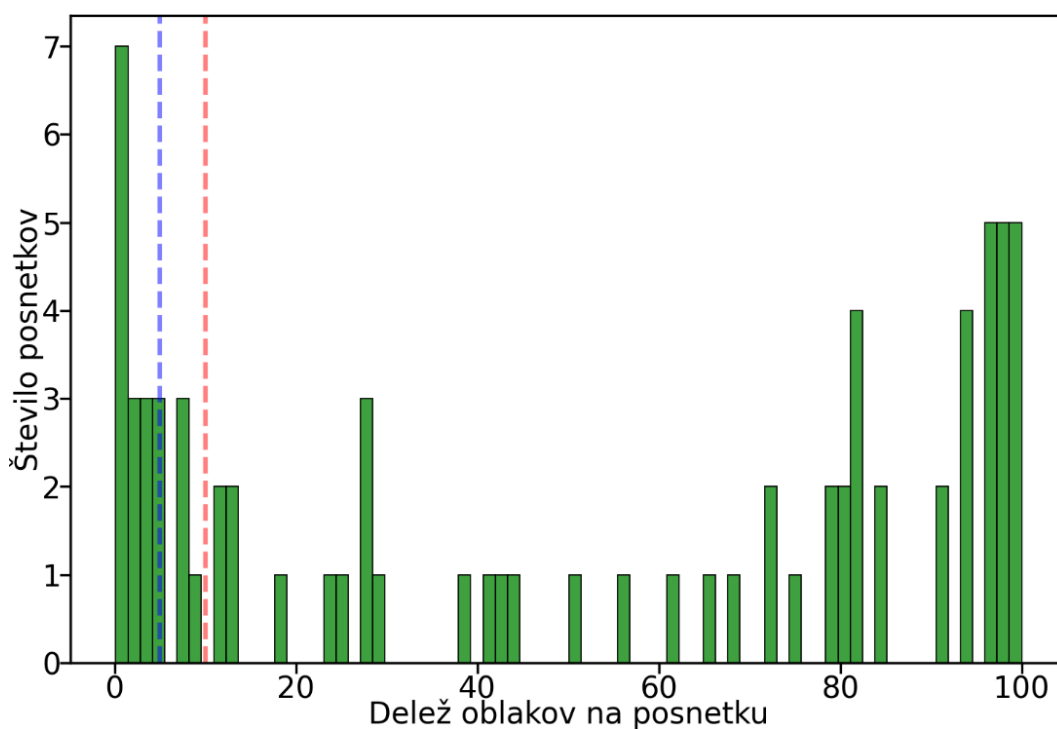
Slika 28: Primer posnetka z 1 % oblačnostjo.



Slika 29: Primer posnetka z 10 % oblačnostjo.

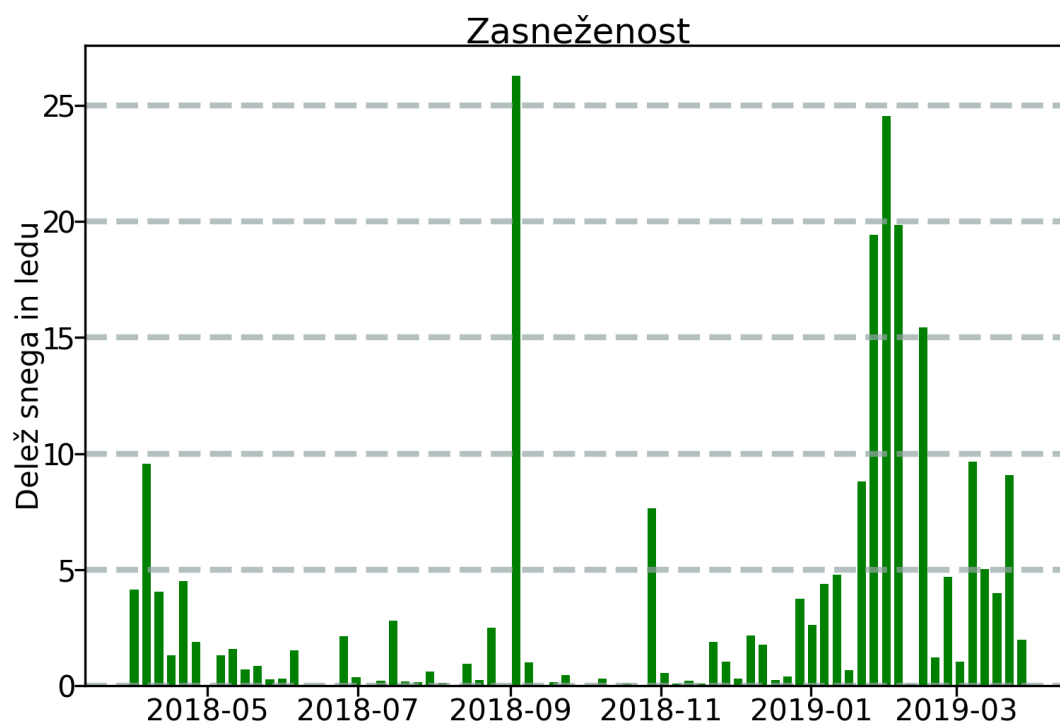


Slika 30: Oblačnost na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.



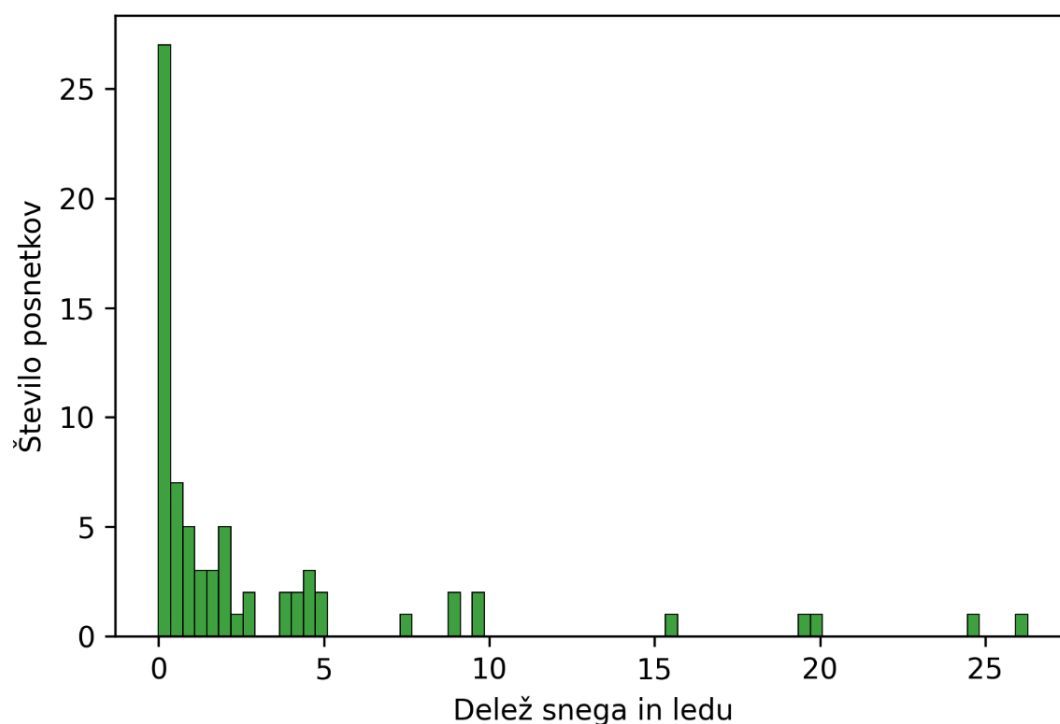
Slika 31: Histogram oblačnosti na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.

Na histogramu oblačnosti sekcije 33TWM (Slika 31) lahko vidimo, da je v obravnavanem obdobju na voljo 16 posnetkov z oblačnostjo manjšo od 5 % (modra črtkana linija) in 20 posnetkov z oblačnostjo manjšo od 10 %. Zasneženost posnetkov je prav tako problematična, saj s snegom prekrita površje onemogoča njegovo klasifikacijo. Na Slika 32 in Slika 33 lahko vidimo stanje posnetkov glede na delež snega in ledu.



Slika 32: Zasneženost na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.

Vse posnetke smo tudi vizualno pregledali in ocenili. V primeru avgustovskega posnetka z nenavadno visoko določeno oceno zasneženosti, se je izkazalo, da je posnetek dejansko popolnoma prekrit z oblaki in algoritem je goste oblake napačno identificiral kot sneg/led.

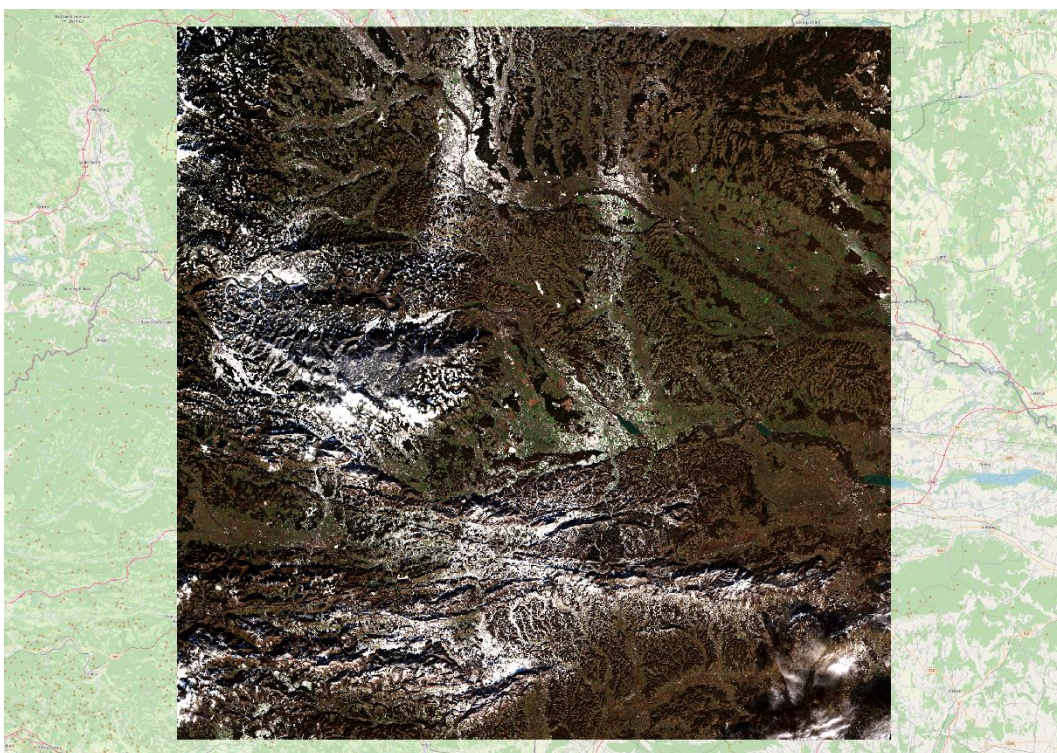


Slika 33: Histogram zasneženosti na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.

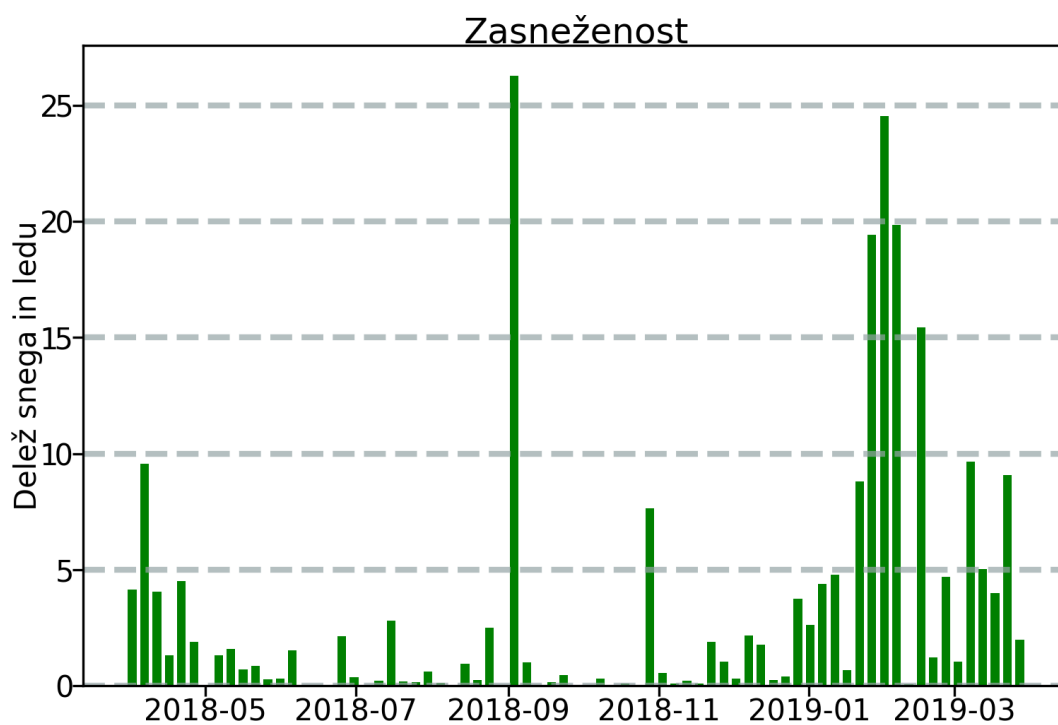
Podobno kot razpršenost oblačnosti, tudi razpršenost snega vpliva na uporabnost posnetkov. S primerjanjem Slika 34 in sSlika 35 lahko opazimo, da je posnetek z nižjim deležem zasneženosti manj uporaben zaradi razpršenosti snega, v primerjavi s posnetkom z višjim deležem snega, ki je skoncentriran le v visokogorju.



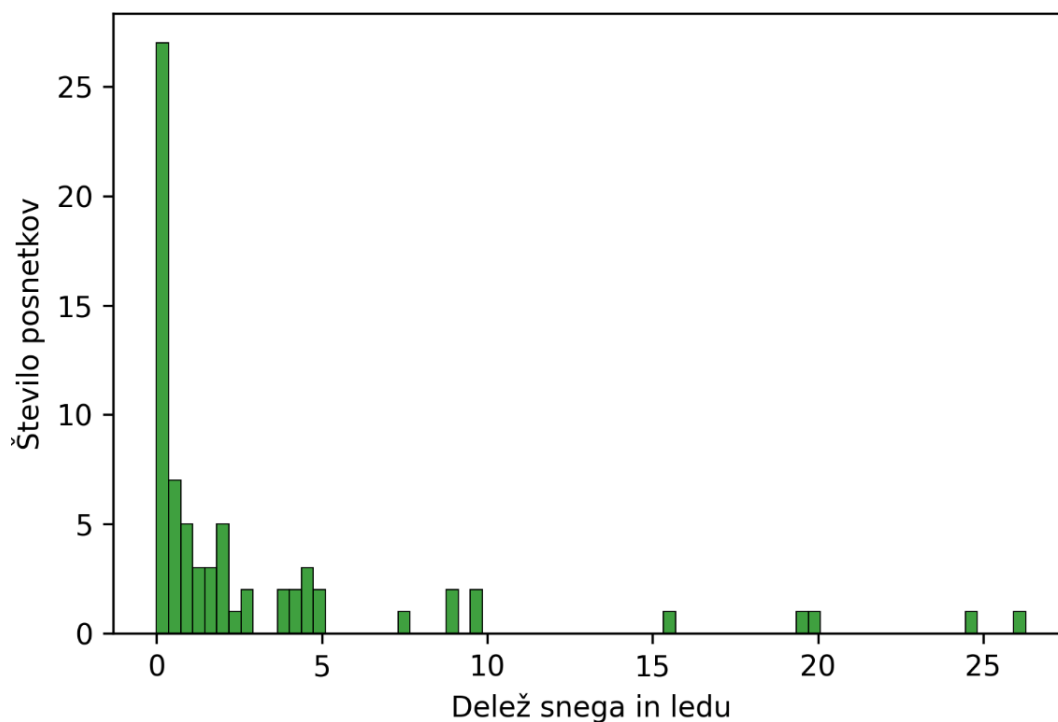
Slika 34: Primer posnetka z 9 % zasneženostjo.



Slika 35: Primer posnetka z 7 % zasneženostjo.

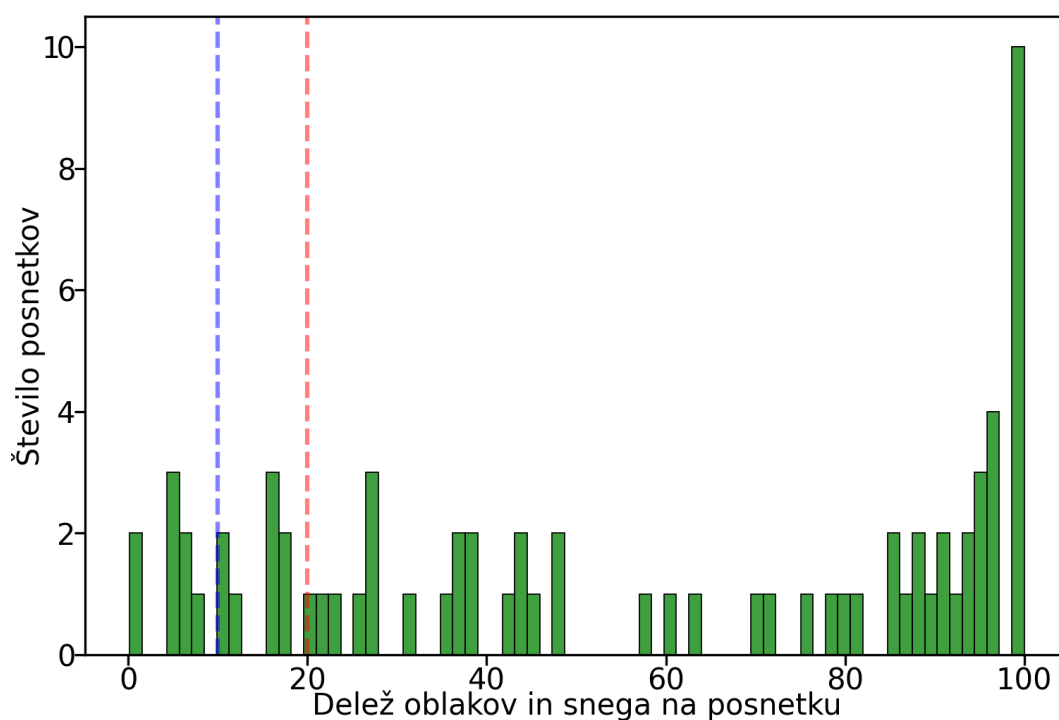


Slika 36: Zasneženost na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.

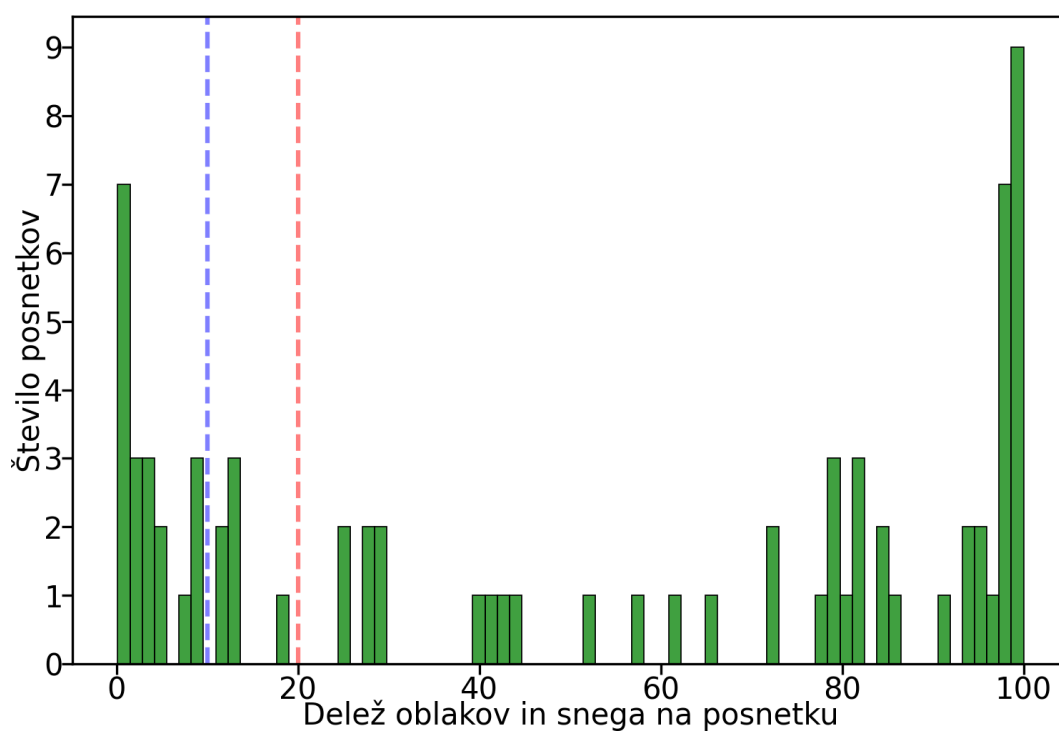


Slika 37: Histogram zasneženosti na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.

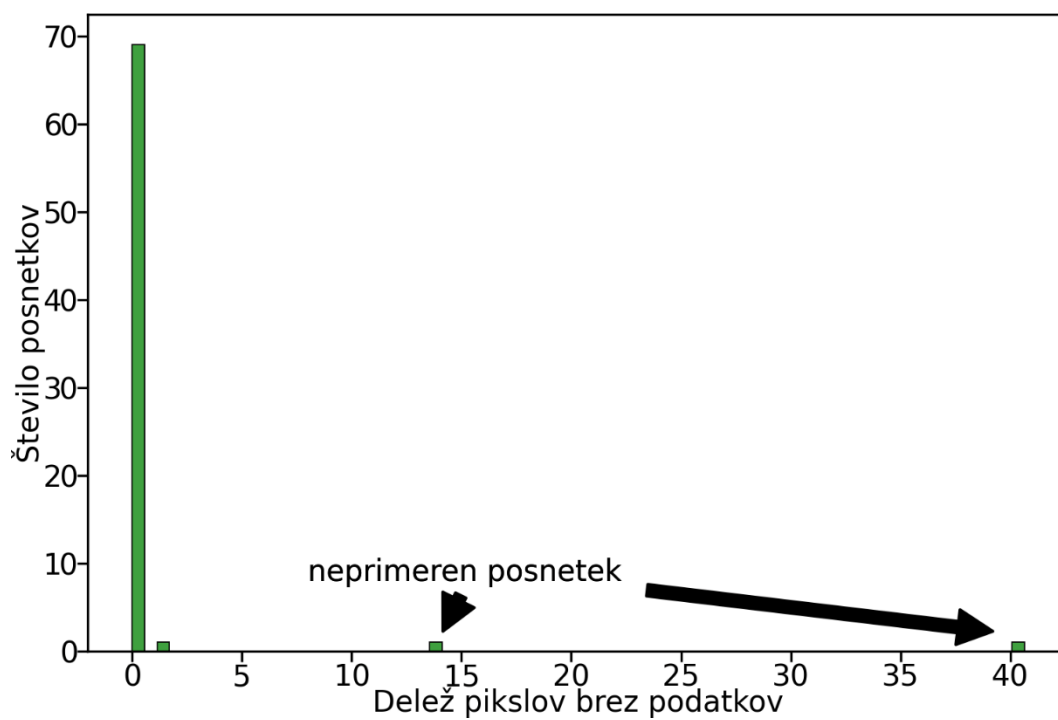
V primerjavi z oblačnostjo je pokritost s snegom in ledom manjša, vendar je celotna uporabnost posnetka vedno odvisna od obeh faktorjev. Zaradi tega smo analizirali posnetke glede na vsoto oblačnosti in pokritosti s snegom in ledom (Slika 38 in Slika 39). Nato smo analizirali še podatke z radiometričnimi napakami oz. piksli brez podatkov po obdelavi (Slika 40 in Slika 41) ter ocenili skupno uporabnost posnetkov na obravnavanem območju.



