

Spremljanje zalog ogljika v kmetijskih in gozdarskih rabah tal za potrebe poročanja o nacionalni bilanci ogljika (CRP V4-1628)



Končno poročilo projekta

2016 - 2019

Ljubljana, oktober 2019

Spremljanje zalog ogljika v kmetijskih in gozdarskih rabah tal za potrebe poročanja o nacionalni bilanci ogljika (CRP V4-1628)

Končno poročilo

Naročnik: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Kontaktna oseba za naročnika: Hermina OBERSTAR

Nosilec: Kmetijski inštitut Slovenije

- Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire, Center za tla in okolje

Izvajalci:

- Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire, Center za tla in okolje
- Gozdarski inštitut Slovenije
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
- Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo

Dodatne informacije:

Dr. Borut Vrščaj, Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, SI1000 Ljubljana; Slovenija

E: Borut.Vrščaj@kis.si; **T:** +386 (0)1 280 52 90; **http:** //www.kis.si/okenv

Dr. Borut Vrščaj
vodja projekta

žig

Dr. Andrej Simončič
direktor

Spremljanje zalog ogljika v kmetijskih in gozdarskih rabah tal za potrebe poročanja o nacionalni bilanci ogljika (CRP V4-1628)

Končno poročilo raziskovalnega projekta

Avtorji poročila:

Kmetijski inštitut Slovenije: dr. Borut Vrščaj, Janez Bergant, univ. dipl. geog., univ. dipl. ing. agr., Ana Čebin, univ. dipl. ing., Peter Kastelic, Marjan Šinkovec, univ. dipl. ing. geol., Klara Rekič, mag. inž. agr.

Gozdarski inštitut Slovenije: Dr. Boštjan Mali, univ. dipl. ing. gozd., Daniel Žlindra, univ. dipl. ing. gozd., dr. Aleksander Marinšek, univ. dipl. ing. gozd.

Uni-MB, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: doc. dr. Mateja Muršec, univ. dipl. ing. kmet.

Analitika:

Mag. Vida Pongrac Žnidaršič, univ. dipl. ing. kem.

Zahvale:

Projekt *Spremljanje zalog ogljika v kmetijskih in gozdarskih rabah tal za potrebe poročanja o nacionalni bilanci ogljika (CRP V4-1628)* sta sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano iz državnega proračuna.

The authors acknowledge the project *Monitoring soil carbon stocks in agricultural and forestry land uses for reporting on the national carbon budget (Project CRP V4-1628)* was financially supported by the Slovenian Research Agency and the Ministry for Agriculture, Forestry and Food.

Kako navajati:

Vrščaj B., Mali B., Muršec M., Bergant J., Žlindra D., Čebin A., Kastelic P., Rekič K., Marinšek A., Šinkovec M., 2019. Spremljanje zalog ogljika v kmetijskih in gozdarskih rabah tal za potrebe poročanja o nacionalni bilanci ogljika (projekt CRP V4-1628). [Monitoring soil carbon stocks in agricultural and forestry land uses for reporting on the national carbon balance] (Project CRP V4-1628). Končno poročilo [Final Report]. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije [*Agricultural Institute of Slovenia*]:

Vsebina

Uvod	17
<i>Ozadja.....</i>	17
<i>Namen in cilji projekta.....</i>	18
1 DS1: Izdelava strokovnih podlag in metod za poročanje o emisijah in ponorih CO₂ v kmetijsko - gozdarskih rabah zemljišč	21
1.1 Talna organska snov.....	21
1.2 Toplogredni plini, CO ₂ , bilanca C v tleh, poročanje o TPG.....	21
1.3 Specifike spremljanja zalog C na kmetijskih in gozdarskih rabah zemljišč	23
1.3.1 Specifike spremljanja zalog ogljika v tleh na kmetijskih zemljiščih glede na vrste rabe tal	23
1.3.2 Specifike spremljanja zalog ogljika v tleh gozdnih zemljišč.....	27
1.4 Ocena zalog ogljika v kmetijskih in gozdnih tleh, ki niso predmet spremembe rabe zemljišč.....	29
1.4.1 Metode in procesni modeli Tier , Tier 2 , Tier 3	29
1.5 Ocena zalog ogljika v kmetijskih in gozdnih tleh, ki so predmet spremembe rabe zemljišč.....	30
1.6 Protokol za transport vzorcev TOS z lokacije vzorčenja v laboratorij	32
1.7 Standardni operativni postopki za analitiko TOS.....	33
1.7.1 Dostava in priprava vzorca	33
1.7.2 Standardi določitve TOS	34
1.8 Protokoli za preverjanje skladnosti laboratorijskih analiz in preverjanje kakovosti laboratorijev	35
1.8.1 Cilji zagotavljanja kakovosti laboratorijev	35
1.8.2 Uporaba certificiranih ali internih referenčnih materialov	36
1.8.3 Udeležba v programih med laboratorijskih primerjav	36
1.8.4 Ponovitev preskusov/analiz z uporabo enakih ali različnih metod	37
1.8.5 Preskušanje zadržanih primerkov po seriji analiz preskušanih vzorcev	37
1.8.6 Preverjanje soodvisnosti rezultatov različnih karakteristik primerka	37
2 DS2: Določitev izhodiščnega stanja vsebnosti TOS	39
2.1 Sorodne preliminarne raziskave vsebnosti TOS v tleh KZ Slovenije -	40
2.1.1 Karta območij kmetijskih zemljišč Slovenije z oceno zmanjšanja TOS	40
2.2 Izdelava svetovne karte zalog organskega ogljika v tleh – GSOCmap (FAO).....	41
2.2.1 Globalno partnerstvo za tla FAO	41
2.2.2 Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap).....	41
2.2.3 Metodologija GSOCmap.....	41
2.3 Izdelava GSOCmap Slovenija	45
2.3.1 Priprava karte GSOC Map - Slovenija	45
2.3.2 Vključenost GSOCmap Slovenia v Global GSOCmap	49
3 DS3: Referenčne lokacije in metodologije vzorčenja	51
3.1 Mreža lokacij spremljanja TOS	51
3.2 Postopki določanja referenčnih h lokacij.....	51
3.2.1 Postopek izbora lokacij vzorčenja tal za oceno vsebnosti TOS.....	51

3.2.2	Izbor lokacij vzorčenja v letu 2017	53
3.2.3	Izbor lokacij vzorčenja v letu 2018	56
3.2.4	Zbrane lokacije vzorčenja 2016 – 2018	58
3.2.5	Predvidene lokacije vzorčenja v letu 2019	59
3.3	<i>Predlog lokacij za trajni monitoring TOS v Sloveniji</i>	61
3.3.1	Nabor referenčnih lokacij rednega spremljanja	61
3.3.2	Predlog izbora lokacij za redno spremljanje vrednosti TOS	62
4	DS4: Obstoječi sistemi vzorčenja, spremljanja in poročanja o kakovosti tal in TOS v Evropi in po svetu	65
4.1	<i>Nacionalni in mednarodni programi zbiranja podatkov tal, ki vsebujejo podatke TOS in njihovi parametri tal in okolja – pregled po izbranih državah Evrope in sveta</i>	65
4.1.1	Albanija	65
4.1.2	Avstrija	65
4.1.3	Belgija	66
4.1.4	Bolgarija	66
4.1.5	Češka	67
4.1.6	Danska	67
4.1.7	Estonija	68
4.1.8	Finska	68
4.1.9	Francija	68
4.1.10	Italija	69
4.1.11	Latvija	69
4.1.12	Litva	70
4.1.13	Nizozemska	70
4.1.14	Madžarska	71
4.1.15	Nemčija	72
4.1.16	Norveška	72
4.1.17	Poljska	72
4.1.18	Romunija	74
4.1.19	Slovaška	74
4.1.20	Švedska	77
4.1.21	Švica	77
4.1.22	Velika Britanija	78
4.1.23	Evropska unija	79
4.1.24	EU - Monitoring gozdov Evrope	82
4.1.25	Avstralija	83
4.1.26	Kanada	83
4.1.27	Kitajska	85
4.1.28	Mehika	85
4.1.29	Nova Zelandija	85
4.1.30	Tanzanija	86
4.1.31	Združene države Amerike	86
4.1.32	Povzetek pregleda monitoringov in raziskav tal v drugih državah	87
4.2	<i>Zbirke podatkov tal in monitoringi tal v Sloveniji</i>	99
4.3	<i>Pomen vzpostavitve trajnega monitoringa kakovosti tal / spremljanja TOS</i>	99
4.3.1	Problematika zbranih podatkov tal	99
4.3.2	Pomen vzpostavitve trajnega monitoringa kakovosti tal / spremljanja TOS v kmetijskem sektorju ..	100
4.3.3	Specifika spremljanja TOS v Sloveniji	101
4.4	<i>Predlog organizacije sistema spremljanja TOS v Sloveniji</i>	101

5	DS5: Vzpostavitev sistema kakovosti spremljanja in poročanja o bilanci C	105
5.1	Standardni operativni postopek za vzorčenje tal (SOP vzorčenje).....	105
5.2	Standardni operativni postopek za analitiko tal (SOP analitika)	105
5.2.1	Analitski standard SIST ISO 14235	105
5.2.2	Analitski standard SIST ISO 10694	106
5.3	Standardni operativni postopek za kakovost in operabilnost podatkov tal (SOP podatki).....	106
5.4	Standardni operativni postopek za poročanje o bilanci ogljika v tleh (SOP poročanje).....	106
5.5	Sistem zagotavljanja kakovosti podatkov (krožne analize laboratorijev).....	106
6	DS6: Baze podatkov za poročanje o vsebnosti TOS	109
6.1	Strukture baz podatkov TOS v ORACLE okolju	109
6.2	Algoritmi za izračun ter obdelavo podatkov TOS.....	117
6.2.1	Algoritmi vnosa podatkov v baze MTO	117
6.2.2	Izračun TOS in nabor SQL poizvedb za avtomatizirano obdelavo in povezovanje podatkov TOS.....	118
7	Poudarki in zaključki	129
7.1	Zaključki s kratkim povzetkom.....	129
7.2	Nadaljnje delo in potrebne aktivnosti.....	130
7.2.1	Neposredne aktivnosti vezane na vsebnost TOS /kakovost kmetijskih tal	130
a)	Vzpostavitev trajnega spremljanja stanja TOS in kakovosti tal KZ Slovenije	130
b)	Ocena ustreznosti in kakovosti talnih laboratorijev Slovenije.....	130
c)	Harmonizacija analitike in analitskih metod na nacionalni ravni	130
d)	Vzpostavitev centralnih zbirk podatkov tal in spremljajočih podatkov okolja	130
7.2.2	Pomembnejše dodatne aktivnosti vezane na informacije o vsebnosti TOS oz. kakovosti kmetijskih tal	130
e)	Zajem in usposobitev arhivskih podatkov talnih vzorcev različnih laboratorijev	130
f)	Geokodiranje arhivskih analitskih podatkov talnih vzorcev Slovenije	131
g)	Ocena stanja rodovitnosti kmetijskih zemljišč Slovenije in morebitnih trendov sprememb rodovitnosti	131
h)	Ocena stanja onesnaženost tal KZ Slovenije.....	131
i)	Ocena prispevka ekosistemskih storitev tal KZ Slovenije	131
j)	Ocena / posnetek stanja biotske pestrost tal KZ	131
k)	Zasnova vzpostavitve nacionalnega sistema zagotavljanja kakovosti laboratorijev za tla	131
l)	Sodelovanje pri mednarodnih (FAO) aktivnostih na področju tal	132
8	Viri.....	133
	Seznam prilog.....	145