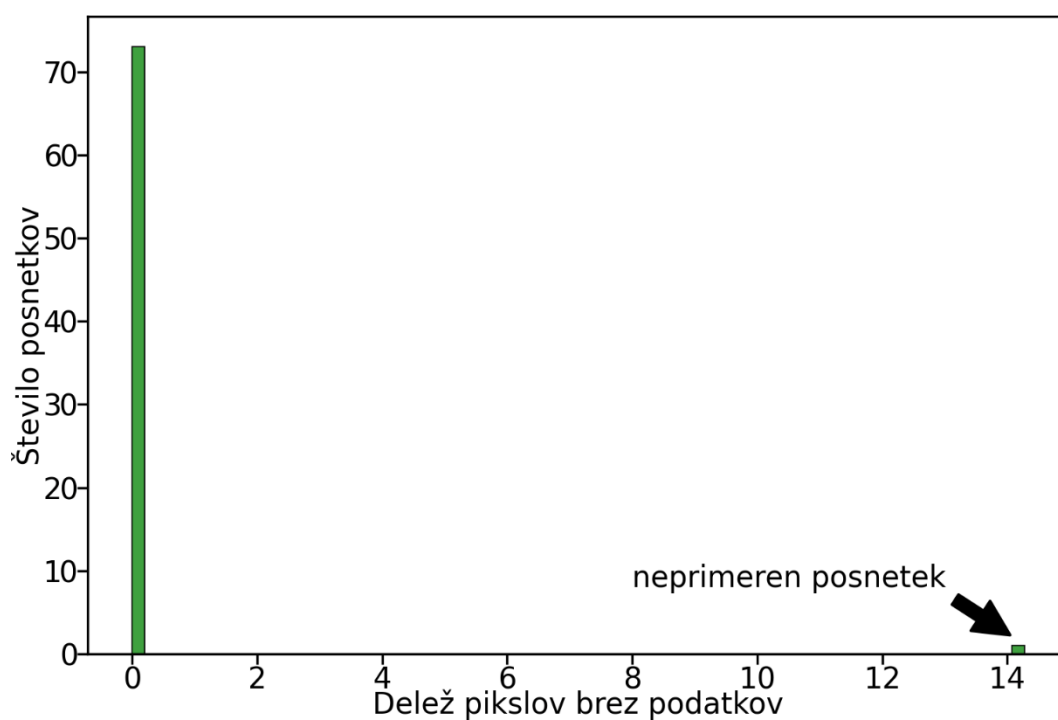
Slika 38: Histogram deleža oblakov in snega na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.



Slika 39: Histogram deleža oblakov in snega na posnetkih sekcije 33TWM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.



Slika 40: Histogram pikslov brez podatkov na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.



Slika 41: Histogram pikslov brez podatkov na posnetkih sekcije 33TVM v obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019.

Povzetek

Preglednica 14: Primerjava števila posnetkov glede na sekcijo ter delež oblačnosti in zasneženosti v obdobju od 1. 4. 2018 do 1. 4. 2019

Število posnetkov (po sekcijah)	Sekcija 33TVM	Sekcija 33TWM
Obláčnost in zasneženost < 10 %.	9	19
Obláčnost in zasneženost < 20 %	17	25

V obdobju med 1. aprilom 2018 in 1. aprilom 2019 je na sekciji 33TVM na voljo 9 posnetkov z oblačnostjo in zasneženostjo manjšo od 10 %, od katerih je 1 posnetek neprimeren zaradi radiometričnih napak, ter 17 posnetkov z oblačnostjo in zasneženostjo manjšo od 20 %, od katerih je prav tako 1 posnetek neprimeren zaradi radiometričnih napak. Na sekciji 33TWM je na voljo 19 posnetkov z oblačnostjo in zasneženostjo manjšo od 10 %, od katerih je 1 posnetek neprimeren zaradi radiometričnih napak, ter 25 posnetkov z oblačnostjo in zasneženostjo manjšo od 20 %, od katerih je prav tako 1 posnetek neprimeren zaradi radiometričnih napak.

4.2.2.2 Časovne analize: osnovni koncepti

Enočasovne analize nam podajo informacijo o stanju v določenem trenutku, medtem ko dvo- in več-časovne analize lahko podajo informacijo o spremembah v nekem obdobju. Obdelane posnetke Sentinel-2 pri nadaljnjih analizah obravnavamo enako kot katerekoli druge multispektralne izdelke. Lahko izvajamo pikselno ali objektno klasifikacijo (poglavje 3.3.1) in klasificirane izdelke upoštevamo eno-, dvo- ali več-časovno. Lahko izvajamo tudi več-časovne analize na neklasificiranih izdelkih; to pomeni, da lahko izvajamo analize časovnih vrst na osnovi več spektralnih značilk (vsak piksel ima pripisane vrednosti različnih obravnavanih kanalov). V primeru, da nas zanima spremljanje določenega, znanega območja, lahko izvajamo časovne analize na osnovi vektorskih podatkov (npr. spremljamo določeno parcelo).

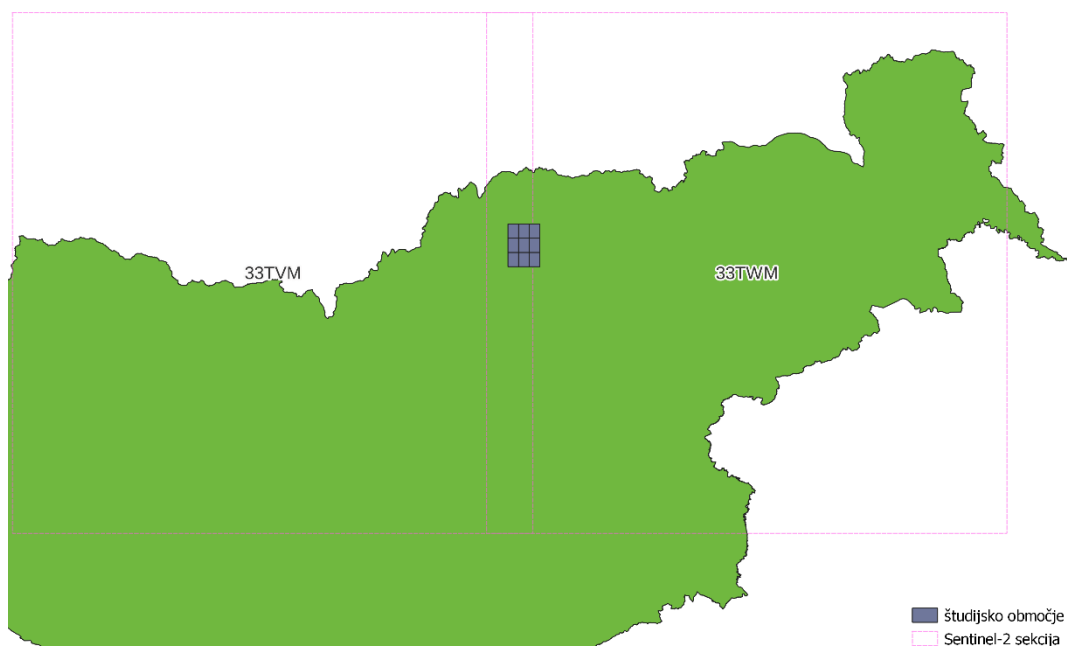
Dvočasovna analiza omogoča pridobivanje informacij o spremembah v dveh časovnih obdobjih. Analize se lahko izvedejo tako, da se posnetka klasificirata v enake razrede in potem primerjata, ali z direktno primerjavo sprememb neklasificiranih posnetkov. Za direktno primerjavo sprememb neklasificiranih posnetkov se lahko uporabi npr. algoritem MAD (angl. *Multivariate Alteration Detector*; Nielsen in sod., 2007). Dvočasovna analiza neklasificiranih posnetkov je problematična, ker zahteva posnetke primerljivega fenološkega stanja. S tega stališča je primernejša dvočasovna analiza klasificiranih posnetkov.

Veččasovne vrste (pogosto poimenovane le »časovne vrste«) so niz podatkov pridobljenih na različnih, zaporednih časovnih intervalih. Analize tega tipa se lahko izvajajo tako na pikselnem kot na objektnem nivoju. Analiza časovno-spektralnih sprememb posamezne Sentinel-2 sekcije pomeni analiziranje več cca. 120 milijonov pikslov v različnem obdobju. Najpogosteje se izvaja monitoring sprememb na objektnem nivoju, kar pomeni, da se opredeljuje vrednosti posnetkov (od odbojnosti do izpeljank/indeksov) na določenem poligonu ter spremljajo spremembe značilk v času. Obstaja več

tehniki predpriprave časovnih vrst. Polnjenje podatkovnih lukenj, čiščenje šumov in glajenje časovnih vrst so osnova za izračun trendov; primeri tehnik glajenja šumov so povprečenje signala (npr. mediana), filtriranje signala (npr. Savitzky-Golay filter) in različne interpolacije. V kontekstu opazovanja Zemlje so ti šumi najpogostejše oblačnost, zasneženost, odsotnost podatkov in neskladja odbojnosti zaradi topografskih značilnosti površja (razlike v svetlobi, fenologija itd.). Analize veččasovnih vrst podatkov daljinskega zaznavanja načeloma uporabljajo podatke o trendu za iskanje anomalij (stagnacija, upad, rast) znotraj obravnavane časovne vrste (ne za napoved bodoče pokrovnosti na osnovi trendov). Lahko izvajamo tudi analize posnetkov različnih virov (npr. Sentinel-2 in Landsat 7/8/9), kar zahteva predhodno harmonizacijo posnetkov. Harmonizacijo moramo izvesti za vse različne pasove (npr. harmonizacija 10-metrskih in 20-metrskih pasov s superločljivostnimi metodami in pankromatskim ostrenjem) in prav tako za vire. Obstajajo paketi posnetkov, ki so že urejeni in harmonizirani ter se lahko uporabljajo direktno za analize in jih poimenujemo ARD (*angl. Analysis Ready Data*; Dwyer in sod., 2018) in prav tako spletne storitve, ki omogočajo njihovo direktno analizo časovnih vrst podatkov (npr. Sentinel-Hub (Batch) Statistical API). Iz urejenih časovnih vrst podatkov lahko pridobimo informacije z metodami klasifikacije, fenoloških metrik, Fourierovimi vrstami itd. Analize časovnih vrst zahtevajo harmonizirane časovne vrste, ki imajo enakomerno časovno frekvenco; v primeru, da nimamo tega (razpolagamo s posnetki, ki so medsebojno različno oddaljeni v času), govorimo o gostih časovnih nizih (*angl. Dense Time Stacks*), kjer praktično izgubljammo komponento trenda (Ozdogan, 2017).

4.2.2.3 Izvedba identifikacije potencialnih novih utrjenih površin s satelitskimi posnetki Sentinel-2 na študijskem območju

V tem poglavju so predstavljeni rezultati izvedbe identifikacije potencialnih novih utrjenih površin z uporabo satelitskih posnetkov Sentinel-2. Študija je izvedena na območju devetih TTN5 listov (D96/TM) na območju Slovenj Gradca: G0913, G0914, G0915, G0923, G0924, G0925, G0933, G0934 in G0935 (Slika 42 in Slika 43).



Slika 42: Študijsko območje v širšem prostorskem kontekstu.



Slika 43: Študijsko območje: ortofoto CAS (levo) in Sentinel-2 barvni kompozit (desno).

4.2.2.4 Metodologija identifikacije potencialnih novih utrjenih površin

Prenesli smo 73 L1C posnetkov sekcije 33TWM ter jih predobdelali z algoritmom sen2cor v L2A, kjer so izvedene atmosferske, topografske in cirusne korekcije. Absolutna točnost L1C in L2A posnetkov je 20 m 2σ brez kontrolnih točk in 12,5 m 2σ z njimi. Veččasovna skladnost pikslov je 0,3 m 2σ (upoštevana so višinska popačenja zaradi variacije DMR-SRTM). Multispektralna skladnost različnih pasov istih posnetkov je 0,3 m 3σ (ESA, 2022a). Neodvisno od izračunanih metapodatkov posameznih posnetkov (oblačnost, zasnježenost, napake) smo pregledali vse posnetke na študijskem območju ter obdržali brezoblačne. V obdobju med 1. aprilom 2018 in 2019 je na študijskem območju na voljo 9 brezoblačnih posnetkov (kratki časovni niz), od katerih je le eden posnetek za leto 2019. Datumi uporabnih posnetkov so:

- 24. 4. 2018.,
- 6. 5. 2018,
- 9., 24. in 29. 8. 2018,
- 18. in 28. 9. 2018,
- 23. 10. 2018 (delno pokrit s cirusi) in
- 17. 3. 2019.

Harmonizirali smo Sentinel-2 posnetke različnih ločljivosti v 10-metrске z metodo najbližjih sosedov; za razliko od naprednejših algoritmov superločljivosti in kombinacij pankromatskega ostrenja, originalna odbojnost 20-metrskih pikslov se pri z metodi najbližjih sosedov obdrži brez podpikselske interpolacije. Za analizo smo pripravili podatkovne vrste sestavljene iz Sentinel-2 pasov (ESA, 2022):

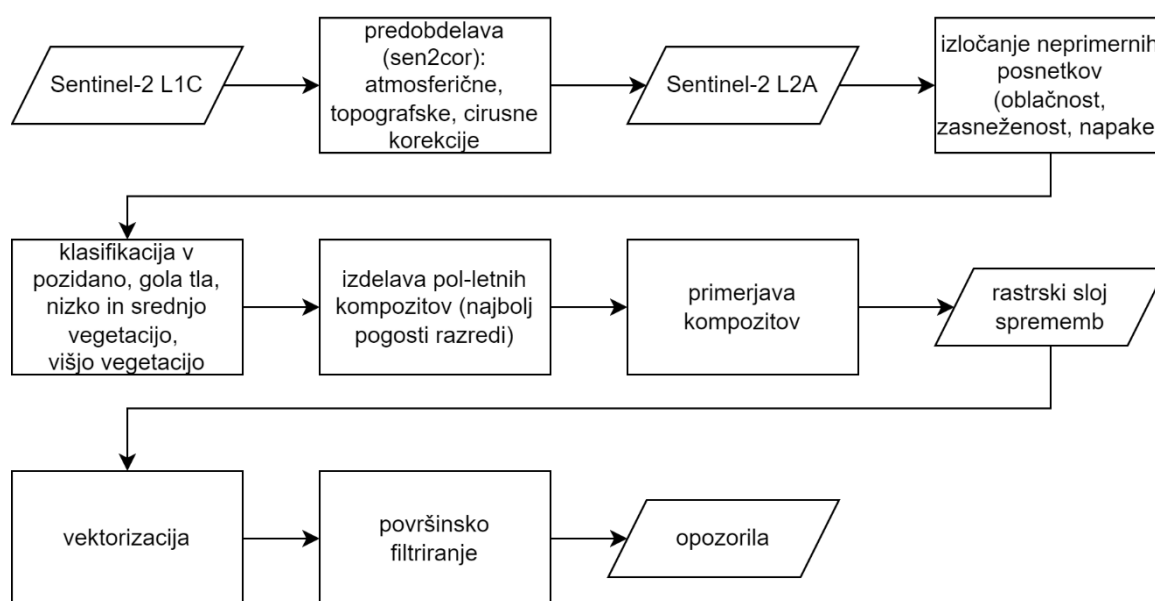
- modra svetloba (442,7 nm) – 10 m originalna ločljivost,
- zelena svetloba (492,4 nm) – 10 m originalna ločljivost,
- rdeča svetloba (664,6 nm) – 10 m originalna ločljivost,

- bližnje infrardeča svetloba (832,8 nm) – NIR – 10 m originalna ločljivost,
- kratkovalovno infrardeča svetloba 1 – SWIR 1 (1613,7 nm) – 20 m originalna ločljivost in
- kratkovalovno infrardeča svetloba 2 – SWIR 2 (2202,4 nm) – 20 m originalna ločljivost.

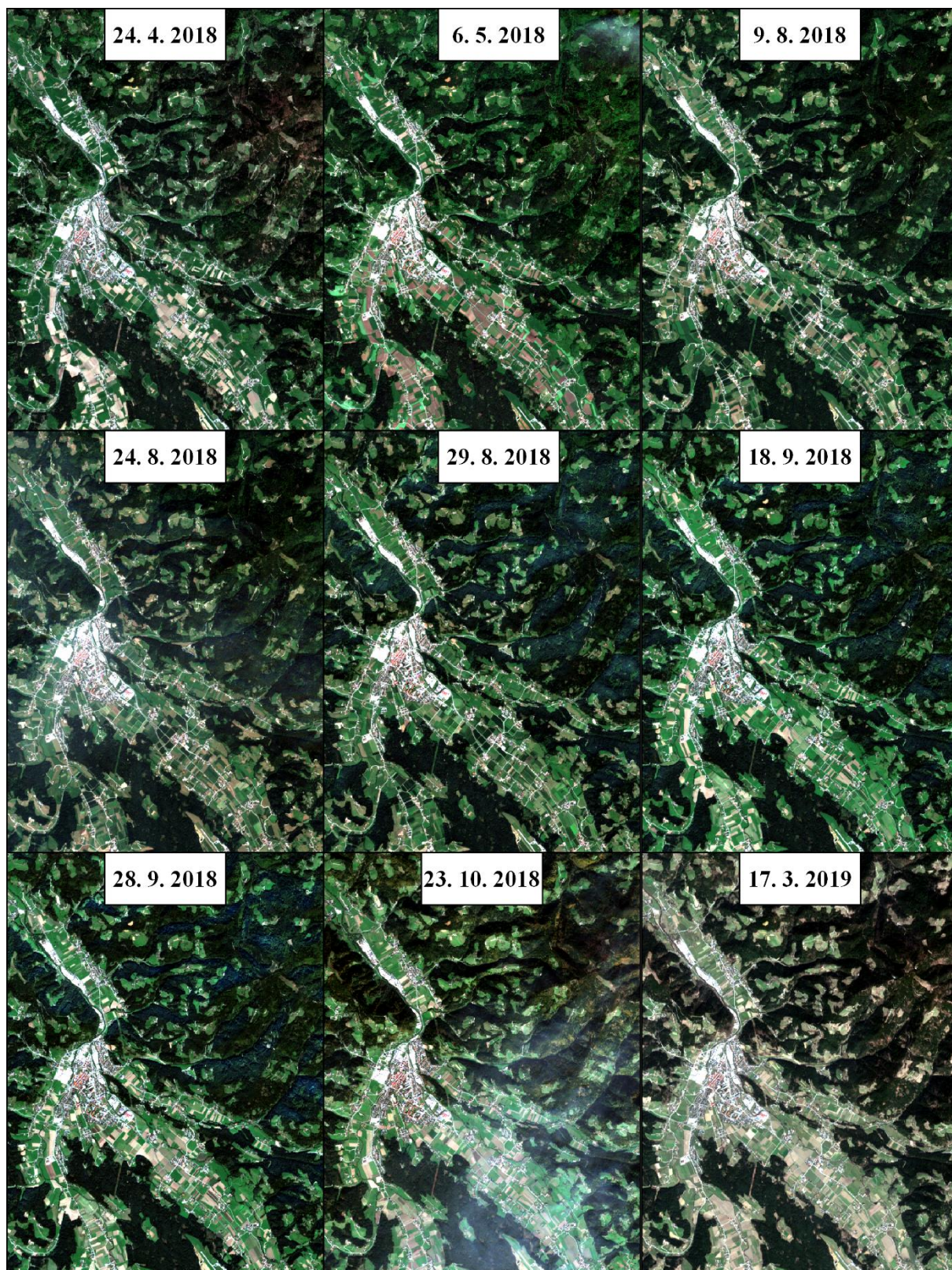
Ker v časovnem nizu nimamo oddaljenih posnetkov primerljivega fenološkega stanja smo izbrali pristop primerjave klasificiranih posnetkov. Izvedli smo nadzorovano klasifikacijo z uporabo metode podpornih vektorjev. Posnetke smo klasificirali v 4 razrede:

- pozidano [1],
- gola tla [2],
- nizka in srednja vegetacija [3] in
- višja vegetacija [4].

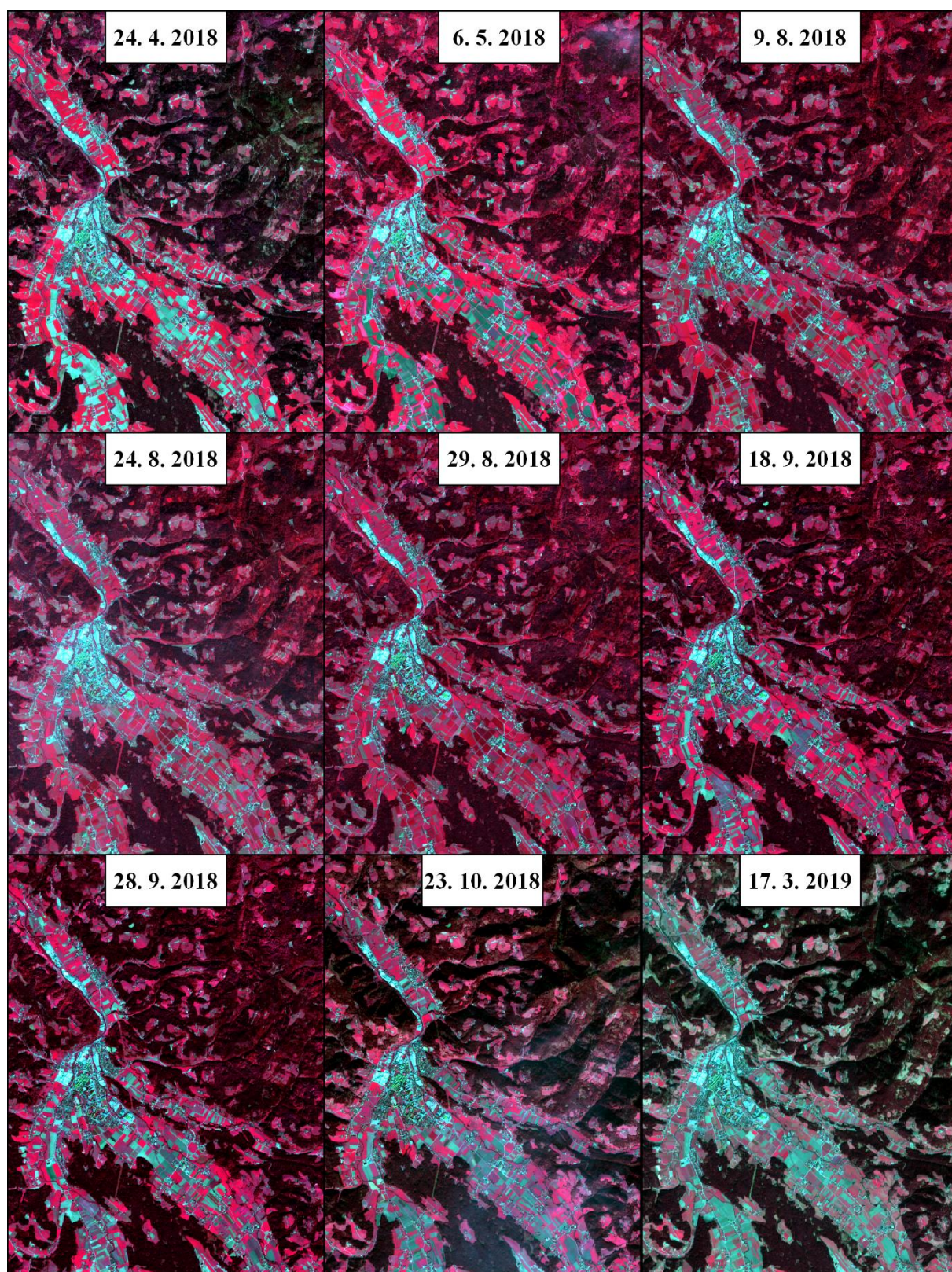
Za vsak razred smo izbrali 15 učnih poligonov. Učili smo klasifikator na posnetku enega obdobja ter ga uporabili za klasifikacijo vseh posnetkov, saj so Sentinel-2 podatki harmonizirani. Za klasificirane posnetke smo izbrali pristop, ki temelji na primerjavi klasificiranih pikslov v dveh pol-letnih obdobjih. Izvedli smo klasifikacijo za posnetke prve in druge polovice obdobja ter jih med seboj primerjali. V obeh primerih smo obdržali razrede pikslov, ki so najbolj pogosti v opazovanem obdobju (modus). Rezultate smo ovrednotili tako, da smo jih primerjali z rezultati znanih potencialnih utrjenih površin dosedanjega monitoringa in jih vizualno primerjali z ortofoti iz leta 2016 in leta 2019. Procesni diagram obdelave Sentinel-2 za pridobivanje potencialnih novih utrjenih zemljišč v enoletnem obdobju lahko vidimo na Slika 44.



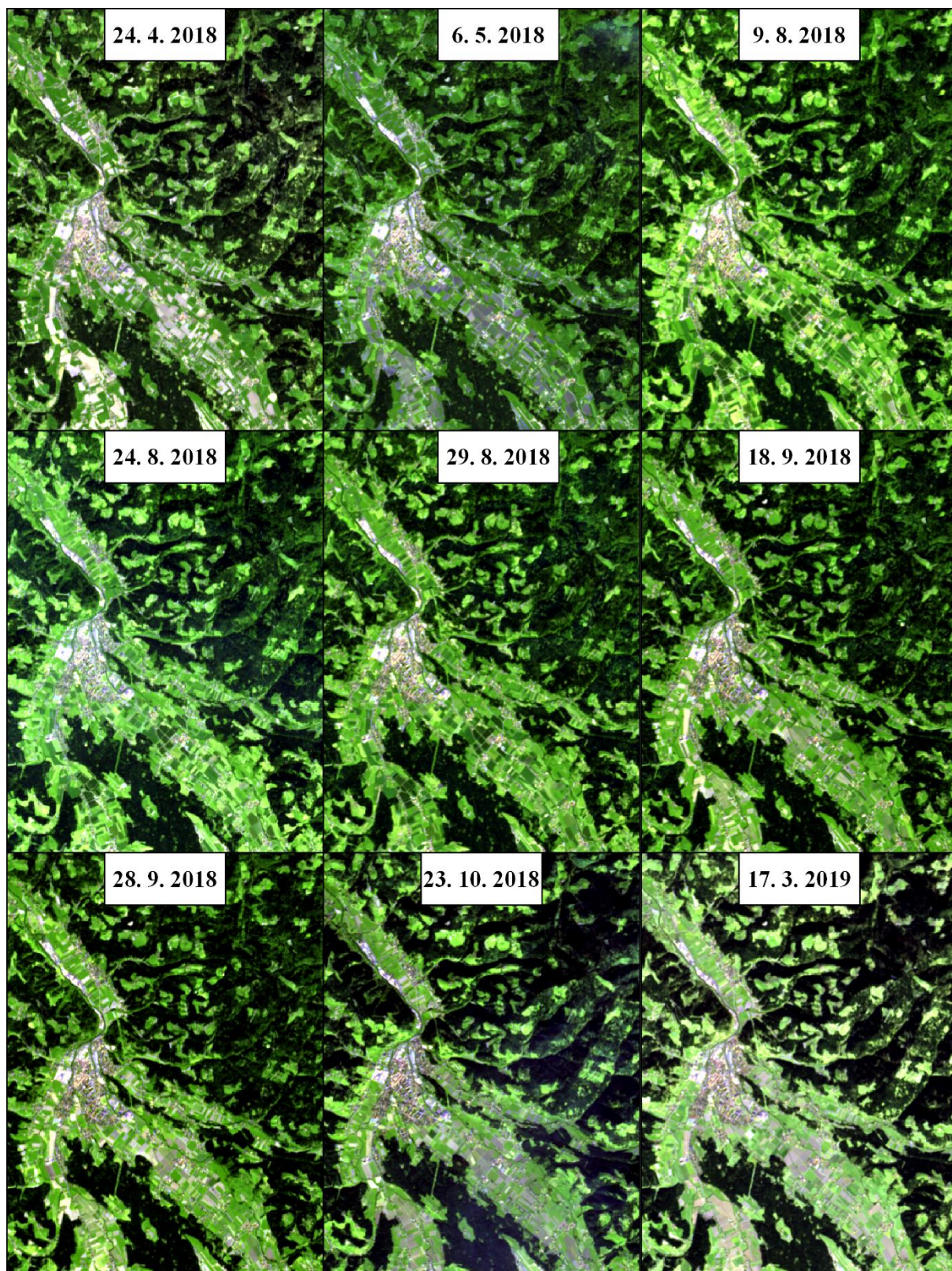
Slika 44: Proces obdelave Sentinel-2 za pridobivanje potencialnih novih utrjenih zemljišč v enoletnem obdobju.



Slika 45: Brezoblačni barvni kompoziti.



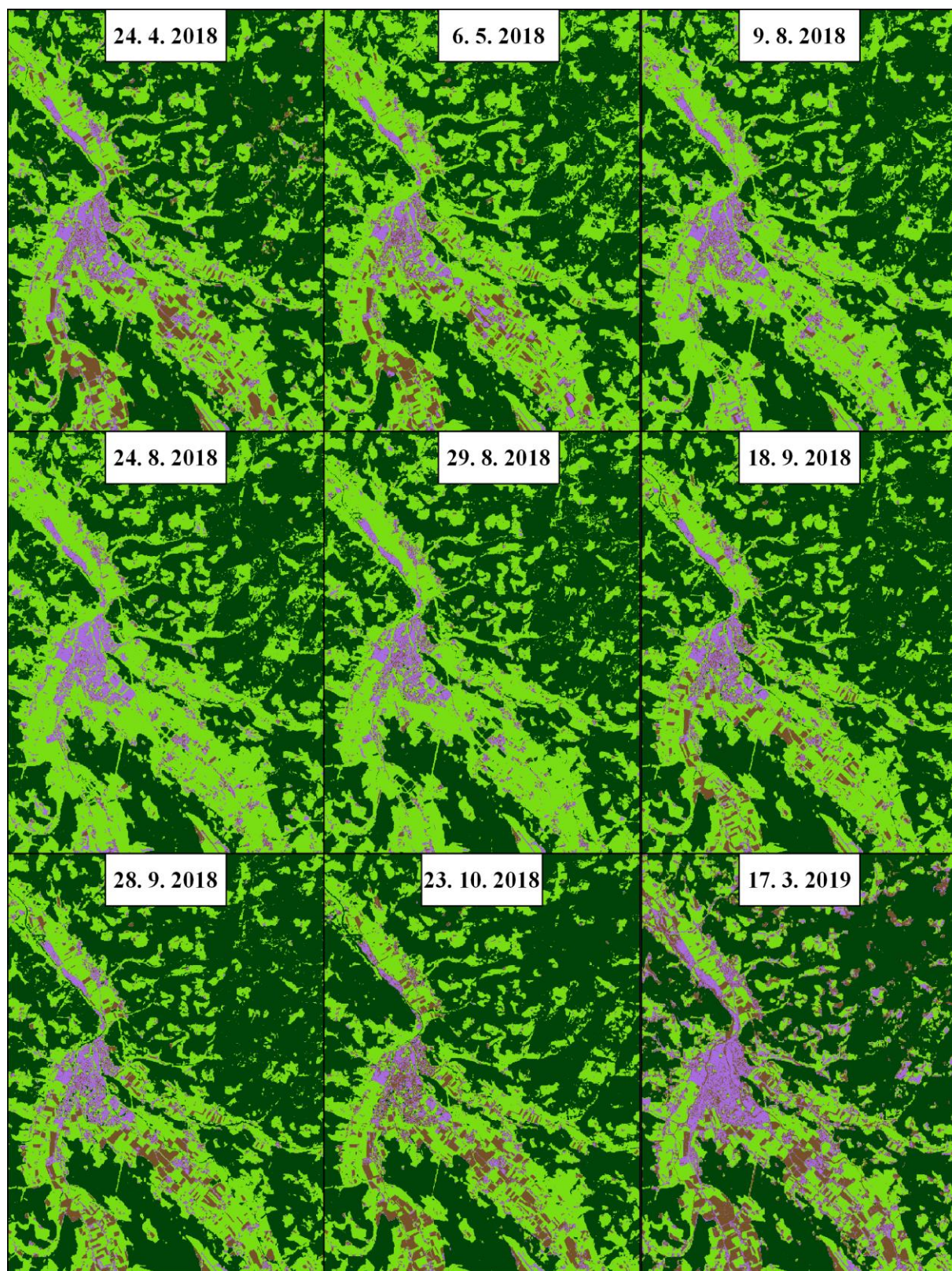
Slika 46: Brezoblačni lažno-barvni kompoziti NIR-R-G (primereni za fotointerpretacijo vegetacije).



Slika 47: Brezoblačni lažno-barvni kompoziti SWIR2-SWIR1-R (primereni za fotointerpretacijo utrjenih površin).

4.2.2.5 Rezultati

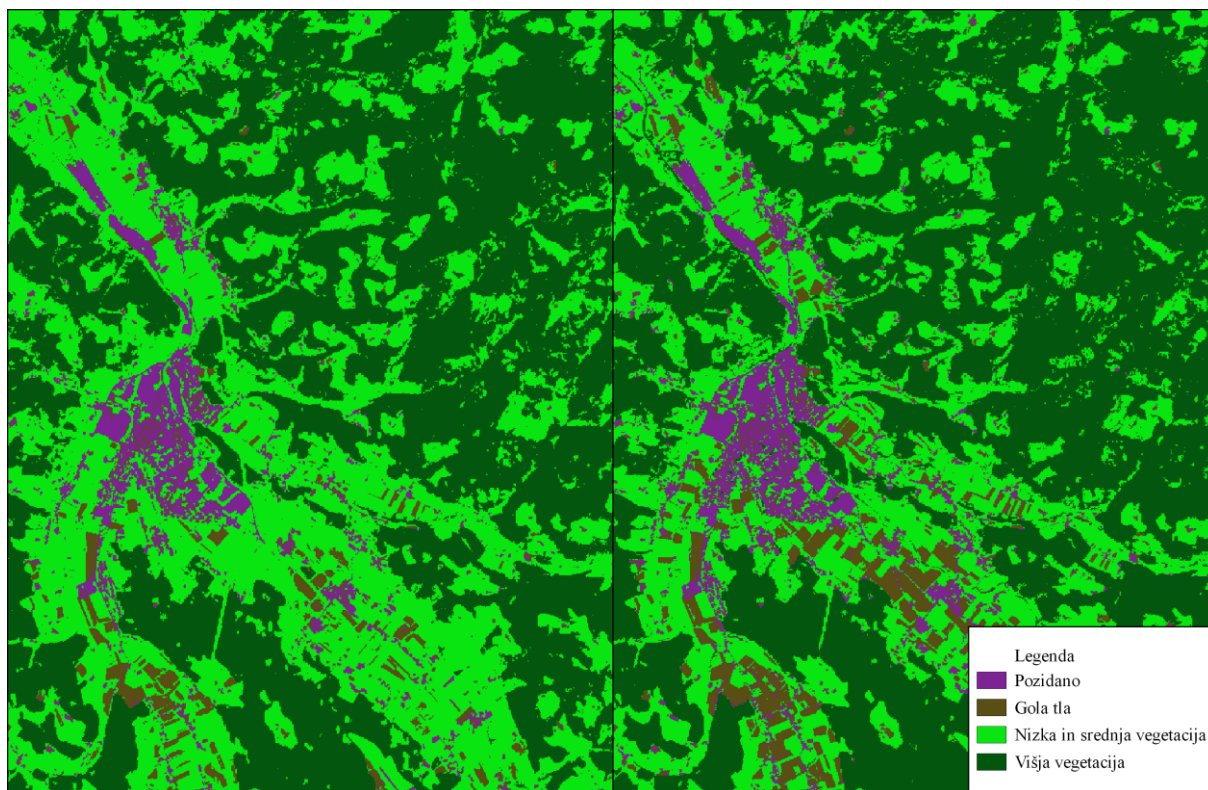
Klasificirane posnetke (Slika 48) smo klasificirali v 4 razrede: pozidano [1], gola tla [2], nizka in srednja vegetacija [3] in višja vegetacija [4].



Slika 48: Klasificirani posnetki.

4.2.2.5.1 Analiza časovnega niza sprememb pozidanih pikslov

Na Slika 499 lahko vidimo vmesna rezultata, ki predstavljata najbolj pogosto klasificirane razrede v dveh pol-letnih obdobjih, in sicer prvo obdobje (januar – junij 2018, julij – december 2018).

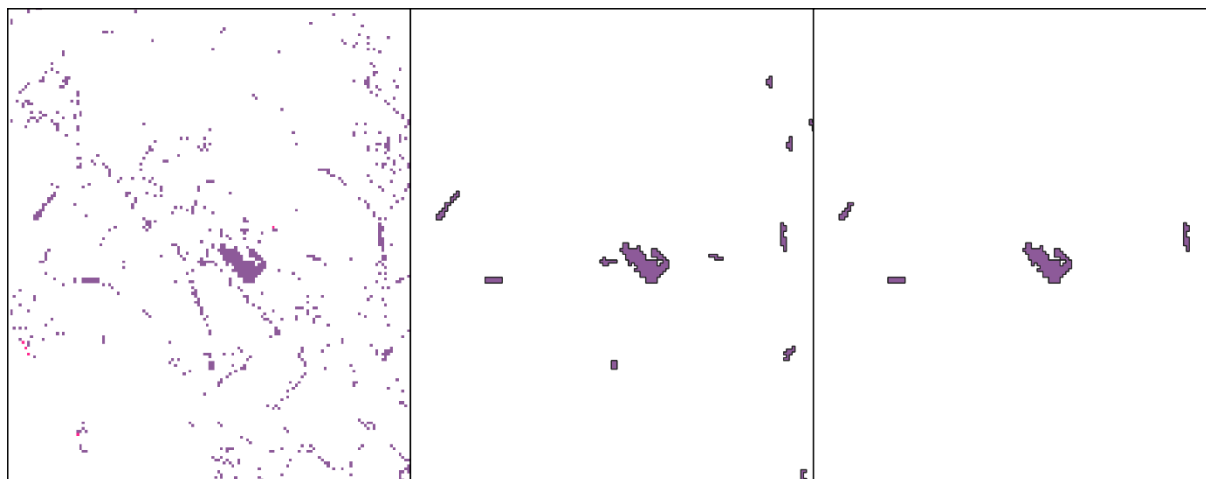


Slika 49: Kompozit najbolj pogostih razredov opazovanja (modus). LEVO: jan - jun 18, DESNO: jul - dec 18

Pol-letna obdobja smo primerjali ter pridobili rezultat v obliki pikslov, ki imajo različne klasifikacijske razrede v prvem in drugem obdobju. Obdržali smo vrednosti pikslov, ki predstavljajo spremembo iz vegetacije v pozidano:

- Razred 1: sprememba golih tal v pozidano; največ šumov; izločeno
- Razred 2: sprememba nizke vegetacije v pozidano; visoka verjetnost pravilnosti; vključeno
- Razred 3: sprememba visoke vegetacije v pozidano; najvišja verjetnost pravilnosti; vključeno

Zaradi položajnih lastnosti Sentinel-2 (4.2.2.4) imamo v vmesnih rezultatih več posameznih pikslov, ki ne predstavljajo sprememb v naravi. Podobno se nam lahko pojavijo posamezni piksli razporejeni v liniji, ki predstavljajo sicer pravilno zaznane utrjene površine, vendar so te površine na primerjalnih posnetkih zamaknjene za razdaljo vsaj enega piksla. Z uporabo površinskega kriterija smo večino teh pikslov odstranili. Za površinsko filtriranje smo izbrali dva kriterija, in sicer površine večje od 500 m² in 1000 m² ter preverili rezultate. Na Slika 5050 lahko vidimo rezultate pred in po površinskem filtriranju.



Slika 50: Vse zaznane spremembe (levo). Spremembe večje od 500 m² (sredina). Spremembe večje od 1000 m² (desno).

V preglednici 15 je prikazan rezultat kontrole zaznanih sprememb (potencialnih novih utrjenih površin) na študijskem območju v obravnavanem obdobju. Ker je fotointerpretacija zaznanih sprememb na posnetkih Sentinel-2 izjemno problematična, smo rezultate ovrednotili s primerjanjem dveh zaporednih ortofotov (2016 in 2019). Zaradi različnih absolutnih točnosti ortofotov CAS in Sentinel-2, izpeljana vektorska opozorila niso geometrično skladna in jih je pri fotointerpretaciji potrebno upoštevati v območju oddaljenosti do 20 m od zaznane spremembe.

Preglednica 15: Matrika napak zaznanih potencialno utrjenih površin.

	Opozorila večja od 500 m ²	Opozorila večja od 1000 m ²
Število pravilno zaznanih sprememb	24	7
Število lažno zaznanih sprememb	41	10
Skupno število zaznanih sprememb	65	17

Vse pravilne spremembe se nanašajo na opozorila večja od 600 m². Vse lažno zaznane spremembe so na območjih sveže oranih tal, kjer je spektralni odboj zelo podoben utrjenim površinam. V primeru, da bi na rezultatih izvedli še tematsko filtriranje na osnovi GERK/rabe tal (kot v dosedanjem monitoringu utrjenih površin), bi izločili vse lažne spremembe. V primeru, da bi se ostala območja Slovenije odzvala na klasifikacijo tako kot študijsko območje, bi lahko s to metodo pričakovali približno 2500 pravih opozoril v enoletnem obdobju. Število lažno zaznanih opozoril za celotno območje Slovenije ni možno oceniti zaradi neraziskanih topografskih značilnosti drugi regij.



Slika 51: Primer zaznanih novih utrjenih površin.

4.2.2.5.2 *Predlog implementacije Sentinel-2 posnetkov na monitoringu prostora*

Največji problem pri praktični uporabnosti opozoril izpeljanih iz Sentinel-2 posnetkov je fotointerpretacija rezultatov. Na Slika 51 vidimo, da veliko večino opozoril ne moremo fotointerpretirati na Sentinel-2 posnetkih. Za potrditev pravilnosti opozorila potrebujemo dodaten vir. Primer uporabnega vira so visokoločljivi satelitski posnetki, kot je npr. PlanetScope (3,7 m ločljivosti; Planet, 2022). Visoko in zelo visokoločljivi satelitski podatki so plačljivi in njihova cena je odvisna od vrste uporabe. Spletne storitve za njihovo pregledovanje (npr. WMS) so veliko cenejše od pridobivanja surovih posnetkov. Letna naročnina za mesečne brezoblačne kompozite v WMS obliki, v primeru PlanetScope posnetkov, znaša 82.923 € na leto za območje cele Slovenije (Planet, 2022). Kombinacija Sentinel-2 podatkov za pridobivanje prostorskih sprememb in kombinacija visokoločljivih satelitskih podatkov za njihovo verifikacijo bi bila uporabna za ugotavljanje novih potencialnih utrjenih površin v Sloveniji, ki so večje od 500 m² v obdobju enega leta. Z uporabo predlagane kombinacije podatkov, bi lahko imeli letna opozorila za nove potencialne utrjene površine tudi za 2/3 območja Slovenije, kjer v tekočem letu ni bilo izvedeno snemanje CAS.

5 METODOLOGIJA ZA VODENJE IN DISTRIBUCIJO PODATKOV O SPREMEMBAH V PROSTORU

5.1 Koncept Sistema monitoringa prostora (SiM)

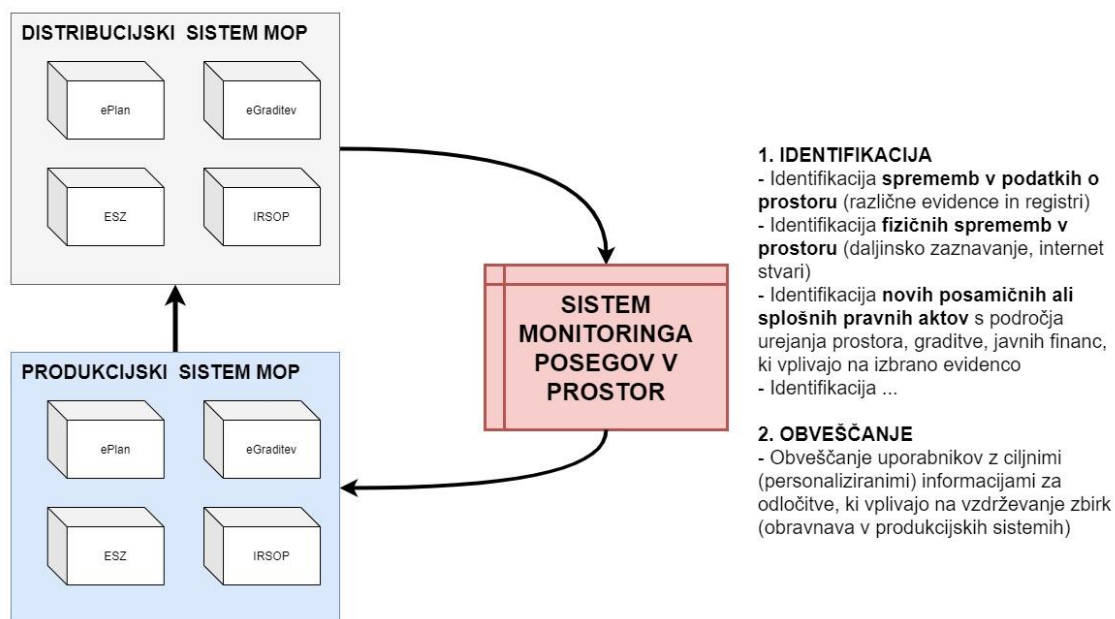
Zakon o urejanju prostora (ZUreP-3) v 275. členu navaja, da ministrstvo pristojno za prostor, izvaja monitoring posegov v prostor za nadzor nad posegi v prostor in za evidentiranje sprememb. Izpostavlja se metode daljinskega zaznavanja, terenske identifikacije neskladij in druge ustrezne metode. Nadalje se še posebej poudarja identifikacijo neskladij poseljenih zemljišč (razlika dejanskega stanja s stanjem v evidenci stavbnih zemljišč in katastru nepremičnin) in identifikacijo neskladij stavb (razlika dejanskega stanja s stanjem v zbirki podatkov o graditvi objektov in katastru nepremičnin). V obrazložitvi predloga ZUreP-3 se še posebej izpostavlja:

»Za izvajanje monitoringa posegov v prostor se predlaga uporaba metod daljinskega zaznavanja v kombinaciji s terensko identifikacijo in drugimi metodami. Tehnike delno samodejnih metod identifikacije stavb in pozidanih zemljišč so dosegle raven, ki omogočajo izvedbo monitoringa na finančno, kadrovsko in operativno vzdržen način. Primer dobre prakse izvajanja monitoringa je identifikacija neevidentiranih stavb v katastru nepremičnin na podlagi tehnik samodejne obdelave podatkov daljinskega zaznavanja. Cilj izvajanja rednih monitoringov posegov v prostor je dvig kulture graditve tako, da bodo v prostoru le še zakoniti posegi ter da bo dolgoročno vzdrževanje na podlagi upravnih aktov zagotavljajo popolnost vseh posegov v prostor.«

Monitoring se tako razume kot avtomatizirano zaznavanje in evidentiranje posegov v prostor, pri čemer odstavki zakona dajejo veliko težo tudi metodi »daljinsko zaznavanje«. Dotična naloga tudi podrobneje obravnava dva segmenta, in sicer:

- Identifikacija neskladij poseljenih zemljišč (konkretizacija skozi nalogo: *Izvedba identifikacije potencialnih novih utrjenih površin s satelitskimi posnetki Sentinel-2*).
- Identifikacija neskladij stavb (konkretizacija skozi nalog: *Izvedba identifikacije potencialnih višinskih gabaritov in sprememb volumnov*).

Predlagamo širše razumevanje monitoringa, in sicer kot **avtomatizirano zaznavanje in evidentiranje sprememb v prostoru**. Takšno razumevanje zajema tudi relevantne podatkovne vire, ki nakazujejo spremembe v prostoru, in sicer tako obstoječe kot tudi predvidene (primer: sprejem občinskega podrobnega prostorskega načrta (OPPN) vpliva na vsebino evidence stavbnih zemljišč).

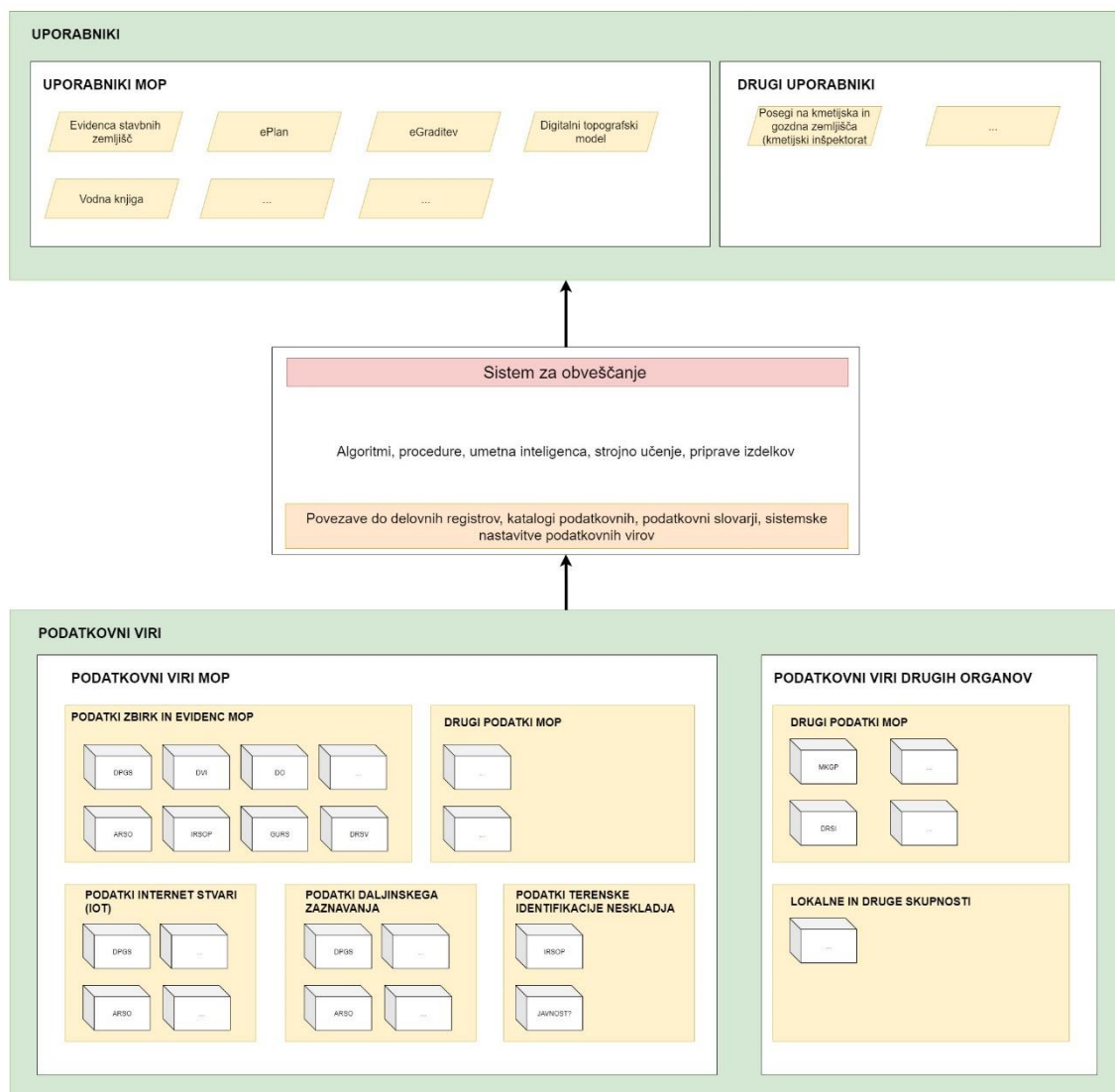


Slika 52: Logična umestitev in glavne funkcionalnosti monitoringa

Sistem monitoringa prostora se prednostno navezuje na distribucijski sistem MOP (lahko tudi na druge distribucijske sisteme, kar nakazuje zgornja shema). Sistem monitoringa prostora je na logični ravni sestavljen iz dveh glavnih gradnikov, in sicer:

- **Identifikacija sprememb.**
 - o Spremembe tretiramo širše kot zgolj fizične (zaznane s pomočjo metod daljinskega zaznavanja). Tako poznamo:
 - Identifikacijo sprememb v podatkih o prostoru (različne evidence, registri, zbirke itd.).
 - Identifikacijo fizičnih sprememb v prostoru (primarni metodi sta daljinsko zaznavanje in internet stvari (IoT)).
 - Identifikacijo novih/ukinjenih/spremenjenih posamičnih ali splošnih pravnih aktov s področja urejanja prostora, graditve, javnih financ...
 - o Identifikacija sprememb predstavlja nivo mehanizmov, procedur, orodij za pripravo izdelkov Sistema monitoringa prostora za različne producente podatkov. Primeri:
 - Nove stavbe, ki še niso evidentirane v katastru nepremičnin.
 - Novo evidentirane stavbe v katastru nepremičnin, ki še nimajo določenega pripadajočega zemljišča / gradbene parcele v evidenci stavbnih zemljišč.
- **Obveščanje uporabnikov.**
 - o Obveščanje uporabnikov s ciljnimi (personaliziranimi) informacijam za delovne procese, ki vplivajo na vzdrževanje zbirk/evidenc/registrov itd.
 - o Obvestila so personalizirana – uporabnik dobi podatke za relevantno časovno okno, območje pristojnosti, nivo pristojnosti. Primer:
 - Pristojnost „Občina – vzdrževanje ESZ“. Za obdobje od zadnjega prevzema podatkov iz IS monitoringa prostora + predmetno občino se pridobi obvestilo z naborom identificiranih sprememb v prostoru in pripadajoče podatke.