Kazalo slik

Slika 1: Primer zemljišča z enotnim načinom obdelave tal - njiva (1100)	24
Slika 2: Primer zemljišča s pasovnim načinom obdelave tal - vinograd (1211).....	25
Slika 3: Primer zemljišča z rabo tal Drevesa in grmičevje (1500) in Zemljišča v zaraščanju (1410)	25
Slika 4: Primer zemljišča z gozdno rabo (RABA-id 2000).....	28
Slika 5: Shematska predstavitev poteka vzpostavitve novega ravnovesja vsebnosti C v tleh po spremembi (prirejeno po IPCC, 2003)	30
Slika 6: Protokol za izvedbo monitoringa TOS na lokaciji.....	31
Slika 7: Diagram poteka poti vzorca od terena do analize in njegovega arhiviranja	33
Slika 8: Diagram poteka normalne sekvence analiz z vključenimi mehanizmi uporabe referenčnih materialov (QC) in preskušanje zadržanih primerkov po seriji analiz (Vz2 P).....	36
Slika 9: Ocena tveganja za zmanjševanje vsebnosti TOS v kmetijskih tleh Slovenije (Vrščaj et al., 2017). 40	
Slika 10: Portal FAO s karto GSOCmap (http://54.229.242.119/GSOCmap/)	42
Slika 11: Predstavitev osnovnih podatkov Svetovne karte GSOCmap V 1.2.0 (FAO, 2017)	43
Slika 12: GSOCmap Slovenia - C_{org} v Sloveniji do globine 30 cm (kg/ha).....	45
Slika 13: Stratumi v Sloveniji. Kombinacija rabe tal (MKGP, 2017) in pedosekvenc (MKGP, 1999).....	46
Slika 14: Ocena povprečnih zalog C_{org} Sloveniji do globine 30 cm (kg/ha)	47
Slika 15: Variabilnost zalog C_{org} v Sloveniji do globine 30 cm (kg/ha)	48
Slika 16: Zaloge C_{org} v Sloveniji do globine 30 cm (kg/ha)	49
Slika 17: Skladnost ocen zaloge C_{org} v GSOCmap - Slovenia z zalogami v območjih sosednjih držav.....	50
Slika 18: Izbrano območje vzorčenja TOS (pas) za leto 2016	52
Slika 19: Delež vzorčnih mest glede na rabo tal za leto 2016	52
Slika 20: Izbrana vzorčna mesta TOS znotraj območja pasu JZ-SV v širini 30 km v letu 2016.....	53
Slika 21: Izbrano območje vzorčenja TOS v letu 2017.....	54
Slika 22: Delež vzorčnih mest TOS glede na rabo tal v letu 2017	55
Slika 23: Izbrana vzorčna mesta TOS znotraj preiskovanega območja v letu 2017	55
Slika 24: Izbrano preiskovano območje vzorčenja TOS v letu 2018	56
Slika 25: Delež vzorčnih mest TOS glede na rabo tal v letu 2018.....	57
Slika 26: Izbrana vzorčna mesta TOS znotraj preiskovanega območja v letu 2018	57
Slika 27: Izbrana vzorčna mesta TOS znotraj preiskovanih območij v letih 2016, 2017 in 2018	58
Slika 28: Delež vzorčnih mest TOS glede na rabo tal med leti 2016 – 2018.....	59
Slika 29: Izbrano preiskovano območje vzorčenja TOS za leto 2019	59
Slika 30: Potencialna vzorčna mesta TOS znotraj preiskovanega območja za leto 2019.....	60

Slika 31: Karta lokacij vzorčenja v letih 2016, 2017 in 2018 ter potencialne lokacije vzorčenja za leto 2019 v okviru javnih naročil MKGP (JN MKGP).....	62
Slika 32: Končni nabor za redno spremljanje vrednosti TOS	63
Slika 33: Predlog izbora lokacij za redno spremljanje vrednosti TOS	64
Slika 34: Diagram poteka pridobivanja in uporabe podatkov o zalogah ogljika v tleh.....	103
Slika 35: Pregled predloga osnovnih zahtev za pridobitev pooblastil za izvajanje monitoringa tal na področju vsebnosti ogljika.....	108
Slika 36: Struktura baze MTO (monitoring organskega ogljika v tleh)	110

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Število lokacij za vzorčenje TOS na izbranih rabah tal za leto 2016	52
Preglednica 2: Število lokacij za vzorčenje tal na izbranih rabah tal v letu 2017	54
Preglednica 3: Število lokacij za vzorčenje TOS na izbranih rabah tal v letu 2018.....	56
Preglednica 4: Število lokacij za vzorčenje TOS na izbranih rabah tal med leti 2016 – 2018.....	58
Preglednica 5: Sistemi monitoringa tal po svetu (Vernik, 2014)	75
Preglednica 6: Značilnosti monitoringa tal po evropskih državah (EEA, 2003; van Camp, 2004)	79
Preglednica 7: Monitoringi tal po državah (Winder, 2003).....	89
Preglednica 8: Pregled sistemov monitoringa lastnosti tal po državah (van Wesemael et al., 2011)	97
Preglednica 9: Struktura tabele MTO_ANA_VZORC v bazi MTO.....	111
Preglednica 10: Struktura tabele MTO_ANA_KOPECKY v bazi MTO	112
Preglednica 11: Struktura tabele MTO_OSNOVNI PODATKI_VZORCENJE v bazi MTO	113
Preglednica 12: Struktura tabele MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA v bazi MTO	114
Preglednica 13: Struktura tabele MTO_LASTNIKI v bazi MTO	116
Preglednica 14: Struktura atributne tabele sloja MTO_LOKACIJE v bazi MTO	116
Preglednica 15: SQL poizvedba za preračun povprečne gostote tal iz neporušenega vzorca tal na porušen vzorec tal.	118
Preglednica 16: SQL poizvedba za izdelavo skupne tabele analitskih rezultatov in izračunom zalog ogljika v tleh za porušene vzorce tal.....	119
Preglednica 17: SQL poizvedba, ki izdela tabelo v kateri so združeni vsi podatki o lokaciji vzorčenja	121
Preglednica 18: SQL poizvedba izdela tabelo v kateri so po vzorcih tal navedeni vsi analitski rezultati, zaloga ogljika v tleh in podatki iz pripadajoče lokacije.....	123
Preglednica 19: SQL poizvedba izdela tabelo v kateri so po vzorčenih lokacijah prikazani podatki vzorcev tal, zaloga ogljika v tleh in podatki lokacije	124

Spremljanje zalog ogljika v kmetijskih in gozdarskih rabah tal za potrebe poročanja o nacionalni bilanci ogljika (CRP V4-1628)

Izvleček

Talna organska snov (TOS) in s tem vsebnost organskega ogljika (C_{org}) v tleh je najpomembnejši kazalec kakovosti in lastnosti kmetijskih in drugih tal ter potencialov za izvajanje obsežnega nabora ekosistemskih storitev tal. Tla so pomemben ponor in/ali vir toplogrednih plinov, v največji meri ogljika v obliki ogljikovega dioksida (CO_2), pa tudi metana (CH_4) in drugih plinov. Slovenija mora emisije in ponore toplogrednih plinov, ki nastanejo tudi kot posledica gospodarjenja s tlemi, poročati kot del emisij sektorja LULUCF v skladu z mednarodnimi in evropskimi zavezami. Na mednarodni ravni poroča po določilih Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja (UNFCCC) in na evropski ravni letne ocene po določilih Sklepa 529/2013/EU.

Projekt zajema razvoj, testiranje in delno vzpostavitev sistema spremljanja vsebnosti TOS kot dela nacionalnega poročanja za sektor "Raba zemljišč, sprememba rabe zemljišč in gozdarstvo (LULUCF)" kot pomembnega dela nacionalne bilance ogljika.

V okviru projekta smo izdelali operativno metodo za poročanje o emisijah/ponorih CO_2 v kmetijsko - gozdnih področjih Slovenije in pripadajoče strokovne podlage; ocenili izhodiščno stanje vsebnosti TOS v kmetijskih in gozdnih tleh Slovenije (FAO GSOCmap Slovenija); zasnovali prostorsko razporeditev spremljanja TOS s predlogom lokacij glede na pedoklimatske značilnosti Slovenije. Opravili smo pregled načinov spremljanja in poročanja o kakovosti tal v Evropi in po svetu. Zasnovali smo sistem kontrole kakovosti na vseh ravneh monitoringa za poročanje o vsebnosti TOS ter oceno prispevka k nacionalni bilanci C (standardni operativni postopki vzorčenja tal, laboratorijska analitika tal, podatki tal, poročanje o bilancah C).

Ključne besede: talna organska snov, monitoring, poročanje, sistem zagotavljanja kakovosti,

Abstract

Soil organic matter (SOM), and thus the C_{org} content of the soil, is the most important indicator of soil quality and soil properties, as well as the potential for delivering a comprehensive range of ecosystem soil services. The soil is an important sink and/or a source of greenhouse gases, mainly carbon in the form of carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) as well as some other gases. Slovenia is obliged to report greenhouse gas emissions and sinks, which also result from soil management, as part of the emissions of the LULUCF sector under international and European commitments. It reports internationally under the provisions of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and at the European level annual assessments under the provisions of Decision 529/2013 / EU.

The project covers the development, testing and partial set-up of a SOM monitoring system as part of national reporting for the sector "Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF)" as an important part of the national carbon balance.

Within the project an operational method for reporting CO_2 emissions/sinks in soils of agricultural and forestry land uses of Slovenia was developed and related operational documents; assessed the baseline SOM content in agricultural and forest soils of Slovenia (FAO GSOCmap Slovenia); and predefined SOM monitoring locations according to the pedo-climatic characteristics of Slovenia. The review of soil quality and C_{org} monitoring and reporting systems of selected countries in Europe and World was elaborated. The quality control system at all levels of monitoring to report on SOM content and to assess the contribution to the national C balance (standard operating procedures for soil sampling, laboratory soil analytics, soil data, balance C reporting) was designed.

Keywords: Soil organic matter, monitoring, reporting, quality assurance system

Okrajšave in pojmi

CRP: Ciljni raziskovalni program

CEC: cation exchange capacity; kationska izmenjalna kapaciteta

DOF: digitalni ortofoto posnetek

efektivna poljska kapaciteta: rastlinam dostopna voda, ki jo lahko koristijo za svoje fiziološke potrebe

enota vzorca tal: del tal, ki se ga odvzame v enkratnem delovnem postopku pri vzorčenju z opremo za jemanje vzorcev in je namenjen pripravi vzorca

FAO: (ang. Food and Agriculture Organization), Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo

FFS: fitifarmaceutvska sredstva

GERK: strnjena površina kmetijskega zemljišča z enako vrsto dejanske rabe, ki je v uporabi enega kmetijskega gospodarstva

GSOCmap: Okrajšava za ang. Global Soil Organic Carbon map, svetovna karta talne organske snovi

GSP: (ang. Global Soil Partnership), globalno partnerstvo za tla

hidromelioracija: izboljševanje zemljišč z osuševanjem ali namakanjem

homogenizacija vzorca tal: postopek, v katerem z mešanjem večih enot vzorca tal zagotovimo homogene lastnosti vzorca celotnega vzorca tal, odvzetega iz posamezne globine tal, horizonta ali sloja

IPCC: (ang. The Intergovernmental Panel on Climate Change), Medvladni odbor za podnebne spremembe

KMG: kmetijsko gospodarstvo

KIK: kationska izmenjalna kapaciteta

KZ: kmetijska zemljišča

konvencionalna obdelava tal: obdelava tal s plugom

lokacijska točka: je definirana z X in Y koordinato vzorčnega mesta in predstavlja izhodišče za določitev odzemnih mest na terenu

MKGP: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano;

monitoring: spremljanje in nadzorovanje stanja s sistematičnimi meritvami ali drugimi metodami in z njimi povezanimi postopki

odzemno mesto: eno izmed mest znotraj vzorčnega mesta, na katerem se odvzamejo posamezne enote vzorca tal, posebej na eni ali več globinah tal

ohranitvena obdelava tal: je način kmetovanja za ohranjanje rodovitnosti tal, pri katerem seme odložimo v neobdelano prst, v kateri so rastlinski ostanki iz preteklega leta; včasih uporabljen izraz konzervacijska/konzervirajoča obdelava tal

OKENV: Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire, ki deluje v okviru Kmetijskega inštituta Slovenije

organska snov v tleh oz. talna organska snov: je živa in neživa organska snov tal. Živa organska snov tal so talni organizmi. Neživa organska snov tal je odmrli rastlinski in živalski biomasa in je lahko razgradljiva ali stabilna organska snov

preiskovano območje: območje, na katerem se izvaja monitoring stanja tal ali namenska raziskava tal zaradi ugotavljanja stanja tal. Preiskovano območje je celotno območje Slovenije, če gre za ugotavljanje stanja tal z monitoringom stanja tal oziroma manjše območje, če gre za ugotavljanje stanja tal z namensko raziskavo tal.

referenčna lokacija: lokacija za spremljane TOS izbrana iz kilometrske mreže s petimi izbranimi kriteriji

retinenca: zamuda v vodnem odtoku zaradi zadrževanja padavinske vode na določenem območju

sektor LULUCF: (ang. Land Use, Land Use Change and Forestry), Sektor raba zemljišč, sprememba rabe zemljišč in gozdarstvo

sekvestracija ogljika: ali ponor ogljika je dolgotrajnejše povečanje količine organskega ogljika v nekem mediju, najpogosteje v tleh.

TOS: talna organska snov je odmrli organska snov rastlin na tleh

TPG: toplogredni plini (najpomembnejši so CO₂, CH₄ in N₂O)

UNFCCC: (ang. United Nations Framework Convention on Climate Change), Okvirna konvencija Združenih narodov o podnebnih spremembah

volumska gostota tal: razmerje med maso trdne faze tal in volumnom neporušenega vzorca tal

vzorčno mesto: prostorsko določeno območje tal, kjer se odvzame vzorec tal

EC: electrical aconductivity; električna prevodnost tal

vzorec tal: homogenizirana mešanica enot vzorcev tal, odvzetih na več odzemnih mestih znotraj istega vzorčnega mesta na isti globini tako, da odraža stanje tal celotnega vzorčnega mesta v tej globini

Uvod

Ozadja

Tla so bistveni vir in vitalni del naravnega okolja, iz katerega se prideluje večina svetovne hrane. Obenem tla prinašajo življenjski prostor za ljudi, omogočajo pa tudi bistvene ekosistemske storitve, kot so: oskrba z vodo, blaženje podnebnih sprememb, ohranjanje biotske raznovrstnosti. Na žalost so tla pod velikim pritiskom naraščanja števila prebivalstva, večjih potreb po hrani in konkurenčnosti rabe zemljišč. Približno 33 % svetovnih tal je degradiranih, zato oblikovalci politike po vsem svetu raziskujejo priložnosti za trajnostni razvoj.