Uporabniki tako s personaliziranimi informacijami Sistema monitoringa prostora vplivajo na vsebino zbirk/evidenc/registrov, kar se beleži v produkcijskih sistemih. Ti se nadalje replicirajo v distribucijske sisteme in krog je tako sklenjen.



Slika 53: Logična umestitev monitoringa s podrobnejšo opredelitvijo podatkovnih virov in uporabnikov.

Vsebinsko lahko na prejšnji shemi opisan distribucijski sistem razumemo kot »podatkovne vire«. Sistem monitoringa prostora je potrebno osnovati na način, da omogoča:

- Vključitev raznovrstnih podatkovnih virov, pri čemer posebej izpostavljamo:
 - o podatki zbirk, evidenc, registrov, katastrov ipd.,
 - o podatki interneta stvari (IoT) – senzorični podatki,
 - o podatki daljinskega zaznavanja (tako satelitski kot tudi letalski/dron posnetki),
 - o podatki terenske identifikacije.
- Vključitev podatkovnih virov, ki so v domeni MOP, in tudi drugih organov (npr. drugih ministrstev oz. njihov organov v sestavi, lokalne in druge skupnosti).

Med uporabnike monitoringa štejemo v prvi vrsti uporabnike informacijskih sistemov, katerim bo pri vzdrževanju evidenc/zbirke/registrov ipd. koristile storitve monitoringa. V sklopu naloge bomo kot uporabnike podrobneje preučili:

- vzdrževalce evidence stavbnih zemljišč,
- vzdrževalce državnega topografskega modela,
- vzdrževalce podatkov o stavbah v kontekstu katastra nepremičnin.

5.2 Vključitev storitev monitoringa posegov v prostor v različne informacijske sisteme MOP in organov v sestavi

Poglavje zajema povezave Sistema monitoringa prostora z drugimi informacijskimi sistemi, in sicer:

- Evidenco stavbnih zemljišč, vključno s podatki o razvrednotenih območjih;
- Državnim topografskim modelom;
- Katastrom nepremičnin (opozorilni sistem).

5.2.1 Evidenca stavbnih zemljišč, vključno s podatki o razvrednotenih območjih

1. Zakonodajni okvir

V prvem in petem odstavku 267. člena (evidenca stavbnih zemljišč) ZUreP-3 je navedeno:

- (1) Občina za prostorsko načrtovanje, ugotavljanje dejanskega stanja v prostoru in izvajanje ukrepov zemljiške politike vzpostavi evidenco stavbnih zemljišč. Ministrstvo zagotovi tehnične pogoje za vodenje zbirke podatkov evidence stavbnih zemljišč na državni ravni.
- (5) V evidenci stavbnih zemljišč se vodijo tudi podatki o razvrednotenih območjih.

V 268. členu (postopek vzdrževanja podatkov iz evidence stavbnih zemljišč) ZureP-3 narekuje:

- (1) Podatke iz evidence stavbnih zemljišč vzdržujejo občine. Podatki iz evidence stavbnih zemljišč se vzdržujejo na podlagi sprememb, ki so posledica sprejetja posamičnih ali splošnih pravnih aktov s področja urejanja prostora, graditve ali javnih financ ali drugih sprememb v prostoru, ki pomenijo tudi spremembo podatkov v evidenci stavbnih zemljišč. Vsako spremembo podatkov o stavbnih zemljiščih mora občina posredovati v evidenco stavbnih zemljišč najpozneje v treh mesecih od njenega nastanka.
- (2) Ministrstvo za vzdrževanje evidence stavbnih zemljišč občini zagotovi dostop do podatkov o gradbenih parcelah in podatkov iz monitoringa posegov v prostor, opravljenega v skladu z 275. členom tega zakona.

Za vodenje in vzdrževanje evidence stavbnih zemljišč se mora upoštevati veliko število podatkovnih virov; rok za vpis sprememb o stavbnih zemljišč v evidenci stavbnih zemljišč (IS ESZ) je kratek, in sicer zgolj 3 mesece od njenega nastanka. Upošteva dolgotrajnosti postopka, v katerem se zagotovi tudi najmanj 30 dni dolgo okno za sodelovanje lastnikov v postopku, je časovno okno za identifikacijo spremembe izjemno kratko. Na tem mestu je smotrno koristiti storitve IS monitoringa prostora, ki vzdrževalcu evidence stavbnih zemljišč na lokalni ravni servira samo relevantne podatkovne vire za predmetno območje in ustrezno časovno okno. Kot zapoveduje zakon se podatki o razvrednotenih območjih vodijo v Evidenci stavbnih zemljišč, kar pomeni, da imajo enak status ter kratko periodo osveževanja.

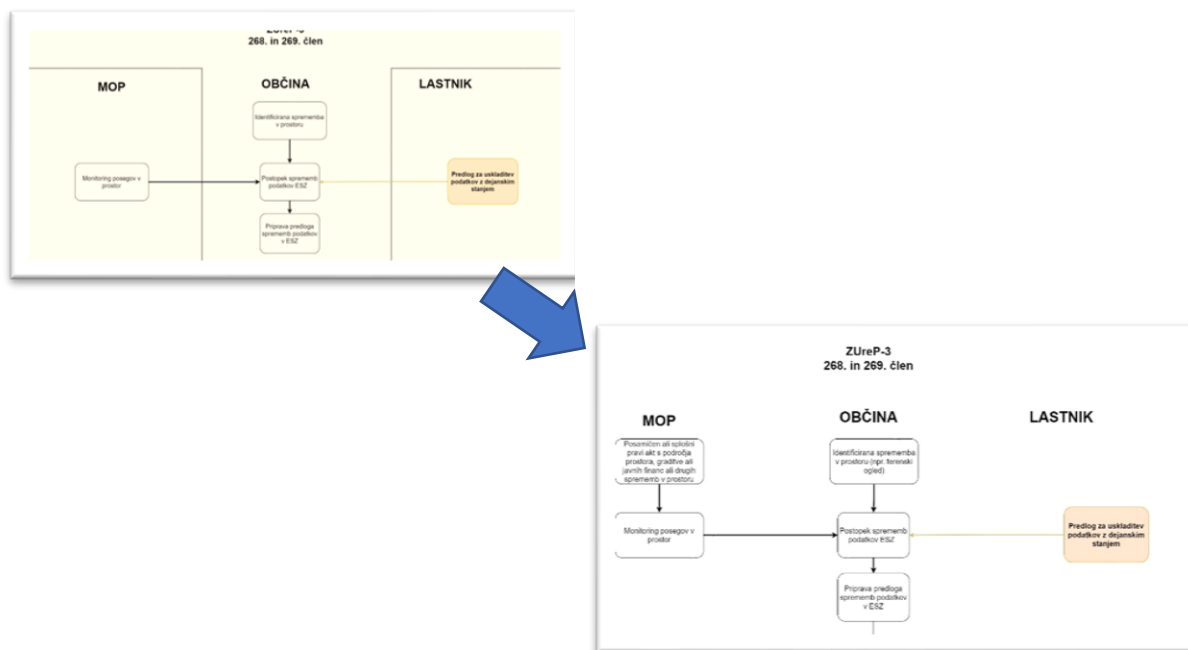
2. Sistem monitoringa prostora na segmentu evidence stavbnih zemljišč

Opredelitev uporabe posameznih funkcionalnih segmentov:

1. Navezava na podatkovne vire, ki vsebinsko vplivajo na vzdrževanje ESZ (identifikacija podatkovnih virov).
2. Identifikacija sprememb.
 - Definiranje potrebnih procedur, da bodo vhodni podatkovni viri obdelani na način, da bodo „paketi rezultatov monitoringa“ čimbolj prilagojeni posameznemu uporabniku (personalizacija).
3. Sistem obveščanja uporabnikov o spremembah.
 - Uporabnik v kontekstu vzdrževanje ESZ je oseba ali skupina oseb, ki je zadolžena za vzdrževal ESZ za določeno občino.

3. Sistem monitoringa prostora in evidenca stavbnih zemljišč na lokalni in državni ravni

1. ESZ na lokalni ravni
 - Prezem relevantnih izdelkov monitoringa posegov v prostor.
 - Opredelitev do podatkov monitoringa – možnost prijave morebitnih napak (v storitvah ali podatkih).
 - Priprava predloga (sprememb) ESZ, sodelovanje javnosti (vključitev lastnikov).
 - Posredovanje sprememb v IS ESZ.
2. ESZ na državni ravni
 - Preveritev ustreznega upoštevanja metodologije za vzdrževanje ESZ, torej tudi upoštevanje podatkov monitoringa (ustrezna vključitev „storitev“ monitoringa v IS ESZ).
 - Prezem sprememb v IS ESZ in javni vpogled skozi EVT.



Slika 54: Vključitev monitoringa posegov v prostor v proces vzdrževanja Evidence stavbnih zemljišč

4. *Shematski prikaz delovnega procesa vzdrževanja Evidence stavbnih zemljišč na lokalni ravni v odvisnosti ali ima vzdrževalec na voljo storitve IS monitoringa prostora*

V procesu vzdrževanja Evidence stavbnih zemljišč na lokalni ravni mora uporabnik upoštevati dolg nabor vhodnih podatkovnih virov. Za lažje razumevanje izberemo vhodni podatkovni niz »podatki zemljiškega katastra«.

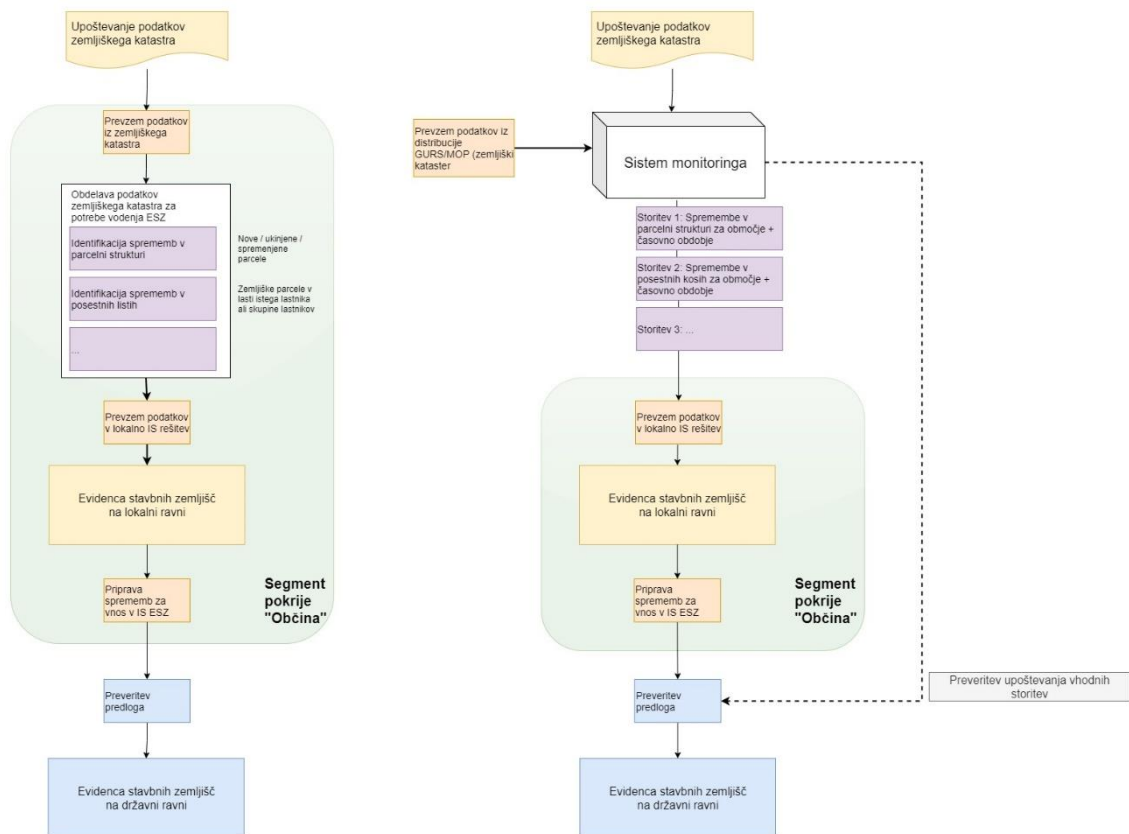
Scenarij 1: Uporabnik nima na voljo podatke IS monitoringa prostora

- Prezem podatkov iz zemljiškega katastra (različni viri).
- Specifična obdelava podatkov iz zemljiškega katastra za potrebe vzdrževanja Evidence stavbnih zemljišč, npr.
 - i. Identifikacija novih zemljiških parcel,
 - ii. Identifikacija ukinjenih zemljiških parcel,
 - iii. Identifikacija zemljiških parcel, katerim so se spremenile relevantne lastnosti (tudi topologija),
 - iv. Identifikacija sprememb v posestnih kosih.

Scenarij 2: Uporabnik ima na voljo podatke IS monitoringa prostora

- Prezem podatkov iz storitev IS monitoringa prostora
 - i. nabor novih zemljiških parcel,
 - ii. nabor ukinjenih zemljiških parcel,
 - iii. nabor zemljiških parcel, katerim so se spremenile relevantne lastnosti (tudi topologija),
 - iv. nabor sprememb v posestnih kosih.

Preostal del postopka za uporabnika je identičen, ne glede na to ali se uporabnik poslužuje podatkov IS monitoringa prostora ali ne. Ključna sprememba pa je, da v primeru, da se razvije IS monitoringa prostora, lahko MOP izvaja tudi določene tehnične kontrole, ki preverjajo skladnost s predpisano metodologijo za vodenje in vzdrževanje Evidence stavbnih zemljišč.



Slika 55: Shematski prikaz delovnega procesa vzdrževanja Evidence stavbnih zemljišč na lokalni ravni v odvisnosti ali ima vzdrževalec na voljo storitve IS monitoringa prostora

5.2.2 Državni topografski model

V letošnjem letu se zaključuje zajem topografskih podatkov v državni topografski model (DTM). GURS z naslednjim letom načrtuje začetek sistemskega vzdrževanja podatkov DTM po prioritetenih območjih in prioritetenih vsebinah.

Zajem in sistemsko vzdrževanje podatkov DTM se trenutno izvaja kampanjsko; t.j. z letnim angažmajem notranjih kadrov GURS (terenski pregled), izvajalca zunanje kontrole (Geodetski inštitut Slovenije (GI)) in zajemalac podatkov (trg).

Za zajem in vzdrževanje podatkov DTM se kot pomožni vir (za pomoč pri identifikaciji in interpretaciji objektov ter določitev določenih vsebinskih in sistemskih atributov) uporablja različne obstoječe podatkovne zbirke GURS in MOP (podatki KN, REN, ZK GJI in ESZ).

GURS načrtuje nadgradnjo sistema vzdrževanja podatkov DTM tudi v povezavi s Sistemom monitoringa prostora. Izhodišča za povezovanje s Sistemom monitoringa prostora:

- a) V DTM so prostorski objekti evidentirani po splošnih topografskih kriterijih (geometrija in atributi), zato lahko ti kriteriji služijo kot izhodišče za določitev kriterijev za evidentiranje sprememb na osnovi daljinskega zaganjanja (DZ) v okviru Sistema monitoringa prostora.
- b) V DTM so evidentirane določene vsebine, ki v drugih zbirkah niso evidentirane, so pa relevantne za širši krog uporabnikov (npr. nekategorizirane ceste).
- c) Sistem monitoringa prostora potrebuje izhodiščno (nulto) stanje podatkov, na osnovi katerega se zaznava potencialne spremembe v prostoru iz predvidenih virov. Ker DTM pokriva široko paleto skupin prostorskih objektov, ki so lahko relevantni za uporabnike Sistema monitoringa prostora, lahko predstavlja osnovo za določitev izhodiščnega stanja za iskanje sprememb v Sistemu monitoringa prostora.
- d) Ekipa GURS, ki primarno skrbi za sistemsko vzdrževanje DTM, je usposobljena za interpretacijo in evidentiranje prostorskih podatkov iz različnih virov. Iz predstavnikov GURS, GI in zunanjih izvajalcev bo formirana Državna topografska služba (DTS), ki bo kontinuirano angažirana, da se zagotovi ustrezna odzivnost v okviru monitoringa, pa tudi splošno v smislu hitrega odziva na spremembe v prostoru. V Sistemu monitoringa prostora izvaja naloge verifikacije zaznanih potencialnih sprememb in priprave slojev sprememb za vključitev v bazo podatkov monitoringa.
- e) Ko se sprememba v prostoru zgodi, mora biti v najkrajšem možnem času evidentirana v topografski bazi, topografski podatki iz baze pa morajo biti prek omrežnih storitev na voljo vsem državljanom.

5.2.3 Kataster nepremičnin (Opozorilni sistem)

1. Zakonodajni okvir

Področje v Zakonu o katastru nepremičnin (Ur. l. RS, št. 54/21) naslavlja 6. del OPOZORILNI SISTEM, ki 125. člen (opozorilni sistem):

- (1) Opozorilni sistem zagotavlja informacije o parcelah, stavbah ali delih stavb, za katere je na podlagi verjetno izkazanih dejstev in okoliščin sklepati, da njihovi podatki v katastru nepremičnin niso pravilni ali popolni.
- (2) Podatke o parcelah, stavbah ali delih stavb iz prejšnjega odstavka geodetska uprava pridobi iz drugih evidenc o nepremičninah, na podlagi obvestil uradnih oseb, ki opravljajo inšpekcijski nadzor, občin, geodetskih podjetij, neposrednega pregleda stanja na terenu, vpogleda v druge podatke, ki izkazujejo dejansko stanje v naravi, ter analiz lastnih vpisanih podatkov.
- (3) Parcele, na katerih stojijo stavbe, ki niso vpisane v katastru nepremičnin, in stavbe, za katere ni izveden vpis podatkov o stavbi in delu stavbe ali vpis sprememb podatkov o stavbi in delu stavbe po tem zakonu, pa bi verjetno moral biti, geodetska uprava označi v opozorilnem sistemu. V opozorilnem sistemu se z oznako »nestavbe« označijo tudi objekti, ki niso stavbe.
- (4) Geodetska uprava v skladu s programom dela državne geodetske službe preverja stanje v opozorilnem sistemu označenih parcel in stavb iz prejšnjega odstavka.
- (5) Označitev parcel, stavb ali delov stavb iz tretjega odstavka tega člena se izbriše iz opozorilnega sistema po vpisu podatkov o parcelah, stavbah ali delih stavb v kataster nepremičnin v skladu s tem zakonom ali ko se ugotovi, da so vpisani podatki pravilni in popolni.

2. Sistem monitoringa prostora in opozorilni sistem katastra nepremičnin

Na koordinacijskem sestanku med Ministrstvom za okolje in prostor in Geodetsko upravo RS z dne 14. 10. 2021 preko spletne platforme Teams je bilo izpostavljeno:

- Opozorilni sistem v IS Kataster je vzpostavljen.
- Smotrno bi bilo čimprej definirati načine povezovanja IS monitoringa prostora in Opozorilnega sistema IS Katastra.
- Pred implementacijo IS monitoringa prostora bi bilo potrebno definirati potrebne spremembe in uskladitve Opozorilnega sistema, da bo povezovanje sistemov mogoče.
- Definirati je potrebno način identifikacije potreb in sprememb v potrebah različnih uporabnikov (širše kot MOP in GURS).
- Izpostavljene so določene smotrne vsebinske nadgradnje kot npr. identifikacija nadzemnih objektov GJI (ali lahko te identificira IS monitoringa prostora in jih posreduje Opozorilnemu sistemu ipd.).

5.3 Koncept Informacijskega sistema monitoringa prostora

Sistem monitoringa prostora (SiM) je širši pojem kot Informacijski sistem monitoringa prostora, saj vsi koraki obdelave podatkovnih nizov zaradi zahtevnosti obdelave in uporabe specifičnih orodij (vsaj v prvih fazah) ne bodo vključene v IS monitoringa prostora. Pomembno izhodišče za razumevanje predloga SiM je umestitev rešitve v kontekst informacijskega sistema eMOP oz. nadalje vsebinska razdelava segmentov, ki se tičejo neposredno Sistema monitoringa prostora.

Poglavje zajema:

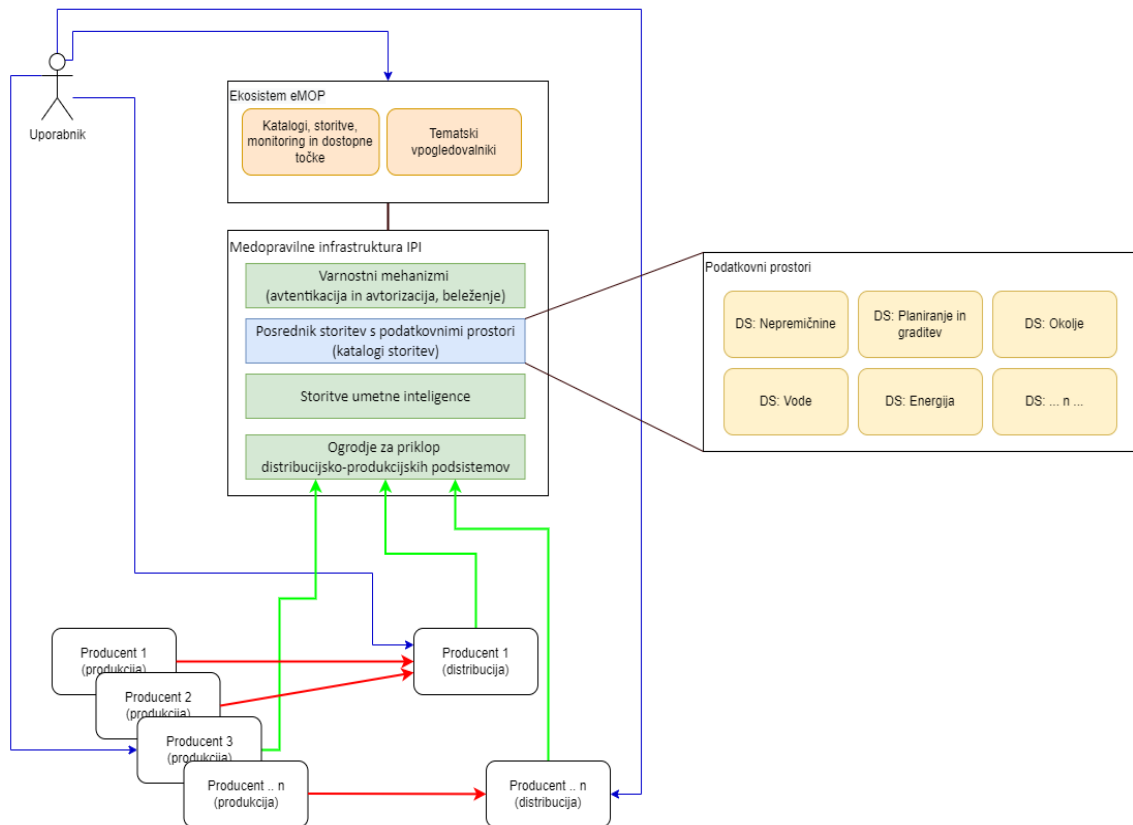
- Medopravilna infrastruktura za prostorske informacije kot podlaga za koncept IS monitoringa prostora
- Predlog koncepta IS monitoringa prostora
- Zaznani okviri IS monitoringa prostora

5.3.1 Medopravilna infrastruktura za prostorske informacije kot podlaga za koncept IS monitoringa prostora

Predlog IS monitoringa prostora je bil osnovan na tezi, da bo prehodno ali vsaj vzporedno v pretežni meri realiziran načrt razvoja medopravilne infrastrukture za prostorske informacije. Predlog načrta je bil oblikovan v sklopu naloge »Arhitektura in načrt upravljanja medopravilne infrastukture za prostorske informacije« (v nadaljevanju krajše: »eMOP«), katero je naročila Geodetska uprava RS, izvajalec pa je bila Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko.

Ob pregledu gradnikov predlagane medopravilne infrastrukture za prostorske informacije, lahko ugotovimo, da ta predvideva sklop »Prostorski monitoring«, ki vsaj na konceptualni ravni (čeprav ožje gledano) zajema tisto, kar mi smatramo za »IS monitoringa prostora«. Upošteva je navedeno bomo IS monitoringa prostora koncipirali na način, da ga bo moč vključiti v eMOP in predvsem, da bo lahko koristil določene gradnike informacijskega sistema eMOP in tako ne bo razvit kot avtonomna in samozadostna rešitev (konkretno to pomeni, da ne bodo v sklopu IS monitoringa prostora razviti npr. tudi prostorski vpogledovalniki ali neki splošnih gradniki kot so prijava, beleženje ipd, saj bodo ti razviti v okviru eMOP in jih bo lahko koristil IS monitoringa prostora).

V nadaljevanju sledi shematski prikaz visokonivojske funkcionalnost arhitekture eMOP in kratek opis ključnih gradnikov.



Slika 56: Visokonivojska funkcionalnost arhitekture eMOP

Kratek opis ključnih gradnikov eMOP:

- **Uporabniške aplikacije:** Uporabniške aplikacije, ki izhajajo iz predlagane arhitekture so namenjene učinkoviti izrabi sistema s strani različnih uporabnikov. Za zadostitev različnih potreb predvidenih uporabnikov tako opredeljujemo namenske aplikacije, ki vključujejo:
 - Pregled podatkovnih slojev in določitev paketa podatkov za prenos,
 - Pregled kataloga storitev za samodejno izvedbo storitev zajema podatkov in posredovanje specifičnih tematskih map za njihovo distribucijo in
 - Aplikacija za obdelavo podatkov daljinskega zaznavanja.
- **Posrednik storitev.** Predstavlja jedro sistema eMOP, ki ga sestavlja katalog storitev federaliziranih distribucijskih sistemov in storitev sistema samega.
- **Skupno storitveno okolje.** Skupno storitveno okolje predstavljajo skupne storitve, ki presegajo obseg posameznih distribucijskih sistemov. To vključuje:
 - Storitve distribucije podatkovnih slojev in tematskih map manjših producentov podatkov, ki nimajo lastnega sistema distribucije in
 - Storitve distribucije podatkov zemeljskih opazovanj in iz njih proizvedenih podatkov produktov.
- **Skupne storitve umetne inteligence.** Te predstavljajo poseben sloj skupnih storitev, ki so namenjene izvedbi učinkovitih podpornih in analitičnih orodij za izboljšanje učinkovitosti izvedbe uporabniških poslovnih procesov. Čeprav lahko predvidevamo konstanten porast potreb po izvedbi tovrstnih storitev, lahko danes že opredelimo:

- Storitve samodejnega spremljanja razlik, implementirano s primerjavo podatkovnih slojev (omejena funkcionalnost na primerjavo tabelaričnih vrednosti) in beleženju razlik, ki jih posredujejo federalizirani distribucijski sistemi sami,
 - Storitve obdelave podatkov LiDAR,
 - Storitve obdelave satelitskih podatkov,
 - Storitve podatkovnega zlivanja in izvedbe podatkovnih produktov,
 - Storitve predpriprave poročil in
 - Mehanizmi strojnega učenja nad podatki v distribuciji (časovne vrste, ...).
- **Avtomatski replikacijski mehanizmi.** Ti so namenjeni:
 - Spremljanju razlik s primerjavo podatkovnih slojev,
 - Distribuciji podatkov daljinskega zaznavanja in izvedbi podatkovnih produktov iz njih
 - Distribuciji tematskih map manjših proizvajalcev.
- **Podatkovne baze.** Implementirane v obliki podatkovnih kock, ki vključujejo:
 - Kocke odloženih tematskih map,
 - Kocke slojev za spremljanje razlik in
 - Kocke podatkov zemeljskih opazovanj in podatkovnih produktov.

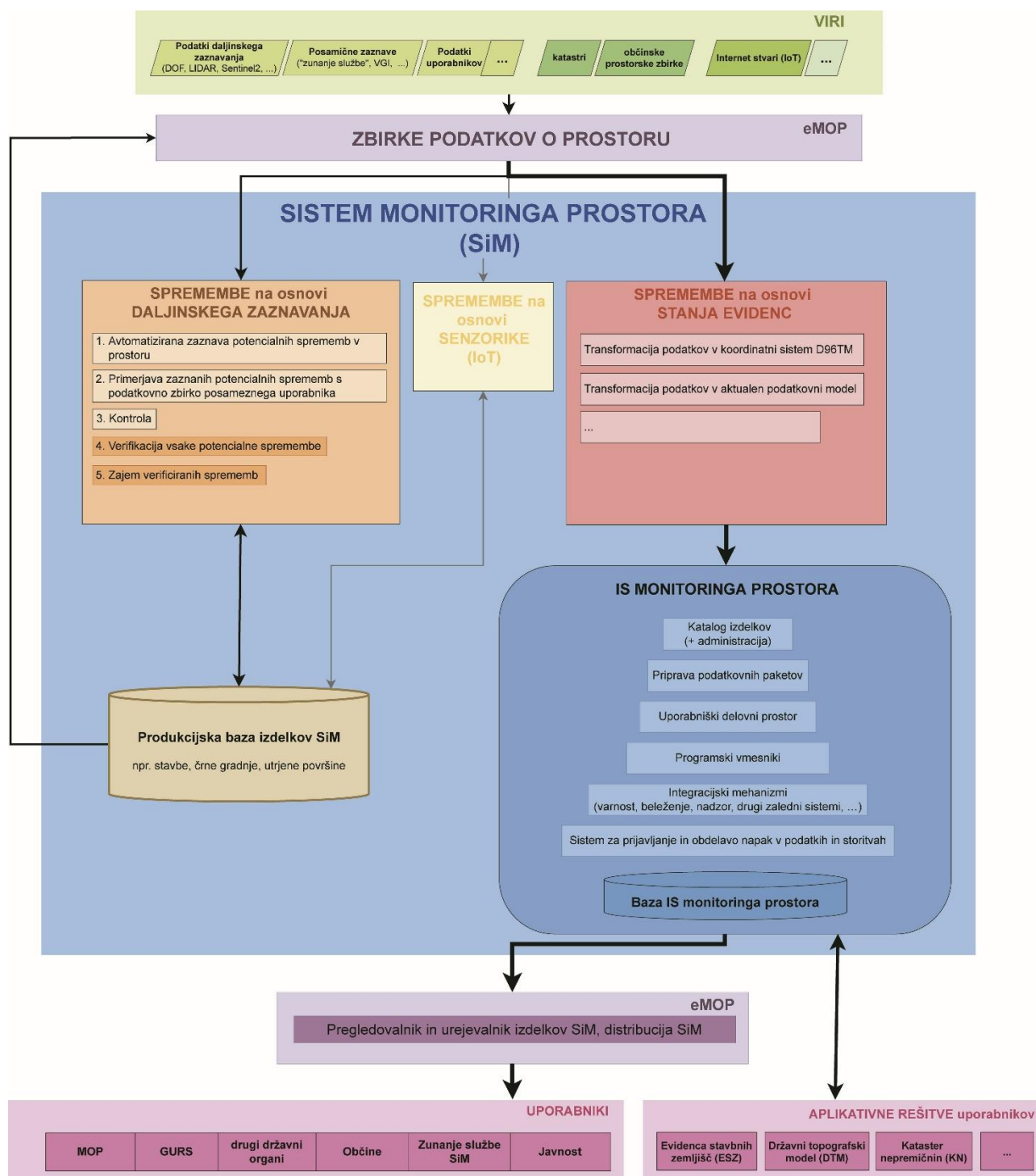
Podrobnejši opis gradnika Prostorski monitoring:

- **Konfigurator prevzemnega paketa za končnega uporabnika**
 - izbira produktov, storitev
 - definiranje prevzemnih parametrov (časovna komponenta, območje ali identifikatorji, set - celota/spremembe, itd.)
 - definiranje oblike prevzema (GeoPaket, neposredni RestAPI, itd.)
- **Prevzemnik sprememb**
 - povratne informacije na produktih, kjer je omogočena povratna integracija v izvirne sisteme, kjer se vzdržujejo podatkovni viri (npr.: legalnost zgradbe, ki je dodatna informacija za izvajanje postopkov v KN, itd.

Iz zgornje specifikacije »Prostorskega monitoringa« izhaja bistvo, ki je »iskanje sprememb v prostoru«. V predlogu koncepta IS monitoringa prostora in nadalje same načrta sistema pa so gradniki, ki omogočajo doseg globalnega cilja (to je »iskanje sprememb v prostoru«), podrobneje opisani.

5.3.2 Predlog koncepta IS monitoringa prostora

Sistem monitoringa prostora (SiM) je širši pojem kot IS monitoringa prostora, saj vsi koraki obdelave podatkovnih nizov zaradi zahtevnosti obdelave in uporabe specifičnih orodij (vsaj v prvih fazah) ne bodo vključeni v IS monitoringa prostora. Dotična naloga podrobneje opisuje izbrane izdelke, ki vsebujejo spremembe na osnovi daljinskega zaznavanja (poglavje 5.4. Izdelki na osnovi daljinskega zaznavanja), na shemi pa je kot tak nakazan tudi sklop obdelave/priprave izdelkov iz področja Internet stvari (IoT).



Slika 57: Logična shema Sistema monitoringa prostora in navezav na druge gradnike IS eMOP

Shema prikazuje, da IS monitoringa prostora koristi raznovrstne podatkovne vire, kot so npr.:

- podatki daljinskega zaznavanja (DOF, LIDAR, Sentinel2),
- podatki posamične zaznave (»zunanje službe«, vodnogospodarski inštitut (VGI), ...),
- podatki uporabnikov,
- podatki Internet stvari (IoT),
- katastri, registri, zbirke v upravljanju države in lokalnih skupnosti,

Zgoraj navedene raznovrstne podatke bo IS monitoringa prostora pridobival preko načrtovanega gradnika IS eMOP »Skupno storitveno okolje«, katerega mi z namenom lažjega razumevanja imenujemo »Zbirke podatkov o prostor«. Omenjeni gradnik bo tehnično podatke črpal iz različnih virov, kot npr.: delovni registri distribucije MOP, hramba podatkov, replikacija in integracija podatkov iz zunanjih virov in deljena hramba podatkov (zunanji viri).

IS monitoringa prostora bo sestavljen iz naslednjih funkcionalnih sklopov:

- **Prijava.** Avtentikacija, varnostna shema, avtorizacija, uporabniški profil)
- **Katalog storitev.** Metapodatki, iskanje, omejitve uporabe, primeri podatkov.
- **Administracija kataloga storitev.** Registracija, upravljanje storitev.
- **Podatkovni paketi.** Algoritmi in AI za asinhrono pripravo PP, status priprave PP, administracija dostopnosti PP na odložiščukonfiguracije, nastavitve in podobno za pridobivanje podatkov
- **Delovni prostor.** Pregled definiranih PP, zgodovina prenosov PP, kreiranje novih PP
- **Obveščanje uporabnikov** o pripravljenih podatkovnih paketih
- **Napake v storitvah .** Prezem prijavljenih napak, dvosmerna komunikacija s producenti storitev, pregled statusa prijavljenih napak

Za druge funkcionalnosti sistema se koristi druge gradnike IS eMOP. Smiselno se koristi:

- **Skupno storitveno okolje.** Skupno storitveno okolje predstavljajo skupne storitve, ki presegajo obseg posameznih distribucijskih sistemov. To vključuje:
 - o Storitve distribucije podatkovnih slojev in tematskih map manjših producentov podatkov, ki nimajo lastnega sistema distribucije in
 - o Storitve distribucije podatkov zemeljskih opazovanj in iz njih proizvedenih podatkov produktov.
- **Skupne storitve umetne inteligence.** Te predstavljajo poseben sloj skupnih storitev, ki so namenjene izvedbi učinkovitih podpornih in analitičnih orodij za izboljšanje učinkovitosti izvedbe uporabniških poslovnih procesov.
- **Avtomatski replikacijski mehanizmi.** Ti so namenjeni med drugih tudi spremljanju razlik s primerjavo podatkovnih slojev
- **Uporabniške aplikacije,** kot na primer prostorski vpogledovalniki
- **Druge sistemske gradnike eMOP.** Gradnik za beleženje, gradnik za nadzor, gradnik za prijavo, gradnik za uporabniški profil ipd.

5.3.3 Zaznani okviri IS monitoringa prostora

V sklopu priprave IS monitoringa prostora smo naleteli na spodnje okvire rešitve:

- **Zagotovitev manjkajočih podatkovnih virov.**
 - o Identificirano je bilo, da določeni podatkovni nizi niso na voljo za uporabo v IS monitoringa prostora. V kontekstu vzdrževanje Evidence stavbnih zemljišč smo tako prepoznali:
 - podatki o komunalni opremljenosti,
 - podatki o pravnih režimih, tako na državnem kot lokalnem nivoju.
 - o Ugotovljeno je bilo tudi, da so lahko podatkovni nizi, ki še niso na voljo za uporabo v IS monitoringa prostora v zelo različnih razvojnih fazah, npr. :
 - podatki se sploh še ne vodijo,
 - podatki se vodijo v analogni obliki,
 - podatki se vodijo v digitalno neustrezni obliki (npr. besedilo, neustrezno oblikovane preglednice),
 - podatki se vodijo v ustrezni digitalni obliki na neznanem mestu (npr. testne podatke smo pridobili kot enkraten izdelek – primer: območja stalne aktivnosti vojske v domeni MORS),
- **Določeni podatkovni viri ne vsebuje »časovne komponente«:**
 - o Določeni podatkovni nizi iz sistemom MOP in GURS imajo ustrezno vkomponirano časovno komponento - npr. servis PA za obdobje od zadnjega prevzema podatkov iz IS ESZ pa do datuma novelacije.
 - o Določeni podatkovni nizi drugih ponudnikov časovne komponente še nimajo vključene(npr. servis sprememb območij poplavne ogroženosti).

5.4 Izdelki na osnovi daljinskega zaznavanja

V nadaljevanju so podana splošna izhodišča za pripravo izdelkov na osnovi daljinskega zaznavanja v Sistemu monitoringa prostora.

5.4.1 Viri za izdelke na osnovi daljinskega zaznavanja (DZ)

Osnovni viri za izdelke na osnovi daljinskega zaznavanja (DZ) so organizirani v tri skupine:

- podatki daljinskega zaznavanja (DOF, LIDAR, Sentinel-2, ...),
- posamične zaznave (»zunanje službe«, VGI, ...),
- podatki uporabnikov.

»Zunanje službe SiM« in uporabniki so lahko vir za posamične spremembe, ki jih iz podatkov daljinskega zaznavanja ni moč zaznati. V Sistem monitoringa prostora morajo biti posredovane v skladu z dogovorjenimi kriteriji (geometrija, atributi). V Sistemu monitoringa prostora se tako pridobljene spremembe po potrebi uskladi s kriteriji in vključi v sloje sprememb.

Dodatni viri za monitoring

Kadar zaznane spremembe ne bo mogoče evidentirati v skladu z dogovorjenimi kriteriji Sistema monitoringa prostora, bo potrebno uporabiti dodatne vire. Dodatne vire lahko predstavljajo terenske meritve, posnetek z brezpilotnim letalnikom (dron), satelitski posnetek boljše ločljivosti, gradbena dokumentacija, ipd.

Druga možnost je začasno evidentiranje spremembe po zmanjšanih kriterijih (slabša položajna točnost in/ali ločljivost geometrije, manjko nekaterih atributov), dokler niso na voljo osnovni viri za evidentiranje.

5.4.2 Osnova za zaznavo sprememb

Sistem monitoringa prostora potrebuje, za vsako od vsebin, izhodiščno stanje podatkov, na osnovi katerega se zaznava potencialne spremembe v prostoru. To je t.i. »primerjalni sloj« določene vsebine, ki se ga vzpostavi na osnovi najbolj relevantnih obstoječih državnih evidenc (ene ali večih).

"Primerjalni sloj« je **tehnični** podatkovni sloj Sistema monitoringa prostora, ki ni nadomestilo za izhodiščne državne evidence in ni namenjen distribuciji. Zasnovan je v tehnični in vsebinski obliki, ki najbolj optimalno omogoča zaznavo geometrije sprememb in podajanje dogovorjenih vsebinskih, sistemskih in analitičnih atributov za posamezno spremembo.

5.4.3 Procesni sklopi za izdelke na osnovi daljinskega zaznavanja

1) Avtomatizirana zaznava potencialnih sprememb v prostoru

Avtomatizirana zaznava potencialnih sprememb v prostoru iz podatkov daljinskega zaznavanja. Do vzpostavitve nulte stanja podatkov SiM, se zaznava potencialnih sprememb izvaja s primerjavo dveh (ali več) zaporednih stanj virov.

Rezultat: Geometrija (osnovni obris/centroid) potencialne spremembe in osnovni tip spremembe (npr. nova gola tla (izguba vegetacije), nov grajen objekt, višja vegetacija, nova voda, izguba vode,...).

2) Primerjava zaznanih potencialnih sprememb s podatkovno zbirko posameznega uporabnika

Primerjava avtomatizirano zaznanih sprememb s stanjem v podatkovni zbirki posameznega uporabnika za določitev relevantnosti zaznane spremembe za posamezno zbirko podatkov. Ena potencialna sprememba je lahko relevantna za 1 ali več podatkovnih zbirk uporabnikov.

Rezultat: Potencialna sprememba z dodanim atributom relevantnosti za posamezno podatkovno zbirko.

Primer: sprememba "nova gola tla" dobi ob primerjavi s podatki uporabnikov še atribut: relevantna za ESZ – kadar se nova gola tla pojavijo izven območja ESZ, relevantna za RABA – kadar se nova gola tla pojavijo na travniku, sadovnjaku, ipd. ni relevantna za DTM – gola tla se ne vodijo in niso predmet evidentiranja za DTM, relevantna za MOP – kadar nova gola niso povezana z izdanim gradbenim dovoljenjem.

3) Kontrola

Generalna kontrola celotnega nabora potencialnih sprememb. Tako se izloči morebitne grobe napake avtomatiziranih postopkov in zmanjša obseg verifikacije.

Rezultat: Odstranjene morebitne grobe napake avtomatiziranih postopkov.

4) Verifikacija vsake potencialne spremembe in njen osnovni zajem po pravilih Sistema monitoringa prostora

Pri verifikaciji se upošteva in evidentira relevantne nepravilne zaznave (»false positive«) v izogib kasnejšim ponovnim zaznavam (npr. skladovnica drv kot stavba).

V tej fazi se verificira in po potrebi dopolni evidentiranje posamičnih zaznav posredovanih s strani uporabnikov in »zunanjih služb« Sistema monitoringa prostora. Po potrebi se za verifikacijo uporabi dodatne vire.

Verifikacijo in zajem lahko izvaja Državna topografska služba. Lahko se evidentira tudi predhodno nezaznane spremembe v neposredni okolici zaznanih potencialnih sprememb.

Rezultat: Verificirane spremembe po kriterijih Sistema monitoringa prostora.

5) Zajem verificiranih sprememb

Zajem geometrije ter osnovnih skupnih atributov po pravilih Sistema monitoringa prostora. Pravila za evidentiranje in osnovni skupni atributi so rezultat konsenza potreb uporabnikov Sistema monitoringa prostora. Osnova za določitev pravil za evidentiranje sprememb v Sistemu monitoringa prostora so lahko pravila DTM in pravila ESZ. Dodatno se lahko evidentira manjši nabor dodatnih atributov, ki so skupni več uporabnikom.

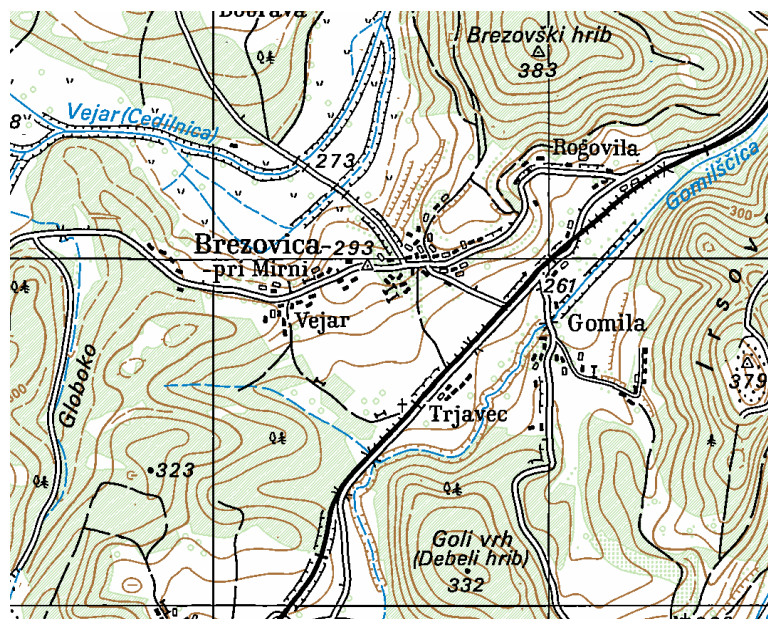
Geometrijo verificirane spremembe, opremljeno z vsebinskimi atributi in atributi relevantnosti za posamezno podatkovno zbirko ter sloj relevantnih "false positive-ov", se pripravi za vpis v produkcijsko bazo izdelkov SiM.

Nalogo lahko v celoti izvede Državna topografska služba.

Rezultat: Zajete spremembe po kriterijih Sistema monitoringa prostora.

5.4.4 Predlog izvedbe na primeru podatkov za stavbe

V nadaljevanju je podan pregled stanja virov in predlog priprave osnove za zaznavo sprememb ter procesnih sklopov za izdelek monitoringa na osnovi daljinskega zaznavanja za vsebinski sklop STAVBE. Za prikaz in analizo je bilo naključno izbrano območje Brezovice pri Mirni (slika 58).