Čeprav se zdi pomen tal očiten, v preteklosti ni bil deležen ustrezne pozornosti v smislu uporabe in upravljanja s tlemi. V preteklosti so namreč tla pogosto veljala za neskončen vir, ki nam bo vedno sposoben zagotoviti svoje ekosistemske storitve. Ker temu ni tako, je nujno potrebno ozaveščati o pomembnosti tal, zlasti z vidika njihove zaščite in trajnostne uporabe.

Vsebnost TOS je eden izmed glavnih pokazateljev kakovosti tal, učinkovitosti rabe tal ter ključen podatek za ocenjevanje učinkov rabe tal na potencialne izpuste toplogrednih plinov iz kmetijstva v ozračje. Večinoma se izraža v odstotkih (%) TOS ali v enotah organskega ogljika (C_{org}) na enoto tal (g C/kg tal). Za primerljivost rezultatov TOS med laboratoriji oz. med državami je potrebno najprej vzpostaviti enotno metodo za določanje TOS.

Vsebnost talne organske snovi (TOS) v veliki meri določa kakovost tal ter njihovo kapaciteto za zagotavljanje ekosistemskih storitev. Vendar v Sloveniji nimamo enotnega nacionalnega sistema monitoringa tal, zaradi česar so obstoječi podatki o vsebnosti TOS med seboj slabo primerljivi, neuskljeni in težko dostopni, saj se hranijo po različnih ustanovah, ministrstvih in inštitutih.

V okviru poročanja za sektor LULUCF je potrebno vzpostaviti enotno metodologijo vzorčenja in analize vsebnosti TOS, kot tudi zgraditi skladno in funkcionalno podatkovno bazo. Potrebno je zasnovati postopke za izračun količin iz pridobljenih podatkov ter vzpostaviti sistem rednega letnega poročanja, ki je skladen z mednarodnim sistemom poročanja nacionalnih bilanc ogljika.

Namen in cilji projekta

Glavni namen projekta je poenotiti metodologijo vzorčenja in analitike talne organske snovi (TOS) ter sistem poročanja za potrebe nacionalne bilance ogljika, vključno z vzpostavitvijo podatkovne baze spremljanja vsebnosti TOS v tleh kmetijskih zemljišč.

Enoten sistem monitoringa TOS v Sloveniji je nujen za strokovno pravilno oceno bilance TOS oz. vsebnosti, ponorov organskega ogljika v tleh in s tem izpustov CO₂ in posredno tudi drugih toplogrednih plinov iz tal kmetijskih in gozdnih zemljišč. S tem bodo podani temelji za učinkovito upravljanje s TOS in trajnostno naravnano gospodarjenje s tlemi v kmetijstvu in gozdarstvu.

Ključni cilji projekta so bili:

1. izdelati strokovne podlage in operativno metodo za poročanje o emisijah/ponorih CO₂ v kmetijsko-gozdarskih območjih Slovenije;
2. oceniti izhodiščno stanje vsebnosti TOS v kmetijskih in gozdnih tleh Slovenije;
3. izdelati prostorsko zasnovo spremljanja TOS v obliki fleksibilne mreže za celotno Slovenijo in določiti lokacije referenčne vzorčnih mest;
4. izdelati primerjalno analizo z obstoječimi načini vzorčenja, spremljanja in poročanja v drugih državah;
5. določiti **racionalno metodologijo pridobivanja in obdelave podatkov TOS**; vzpostaviti sistem in zagotoviti kontrolo kakovosti na vseh ravneh monitoringa; vzorčenje – analiza – podatkovna baza – uporaba podatkov za izračune za poročanje;
6. **oblikovati podatkovne baze za poročanje o vsebnosti TOS** v tleh Slovenije ter oceno prispevka k nacionalni bilanci ogljika

Rezultati po posameznih delovnih sklopih in delovnih nalogah

Projekt se deli na delovne sklope in znotraj njih na delovne naloge.

Rezultati predstavljeni po sklopih in nalogah kot so navedeni v programu dela.

1 DS1: Izdelava strokovnih podlag in metod za poročanje o emisijah in ponorih CO₂ v kmetijsko - gozdarskih rabah zemljišč

Sklop DS1 zajema razvoj in testiranje operativne metode za poročanje o emisijah oz. ponorih CO₂ v kmetijskih in gozdnih tleh Slovenije za potrebe poročanja o nacionalni bilanci CO₂ ter izdelati strokovne podlage za izvajanje te metode.

1.1 Talna organska snov

Opredelitev TOS. TOS je živa komponenta tal (rastline, živali, mikroorganizmi) in tudi neživa organska snov, ki je sestavljena iz humusa (stabilna organska snov) in odmrle organske mase na različnih stopnjah razgradnje/mineralizacije (manj obstojne komponente TOS oz. bolj ali manj razgradljiva organska snov). Prisotnost in aktivnost živih organizmov je ključnega pomena za procese nastanka obstojnega humusa (humifikacijo) in za popolno razgradnjo TOS (mineralizacijo) do osnovnih anorganskih sestavin (H₂O in CO₂) in posameznih hranil (P, K, Ca, Mg, B, itd.). Na dinamiko TOS vplivajo tako naravni kot antropogeni mehanizmi (mehanska obdelava tal, gnojenje, dreniranje, namakanje tal itd.), saj narekujejo prehranski in vodno-zračni režim ter posledično mikrobiološko dejavnost v tleh, kar je ključnega pomena za intenzivnost in način razgradnje TOS.

Vsebnost, ohranjanje in ponori organske snovi v tleh (TOS) je izjemnega pomena glede razpoložljivosti rastlinskih hranil in izboljšanja fizičnih, kemijskih in bioloških lastnosti tal (Kundu et al., 2006).

Ohranjanje organskega ogljika v tleh, ki je glavni sestavni del TOS, je bistvenega pomena za trajnostno kmetijsko pridelavo, saj zmanjšanje vsebnosti TOS na splošno vodi v zmanjšano produktivnost – količino pridelave (Lal, 2006).

Specifike tal kot medija za ponor ogljika.

Tla so pomembno 'skladišče' ogljika, za katerega je potrebno ocenjevati in poročati emisije ter ponore. Osnova za izračun emisij oz. ponorov so zaloge ogljika v tleh in spremembe le-teh v času ter podatki o površinah za standardne kategorije zemljišč.

Vendar, so tla kompleksno in iz treh faz grajen ekosistem (trdi delci, organska snov, talna voda in talna atmosfera), ki so v medsebojnem dinamičnem odnosu. Ta sistem je bistveno težje in dražje spremljati in analizirati kot npr. zrak in vodo, zato so v kontekstu ocenjevanja emisij iz tal potrebne predpostavke, poenostavitve in v veliki meri učinkovite metode vzorčenja (Somogyi et al., 2011).

Ogljik se kot plin CO₂ sprošča iz tal na različne načine in z različno intenziteto in prispeva k učinku tople grede. Posledično ima pomembno vlogo tudi pri klimatskih spremembah.

1.2 Toplogredni plini, CO₂, bilanca C v tleh, poročanje o TPG

Toplogredni plini. Toplogredni plini, ki jih je treba spremljati in ocenjevati po metodah IPCC, so **ogljikov dioksid (CO₂), didušikov oksid (N₂O) in metan (CH₄)**. Spremljanje velja za vse človekove dejavnosti.

Pomen bilance in zalog C v tleh. Povečanje zalog ogljika v tleh (sekvestracija C) se posebej v zadnjem času v strokovni in znanstveni literaturi večkrat omenja kot ena izmed pomembnih strategij za zmanjšanje emisij in povečanje ponorov toplogrednih plinov (npr. Minasny et al., 2017). Ne glede na to, da je blažitveni potencial tal za zmanjšanje emisij na globalni ravni težko določljiv in časovno omejen

(Baveye et al., 2018), študija pregleda ukrepov za države članice EU kaže na to, da je ena izmed cenejših poti za zmanjšanje emisij v sektorju Raba zemljišč, sprememba rabe zemljišč in gozdarstvo (LULUCF) izboljšanje gospodarjenja z ogljikom v tleh (Paquel et al., 2017).

Specifike poročanja o bilanci C v tleh. Ker v mnogih državah še ni vzpostavljenih ustreznih in skladnih nacionalnih monitoringov tal, so v skladu s smernicami IPCC dovoljene predpostavke, da tla niso vir emisij, čeprav so tla vključena v kroženje C. Ocene vsebnosti C praviloma opravijo s pomožnimi podatki iz nacionalnih raziskav, celovitimi ali delnimi monitoringi, podatki različnih študij, ki so nastale na manjših prostorskih območjih, v okviru raziskovalnih projektov, prednostno iz recenziranih prispevkov. Praviloma so ocene emisij C vsako leto predmet revizije, s katero se podrobneje preveri, kako dobro so uporabljene metode razložene, ali so bili podatki pridobljeni na ustrezen način in ali sta bila zagotavljanje in nadzor kakovosti ustrezna.

Podatki po zaporednih inventurnih letih tvorijo časovno vrsto. Pri ocenjevanju emisij v sektorju LULUCF se pogosto dogodi, da podatki niso popolni, manjkajo ali pa so na voljo le za določena leta. V takih primerih smernice IPCC omogočajo ocenjevanje z uporabo alternativnih metod, kot so povprečenje, interpolacija, ekstrapolacija, metoda uporabe nadomestnih podatkov itd.

Kjer podatkov ni na voljo, je dovoljeno pod določenimi pogoji uporabiti standardne oznake, ki nakazujejo, da se določena dejavnost ne pojavlja na zemljišču, da so emisije upoštevane drugje, ali da emisije preprosto niso bile ocenjene. V primerih, ko so na voljo novi podatki, ali pa je prišlo do uporabe boljših metod, je treba popraviti celotno časovno vrsto za poročevalsko obdobje, s čimer se zagotavlja načelo konsistentnosti podatkov in ocen bilanc C. Takšne spremembe je treba opisati, utemeljiti in argumentirati v letnem poročilu o evidencah toplogrednih plinov (tj. poročilo NIR).

Poročanje o emisijah TPG v Sloveniji. Slovenija mora emisije in ponore toplogrednih plinov, ki nastanejo tudi kot posledica gospodarjenja s tlemi, poročati kot del emisij sektorja LULUCF v skladu z mednarodnimi in evropskimi zavezami. Na mednarodni ravni poroča po določilih Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja (UNFCCC), medtem ko na evropski ravni trenutno poročajo o letnih ocenah po določilih Sklepa 529/2013/EU. Ta sklep določa, da je obveznost držav članic EU, da pripravijo in vodijo obračune, v katerih se v obdobju 1.1.2013 do 31.12.2020 upoštevajo emisije in odvzemi zaradi pogozdovanja, ponovnega pogozdovanja, krčenja gozdov in gospodarjenja z gozdovi, kar se poroča tudi za UNFCCC.

Vendar gre zakonodaja EU dlje od določbe Konvencije, saj v obvezno obračunavanje poleg emisij in odvzemov zaradi dejavnosti iz člena 3(1) vključuje tudi tiste, ki so posledica gospodarjenja s kmetijskimi zemljišči (Mali in Ferreira, 2016).

Pri ocenjevanju in poročanju letnih ocen morajo države uporabljati mednarodne zahteve, kar vključuje poročevalska načela UNFCCC (Blujdea in Grassi, 2010). **To pomeni, da morajo biti ocene emisij transparentne, natančne, konsistentne v času in primerljive med državami.** V obdobju 2013-2020 morajo države uporabljati navodila oz. smernice dobre prakse (IPCC, 2006; IPCC, 2014), ki natančneje opredeljuje metodologije izračunavanja emisij in ponorov, med drugimi tudi za sektor LULUCF. Ta sektor je v primerjavi z drugimi sektorji relativno kompleksen, zlasti zaradi naslednjih vidikov:

- raba zemljišč lahko deluje kot ponor ali kot vir emisij;
- spremlja se spremembe zalog ogljika, ne snovnih tokov;
- naravni vplivi so lahko precejšnji;
- težkega razlikovanja med naravnimi in antropogenimi vplivi;
- cikličnih trendov, preteklih vplivov, saturacije, nestalnosti;

- porazdeljenosti emisij in ponorov;
- posledično pogostih preračunov in velike negotovosti (Iversen et al., 2014).

Klimatske spremembe predvidoma vplivajo na količino TOS v daljših časovnih obdobjih, medtem ko lahko različne rabe tal učinkujejo na količino TOS v krajših obdobjih. Zato je smiselno spremljati parametre tal v ustreznih časovnih intervalih (EEA, 2012).

1.3 Specifike spremljanja zalog C na kmetijskih in gozdarskih rabah zemljišč

1.3.1 Specifike spremljanja zalog ogljika v tleh na kmetijskih zemljiščih glede na vrste rabe tal

Neto emisije iz tal na kmetijskih zemljiščih so lahko povezane z načini obdelave tal, vnosom organskih in mineralnih gnojil, apnjenjem, kolobarjem, pasovnimi obdelavami in drugimi načini gospodarjenja in seveda s spremembami vrst kmetijske rabe in zemljišč.

Osnovna delitev kmetijskih zemljišč, ki se uporablja pri vzorčenju tal za oceno zalog ogljika (Mali et al., 2017), **temelji na različnih kmetijskih rabah tal, kot so opredeljene v bazi RABA** (Šifrant rabe, MKGP, 2019) in sicer:

- njive (šifra rabe tal = 1100);
- travniki (šifra rabe tal = 1300);
- vinogradi (šifra rabe tal = 1211);
- intenzivni sadovnjaki (šifra rabe tal = 1221);
- ekstenzivni sadovnjaki (šifra rabe tal = 1222);
- kmetijska zemljišča v zaraščanju (šifra rabe tal = 1410);
- drevesa in grmičevje (šifra rabe tal = 1500).

Vendar ta kriterij ne zadosti specifikam kmetijske pridelave, saj se znotraj posamezne enotne kmetijske rabe tal, pojavljajo območja z različno obdelavo. Slednje je posebej značilno za sadovnjake in vinograde. Z namenom pridobitve kakovostnih podatkov vzorčenja in rezultatov zalog ogljika v tleh smo **kmetijska zemljišča razdelili v tri skupine:**

- kmetijska zemljišča z enotnim načinom obdelave tal;
- kmetijska zemljišča s pasovnim načinom obdelave tal;
- raba tal Drevesa in grmičevje ter Zemljišča v zaraščanju.

Za vsako od treh skupin načinov obdelave zemljišč je bila določena primerna metodologija ter shema vzorčenja (Priloga B)

1.3.1.1 Kmetijska zemljišča z enotnim načinom obdelave tal

V skupino kmetijskih zemljišč z enotnim načinom obdelave tal smo vključili njivska zemljišča (1100), travniške in pašniške površine (1300) ter ekstenzivne sadovnjake (1222) (Šifrant rabe, 2019). Celotno zemljišče je obdelano po enotnem načinu, kar vpliva na enakomerno razporejenost zalog ogljika v tleh. Vzorčno shemo predstavlja krožnica, saj so si točke odvzema vzorcev med seboj enakovredne. Metodologija vzorčenja je zasnovana tako, da je njen vpliv na rezultate minimalen (npr. zamikanje vzorčnih mest na letni ravni ter natančno določen protokol v primeru, da vzorca ni mogoče odvzeti).



Slika 1: Primer zemljišča z enotnim načinom obdelave tal - njiva (1100)

Pri njivskih površinah (1100) (Slika 1), ki jih obravnavamo kot zemljišča z enotnim načinom obdelave, lahko pride do težav ustreznega monitoringa zaradi variabilnosti stanja tal zaradi različnega kolobarjenja. Za monitoring talnega ogljika je predviden 5-letni termin vzorčenja. V primeru, da vzorčimo v fazi druge poljščine kot pri prejšnjem vzorčenju (npr. 4-Letni kolobar), lahko dobimo slabo primerljive rezultate vsebnosti TOS. **Kolobar je lahko sestavljen tako, da zajema 'porabnike' (npr. silažna koruza, sladkorna pesa in krompir) in 'dobavitelje' TOS (krmne rastline, koševine in v manjši meri tudi metuljnice)** (Mihelič et al., 2010).

Posledično se zaloga organske snovi v tleh skozi kolobar spreminja, zato bi bilo na določeni točki smiselno prilagoditi termin vzorčenja kolobarju, ki je v uporabi.

1.3.1.2 Kmetijska zemljišča s pasovnim načinom obdelave tal

Na določenih kmetijskih površinah **se v okviru enotne rabe tal izmenjujejo pasovi različno obdelovanih tal**. Shema vzorčenja na takih KZ predstavlja pravokotna mreža, kjer je predviden odvzem odgovarjajočega deleža vzorcev iz posameznega pasu. Pasovi so praviloma opredeljeni kot **herbicidni pas (h)**, **kolotek (k)** in **medvrstni pas (m)**. Herbicidni pas, ki načeloma ne more povprečju presegati 1/3 medvrstne razdalje se obdeluje (orje ali prekopava), zato so tla spremenjenih lastnosti, v veliki meri vsebnosti TOS in parametrov, ki vplivajo na vsebnost TOS. In druge procese v tleh. Tako so na koloteku tla zbita zaradi uporabe raznovrstne mehanizacije, medvrstni prostor (med kolotekoma) pa je lahko oran ali pa zatravljen.

Kot omenjeno, te lastnosti posameznih pasov vplivajo na količino ogljika v tleh, zaradi česar je bila razvita **nova, pasovnim načinom obdelave tal premerna metoda vzorčenja (Priloga B)**.

V skupino kmetijskih zemljišč s pasovnim načinom obdelave smo vključili intenzivne sadovnjake (1221) in vinograde (1211) (Slika 2) (Šifrant rabe, 2019).



Slika 2: Primer zemljišča s pasovnim načinom obdelave tal - vinograd (1211)

1.3.1.3 Raba tal Drevesa in grmičevje (1500) in Zemljišča v zaraščanju (1410)

Tudi pri rabah tal Drevesa in grmičevje (1500) ter Kmetijska zemljišča v zaraščanju (1410) (Slika 3) smo zaradi specifične rabe razvili primernejšo metodologijo vzorčenja.

Na takšnih in sorodnih površinah ne moremo uporabljati sheme vzorčenja, ki jo uporabljamo na zemljiščih z enotno rabo, saj vzorčenje ne bi bilo reprezentativno. Drevesa in grmičevje se ne razraščajo enakomerno, ampak se pogosto pojavljajo v ozkih pasovih, širokih nekaj metrov (npr. vzdolž vodotokov). Pri zemljiščih v zaraščanju pa se pojavlja še dodaten problem neprehodnosti. V takih primerih izvedemo vzorčenje v linijah (**Priloga B**).



Slika 3: Primer zemljišča z rabo tal Drevesa in grmičevje (1500) in Zemljišča v zaraščanju (1410)

1.3.1.4 Druge specifike spremljanja zalog C_{org} na kmetijskih zemljiščih

Obdelava tal. Tako pri enotnem kot pri pasovnem načinu obdelave lahko tla obdelamo na različne načine in z različnimi orodji, ki pomembno vplivajo na količino C_{org} v tleh. V grobem se načini obdelave tal delijo na:

- konvencionalna obdelava in
- ohranitvena obdelava.

Količino ogljika v tleh najlažje ohranjamo in pod določenimi pogoji povečujemo z ohranitveno ('konzervacijsko') obdelavo tal. Največ ogljika se sprosti v ozračje pri t.i. konvencionalni obdelavi, kjer tla globoko preorjejo ali drugače obdelajo, obračajo in zračijo. S tem povečujejo dostopnost kisika,. Posledično pride ob primernih/višjih temperaturah in vlažnostih ter prisotnosti hranil do intenzivnejše mineralizacije TOS in sproščanja CO_2 v atmosfero.

1.3.1.4.1 Kapaciteta tal za vezavo TOS

Pri ohranitveni obdelavi tal ne obračamo, ampak jih zgolj površinsko zrahljamo, puščamo velike deleže biomase na zemljišču, zato so sproščanja CO_2 manjša. Pokritost tal z rastlinskimi ostanki je pri tej obdelavi vsaj 30 % in pozitivno vpliva na povečanje količin ogljika v tleh, a do neke mere – **ki jo določa kapaciteta tal za vezavo TOS.**¹ Slednje je še ne dovolj raziskan parameter tal, ki ključno vpliva na to, kje in v kakšni meri je možno povečevati vsebnost TOS z ohranitveni obdelavo tal.

1.3.1.4.2 Drugi dejavniki vezave TOS

Poleg same metodologije vzorčenja, ki jo je bilo potrebno prilagoditi posameznemu načinu obdelave oz. rabi, je pri spremljanju zalog ogljika potrebno upoštevati tudi vrsto drugih dejavnikov:

- Kmetijska zemljišča, ki so predvidena za vključitev v monitoring TOS, morajo biti del RKG GERK. Tako obstaja večja verjetnost, da dolgoročno ostanejo v trenutni kmetijski rabi.
- Kmetijsko zemljišče mora biti tudi dovolj veliko, da omogoča vzorčenje po uporabljeni metodi.
- Zelo pomembno je, da so **v območju države vzorčne lokacije za spremljanje ogljika prostorsko dobro in enakomerno razporejene.** Zajemajo naj odgovarjajoči delež različnih kmetijskih rab ter pedoloških in klimatskih značilnosti Slovenije.

1.3.1.4.3 Interval vzorčenja TOS na istih KZ

Na podlagi strokovnih praks in načinov kmetovanja (npr. kolobarji) ter v skladu z mednarodno prakso izvajanja monitoringov, **predlagamo 5-letni interval vzorčenja istega kmetijskega zemljišča.** Kmetijska zemljišča so najdostopnejša v poletno-jesenskem času, ko pridelke spravijo. Kljub temu je v primeru kolobarjenja takšen časovni okvir lahko manj primeren. **Smiselno je namreč, da se časovni interval vzorčenja prilagodi glede na čas in na kolobar tako, da vzorčenje poteka vedno v letu iste ali podobne poljščine.**

¹ Pomembno je, da na terenu pri vzorčenju jasno označimo med opombe, za katero vrsto obdelave gre. V primeru, da pride med leti do spremembe v obdelavi tal, je potrebno zabeležiti opombo, ki kasneje pripomore k boljši interpretaciji rezultatov.

1.3.1.4.4 Sodelovanje lastnikov KZ s točkami spremljanja TOS

Pomemben dejavnik možnosti izvedbe monitoringa predstavlja dostopnost zemljišča in pripravljenost lastnika za izvedbo vzorčenja. **Dostopnost predhodno ugotavljamo s pomočjo DOF posnetkov**, preko katerih lahko odkrijemo morebitne ovire pri dostopu na zemljišče ali za samo vzorčenje.

Za vsako lokacijo je potrebno od lastnikov dotičnih zemljišč pridobiti tudi soglasje oz. v nasprotnem primeru izbrati drugo lokacijo.

Metodologijo vzorčenja in spremljanje zalog ogljika v tleh na kmetijskih zemljiščih smo razvijali, preverjali in nadgrajevali v okviru treh letnih vzorčenja tal za potrebe poročanja LKULUCF, ki so opisana v poročilih:

- Izdelava pilotnega vzorčenja tal za oceno zalog ogljika na kmetijskih zemljiščih (Mali et al., 2016);
- Vzorčenja tal za oceno zalog ogljika na kmetijskih zemljiščih v letu 2017 (Mali et al., 2017);
- Vzorčenja tal za oceno zalog ogljika na kmetijskih zemljiščih v letu 2018 (Mali et al., 2018).

Metodologija in vsebine vseh treh poročil upoštevajo tudi teoretična priporočila za zasnovo monitoringa talne organske snovi v Sloveniji (Vernik, 2014).

1.3.2 Specifike spremljanja zalog ogljika v tleh gozdnih zemljišč

Zaloge ogljika v tleh gozdov so odvisne predvsem od vnosov listnega opada in odmrlega lesa, ki ga sicer lahko načrtno puščamo v gozdovih ali pa so posledica naravnih motenj (ujme, podlubniki, itd.).

V gozdnih tleh so procesi, ki bolj kot na kmetijskih zemljiščih vplivajo na vsebnost TOS, poleg okoljskih spremenljivk, odvisni tudi od dejavnosti korenin in mikoriznih gliv, talnih živali in mikroorganizmov.

Organska snov v gozdnih tleh, kot jo definirajo smernice IPCC (2006), vključuje organski ogljik v mineralnem delu tal do določene globine, ki jo izbere država konsistentno za celotno časovno vrsto. Poleg tega vključuje tudi odmrlo organsko snov, kot so žive in odmrle korenine in ostala odmrla organska snov (premer manjši od 2 mm), ki je empirično ni možno ločiti od nje. **Privzeta globina tal, za izračun zaloge ogljika v tleh, je 30 cm, vendar smernice dopuščajo, da država sama določi večjo globino.**

Na gozdnih zemljiščih je dinamika zalog ogljika v tleh bolj kompleksna, a na splošno manj odvisna od vplivov človeka.

Podlaga za metodologijo vzorčenja in spremljanje zalog ogljika v tleh gozdnih zemljišč sta:

- priročnik o vzorčenju in analizi tal programa UNECE ICP Forests (Cools in De Vos, 2016) ter
- smernice dobre prakse za gozdna zemljišča (IPCC, 2006).

Upoštevanje tega priročnika je nujno, saj vključuje metode in kriterije za harmonizirano vzorčenje, oceno, spremljanje in analizo gozdnih tal na evropski ravni. Ne glede na omenjeno pa je treba dodatno upoštevati tudi smernice dobre gozdarske prakse, ki podrobneje določajo kategorije, definicije in metode izračuna zaloge ogljika v tleh.

Protokol vzorčenja gozdnih tal je podrobneje opisan v postopku za vzorčenje tal na KPP ploskvah v gozdovih (Priloga C).