Slika 58: Obočje analize za primer podatkov o stavbah (Brezovica pri Mirni)

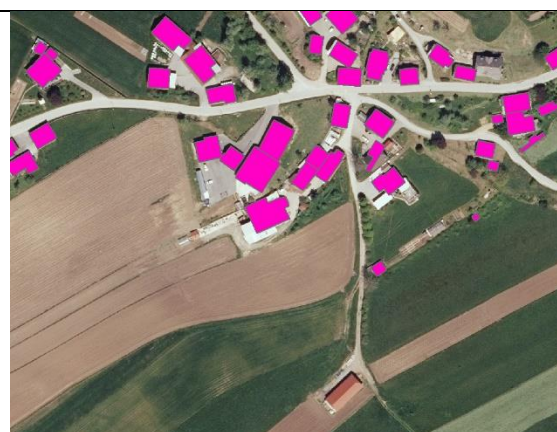
5.4.4.1 Viri podatkov za stavbe

Preglednica 16: Seznam in opis značilnosti virov

VIR	OPIS	STANJE
DOF025	ortofoto, ločljivost 0,25 m	nov posnetek vsaka tri leta
LSS DMR1	digitalni model reliefa iz podatkov Laserskega skeniranja Slovenije, ločljivost 1 m	zaenkrat enkratni izdelek, trenutno star 11 do 7 let
LSS DMP1	digitalni model površja iz podatkov Laserskega skeniranja Slovenije, ločljivost 1 m	zaenkrat enkratni izdelek, trenutno star 11 do 7 let
CAS DMP1	digitalni model površja iz podatkov Cikličnega aerofotografiranja Slovenije, ločljivost 1 m	nov izdelek vsaka tri leta, kljub enaki ločljivosti občutno slabši od LSS DMP1 (zaradi zglajenosti in posledično generalizacije, manjša možnost določitve detajla)
Sentinel-2	satelitski posnetek, ločljivost 10 m	nov posnetek vsak teden
DTM	vektorski podatki o stavbah v Državnem topografskem modelu	v letu 2021 zaključen prvi zajem za celo SLO, stanje od leta 2002 do leta 2021
KN	vektorski podatki o stavbah v Katastru nepremičnin	Masovna vzpostavitev pred 20 leti, nato sistemsko vzdrževanje skozi posamične postopke

Na prikazih v nadaljevanju so uporabljeni naslednji viri:

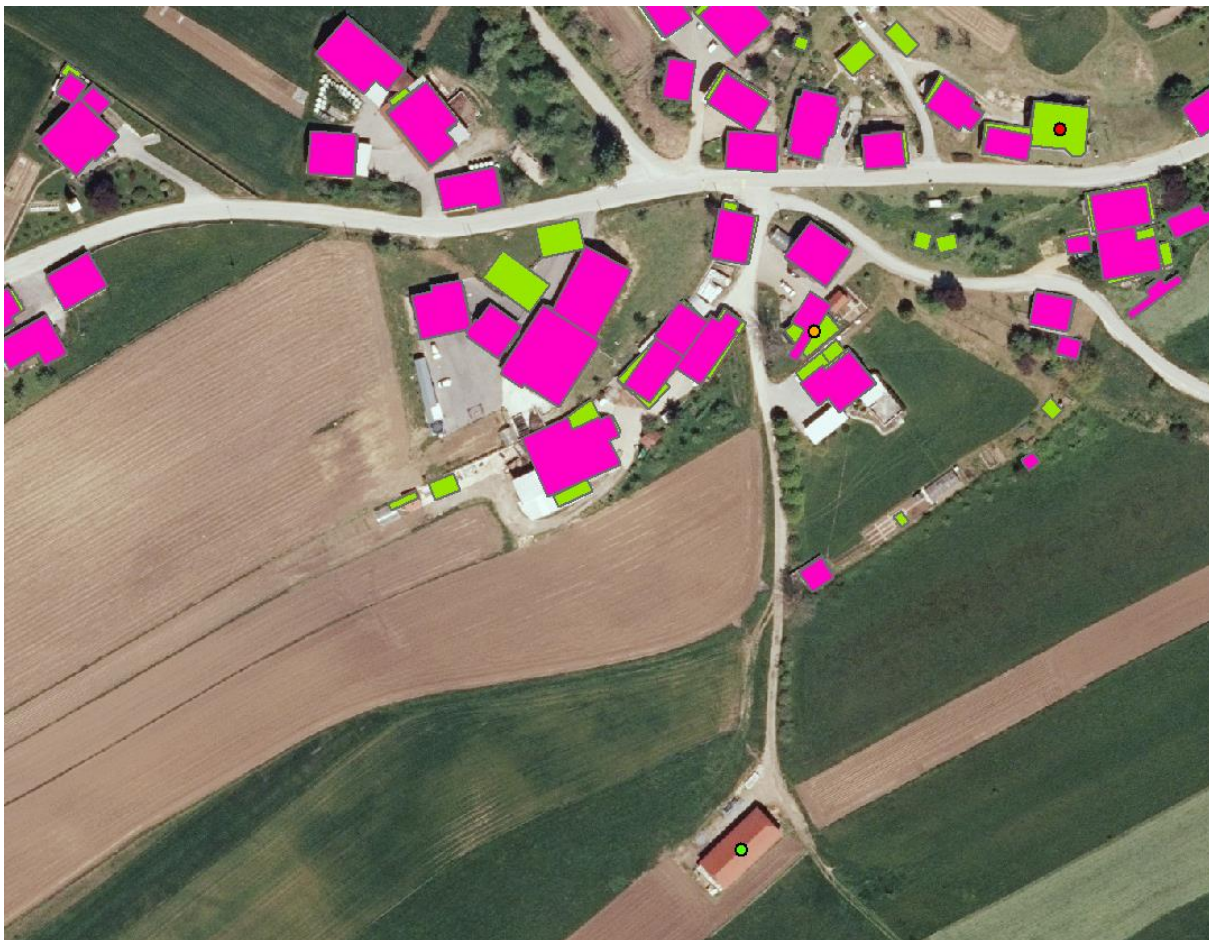
- DOF025...stanje 2021
- LSS DMR1 in DMP1...stanje 2014-2015
- CAS DMP1...stanje 2021
- Sentinel-2...stanje 29.12.2019
- DTM... stanje evidence 2021 (konkretno območje zajeto leta 2009)
- KN...stanje evidence 27.11.2021



Slika 59: Stavbe evidentirane v **KN 2021** na DOF 2021



Slika 60: Stavbe evidentirane v **DTM 2021** (zajeto 2009) na DOF 2021



Slika 61: KN 2021 in DTM 2021 (zajeto 2009) z izbranimi osnovnimi primeri na DOF 2021

Izhodiščno stanje predstavlja stanje v sloju KN, ki je uradna državna evidenca stavb. Na izbranem območju bomo obravnavali naslednje primere:

- a) stavba v KN ni evidentirana, je pa zajeta v DTM
- b) stavba je evidentirana v KN in DTM, a je stanje v DTM drugačno
- c) stavba ni evidentirana v nobeni od evidenc

Na izbranem območju je razlik še več, a niso predmet obravnavane v tem prikazu.

V nadaljevanju so podani prikazi virov, iz katerih je razvidna primernost posameznega vira za evidentiranje sprememb.

MERILO ~ 1: 12 500



Slika 62 DOF 2021; pixel 0,25 m



Slika 63: Sentinel-2 29.12.2019; pixel 10m

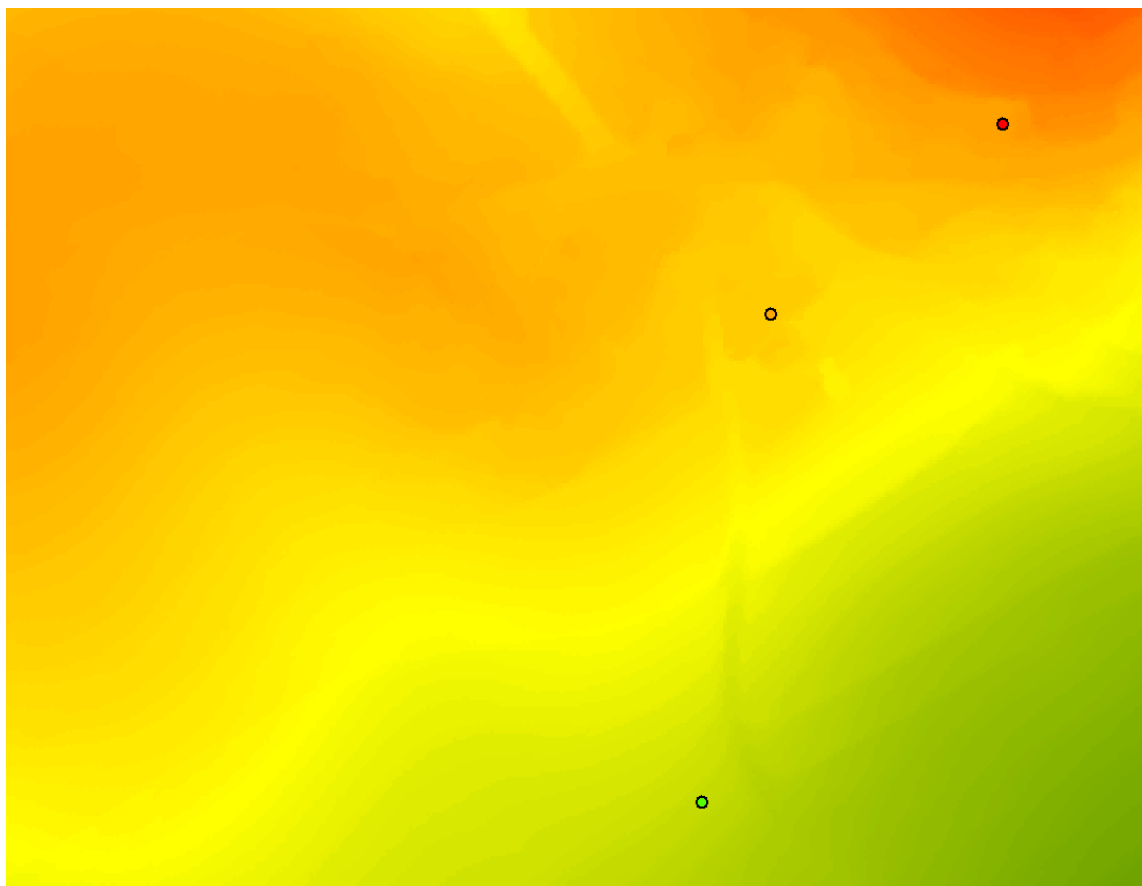
MERILO ~ 1: 1500



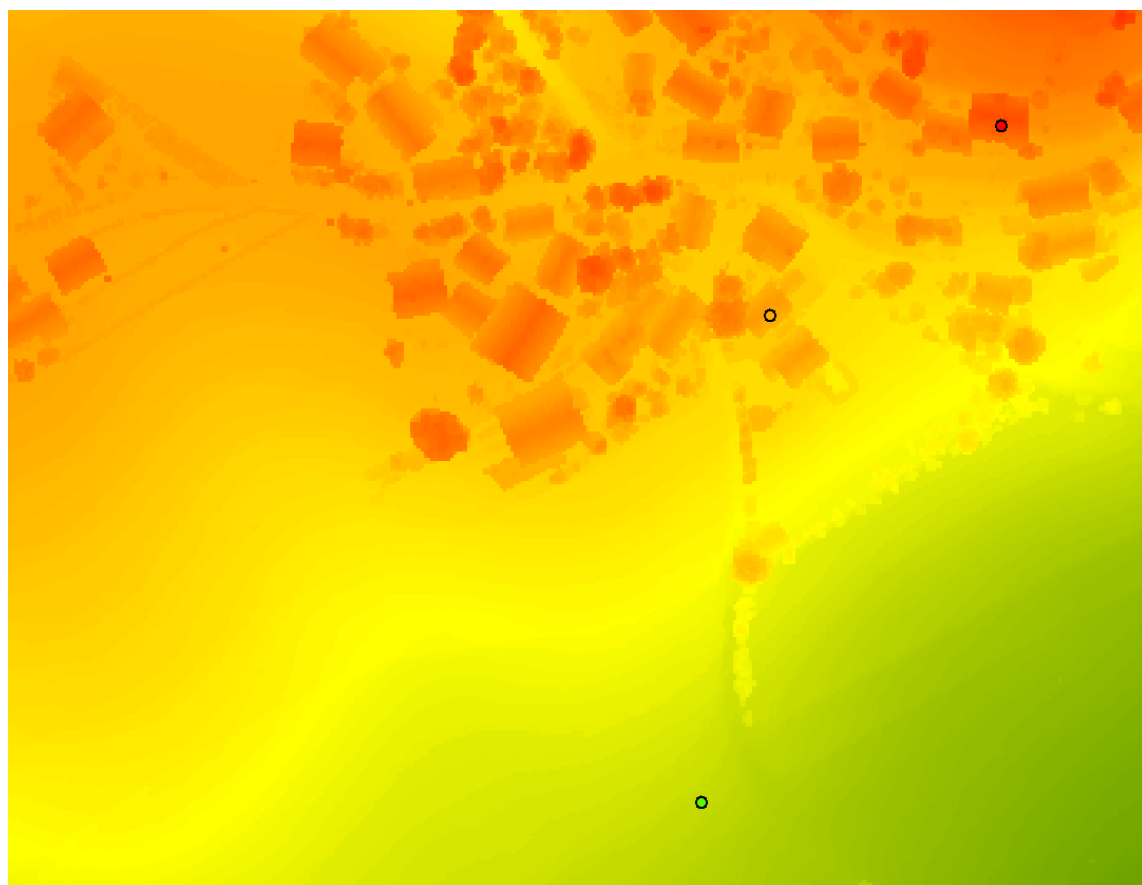
Slika 64: DOF 2021; pixel 0,25 m



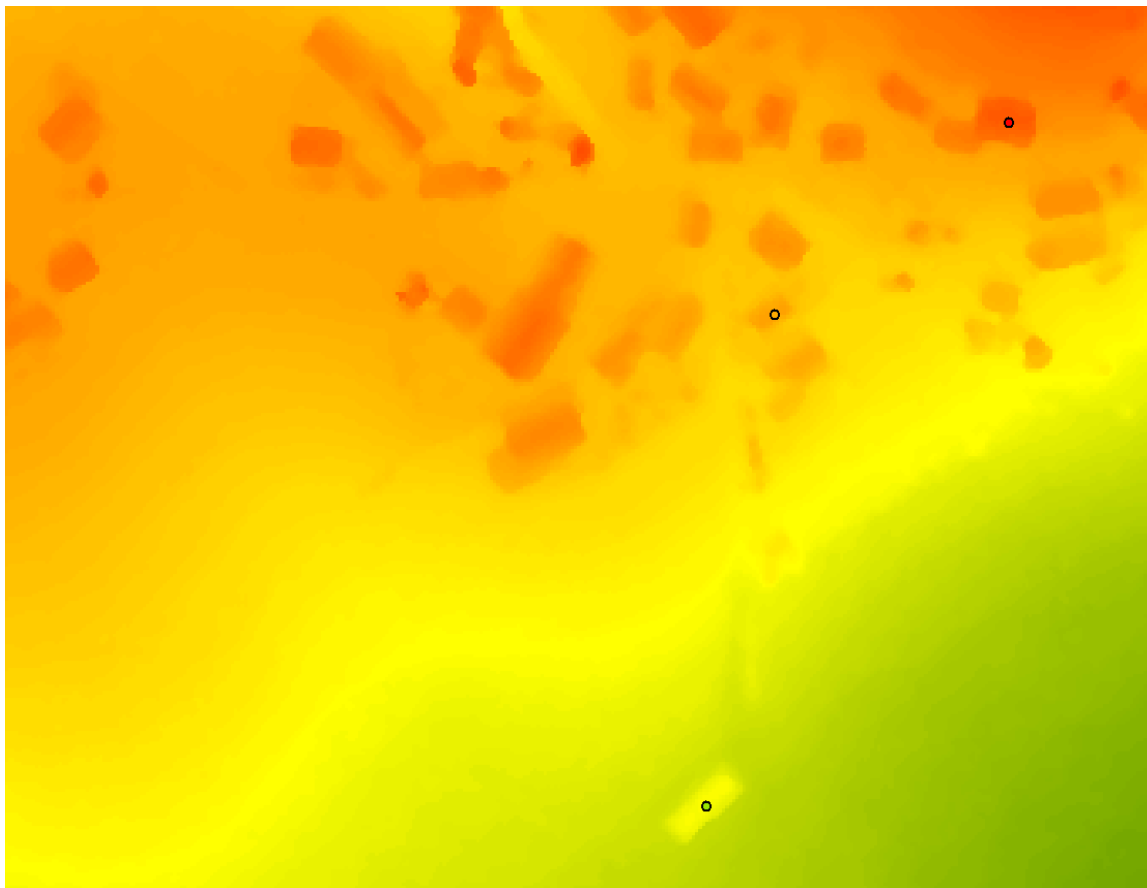
Slika 65: Sentinel-2 29.12.2019; pixel 10m



Slika 66: LSS DMR1 2014-2015; pixel 1 m



Slika 67: LSS DMP1 2014-2015; pixel 1 m



Slika 68: CAS DMP1 2021; pixel 1 m

Satelitski posnetki Sentinel-2, ki pokrivajo obravnavano območje v obdobju enega meseca:

Skupaj je na voljo 13 posnetkov, od tega 3 celo-scenski posnetek (Slike od 68 – 70), Viri:

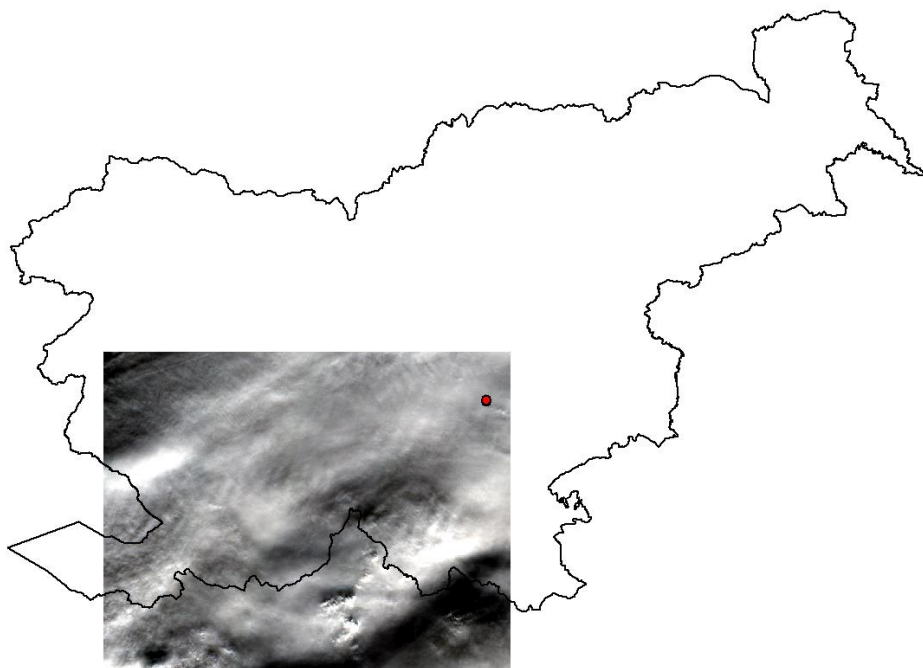
S2B_MSIL2A_20191202T100259_N9999_R122_T33TVL_20210710T195101_TrueColor_D96.tif

S2B_MSIL2A_20191212T100319_N9999_R122_T33TVL_20210710T204406_TrueColor_D96.tif

S2B_MSIL2A_20191222T100329_N9999_R122_T33TVL_20210710T213416_TrueColor_D96.tif

in 10 posnetkov, ki pokrivajo samo levi ali desni vogal scene. Primer na Slika 71, Vir:

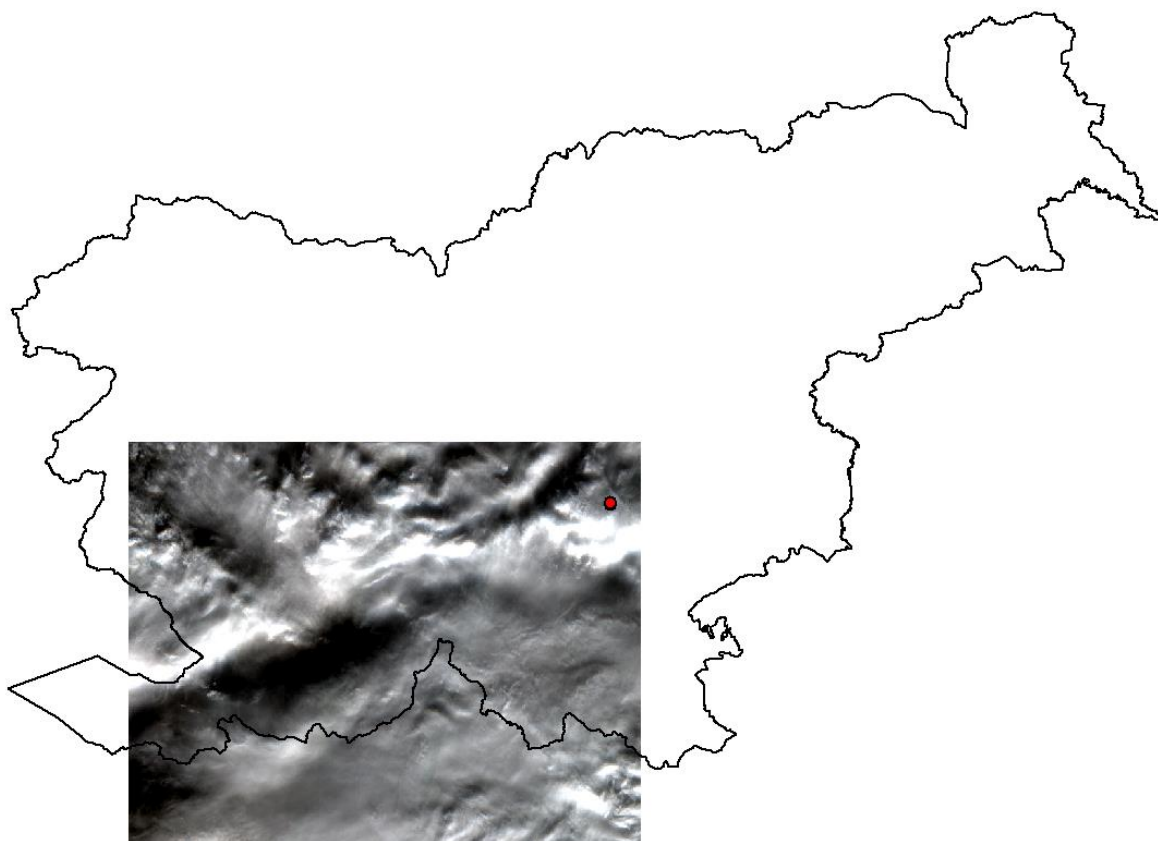
S2B_MSIL2A_20191229T095319_N9999_R079_T33TVL_20210710T220611_TrueColor_D96.tif



Slika 69: Sentinel-2, 2019/12/02



Slika 70: Sentinel-2, 2019/12/12



Slika 71: Sentinel-2, 2019/12/22

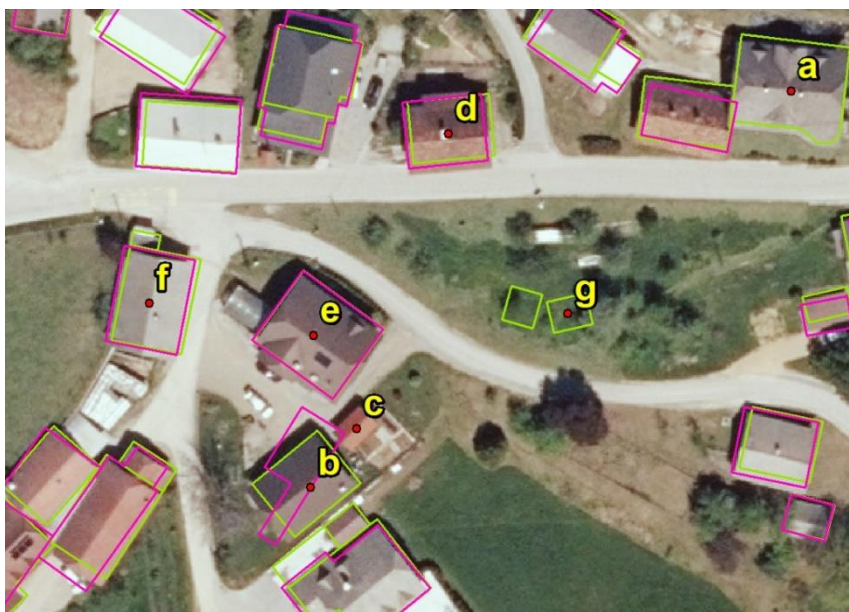


Slika 72: Sentinel-2, 2019/12/29

5.4.4.2 Vzpostavitev »primerjalnega sloja« SiM za stavbe

- a) Nulto stanje »primerjalnega sloja« se vzpostavi na osnovi kombinacije podatkov KN in DTM.
- b) V primerjalni sloj se prenese attribute obeh »matičnih« evidenc v obsegu, kot bo konsenz za evidentiranje v SiM. Evidentirane spremembe dobijo attribute, ki bodo predvideni (dogovorjeni) v SiM.
- c) Evidenci imata različno stanje glede na ažurnost, zato je potrebno poiskati razlike in pripraviti stanje, ki predstavlja smiselno unijo obeh evidenc.
- d) Evidenci imata različne kriterije za zajem, zato mora primerjalni sloj to upoštevati:
 - i. DTM evidentira več objektov kot KN (npr. nadstreški)
 - ii. v KN stavba lahko evidentirana po podzemnem tlorisu oz. stiku s tlemi (v DTM obris strehe)
- e) Zaradi različnih kriterijev mora vsak objekt v sloju nositi informacijo o relevantnosti za KN, DTM ali oba. Na osnovi tega se, v končnem izdelku, posameznemu uporabniku poroča samo relevantne spremembe.
- f) Tehnične in vsebinske osnove:
 - i. V DTM se vodi atribut odnosa do KN (nova, brisana, popravljena stavba glede na KN), ki se lahko uporabi za pripravo unije obeh evidenc.
 - ii. Stavbe, ki v obeh evidencah ne obstajajo več, se lahko poišče s primerjavo DMP1 in DMR1 na lokaciji vsake evidentirane stavbe v obeh evidencah. Pogoj je čim bolj ažurno stanje LIDAR podatkov, da dobimo realno stanje.
 - iii. Z avtomatiko ugotovljene razlike, se verificira in smiselno ovrednoti njihovo relevantnost. Verifikacija in ovrednotenje je »ročno« delo, ki ga izvede ekipa Sistema monitoringa prostora za verifikacijo in zajem podatkov (Državna topografska služba + ?).
- g) V »primerjalnem sloju« se ob vzpostavitvi nulte stanja evidentira ugotovljene razlike med izhodiščnima evidencama. Ugotovljene razlike, so že prvi »izdelek« Sistema monitoringa prostora, saj lahko (bi morala!?) posamezna evidenca (KN, DTM) te razlike vnese v svoj sloj, po svojih postopkih in v skladu s svojimi kriteriji vzdrževanja.
- h) Od trenutka vzpostavitve nulte stanja »primerjalnega sloja«, predstavlja »primerjalni sloj« vsakokratno osnovo za zaznavo sprememb v prihodnje.
- i) »Primerjalni sloj« se dopolnjuje na osnovi
 - verificiranih zaznanih sprememb iz daljinskega zaznavanja,
 - sistemskih dopolnitev izhodiščne/ih državnih evidenc (relevantno, če po vzpostavitvi Sistema monitoringa prostora izhodiščna evidenca ohrani lastno ločeno vzdrževanje)
 - podatkov uporabnikov
 - verificiranih posamičnih zaznav (zunanje službe SiM, VGI ...)

i. Objektni pristop



Slika 73: Prikaz stanja evidenc KN in DTM na DOF (Objektni pristop)

- Primerjalni sloj ima že ob vzpostavitvi nultega stanja evidentirano samo eno geometrijo za stavbo.
- Na osnovi avtomatizirane primerjave stanja obeh izvornih evidenc, se izvede ročni pregled odstopanj in izbor geometrije, ki je relevantna za Sistem monitoringa prostora.
- Ob tem pregledu se pripravi tudi sloj odstopanj med obema evidencama.
- Večji začetni vložek, SiM opravi del dela za posameznega uporabnika (DTM in/ali KN).

Preglednica 17: Ocena vrednosti priprave nultega stanja primerjalnega sloja za stavbe za objektni pristop

SCENARIJ A: Ocena vrednosti priprave nultega stanja primerjalnega sloja za stavbe		EUR (z DDV)
cca. 1.400.000 poligonov stavb		
Izdelava navodil za vzpostavitev nultega stanja primerjalnega sloja stavb		cca. 50.000 – 60.000
2D pregled in izbor relevantne geometrije		

Preglednica 18: Opis možnih primerov neujemanja podatkov, kot so prikazani na Sliki 72

STANJE	PREDLOG ODLOČITEV	KN/DTM
a stavba v KN ni evidentirana, je pa zajeta v DTM	uporabi se obris iz DTM	KN
b stavba je evidentirana v KN in DTM, a je stanje v DTM drugačno – nova stavba	uporabi se obris iz DTM	KN
c stavba ni evidentirana v nobeni od evidenc	bo zaznana v nadaljnjih korakih	DTM, KN?
d stavba je evidentirana v KN in DTM, a je stanje v DTM drugačno – ista stavba, položajni »zamik«	ni razlike za primerjalni sloj, potrebna sistemska odločitev, kateri obris se prevzame, načeloma je obris DTM položajno boljši pri »starih« objektih v KN	KN?
e stavba je evidentirana v KN in DTM, stanje je »enako«	ni razlike za primerjalni sloj, potrebna sistemska odločitev, kateri obris se prevzame, načeloma je obris DTM položajno boljši pri »starih« objektih v KN	KN?
f stavba je evidentirana v KN in DTM, a je stanje v DTM drugačno – dodatni evidentiran nadstrešek	uporabi se obris iz DTM, da se zagotovi uporabnost primerjalnega sloja za vse uporabnike	KN?
g stavba je evidentirana v DTM, ne pa v KN – na terenu ne obstaja več	objekt se briše iz primerjalnega sloja, povratna informacija DTM, da objekt ne obstaja več	DTM

ii. Površinski pristop



Slika 74: Prikaz stanja evidenc **KN** in **DTM** na DOF (Površinski pristop)

- Primerjalni sloj ima ob vzpostavitvi nultega stanja evidentirane površine, ki predstavljajo stavbe v prostoru.
- Na osnovi prostorskega preseka obeh geometrij se avtomatizirano pripravi unija geometrij za stavbo ali njen del iz obeh izhodiščnih evidenc.
- Unija obeh geometrij posamezne stavbe je razdeljena na dele prekrivanja (KN&DTM) in enolične dele (**KN** ali **DTM**).
- Vsak del ohrani ključne vsebinske in sistemske attribute, ki so ključni za nadaljnje analize.
- Sloj odstopanj med obema evidencama se pripravi avtomatizirano na osnovi kombinacije atributov in geometrijskih lastnosti:
 - uparjanje SID v obeh evidencah,
 - atribut KN_STANJE iz DTM,
 - delež ujemanja površine obeh geometrij,
 - delež površine enoličnih delov glede na celotno površino stavbe,
- Ob prvi zaznavi sprememb na osnovi podatkov DZ, se posamezni del opremi s podatkom (je stavba/ni stavbe).
- Na stavbah, kjer je bilo ob vzpostavitvi nultega stanja evidentirano dovolj veliko odstopanje, se skozi procesna sklope za izdelke iz DZ zajame enovita geometrija stavbe (ali njenega dela), po pravih sloja v Sistemu monitoringa prostora.
- Manjši začetni vložek, delo usklajevanja razlik je prepuščeno posameznemu uporabniku (DTM in/ali KN).

Preglednica 19: Ocena vrednosti priprave nultega stanja primerjalnega sloja za stavbe za površinski pristop

SCENARIJ B: Ocena vrednosti priprave nultega stanja primerjalnega sloja za stavbe		EUR (z DDV)
Izdelava metodologije vzpostavitve nultega stanja primerjalnega sloja stavb	cca. 30.000	
Avtomatizirana izdelava prve različice sloja		
Avtomatizirana priprava sloja sprememb		

5.4.4.3 Opis procesnih sklopov za stavbe

1) Avtomatizirana zaznava potencialnih sprememb v prostoru

- a) Na osnovi zadnjega razpoložljivega DOF se izvede avtomatizirana zaznava potencialnih novih stavb.
- b) Rezultat avtomatizirane zaznave je točka (centroid) potencialne stavbe.
- c) Ob hkratni uporabi DOF in izdelkov LSS je mogoče v tem koraku dobiti ploskev (obris) potencialne stavbe. Ta ploskev se lahko opreми tudi s podatkom nadmorske višine strehe stavbe in višino stavbe.
Ključna je čim boljša časovna usklajenost DOF in LSS in zagotavljanje dveh sistemskih izdelkov LSS t.j. DMP in DMR!
- d) Avtomatizirano zaznane spremembe se primerja s stanjem v primerjalnem sloju stavb monitoringa.
- e) Na osnovi avtomatizirane primerjave se določi potencialne nove/manjkajoče/spremenjene/bri-sane stavbe, glede na primerjalni sloj.
- f) Ta sklop se izvaja izven IS monitoringa prostora.

2) Primerjava zaznanih potencialnih sprememb s podatkovno zbirko posameznega uporabnika

- a) Točkovni (ploskovni) sloj sprememb, se primerja s stanjem v evidenci posameznega uporabnika (KN in DTM). Ključna je usklajenost stanj evidenc uporabnika, s primerjalnim slojem Sistema monitoringa prostora.
Od vzpostavitve nulega stanja primerjalnega sloja Sistema monitoringa prostora, morajo uporabniki (KN, DTM), ki po lastnih ločenih mehanizmih vzdržujejo podatke o stavbah, v Sistem monitoringa prostora sporočati zaznane spremembe, da jim lahko Sistem monitoringa prostora posreduje samo relevantne spremembe.
- b) Na osnovi primerjave, vsaka potencialna stavba dobi informacijo o relevantnosti (je/ni evidentirana) za posameznega uporabnika (KN in/ali DTM).
- c) Ta sklop se izvaja izven IS monitoringa prostora.

3) Kontrola

- a) Pred podrobno verifikacijo vsake potencialne spremembe, se izvede generalna kontrola celotnega nabora potencialnih sprememb. Ta ko se izloči morebitne grobe napake avtomatiziranih postopkov in zmanjša obseg verifikacije.
- b) Ta sklop se izvaja izven IS monitoringa prostora.

4) Verifikacija vsake potencialne spremembe

- a) Verifikacijo izvaja ekipa Sistema monitoringa prostora za verifikacijo in zajem podatkov (Državna topografska služba, ekipa Katastra nepremičnin, + ?).
- b) Verificira se vsako zaznano spremembo (preveritev dejanskega obstoja stavbe na terenu, določitev vrste stavbe) in opredli njeno relevantnost za posameznega uporabnika (KN in/ali DTM). Relevantnost se določa po vsebinskih kriterijih in je podrobnejše nadaljevanje določitve relevantnosti iz koraka 2.

Pri tem se upošteva osnovne kriterije za zajem posameznega uporabnika.

Primer: Nadstrešek je relevanten za DTM, ne pa za KN. Stavba dobi informacijo, da je relevantna samo za DTM, ne pa tudi za KN.

- c) Pri verifikaciji se upošteva in evidentira relevantne nepravilne zaznave ("false positive") v izogib kasnejšim ponovnim zaznavam (npr. skladovnica drv kot stavba).

Za stavbe, relevantne za KN in DTM

- d) Verificirane spremembe se vključi v Opozorilni sloj Katastra nepremičnin (OSKN) ali zagotovi povezava KN s Sistemom monitoringa prostora (SiM) - odvisno od tehnološke rešitve.
- e) V KN se na osnovi OSKN in izdelanih funkcionalnosti sistema KN izvede:
 - i. Ugotovitev lastnika stavbe oziroma imetnika stavbne pravice (na osnovi lastništva parcele pod stavbo oziroma stavbne pravice pod stavbo).
 - ii. Poziv osebi (lastniku parcele ali nosilcu stavbne pravice), da v treh mesecih po prejemu poziva vložijo zahtevo za vpis stavbe v kataster nepremičnin.
 - iii. Po poteku treh mesecev obstajata naslednji možnosti:
 - *Vpis stavbe v kataster nepremičnin je bil izveden*
 - Stavba se izbriše iz OSKN, v SiM se evidentira geometrija stavbe na osnovi elaborata KN, a po pravilih SiM.
 - V SiM evidentirana stavba dobi informacijo, da ni več relevantna za KN, je pa še relevantna za DTM.
 - *Vpis stavbe v kataster nepremičnin ni bil izveden*
 - V OSKN se označi izdelava elaborata po uradni dolžnosti
 - Sledi nadaljevanje v točki 5.

Za stavbe, relevantne samo za DTM

- f) Verificirane spremembe se zajeme v skladu s koraki točke 5.
- g) Ta sklop se izvaja večinsko izven IS monitoringa prostora.

5) Zajem verificiranih sprememb

- a) Zajem izvaja ekipa Sistema monitoringa prostora za verifikacijo in zajem podatkov (Državna topografska služba).
- b) Zajem se izvede s kombiniranim fotogrametričnim zajemom iz podatkov CAS in LSS.
- c) Po potrebi (glede na prioriteto), lahko ekipa Sistema monitoringa prostora izvede terenski ogled in meritev za potrebe evidentiranja stavbe.
- d) Izhodiščna pravila in kriteriji za zajem stavbe v SiM:
 - i. Stavba se zajame kot ploskev.
 - ii. Vsi zajeti prostorski objekti morajo biti zajeti na ustrezni višini (3D zajem – Z koordinata) glede na osnovni vir za zajem.
 - iii. Ločljivost koordinat točk zajetih objektov znaša 0,01m po vseh treh koordinatnih oseh (XYZ).
 - iv. Minimalna položajna razdalja med zaporednima lomnima točkama istega objekta mora biti $\geq 0,5$ m.
 - v. Zahtevana položajna in višinska točnost zajema znaša ± 1 m (RMSE).
 - vi. Minimalna površina stavbe: 2 m^2 , minimalna višina stavbe: 2 m,
 - vii. Minimalna dimenzija detajla okvira stavbe: 1 m.
 - viii. Pri vsaki stavbi se zajamejo vsebinski in sistemski atributi:

ix.

ID – enolični identifikator

Z_SLEM – nadmorska višina slemena

VRSTA – vrsta stavbe

Z_KAP – nadmorska višina kapi

...

Z_TEM – nadmorska višina temelja

- e) Če je verificirana stavba v 1. koraku evidentirana samo s točko, se na mesto točke zajame ploskev tlorisa stavbe.
- f) Če je verificirana stavba v 1. koraku evidentirana s ploskvijo, se na osnovi virov za zajem preveri in po potrebi popravi geometrijo ploskve stavbe. Preveri in dopolni se tudi zahtevane attribute.
- g) V neposredni okolici zaznanih potencialnih stavb se zajame tudi predhodno (z avtomatiko) nezaznane stavbe.
- h) Za posameznega uporabnika se lahko zajete spremembe opremljajo z dodatnimi analitičnimi podatki. S primerjavo in preverbo z dodatnimi evidencami in/ali viri, se spremembe opremljajo z npr. informacijo da je stavba črna gradnja ali da je postavljena na območju določenega režima, ki omejuje/preprečuje gradnjo (npr. na vodnem zemljišču).
- i) Za KN se izvede vpis stavbe po uradni dolžnosti.
Izdela se elaborat o stavbi in delih stavb in stavbo z enim delom stavbe vpiše v kataster nepremičnin po uradni dolžnosti. Elaborat se izdelava tako, da se določi tloris stavbe, podatki o stavbi in delu stavbe pa se določijo z ogledom stavbe v naravi. Za tloris stavbe se v teh primerih lahko določi tloris nadzemnega dela stavbe. Poligoni etaž in poligoni delov stavb se izdelajo v enaki obliki, kot je določen tloris nadzemnega dela stavbe, za toliko etaž, kot je ugotovljeno z ogledom stavbe v naravi. Neto tlorisna površina dela stavbe se določi tako, da se površina tlorisa nadzemnega dela stavbe pomnoži s številom etaž, tako določena površina pa se zmanjša za 10 % (ZKN 94. člen). Evidentirana stavba dobi informacijo, da ni več relevantna za KN, je pa še relevantna za DTM.
- j) Za DTM se izvede priprava za vpis v bazo DTM.
- k) Zajete podatke sprememb stavb (vključeni relevantni "false positive-i"), se pripravi za vpis v produkcijsko bazo izdelkov SiM. Priprava obsega zapis v dogovorjen izmenjevalni format in opremo z dogovorjenimi sistemskimi atributi, ki zagotavljajo funkcioniranje IS monitoringa prostora.
- l) Ta sklop se izvaja izven IS monitoringa prostora.

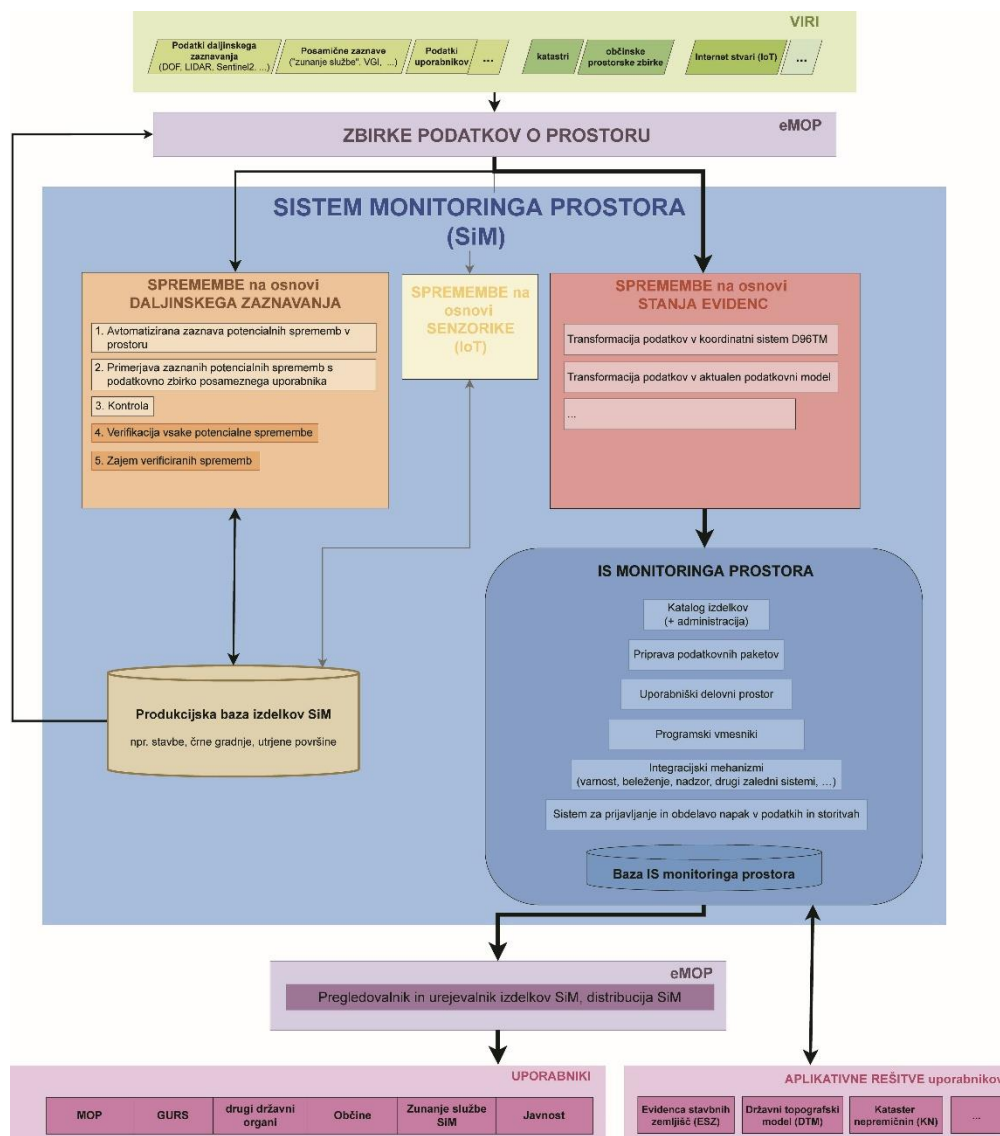
6) Nadaljnji sklopi v Sistemu monitoringa prostora

- a) IS monitoringa prostora avtomatizirano pripravi sloj relevantnih sprememb za posameznega uporabnika in ga v dogovorjeni obliki posreduje posameznemu uporabniku (v informacijski sistem uporabnika ali v obliki dogovorjene izmenjevalne datoteke).

6 NAČRT SISTEMA ZA VODENJE IN DISTRIBUCIJO PODATKOV O SPREMEMBAH V PROSTORU RAZLIČNIM ZAINTERESIRANIM UPORABNIKOM

Poglavje vsebuje osnutek načrta sistema za vodenja in distribucijo podatkov o spremembah v prostoru, kot nadgradnjo koncepta in metodologije, ki sta bila obrazložena v poglavju 5.

Sistem monitoringa prostora bo vsebinsko in funkcionalno integriran v bodočo medopravilno infrastrukturo za prostorske informacije, kar pomeni, da bo koristil razpoložljive gradnike (kot npr. skupno storitveno okolje, skupne storitve umetne inteligence, uporabniške aplikacije kot npr. prostorske vpogledovalnike, ...) in bodo v sklopu IS monitoringa prostora razvite zgolj funkcionalnosti ali gradniki, ki so potrebni za njegovo nemoteno delovanje in ne bodo razvite kot skupni, horizontalni gradniki.



Slika 75: Logična shema Sistema monitoringa prostora in navezav na druge gradnike IS eMOP

Predmet poglavja je IS monitoringa prostora, ki bo v nadaljevanju podrobneje vsebinsko in funkcionalno opredeljen. Ostali gradniki Sistema monitoringa prostora bodo opredeljeni konceptualno ter nakazani v naslednjih poglavjih.

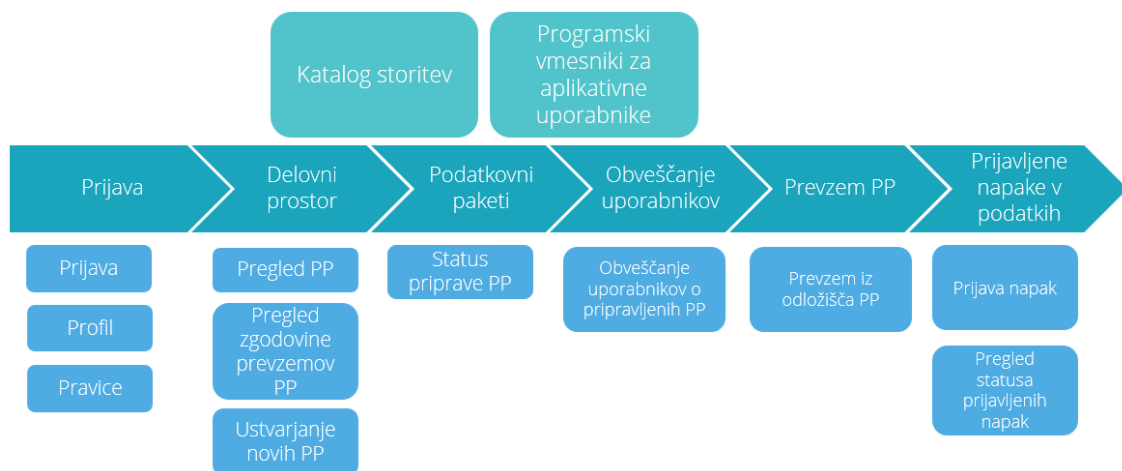
6.1 Vsebinski okvir IS monitoringa prostora

Vsebinski okvir:

- IS monitoringa prostora je rešitev, ki na zahtevo (aplikativnega) uporabnika **pripravi in servira podatkovni paket podatkov o spremembah v prostoru.**
 - o Podatkovni paket sestavlja 1 ali več podatkov / podatkovnih virov / storitev. *V nadaljevanju bomo uporabljali termin »storitev«.*
- »Storitev« je enostavna ali kompleksna (podatkovno verižena) spletna storitev.
 - o Ob vsakem zahtevku po storitvi (npr. parcelne meje) je potrebno definirati najmanj:
 1. Definicijo prostorskega obsega.
 - Pričakovati je, da bo v največji meri šlo za enoto registra prostorskih enot, npr. območje RS, izbrana politična občina, katastrska občina);
 - Možne so tudi potrebe po podatkih o spremembah v prostoru tudi po pravnih režimih (npr. vodovarstvena območja, območja poplavne ogroženosti, območja prostorskih aktov)
 2. Definicijo relevantnega časovnega okna
 - Preddefinirana klasična časovna obdobja, kot npr. teden, mesec, kvartal leta ipd.
 - Specifično obdobje (npr. 15.1.2022-15.2.2022);
 3. Izhodni podatkovni format (npr. WFS, prostorski sloj (SHP), tabelarni izpis (XLS)).
 - o Podatki na zahtevo za izbrano storitev so pripravljeni podatki na podlagi zgoraj navedenih vhodnih parametrov.
- V sklopu rešitve se razvije **večnamenske** (splošne, generalne) **storitve**. Glavno vodilo je uporabnost izdelka v različnih delovnih procesih in za različne uporabnike. Nabor storitev je razviden iz »kataloga storitev“.
 - o Primer: Izdelek „parcelne meje“ je lahko uporabljen v različnih delovnih procesih, kjer na delovni proces vpliva parcelna meja oz. spremembe le te. Podatki monitoringa izdelka parcelna struktura so tako uporabni v procesih kot npr. sprememba meje PZ, sprememba dejanske rabe javne državne in občinske cestne infrastrukture, odmera nezazidanih stavbnih zemljišč v kontekstu NUSZ, sprememba namenske rabe prostora v občinskem prostorskem načrtu...)
- Za specifične potrebe se **dodatno razvije namenske, specifične storitve.**
 - o Primer: Izdelek »parcelne meje« je za potrebe vzdrževanja ESZ »presplošen«. Vzdrževalca evidence ESZ zanimajo samo spremembe, ki se zgodijo na njegovih enotah z njima – pripadajočih zemljiščih. V teh primerih je smotrno spremembe prepisati še na PZ natančno (kar rezultira v novi – namenski, specifični storitvi).
- Nabor razpoložljivih storitev je razviden iz »Kataloga storitev«.
- Uporabniki se naročijo na podatkovne pakete (princip „košarice storitev“). V kolikor uporabnik izvaja različne delovne procese, se lahko naroči na več podatkovnih paketov.

6.2 Pričakovana uporabniška izkušnja »IS monitoring prostora«

Spodnja shema prikazuje glavne korake uporabniške aplikacije



Slika 76: Uporabniška izkušnja »IS monitoringa prostora«

Uporabniška izkušnja:

1. **Prijava** (avtentikacija, varnostna shema, avtorizacija)
2. **Uporabniški profil** (vloge uporabnika, administracija pravic za naročilo na določene storitve – npr. tiste z osebnimi podatki)
3. **Katalog storitev** (metapodatki, iskanje, omejitve uporabe, primeri podatkov)
4. **Delovni prostor** (dashboard).
 - o Pregled (pred)pripravljenih PP. Preglednica, ki vsebuje:
 - navedbo ključnih lastnosti storitev;
 - prostorski obseg
 - Časovno okno
 - o Zgodovina prenosov dotičnega PP
 - o Kreiranje novih PP
5. **Podatkovni paketi** (pregled PP, ki so v teku priprave. Zaradi kompleksnosti teče asinhrona priprava PP, v tem segmentu se omogoča vpogled v „zadeve v teku“).
6. **Obveščanje uporabnikov** (obvestila, e-pošta, sms) – podatki se začasno dostopni na odložišču, od koder jih mora uporabnik prevzeti.
7. **Napake v podatkih** (uporabnik lahko prijavi napako v storitvah, katere delimo:
 - o Napake v vhodnih podatkih storitev – te so posredovane producentom podatkov
 - o Napake v storitvah (napake v kodiranju) – te morajo odpraviti skrbniki IS monitoringa prostor
8. **Programski vmesniki za aplikativne uporabnike** (za uporabnike, ki bodo periodično potrebovali rešitev, je smotrna uporaba programskih vmesnikov – v aplikaciji je možno nastaviti periodo in način obveščanja uporabnika).

6.3 Gradniki »IS monitoringa prostora« (funkcionalni sklopi)

6.3.1 F1 – Katalog storitev

Spletna objava kataloga storitev služi kot »izložbeno okno« razpoložljivih večnamenskih storitev za potencialne uporabnike. Ključni poudarki kataloga storitev so na:

- Celovitost nabor storitev (možnost iskanja, filtriranje po ključnih parametrih) in
- Tehnična dokumentacija storitev (metapodatki, omejitve uporabe, primeri podatkov).