Slika 4: Primer zemljišča z gozdno rabo (RABA-id 2000)

Potrebno je opozoriti, da **v primeru gozdnih zemljišč (Slika 4) spremljamo tudi organsko snov v opadu, ki ga v smislu poročanja upoštevamo kot ločeno skladišče ogljika.**

Opad vključuje vso odmrlo organsko snov, do minimalnega premera odmrlih vej in debel, ki ga izbere država (običajno 10 cm) in ki leži v različnih stanjih razgradnje nad mineralnimi ali organskimi tlemi. Opad torej vključuje tudi vrhnje organske sloje tal (O_L , O_F , O_H talni horizonti), vključno z živimi in odmrliimi finimi koreninami (premer manjši od 2 mm), ki se empirično loči od talne organske snovi.

Opad se na terenu ne vzorči s sondo, ampak z lesenim okvirjem dimenzij 25 cm × 25 cm (**Priloga C**).

1.4 Ocena zalog ogljika v kmetijskih in gozdnih tleh, ki niso predmet spremembe rabe zemljišč

1.4.1 Metode in procesni modeli Tier , Tier 2 , Tier 3

Za oceno zaloge ogljika v tleh v okviru Tier 1so, podobno kot pri ostalih skladiščih ogljika, v skladu s smernicami IPCC na voljo različne ravni metodologij. **Osnovni pristop za njivske površine je metodologija prvega reda (Tier 1)**, za katero se načeloma potrebujejo le podatki o površinah. Vendar je slednje treba stratificirati, s čimer se lahko uporabijo ustrezni privzeti faktorji.

- Za stratifikacijo njivskih površin je tako treba razpolagati s podatki o rabi zemljišč, obdelavi tal in vnosu gnojil.
- Za stratifikacijo travinja potrebno imeti podatke o rabi tal, vnosu gnojil in načinu gospodarjenja (npr. trajnostno gospodarjeno travinje brez izboljšav).

Metodologije višjega reda (**Tier 2**) poleg podatkov o površinah upoštevajo tudi nacionalne podatke o referenčnih zalogah ogljika po talnih tipih oz. uporabo modelov, ki so specifični za državo ali podatke iz ponavljajočih se monitoringov tal, ki se jih da razvrstiti po načinu gospodarjenja in rabi zemljišč (**Tier 3**). V večini primerov so to procesni modeli, za katere so potrebni številni podatki rabe zemljišč in lokalnih pogojev, ki se navadno zajemajo na trajnih raziskovalnih objektih. Metodologija višjega reda predvideva uporabo modelov, za katere so potrebni podrobni podatki, ne le za talne parametre, temveč tudi za okoljske in podnebne. **Vzorčni primer ocene sprememb organske snovi v gozdnih tleh z uporabo modela Yasso07** so v Sloveniji opravili Kopal et al. (2014). Npr. v Nemčiji so uporabili kombinacijo več modelov za oceno trendov za izboljšanje zalog ogljika v kmetijskih tleh **in ugotovili, da daje boljše rezultate v primerjavi s povprečjem rezultatov teh modelov** (Riggers et al., 2019).

Metodologija prvega reda Tier 1 za gozdna zemljišča ne zahteva stratifikacije podatkov, saj je predvideno, da se zaloge ogljika v gozdnih tleh zaradi gospodarjenja ne spreminjajo. Nasprotno se za metodologijo drugega reda Tier 2 zahtevajo podatki, ki so stratificirani glede na gozdni tip, način gospodarjenja in režim naravne motnje. Za to metodologijo se lahko uporabijo tudi nacionalni podatki o referenčnih zalogah ogljika in drugi nacionalni podatki (npr. o podnebnih regijah), če so na voljo. **Stratifikacija kmetijskih zemljišč po metodologiji Tier 1 je že bila predlagana** (Mali et al., 2016) in **referenčne zaloge ogljika za kmetijska zemljišča določena** (Bergant et al., neobjavljeno), vendar emisije še niso bile ocenjene.

Za organska tla (tj. histosoli) lahko uporabimo enak princip stratifikacije, zaloge ogljika pa podobno ocenimo po metodologijah nižjega ali višjega reda, v skladu z razpoložljivostjo oz. kakovostjo podatkov. Treba je opozoriti, da se emisije iz organskih tal ocenjuje le za površine, ki so bila drenirana, meliorirana, ali je zaradi kakega drugega vzroka prišlo do spremembe vodnega režima.

1.5 Ocena zalog ogljika v kmetijskih in gozdnih tleh, ki so predmet spremembe rabe zemljišč

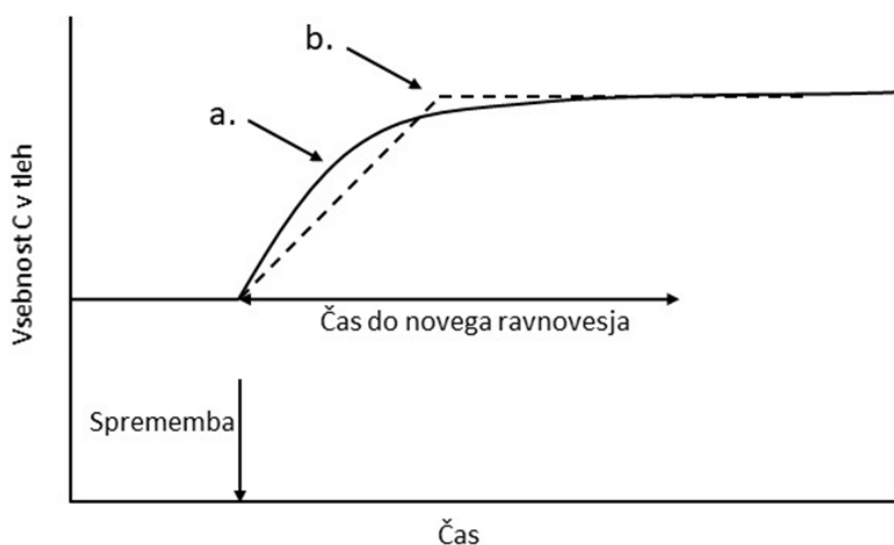
Podobno kot na zemljiščih, katerih raba se ne spreminja v času, so tudi za zemljišča, ki so predmet spremembe rabe zemljišč na voljo metodologije različnih redov (IPCC 2006). Osnovna metoda predvideva uporabo referenčnih vrednosti za glavne kategorije zemljišč, ki se v primerih kmetijskih in gozdnih zemljišč množijo s privzetimi faktorji.

V kolikor so na voljo nacionalni podatki o zalogah ogljika za različne kategorije zemljišč, pa je metodologija drugega reda drugačna, kot za tista zemljišča, katerih raba zemljišč se v času ne spreminja.

Osnovna smernica je, da primerjamo kategorije zemljišč z različno zalogo ogljika v tleh.

Privzeti čas za vzpostavitev novega ravnovesja C_{org} v tleh je 20 let. Ta čas lahko v hladnejših podnebnih območjih traja 50 let, medtem ko v tropski samo okoli 10 let (IPCC, 2003). Zato alternativno priporočajo, da se podatkom prilagodi asimptotični model (b na sliki Slika 5), saj bi v nasprotnem primeru privzeti linearni model podcenjeval spremembe zaloge ogljika v tleh po določeni spremembi, npr. sprememba rabe zemljišč.

Za zmerni pas (toplo, vlažno) se priporoča privzeti čas 20 let, da se vzpostavi novo ravnovesje, ki ga tudi sicer uporabljamo v Sloveniji pri ocenjevanju sprememb v zalogah ogljika v tleh.



Slika 5: Shematska predstavitev poteka vzpostavitve novega ravnovesja vsebnosti C v tleh po spremembi (prirejeno po IPCC, 2003)

Ta pristop lahko uporabimo tudi za površine, ki niso predmet spremembe rabe zemljišč, vendar pa je prišlo do spremembe v načinu gospodarjenja (npr. obdelava tal).

S prilagoditvenim modelom (npr. regresija) določimo nove faktorje, s katerimi množimo referenčne zaloge ogljika v tleh.

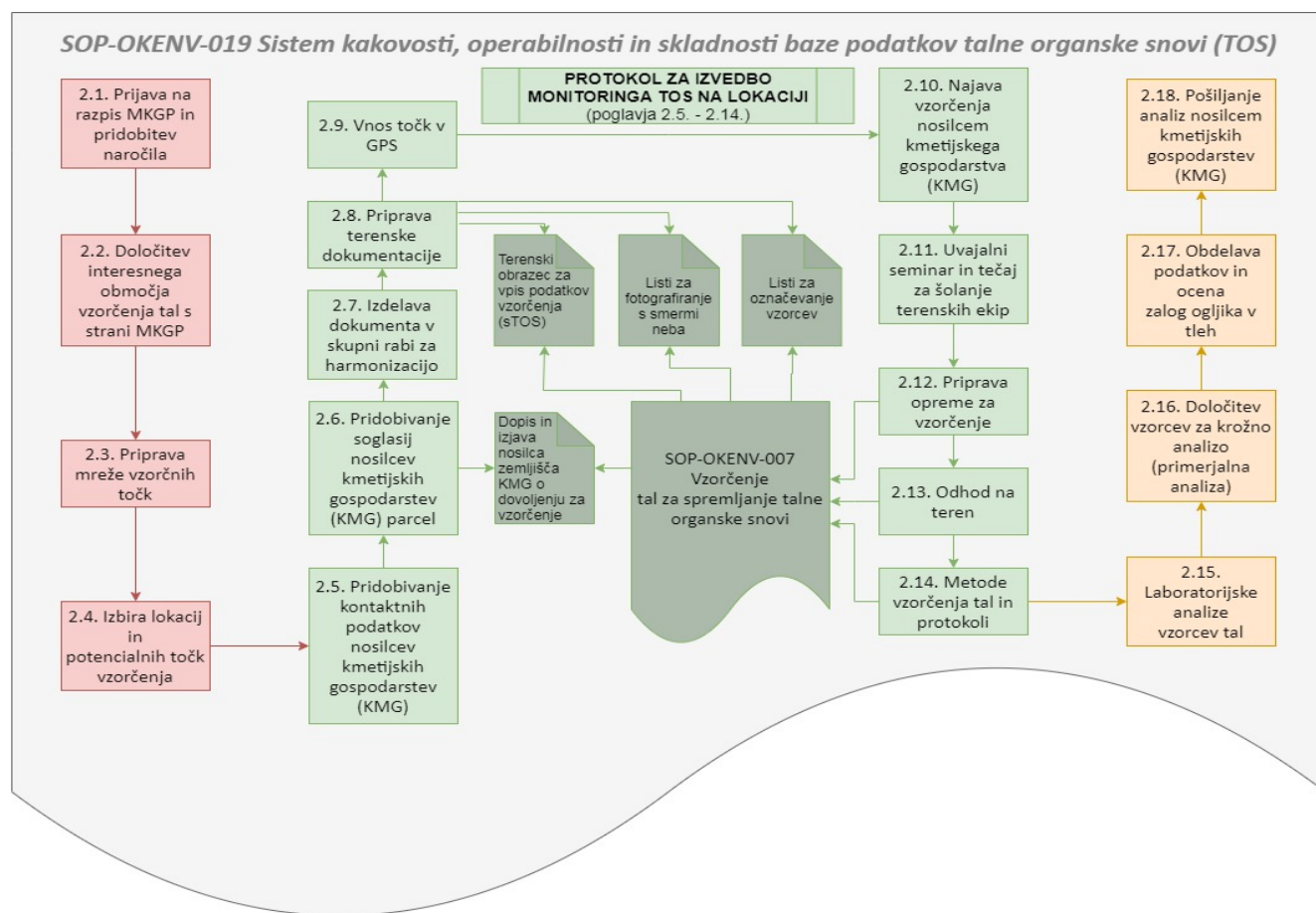
Protokol za izvedbo monitoringa TOS na lokaciji vzorčenja

Protokol za izvedbo monitoringa TOS (Slika 6) na lokaciji vzorčenja izhaja iz dokumentov za kmetijska zemljišča SOP-OKENV-007 (Priloga B) in SOP-LGE-017 (Priloga C) za gozdna zemljišča.

Besedilo pod naslovom ***Sistem kakovosti, operabilnosti in skladnosti baze podatkov talne organske snovi (TOS)*** prikazuje sosledja opravil oziroma dogodkov, ki omogočajo izvedbo monitoringa talne organske snovi.

Celoten protokol se natančneje nanaša na poglavja v dokumentu (Slika 6):

- 2.5. Pridobivanje kontaktnih podatkov nosilcev kmetijskih gospodarstev (KMG);
- 2.6. Pridobivanje soglasij nosilcev kmetijskih gospodarstev (KMG);
- 2.7. Izdelava dokumenta v skupni rabi za harmonizacijo;
- 2.8. Priprava terenske dokumentacije;
- 2.9. Vnos točk v GPS;
- 2.10. Najava vzorčenja nosilcem kmetijskega gospodarstva (KMG);
- 2.11. Uvajalni seminar in tečaj za šolanje terenskih ekip;
- 2.12. Priprava opreme za vzorčenje;
- 2.13. Odhod na teren in vzorčenje tal;
- 2.14. Metode vzorčenja tal in protokoli.



Slika 6: Protokol za izvedbo monitoringa TOS na lokaciji

Poglavja od 2.5. do 2.12. se nanašajo na pripravo na terensko delo, poglavji 2.13 ter 2.14 pa na terensko delo ter postopke po opravljenem terenskem delu.

Celotni protokol priprave na terensko delo je opisan v dokumentu SOP-OKENV-007 (Priloga B).

Protokol odhoda na teren ter zaključka terenskega dela je opisan v dokumentu SOP-OKENV-007 (Priloga B).

V prilogah dokumenta se nahajajo tudi potrebni spremni dokumenti in pripomočki, med drugim:

- dopis in izjava nosilca zemljišča KMG o dovoljenju za vzorčenje;
- terenski obrazec za vpis podatkov vzorčenja (sTOS);
- listi za fotografiranje s smermi neba (S, J, V, Z);
- listi za označevanje vzorcev.

Podrobneje je v dokumentu **SOP_LGE_MET_024 (Priloga D)** predstavljen in opisan tako postopek laboratorijske analize vzorcev kot tudi krožne analize.

1.6 Protokol za transport vzorcev TOS z lokacije vzorčenja v laboratorij

Načrtovanje vzorčenja TOS zajema tako določitev protokola vzorčenja kot izbor metod za pridobitev končnega zahtevanega rezultata. Sledi vzorčenje po protokolu, kjer sledimo metodologiji, kako na terenu zajeti čim bolj reprezentativen vzorec na proučevanem območju.

Pravilna in skladna **označitev vzorca** je naslednji del protokola, ki pa je velikokrat spregledan ali zanemarjen korak v postopku. **Označba posameznega vzorca mora biti unikatna, jasna, razločna, berljiva in nedvoumna.** To zagotavlja, da tako pripišemo rezultat ustreznemu (pravemu) vzorcu.

Transport vzorca za določitev organskega ogljika, v kolikor poteka v normalnih pogojih, ne predstavlja kritičnega dela poti vzorca.

Pod normalnimi pogoji razumemo **temperature, podobne sobni, čas transporta v istem dnevu** in v kolikor so uporabljene nepredušne vrečke, **odpiranje vrečk z vzorci istega dne**. Kritične pogoje bi predstavljala morebitna visoka temperatura (nad 30 °C) in vlaga, ki bi zaradi nepredušnosti zastajala v vzorcu, kar bi pospešilo mikrobiološko razgradnjo organske snovi in posledično uhajanje ogljika iz vzorca v obliki CO₂.

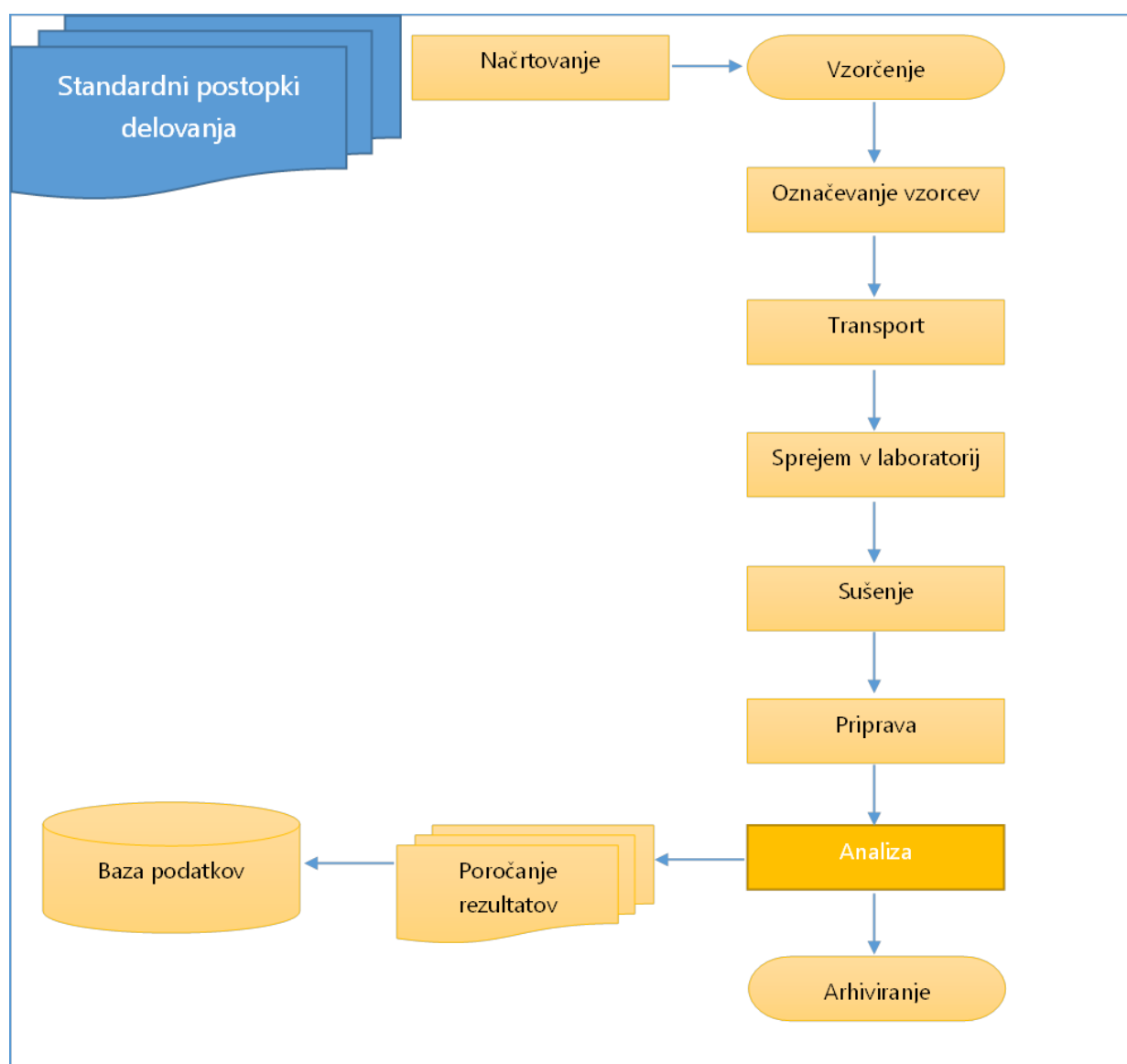
1.7 Standardni operativni postopki za analitiko TOS

1.7.1 Dostava in priprava vzorca

Ob dostavi v laboratorij moramo vzorce zabeležiti v **laboratorijski informacijski sistem**. S tem se izognemo morebitni izgubi lokacijske informacije vzorcev in zagotovimo sledljivost vzorca.

Šele nato začnemo z njegovo **pripravo**, kar predstavlja odpiranje oz. priprava vzorca na sušenje.

Sušenje vzorca. Vzorec lahko posušimo bodisi na zraku bodisi v sušilni komori, vendar temperatura sušenja ne sme preseči 40 °C. Tako zagotovimo ustrezne pogoje, da ne izgublamo za nas pomembnih analitskih snovi in hkrati primerne, da voda iz vzorca relativno hitro izhlapi. V kolikor je vzorec težji, oz. bolj glinen in temu primerno grudičast, je potrebno grudice občasno zmanjševati oz. razpustiti, saj nam manjši skupki olajšajo delo pri kasnejši pripravi. To delo po navadi opravimo ročno.



Slika 7: Diagram poteka poti vzorca od terena do analize in njegovega arhiviranja

Kot je razvidno iz diagrama poteka je sama analiza organske snovi le faza v postopku obravnave vzorca, ki se mu določi vsebnost organske snov.

Vzorec na zraku običajno doseže ravnovesno vlago (vzorec ni absolutno suh, ampak se vzpostavi ravnotežje, med vlago v zraku in vlago v vzorcu) **po treh do sedmih dneh**, odvisno od strukture vzorca (SIST ISO 11464:2006: Kakovost tal – Priprava vzorcev za fizikalno-kemijske analize). **V sušilni komori pri 40 °C čas sušenja skrajšamo običajno na 48 h**. Vlaga vzorca je tipično med 0,5 (mineralni vzorci) in 10 % (organski vzorci), odvisno od vrste vzorca. Tako je vzorec pripravljen na nadaljnjo obdelavo.

V prvi vrsti je potrebno odstraniti vse žive korenine, še posebej tiste, ki so debelejše od 2 mm. To lahko storimo ročno ali pa delo za nas opravi aparat (npr. deaglomerator). Enako je s skeletom (kamninski del tal, večji od 2 mm). Ostali vzorec stremo (ne meljemo) in presejemo skozi 2 mm sito. Presejana frakcija vstopa v nadaljnji proces analize.

1.7.2 Standardi določitve TOS

V Sloveniji poznamo samo tri mednarodno priznane oz. uveljavljene standarde določitve organskega ogljika v tleh.

Dve sta neposredni:

- (SIST ISO 14235:1999 Kakovost tal - Določevanje organskega ogljika z oksidacijo v krom-žvepleni kislini in
- SIST EN ISO 17184:2014 Kakovost tal - Določevanje ogljika in dušika z bližnjo infrardečo spektrometrijo (NIRS))
- Tretja (SIST ISO 10694:1996 Kakovost tal - Ugotavljanje organskega in skupnega ogljika po suhem sežigu (elementna analiza) v kombinaciji s SIST ISO 10693:1996: Kakovost tal - Ugotavljanje vsebnosti karbonatov - Volumetrična metoda) pa je ocenjena kot neposredna ali posredna, odvisno od tega, ali vsebuje poleg organskega ogljika tudi mineralni ogljik, ali ne.

V kolikor vzorec vsebuje tudi mineralni ogljik, ga lahko odstranimo pred samo analizo in nato določimo le vsebnost organskega ogljika.

Najpogosteje uporabljena metoda v slovenskih analitskih laboratorijih na področju agronomije, gozdarstva in ekologije na splošno je določanje organskega ogljika z oksidacijo v krom-žvepleni kislini, SIST ISO 14235:1999.

V letu 2017 smo testno izvedli krožni test tovrstnih laboratorijev tudi za metodo določanja organskega ogljika. Povabilu h krožni analizi se jih je odzvalo devet. V sedmih od devetih laboratorijev so uporabljali to metodo. Razloga za tako široko uporabo te metode lahko najdemo v ceni inštrumenta za kvantifikacijo in preverjenemu postopku, ki je v uporabi že nekaj desetletij. Slaba stran te metode je v prvi vrsti uporaba nevarnih, jedkih in zdravju ter okolju škodljivih snovi (raztopina kroma, žveplova(VI) kislina).

Analizna metoda določitve organske snovi v vzorcih tal (Slika 7) je zadnja faza v postopku.

1.8 Protokoli za preverjanje skladnosti laboratorijskih analiz in preverjanje kakovosti laboratorijev

1.8.1 Cilji zagotavljanja kakovosti laboratorijev

Cilj vsake analize je pravilen rezultat. Pravilen analitski rezultat je točen (se čim bolj približa pravi vrednosti, ki je pri realnih vzorcih ne poznamo) in natančen (da je pri ponovitvah meritev odstopanje od prave vrednosti čim manjše).

Analitske podatke posameznega talnega parametra lahko pridobimo z različnimi analitskimi metodami. **Namen standardizacije oz. harmonizacije metod je, da ne dvomimo o posameznem rezultatu, v kolikor je bil pridobljen po pravilih in postopkih standardizirane metode.** Standardizirana metoda je nujen pogoj za pravilen rezultat, ni pa to zadostni pogoj. Da dobimo pravilen rezultat, je odvisno še od mnogih drugih dejavnikov. Če se omejimo na izvedbo same metode in zanemarimo, kaj se z vzorcem dogaja pred tem, je že v tem delu postopka ogromno zunanjih vplivov na pravilnost rezultata.

V pomoč razvoju kakovosti laboratorijev so vsebine Vodila ISO/IEC 25 leta 1999 nastali standard ISO/IEC 17025: Splošne zahteve za usposobljenost preizkuševalnih in kalibracijskih laboratorijev. Standard zajema vse dejavnike, ki vplivajo na proces pridobitve nekega analiznega rezultata. Standard obravnava sam ustroj in delovanje laboratorija, način dela, postavljanje norm in pravil, sledljivost rezultata ter zagotavljanje in nadzor kvalitete dela oz. storitev.

Da laboratorij doseže zadostno kakovost dela, je potrebno poleg standardizirane ali posebej potrjene metode² uporabljati tudi sistem sledljivosti kontrolnih vzorcev in nadzor nad uporabljanimi aparaturami in seveda sodelovanje v krožnih analizah (Slika 8). Vrednosti kontrolnih vzorcev je potrebno vpisovati v ustrezne kontrolne karte, ki so nam v pomoč pri odkrivanju sistemskih napak (aparature ali operaterja), ali določanja trenda rezultatov, ki kažejo na staranje/obrabo/slabšanje aparata/kemikalij, s katerim izvajamo analizo.