Poslovna pravila morajo biti oblikovana tako, da je čim večje storitev javno objavljenih in dostopnih.

- Storitve je v katalogu storitev vidna v naboru brez prijave.
- Za prenos podatkov izbranih storitev pa je potrebna prijava
 - Priprava podatkovnih paketov je zahtevna operacija. Posamezne priprave se tako izvajajo asinhrono.
 - S prijavo se tudi preverijo pravice za dostop do storitev, ki vsebujejo osebne ali druge „posebne“ podatke, za katere mora imeti uporabnik dodeljene ustrezne pravice).

Določene storitve so vidne samo prijavljenim uporabnikom

- Storitev je v katalogu vidna samo prijavljenim uporabnikom z ustreznimi pravicami (ti jih vidijo in lahko prenesejo).

6.3.2 F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev

Gradnik vsebuje naslednje funkcionalnosti:

- **Administracija dostopa do vhodnih spletnih storitev.** Pretežen delež podatkovnih zbirk oz. podatkovnih nizov ni javno in prosto dostopen, kar še posebej velja za podatkovne nize, ki vsebujejo osebne podatke.
 - Za dostop do podatkovnih zbirk oz. podatkovnih nizov bodo potrebni dogovori z njihovimi skrbniki. Dogovori morajo vsebovati:
 - vsebinski vidik (pravne podlage za dostop in nadaljnjo obdelavo določenih podatkov – še posebej tiste, ki vsebujejo osebne podatke - , vsebinska verifikacija načrtovane obdelave podatkov s strani skrbnika) in
 - tehnični vidik (način dostopa do podatkovnih zbirk, pogostost prevzema podatkov ipd.).
 - V sklopu IS monitoringa prostora bo potrebno razviti gradnik za avtentikacijo dostopov do podatkovnih zbirk.

IS eMOP: Po uspešni implementaciji načrta se bo prešlo na povezavo do »Skupnega storitvenega okolja« (na shemi koncepta poimenovano: »Zbirke podatkov o prostoru«).

- **Registracija vhodnih spletnih storitev.** Po urejenem in reguliranem dostopu do vhodnih spletnih storitev sledi registracija vhodnih spletnih storitev v namenskem gradniku. Aktivnost registracije zajema najmanj:
 - (Fizična) vzpostavitev povezave do vhodnih spletnih storitev.

- Vpis potrebnih metapodatkov o vhodnih spletnih storitvah (obvezna polja, npr. območje veljavnosti (BBOX), koordinatni sistem (SRS), podatki o natančnosti podatkov ...).
- **Priprava kompleksnih večnamenskih izdelkov.**
 - Funkcionalnost omogoča obdelavo podatkov, logično veriženje podatkov, veriženje podatkov v času (data cube).
 - Za izvajanje operacij se koristijo različne metode, kot npr. algoritmi, procedure, umetna inteligenca, strojno učenje.

IS eMOP: Po uspešni implementaciji načrta se preveri ali se lahko koristi gradnik »Skupne storitve umetne inteligenca« oz. ali bi bile za potrebe monitoringa posegov v prostor smotrne nadgradnje.

- **Administracija podatkovnih polj, za katera iščemo spremembe v času.** Funkcionalnost omogoča, da za storitve določimo, katere lastnosti podatkovnega niza bomo spremljali v času. Funkcionalnost mora omogočati zaznave v prostorskem obsegu (geometrija elementa) kot tudi vrednosti izbranih atributov (administracija katere attribute spremljamo in s kakšno natančnostjo).
- **Identifikacija sprememb v vhodnih spletnih storitvah.** Funkcionalnost zaznava, v kolikor pride do sprememb v podatkovnem modelu vhodnih spletnih storitev (struktura podatkov, lastnosti podatkovnih polj, kvaliteta podatkov, ključni metapodatki).
- **Identifikacija in korekcija izdelkov, katere je potrebno dopolniti zaradi sprememb v vhodnih spletnih storitvah.** Funkcionalnost omogoča, da identificiramo vse storitve, katere je potrebno dopolniti zaradi sprememb v podatkovnih modelih vhodnih spletnih storitev.
 - V tem kontekstu se navežemo že na dve prehodno omenjeni funkcionalnosti, in sicer:
 - *Administracija podatkovnih polj, za katera iščemo spremembe v času*, saj je ta vsebinski okvir ali je potrebno posegati v izdelke (v kolikor se spremeni atribut vhodne storitve, ki ne vpliva na vsebino izdelka, posegi niso potrebni) in
 - *Identifikacija sprememb v vhodnih spletnih storitvah*.
 - Kompleksne storitve so pogosto podatkovno verižene in je tako potrebna celovita preveritev in potencialna prilagoditev kode.

6.3.3 F3 – Gradnik za pripravo podatkovnih paketov

Gradnik vsebuje naslednje funkcionalnosti:

- **Orodje, ki omogoča pripravo podatkovnih paketov na zahtevo uporabnika.** Za zahtevan podatkovni paket se izvede priprava storitev, ki upošteva:
 - **Časovno okno:** podatke se pripravi za definirano časovno obdobje (npr. 15.2.2022 – 15.3.2022). Posebno pozornost je potrebno nameniti ustreznosti zajema podatkov, ki imajo manjšo frekvenco osveževanja.
 - **Prostorska enota:** podatke se pripravi za definirano območje (npr. politična občina);

- **Format podatkov:** podatke se lahko pripravi v različnih izhodnih podatkovnih formatih, in sicer kot:
 - niz spletnih storitev ali programskih vmesnikov,.
 - niz datotek z relevantnimi podatki.
- **Orodje za združevanje storitev v »podatkovne pakete«.** Funkcionalnost omogoča združevanje izdelkov v uporabniško zaključene celote (princip košarice). Z orodjem se lahko vnaprej pripravi pakete izdelkov ali pa si te uporabnik sestavi sam (preko vmesnika).
 - Opcija 1: Uporabnik sestavi svoj paket izdelkov (izdelke nabere v »košarico«).
 - Opcija 2: Uporabnik izbere »košarico« (že vnaprej pripravljen paket izdelkov za določen namen). Primer: paket »Vzdrževanje ESZ« vsebuje celo paleto izdelkov, ki se jih potrebuje za vzdrževanje ESZ na lokalni ravni.

6.3.4 F5 – Gradnik za komunikacijo z deležniki

Orodje omogoča poenoteno digitalno komunikacijo z deležniki. Glavna deležnika sta:

- (Aplikativni) uporabniki podatkov monitoringa prostora (npr. aplikacija za vzdrževanje ESZ).
- Skrbniki vhodnih spletnih storitev.

Nabor funkcionalnosti:

- **Funkcionalnost obveščanja (aplikativnega) uporabnika, da je naročilo podatkovnega paketa pripravljeno.** Naročila uporabnikov se izvajajo zaporedno in so lahko časovno potratna. Ni pričakovati, da bo uporabnik podatke pridobil takoj, posledično je smotrno, da ga sistem po uspešni pripravi podatkov obvesti, da so podatki pripravljeni za prevzem.
- **Funkcionalnost komunikacije s skrbniki vhodnih spletnih storitev o prijavljenih napakah v podatkih.** Funkcionalnost omogoča:
 - sporočanje prijavljenih napak v podatkih ustreznim skrbnikom (upoštevaje vsebino prijave se preusmeri prijavo na ustreznega skrbnika) in
 - prejemanje povratnih informacij glede prijavljenih napak s strani skrbnikov (beleženje stališča skrbnika in upravljanje statusov prijavljenih napak).
- **Funkcionalnost obveščanja prijaviteljev napak o statusu.** Funkcionalnost omogoča, da se po prejemu povratnih informacij s strani skrbnikov podatkov oz. pripravljenem odzivu na prijavljene napake izdelkov, te posreduje prijavitelju, da jih lahko ustrezno upošteva v svojem delovnem procesu.

6.3.5 F6 - Gradnik za administracijo prijavljenih napak v storitvah ali podatkih

IS monitoringa prostora s strani (aplikativnih) uporabnikov prejme prijavljene napake. Komunikacija med IS monitoringa prostora in deležniki je opisana v poglavju 6.3.4 F5 – Gradnik za komunikacijo z deležniki.

Prijavljene napake se delijo na:

1. Napake v vsebini izdelkov.

- Do napake je prišlo pri obdelavi podatkov, kodiranju ipd.
- Potreben je angažma v kontekstu IS monitoringa prostora, in sicer v funkcionalnosti *F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev / Priprava kompleksnih večnamenskih izdelkov*.

2. Napake v podatkih.

- Identificirano je bilo, da je napaka v vhodnih spletnih storitvah.
- Potreben je angažma na strani skrbnika vhodnih spletnih storitev (preveritev ali navedeno drži in potencialna poprava podatkov).

Nabor potrebnih funkcionalnosti:

- **Pregled prijavljenih napak v izdelkih ali podatkih.** Gradnik omogoča vpogled v prijavljene podatke z vsemi relevantnimi metapodatki kot npr.:
 - naziv, organizacija in kontakt prijavitelja;
 - vsebina prijave napake;
 - status obdelave prijavljene napake (prejeta, v obdelavi, obdelano...);
 - obrazložitev (zakaj prijavljeno ni napaka ali kako je bila napaka odpravljena).

Gradnik se navezuje tudi na *F5 – Gradnik za komunikacijo z deležniki* na način, da lahko deležniki vpogledujejo v aktualno stanje obdelave prijavljenih napak.

- **Administracija prijavljenih napak v izdelkih ali podatkih.** Interna funkcionalnost, ki omogoča pregled, grobo obdelavo prijavljenih napak in beleženje zgodovine obdelave prijavljenih napak.

6.4 Akterji in njihove vloge

iz poglavja 6.1 *Vsebinski okvir IS monitoringa prostora* izhaja, da v procesu sodelujejo naslednji akterji:

1. skrbniki vhodnih spletnih storitev,
2. skrbniki IS monitoringa prostora,
3. uporabniki podatkov iz IS monitoringa prostora.

V nadaljevanju navajamo njihove vloge.

6.4.1 Skrbniki vhodnih spletnih storitev

Vloge skrbnikov spletnih storitev:

- Sooblikujejo dogovor za dostop do njihovih podatkovnih zbirk oz. podatkovnih nizov. Dogovor vsebuje vsebinski in tehnični segment (*F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev / Administracija dostopa do vhodnih spletnih storitev*).

- Sodelujejo pri implementaciji dostopa do njihovih podatkovnih zbirk oz. podatkovnih nizov (tehnična integracija). (F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev / Administracija dostopa do vhodnih spletnih storitev).
- Prevezajo prijavljene napake uporabnikov v njihovih podatkovnih zbirkah oz. podatkovnih nizih. (F5 – Gradnik za komunikacijo z deležniki / Funkcionalnost komunikacije s skrbniki vhodnih spletnih storitev o prijavljenih napakah v podatkih).
- Sporočajo rezultate obdelave prijavljenih napak uporabnikov v njihovih podatkovnih zbirkah oz. podatkovnih nizih. (F5 – Gradnik za komunikacijo z deležniki / Funkcionalnost komunikacije s skrbniki vhodnih spletnih storitev o prijavljenih napakah v podatkih).

6.4.2 Skrbniki IS monitoringa prostora

Vloge skrbnikov IS monitoringa prostora

- Sooblikujejo dogovor za dostop do podatkovnih zbirk oz. podatkovnih nizov različnih skrbnikov vhodnih spletnih storitev. Dogovor vsebuje vsebinski in tehnični segment. (F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev / Administracija dostopa do vhodnih spletnih storitev).
- Registracija vhodnih spletnih storitev z vpisom potrebnih metapodatkov. (F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev / Registracija vhodnih spletnih storitev).
- Nadzor in administracija nad pripravo enostavnih in kompleksnih večnamenskih storitev. Storitve se bodo koristile v zelo raznolikih delovnih procesih, zato je smotno imeti skrbnike, ki poznajo različna vsebinska področja, kjer se producirajo oz. koristijo prostorske informacije. (F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev / Priprava kompleksnih večnamenskih izdelkov.).
- Administracija podatkovnih polj, za katera se išče spremembe v izbranem časovnem okviru (F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev / Administracija podatkovnih polj, za katera iščemo spremembe v času).
- Nadzor in administracija identifikacije in korekcije izdelkov, katere je potrebno dopolniti zaradi sprememb v podatkovnem modelu vhodnih spletnih storitev, ki vplivajo na vsebino izdelkov. (F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev / Identifikacija in korekcija izdelkov, katere je potrebno dopolniti zaradi sprememb v vhodnih spletnih storitvah).
- Skrbniki bodo v sodelovanju z uporabniki lahko vnaprej pripravili košarice izdelkov, ki se bodo koristile za določene delovne procese. (F3 – Gradnik za pripravo podatkovnih paketov / Orodje za združevanje storitev v »podatkovne pakete«).
- Administracija vsebine kataloga izdelkov, ki vsebuje vnos novih izdelkov, korekcijo lastnosti obstoječih, izključitev ukinjenih, in sicer tako z vidika vodenja podatkov, demonstrativnih podatkov kot tudi vodenja ustrezne tehnične dokumentacije. (F2 – Gradnik za administracijo kataloga storitev)..
- Administracija s strani uporabnikov prijavljenih napak na način, da se jih loči na tiste, ki zajemajo napake v izdelkih IS monitoringa prostora (potrebna korekcija izdelkov) oz. tiste, katere je potrebno posredovati skrbnikom vhodnih spletnih storitev (F6 - Gradnik za administracijo prijavljenih napak v storitvah ali podatkih).
- Formalna in neformalna komunikacija v različnih pojavnih oblikah z uporabniki podatkov IS monitoringa prostora in skrbniki vhodnih spletnih storitev. (F5 – Gradnik za komunikacijo z deležniki).

6.4.3 Skrbniki aplikacij, ki uporabljajo podatke iz IS monitoringa prostora

- Sooblikujejo dogovor za dostop do izdelkov IS monitoringa prostora, s poudarkom na dostopu do osebnih in javno nedostopnih podatkov.
- V sodelovanju s skrbniki IS monitoringa prostora lahko vnaprej pripravijo košarico izdelkov, ki se bo koristila za določene delovne procese. (*F3 – Gradnik za pripravo podatkovnih paketov / Orodje za združevanje storitev v »podatkovne pakete«*).
- Vodenje komunikacije za prijavo in pregled prijavljenih napak v izdelkih, ki uporabljajo podatke IS monitoringa) (*F5 – Gradnik za komunikacijo z deležniki*).

6.5 Podatkovni model

Podatkovni model IS monitoringa prostora bo v največji meri osredotočen na ustrezno hranjenje podatkov poslovne logike.

Podatki *vhodnih spletnih storitev* bodo hranjeni izven podatkovne baze IS monitoringa prostora, in sicer v t.i. Zbirki podatkov o prostoru. Po implementaciji IS eMOP bo šlo za navezavo na Skupno storitveno okolje.

Izhodne podatkovne pakete se bo odlagalo na podatkovne repozitorije izven podatkovne baze ali odložišča IS Monitoring prostora, do katerih se bo dostopalo preko skupnih gradnikov IS eMOP (npr. CeH – centralna Hramba).

Podatkovni model IS Monitoringa prostora bo tako omejen na hranjenje podatkov o poslovni logiki, ki zajema najmanj:

- Podatki o storitvah IS monitoringa prostora (lastnosti storitev, specifikacija kreiranja kompleksnih storitev, primeri podatkov)
- Podatki o podatkovnih paketih (vključno s kronologijo kreiranja novih, spremembo obstoječih, ukinjanja obstoječih)
- Podatki o statusih priprave podatkovnih paketov na zahtevo
- Podatki o prevzemih podatkovnih paketov
- Podatki o naročilih podatkovnih paketov (kronologije za posamezne podatkovne pakete, npr. kdo je kolikokrat prenesel kater podatkovni paket in za katere namene, poslovne procese).
- Podatki o komunikaciji z deležniki (tako producenti podatkov kot uporabniki podatkovnih paketov).

6.6 Testni primer priprave podatkovnega paketa podatkov o spremembah v prostoru

V nalogi smo za potrebe vzdrževanja Evidence stavbnih zemljišč izvedli testno pripravo podatkovnega paketa podatkov o spremembah v prostoru na območju šestih katastrskih občin v Mestni občini Kranj.

Osnovni parametri priprave podatkovnega paketa podatkov o spremembah v prostoru so naslednji:

- Časovno okno: 31.7.2021 – 31.10.2021
- Prostorska enota: Katastrske občine v Mestni občini Kranj:
 - o 2088
 - o 2121
 - o 2122
 - o 2123
 - o 2131
 - o 2132
- Format podatkov: shp datoteke sprememb

V podatkovni paket podatkov o spremembah v prostoru smo vključili:

- Zemljiški kataster:
 - o ZK točke (sedaj točke katastra nepremičnin)
 - o ZKN (sedaj parcele katastra nepremičnin)
 - o Lastniki parcel
- Kataster stavb
 - o Stavbe
 - o Deli stavb
- Namenska raba prostora
- GJI – ceste in železnice

V testni pripravi smo izvedli:

- pridobitev podatkov iz aplikacije EGP (sedaj je to Javni geodetski podatki (JPG)) za oba časovna obdobja in izbrano območje
- uskladitev območij pozidanih zemljišč (PZ) na novejši zemljiškokatastrski načrt (ZKN)
- izdelavo procedure za izračun sprememb nad podatki posameznih slojev
- testiranje procedure
- izdelava shp datotek s spremembami podatkov v prostoru

Poročilo o izvedbi primerjave po posameznih podatkovnih virih je podano v Prilogi 1.

Rezultat testne priprave podatkovnega paketa podatkov o spremembah v prostoru je bil uporabljen za potrebe testiranja vzdrževanja evidence stavbnih zemljišč v Mestni občini Kranj. Izkušnje ob testnem vzdrževanju so opisane v dokumentu Metodologija za vzpostavitev in vzdrževanje evidence stavbnih zemljišč na lokalni ravni, v sklopu področja 3, PILOT MOP, v poglavju 6 VZDRŽEVANJE.

7 PRILOGE

7.1 Priloga 1: Izračun sprememb podatkov v prostoru

ZAHVALA

Zahvaljujemo se Premogovniku Velenje d.o.o. za brezplačno posredovanje aerolaserskih podatkov.

LITERATURA

- ASPRS. 2013. LAS specification version 1.4 – r13 15. The American Society for Photogrammetry & Remote Sensing. https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2010/12/LAS_1_4_r13.pdf.
- BKG. 2021. https://www.bkg.bund.de/DE/Forschung/Projekte/Laverdi/Laverdi_cont.html
- BREZNIKAR, A. in KOLER, B. 2009. Inženirska geodezija: [gradivo za strokovni izpit iz geodetske stroke]; Inženirska zbornica Slovenije: Ljubljana.
- CHEN, Z., GAO, B. in DEVEREUX, B. 2017. State-of-the-Art: DTM Generation Using Airborne LIDAR Data. Sensors, 17 (1), 150. <https://doi.org/10.3390/s17010150>.
- DOUGAN, J. N. 2015. Uporaba brezpilotnega sistema za zajem prostorskih podatkov in ocena kakovosti klasifikacije fotogrametričnega oblaka točk: magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- DWYER, J. L., ROY, D. P., SAUER, B., JENKERSON, C. B., ZHANG, H. K. in LYMBURNER, L. 2018. Analysis Ready Data: Enabling Analysis of the Landsat Archive. Remote Sensing 2018, 10 (9), 1363. <https://doi.org/10.3390/rs10091363>.
- EEA. 2020. Guidelines for verification of high-resolution layers produced by the CLMS (Copernicus land Monitoring service) as part of the 2018 reference year production, Version 1.3
- EEA. 2021. <https://land.copernicus.eu/>
- ESA. 2021. <https://step.esa.int/main/snap-supported-plugins/sen2cor/>
- ESA. 2022a. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/data-product-quality-reports>
- ESA. 2022b. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/radiometric>
- Flai. 2021. <https://www.flai.ai/>
- GI. 2014. MESNER, N., BABIČ, U. P. Informacijska prenova nepremičninskih evidenc 1 in 2 : stavbe : avtomatska klasifikacija. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2014. COBISS.SI-ID 37736965.
- GI. 2019. MANGAFIĆ, Alen, KAFOL STOJANOVIĆ, Ajda, MIVŠEK, Edvard, MESNER, Nika, RADOVAN, Dalibor. Nadaljevanje razvoja monitoringa posegov v prostor: Končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2019. COBISS.SI-ID 8798817.
- GI. 2020. MANGAFIĆ, Alen, KAFOL STOJANOVIĆ, Ajda, MIVŠEK, Edvard. Izvedba razvojnih in strokovno tehničnih nalog na področju urejanja prostora 2019-2020 : zajem podatkov monitoringa posegov v prostor: zaključno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2020. COBISS.SI-ID 19506435.
- GONZALEZ-AGUILERA, D., CRESPO-MATELLAN, E., HERNANDEZ-LOPEZ, D. in RODRIGUEZ-GONZALVEZ, P. 2013. Automated Urban Analysis Based on LiDAR-Derived Building Models. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 51 (3), 1844–1851. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2012.2205931>.
- GRIGILLO, D. 2010. Samodejno odkrivanje stavb na visokoločljivih slikovnih virih za potrebe vzdrževanja topografskih podatkov: doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- HANDAYANI, H. H., ESTOQUE, R. C. in MURAYAMA, Y. 2018. Estimation of Built-up and Green Volume

- Using Geospatial Techniques: A Case Study of Surabaya, Indonesia. *Sustainable Cities and Society*, 37, 581–593. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.017>.
- KIM, A. M., OLSEN, R. C. in KRUSE, F. A. 2013. Methods for LiDAR Point Cloud Classification Using Local Neighborhood Statistics. *Laser Radar Technology and Applications XVIII*, 8731, 873103. <https://doi.org/10.1117/12.2015709>.
- MONGUS, D. 2012. Brezparametrični algoritem gradnje digitalnega modela reliefa iz podatkov LiDAR. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=38487>.
- MONGUS, D. in ŽALIK, B. 2014. Computationally Efficient Method for the Generation of a Digital Terrain Model From Airborne LiDAR Data Using Connected Operators. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 2014, 7, 340–351. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2013.2262996>.
- NIELSEN, A. A. in CONRADSEN, K. 1997. Multivariate alteration detection (MAD) in multispectral, bi-temporal image data: A new approach to change detection studies.
- OZDOGAN, M. Time Series Analysis of Remotely Sensed Data & Accuracy Assessment. ESA, eo4society.
- PLANET. 2022. <https://assets.planet.com/products/basemap/planet-basemaps-product-specifications.pdf>.
- PFEIFER, N., GORTE, B. in OUDE ELBERINK, S. 2012. Influences of Vegetation on Laser Altimetry – Analysis and Correction Approaches. *The Int. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 36.
- ŠÍMA, J. in SEIDLOVÁ, A. 2014. The Comparison of the Calculation of the Volume of the Foundation Pit. *Procedia Engineering*, 91, 328–333. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.069>.
- ŠVAB LENARČIČ, A. 2009. Uporaba lidarskih podatkov za klasifikacijo pokrovnosti: magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=26890>.
- TRIGLAV ČEKADA, M., CROSILLA, F. in KOSMATIN FRAS, M. 2010. Teoretična gostota lidarskih točk za topografsko kartiranje v največjih merilih. *Geodetski vestnik*, 2010, letnik 14. [10.15292/geodetski-vestnik.2010.03.389-402](https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2010.03.389-402)
- TRIGLAV ČEKADA in M., BRIC, V. 2015. Končan je projekt laserskega skeniranja Slovenije. *Geodetski vestnik*, letnik 59, številka 3, str. 586–592. URN:NBN:SI:doc-KBTHD62J.
- TRIGLAV ČEKADA, M. 2017. Fotogrametrični in lidarski oblaki točk // Photogrammetric and lidar point clouds. *Geografski vestnik* 2017, 89 (1). <https://doi.org/10.3986/GV89106>.
- URADNI LIST RS. 2022 Portal Javnih Naročil. https://www.enarocanje.si/Obrazci/?id_obrazec=450166.
- URBANČIČ, T. in GRIGILLO, D. 2015. Lidar in uporaba podatkov laserskega skeniranja v geodeziji. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- URBANČIČ, T., GRAHOR, V. in KOLER, B. 2015. Impact of the grid cell size and interpolation methods on earthwork volume calculation. *Geodetski vestnik*, letnik 59, številka 3, str. 231–245. <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.02.231-245>.
- VOSELMAN, G. in MAAS, H.-G. 2010. *Airborne and Terrestrial Laser Scanning*; Whittles Publishing,.

- WU, L., ZHU, X., LAWES, R., DUNKERLEY, D. in ZHANG, H. 2019. Comparison of Machine Learning Algorithms for Classification of LiDAR Points for Characterization of Canola Canopy Structure. *International Journal of Remote Sensing*, 40 (15), 5973–5991.
<https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1584929>.
- YANALAK, M. in BAYKAL, O. 2003. Digital Elevation Model Based Volume Calculations Using Topographical Data. *Journal of Surveying Engineering*, 129 (2), 56–64.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2003\)129:2\(56\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9453(2003)129:2(56)).