Sistem delovanja najlažje ponazorimo s periodično aktivnostjo:

1. Načrtuj → 2. Naredi → 3. Preveri → 4. Ukrepi

V vseh laboratorijih je vedno prisoten 2. korak, t. j. Naredi. V večini laboratorijev je prisoten tudi korak 1: Načrtuj. **3. korak: Preveri, v laboratorijih, kjer ni vpeljanega sistema kakovosti, redkokdaj najdemo, 4. korak: Ukrepi, ki je v procesu izboljševanja kvalitete v resnici najpomembnejši in zagotavlja dvig ravni kvalitete, pa velikokrat izostane.**

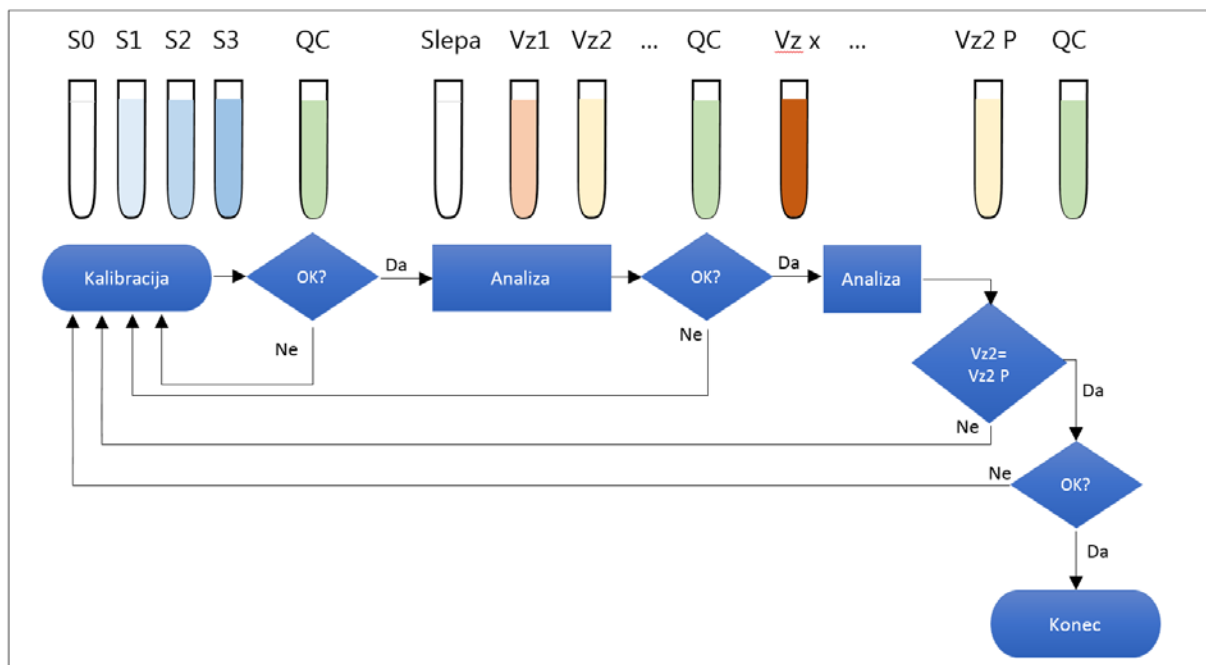
Če se osredotočimo na dejavnost Preveri, ki je pogoj za informacijo o kvaliteti rezultata, imamo za to kar nekaj mehanizmov preverjanja svoje strokovne usposobljenosti v procesu kemijskih analiz v preizkuševalnih laboratorijih:

- uporaba certificiranih ali internih referenčnih materialov;
- udeležba v programih med-laboratorijskih primerjav;
- ponovitev preskusov z uporabo enakih ali različnih metod;
- preskušanje zadržanih primerkov po seriji analiz preskušanih vzorcev;
- preverjanje soodvisnosti rezultatov različnih karakteristik primerka.

² to so največkrat »hišne« metode, katere je potrebno posebej preveriti, saj ne vsebujejo sistema sledljivosti.

Za zagotavljanje kakovosti rezultatov v tovrstnih preizkuševalnih laboratorijih je smiselno uporabljati vse mehanizme preverjanja kakovosti dela.

Glede na število vzorcev, ki jih letno analizira laboratorij, se smiselno pogosto uporabi posameznega od naštetih aktivnosti za kontrolo kakovosti.



Slika 8: Diagram poteka normalne sekvence analiz z vključenimi mehanizmi uporabe referenčnih materialov (QC) in preskušanje zadržanih primerkov po seriji analiz (Vz2 P)

1.8.2 Uporaba certificiranih ali internih referenčnih materialov

Pravilo je, da rezultate ene serije sprejmemo kot zadovoljive, kadar sta QC vzorca (certificiran ali interni referenčni material) pred in po seriji preskušanih vzorcev znotraj mej sprejemljivosti. **Primarna in daleč najbolj pomembna lastnost referenčnih materialov je poznana prava vrednost analitskega parametra** oz. vsaj zadosti dober približek prave vrednosti. Te vrednosti so po navadi sledljive do nacionalnih etalonov in posledično do etalona. Zaradi te lastnosti lahko z veliko gotovostjo trdimo, da so naši rezultati ustrezni, v kolikor ustrezajo postavljenim merilom.

1.8.3 Udeležba v programih med laboratorijskih primerjav

Med laboratorijske primerjave naj bi se po priporočilu standarda (SIST EN ISO/IEC 17025) udeleževal vsak laboratorij vsaj dvakrat letno. To je pri tako specifičnih analizah kot je npr. določevanje organskega ogljika v talnih vzorcih, težko izvesti, saj **tovrstnih shem v Sloveniji sistematično ne izvajamo.**

Krožne analize se v Sloveniji pojavljajo občasno in bolj redko (enkrat na nekaj let). Kar je daleč od možnosti sodelovanja v teh shemah dvakrat letno. Poleg tega bi bilo v primeru majhnega števila sodelujočih (< 5) vrednotenje rezultatov bolj splošno in z drugačnimi statističnimi postopki kot če bi bilo sodelujočih laboratorijev več.

Problem lahko delno ublaži udeležba v mednarodnih shemah primerjanih analiz, vendar pa pogosto pride do vključitve takšnih vzorcev tal, ki za Slovenijo niso relevantni (peščena tla, šotna tla, ipd.).

Kljub veliko pozitivnim učinkom moramo upoštevati, da **s krožnimi testi preverjamo le določeno metodo in njeno izvedbo vključno z vplivom aparature in osebja, ki analizo izvaja.**

Vsem ostalim korakom v procesu vzorčenja in poti vzorca se izognemo. Tudi zato so potrebni drugi jasni in natančni protokoli posameznih faz spremljanja TOS od načrtovanja do končnega poročila.

1.8.4 Ponovitev preskusov/analiz z uporabo enakih ali različnih metod

V preizkuševalnih laboratorijih tovrstna preverjanja niso v redni uporabi. Te aktivnosti se uporabljajo v kalibracijskih laboratorijih.

1.8.5 Preskušanje zadržanih primerkov po seriji analiz preskušanih vzorcev

Shematski prikaz preskušanja zadržanih primerkov po seriji analiz je predstavljen zgoraj (Slika 8). Glavno vodilo je, da pri dveh neodvisnih preskušanjih istega vzorca dobimo rezultata, ki sta znotraj mej sprejemljivosti. Običajno je to rang 10 %. V kolikor imamo vzorec, ki ima svojo ponovitev na koncu serij, morata biti njegovi vrednosti dovolj podobni, da dobljene rezultate sprejmemo za ustrezne.

1.8.6 Preverjanje soodvisnosti rezultatov različnih karakteristik primerka

Določene lastnosti vzorcev so nemalokrat v soodvisnosti in tudi v primeru metode določitve organskega ogljika s suhim sežigom je tako. Celokupni ogljik, ki ga določimo s suhim sežigom, je tista vrednost ogljika, ki je ne moremo preseči. Ob vzporedni določitvi mineralnega ogljika to pomeni, da vrednost mineralnega ogljika ne more biti višja od celokupne vrednosti. Lahko je kvečjemu enaka, v kolikor v vzorcu ni organskega ogljika. Če ugotovimo neskladje z zgornjim pravilom, je očitno, da ena od analiz (določitev celokupnega ali mineralnega ogljika) ni bila korektno izvedena.

Velja matematični izraz:

$$C_{tot} = C_{min} + C_{org}$$

oziroma za izračun organskega ogljika uporabimo formulo:

$$C_{org} = C_{tot} - C_{min}$$

pri čemer so: C_{tot} – celokupni ogljik
 C_{min} – mineralni ogljik
 C_{org} – organski ogljik

2 DS2: Določitev izhodiščnega stanja vsebnosti TOS

Organski ogljik (TOC) v tleh in talna organska snov v tleh (TOS) sta del mnogo večjega ogljikovega cikla, ki vključuje kroženje ogljika skozi tla, vegetacijo, ocean in ozračje. Tla do globine 1 m lahko shranijo skoraj dva krat toliko ogljika kolikor ga shranjuje atmosfera in približno tri krat toliko kolikor ga je vezanega v vegetaciji (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017.).

Vzdrževanje in povečanje C_{org} s pomočjo dobrih praks rabe tal in upravljanja s tlemi lahko pomaga pri preprečevanju naraščanja atmosferskega CO_2 . Povečanje TOS v tleh izboljšuje tudi kemijske in fizikalne lastnosti tal kot so: shranjevanje hranil, kapaciteta tal za zadrževanje vode, sorpcija organskih in anorganskih onesnaževal. C_{org} je posledično lahko stroškovno učinkovit in okolju prijazen način shranjevanja ogljika. Lahko izboljša tudi druge ekosistemske storitve kot so: kmetijska proizvodnja, oskrba s čisto vodo in biotska raznovrstnost (FAO, 2015).

Namen delovnega sklopa je predstavitev karte izhodiščnega stanja TOS na kmetijskih in gozdnih tleh Slovenije, kar je predstavljeno v globalni karti zalog ogljika v tleh – GSOCmap.

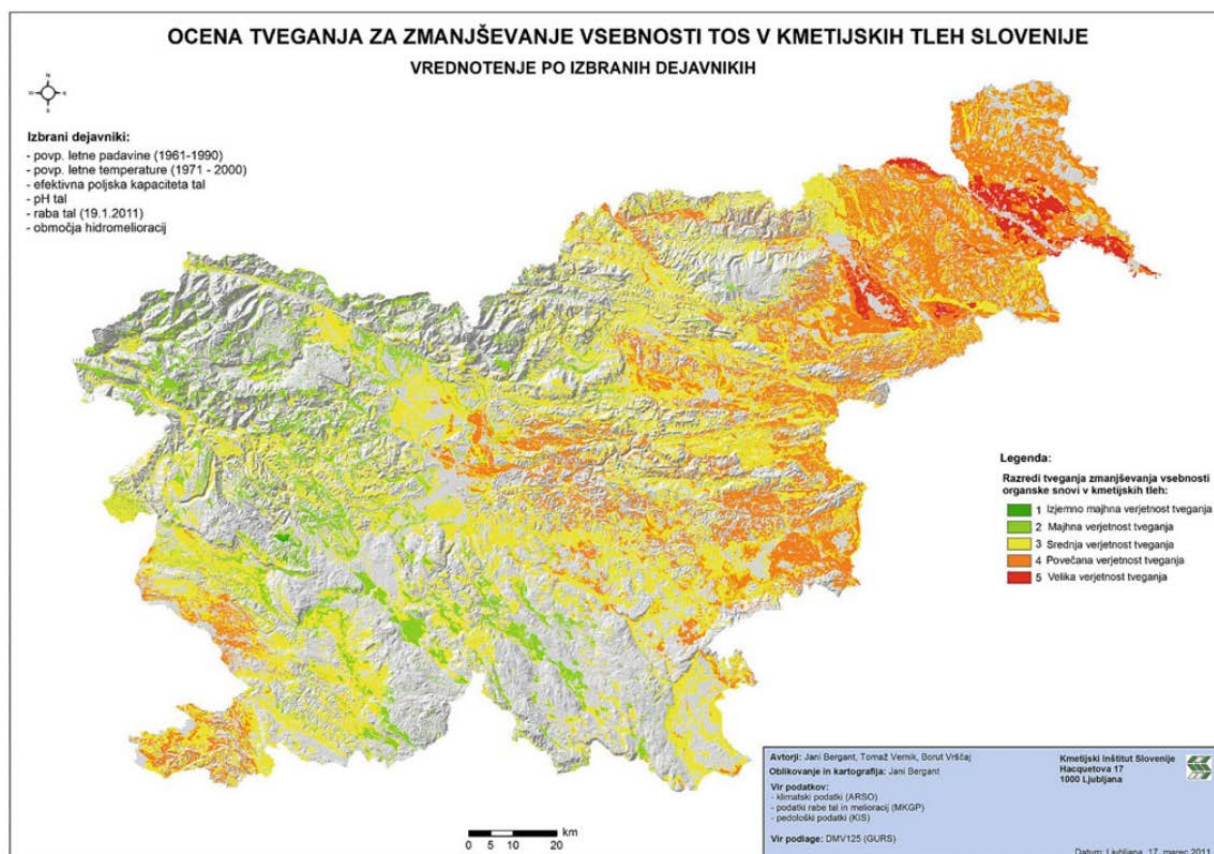
2.1 Sorodne preliminarne raziskave vsebnosti TOS v tleh KZ Slovenije -

2.1.1 Karta območij kmetijskih zemljišč Slovenije z oceno zmanjšanja TOS

Za Slovenijo, smo leta 2011 na KIS narejena tudi preliminarne ocena (karta) tveganja določitve območij kmetijskih zemljišč z večjim/manjšim tveganjem za zmanjševanje vsebnosti TOS v kmetijskih tleh Slovenije (Slika 9).

Za izračun so bili uporabljeni podatki o povprečnih letnih padavinah, povprečnih letnih temperaturah, efektivni poljski kapaciteti tal, kislosti tal, rabi tal ter območjih hidromelioracij.

Kot prikazuje Slika 9, so najbolj ogrožena območja kmetijskih zemljišč za izgubo/zmanjšanje TOS v Sloveniji: Dravska in Ptujška kotlina ter Pomurska ravnina. Najnižja ogroženost je ocenjena na dinarskih podoljih in ravninah. Manjše tveganje za zmanjševanje vsebnosti TOS imajo vzpeti deli Slovenije, bistveno bolj pa so ogrožene kotline in doline. V splošnem ogroženost narašča is strani JZ proti SV, z izjemo primorskih pokrajin, kjer je ogroženost srednja do povečana (Vrščaj et al., 2017).



Slika 9: Ocena tveganja za zmanjševanje vsebnosti TOS v kmetijskih tleh Slovenije (Vrščaj et al., 2017)

Karta prikazuje območja KZ:

- kjer je verjetno prišlo do zmanjšanja vsebnosti TOS v primerih pomanjkljivih/neprimernih agrotehničnih ukrepov;
- območja kjer je po naravnih danosti možno povečevati vsebnost TOS zaradi v preteklih desetletjih nastalega zmanjšanja;
- območja kamor bi bilo potrebno usmeriti aktivnosti in prilagoditve npr. v okviru programov PRP;
- območja, kjer je vsebnost TOS verjetno primerna.

2.2 Izdelava svetovne karte zalog organskega ogljika v tleh – GSOCmap (FAO)

Zaradi potreb vključevanja in sodelovanja Slovenije v FAO (Food and Agriculture Organization) in GSP (Global Soil Partnership), smo v skladu z dogovorom z vsebinskimi spremljevalci projekta CRP V4 -1628 namesto pregledne karte vsebnosti ogljika pripravili karto GSOCmap – Slovenia (Global Soil Organic Carbon Map - Slovenia).

2.2.1 Globalno partnerstvo za tla FAO

Globalno partnerstvo za tla (GSP) je bilo ustanovljeno decembra 2012 kot mehanizem za razvoj močnega interaktivnega partnerstva ter okrepljenega sodelovanja in sinergije prizadevanj med vsemi stranmi zainteresiranimi za varovanje in trajnostno rabo tal po svetu. Aktivnosti vodi *Food and Agriculture Organisation of the United Nations* (FAO). Več o GSP je na voljo na spletnih straneh FAO – GSP <http://www.fao.org/global-soil-partnership/en/> (FAO – GSP, 2019)

Aktivnosti GSP Potekajo v petih stebrih:

- 1- Trajnostno upravljanje tal kot naravnega vira, ohranjanje in trajnostno produktivnost
- 2- Naložbe, tehnično sodelovanje, politika, ozaveščanje in izobraževanje
- 3- Ciljno raziskovanje tal in razvoj s poudarkom na ugotovljenih vrzelih in prednostnih nalogah ter sinergiji s povezanimi produktivnimi, okoljskimi in socialnimi razvojnimi ukrepi
- 4- Izboljšave v količini in kakovosti podatkov ter informacijah o tleh: zbiranje (zbiranje), analiza, potrjevanje, poročanje, spremljanje in integracija z drugimi vedami
- 5- Usklajevanje metod, standardizacije meritev in kazalnikov za trajnostno upravljanje s tlemi in zaščito tal kot naravnega vira.

Več o vsebinah in aktivnostih stebrov na: <http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/en/>.

GSP je pomembno partnerstvo. Ključni rezultati v zadnjih letih kažejo, da je bilo partnerstvo potrebno in ključno za zapolnitev obstoječe vrzeli pri spodbujanju trajnostnega upravljanja s tlemi. Med pomembne rezultate GSP lahko štejemo predvsem :

- ustanovitev medvladnega tehničnega odbora za tla;
- predložitev predloga za svetovni dan (5. december) in mednarodno leto tal 2015;
- priprava in posodabljanje svetovne listine o tleh;
- izdelava poročila o stanju svetovnih tal;
- vzpostavitev regionalnih partnerstev na področju tal;
- razvoj prostovoljnih smernic za trajnostno upravljanje s tlemi;
- vzpostavitev nacionalnih informacijskih sistemov o tleh.

2.2.2 Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap)

GSOCmap je prva svetovna karta vsebnosti/zalog talnega organskega ogljika in s tem prva in kompleksna pridobitev/rezultat okviru Stebra 4 (ang. Pillar 4): Information and Data.

Karta GSOCmap je opisana v poročilu Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap) Technical Report (FAO, 2018) in dostopna na GSIS spletni karti <http://54.229.242.119/GSOCmap/>

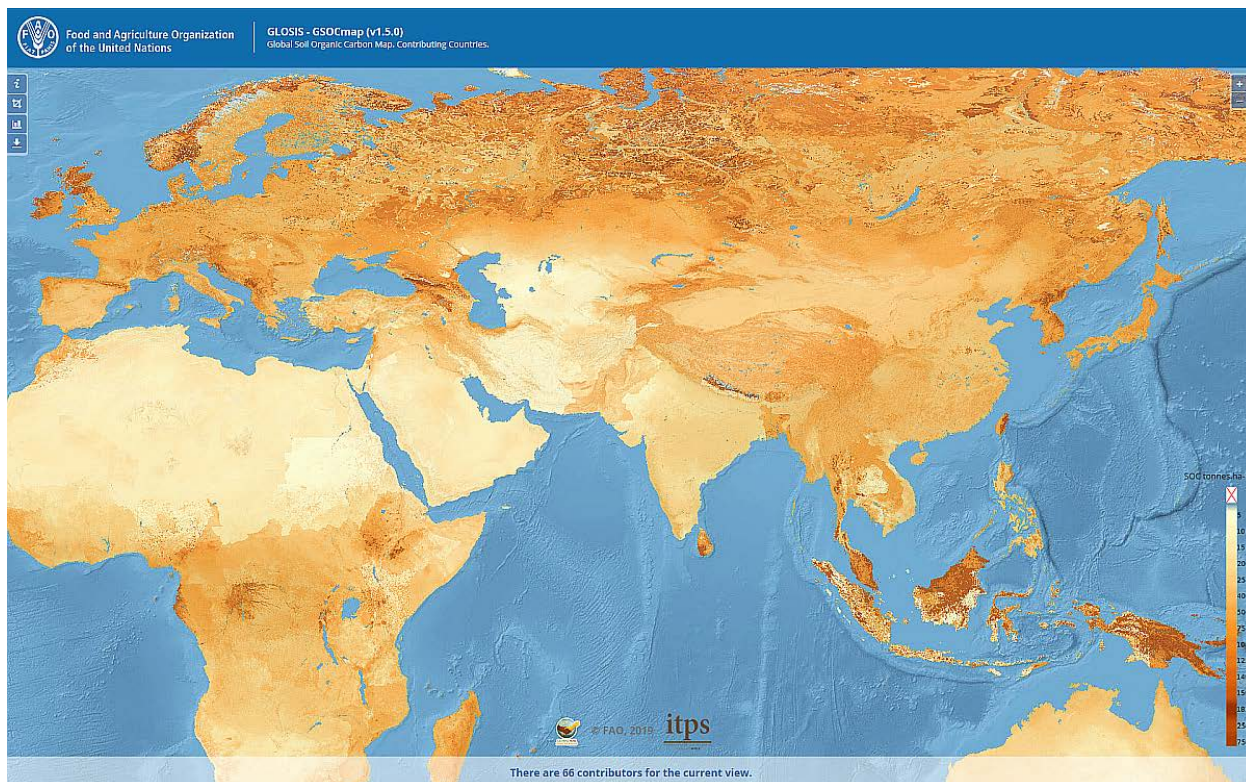
2.2.3 Metodologija GSOCmap

Metodologijo izdelave svetovne karte GSOCmap FAO so pripravili v skupini GSP tudi na podlagi FAO študije/projekta MASIS – Soil Information System of Macedonia (<http://www.maksoil.ukim.mk/masis/>)

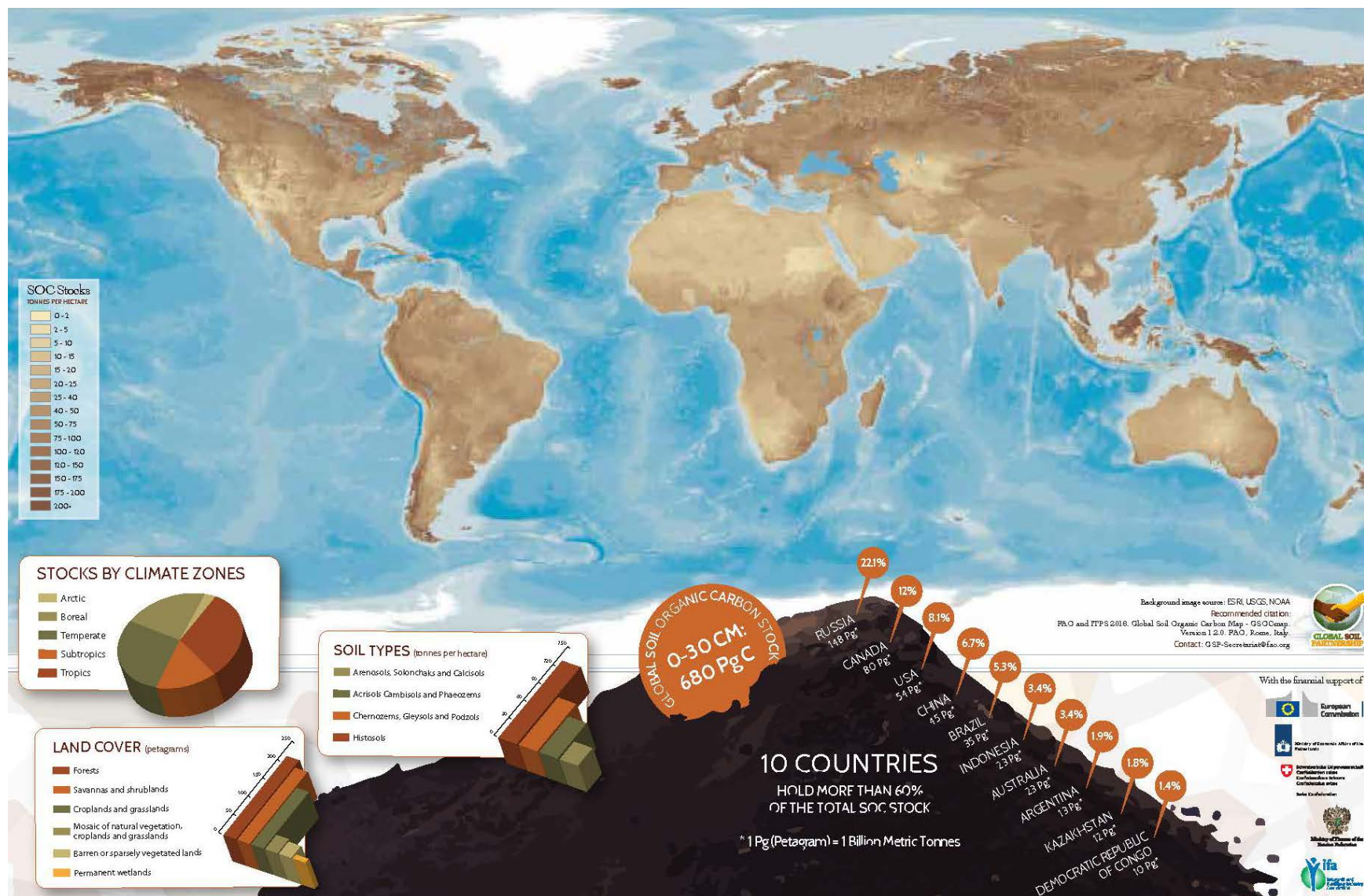
pri katerem je sodeloval tudi nosilec projekta CRP V4-1628. Na FAO – GSP sekretariatu so ob pomoči pedološke stroke (znanstvenega posvetovalnega telesa Intergovernmental Technical Panel on Soils - ITPS) izdelali smernice in metodološka izhodišča za izdelavo GSOC map na nacionalni ravni v Soil Organic Matter Mapping Cookbook. 1st edition (FAO D.J. 2017) in novejši verziji Soil Organic Matter Mapping Cookbook. 2nd edition (FAO D.J. 2018).

V okviru aktivnosti priprave GSOCmap FAO so bile države pozvane k sodelovanju in implementaciji metodologije. GSP je nato zbralo vse nacionalne karte za izdelavo končnega izdelka, kar je zagotovilo temeljit postopek uskladitve/zagotavljanja primerljivosti metodologij ocen zalog C_{org} .

Na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo se odzvali v okviru tega projekta.



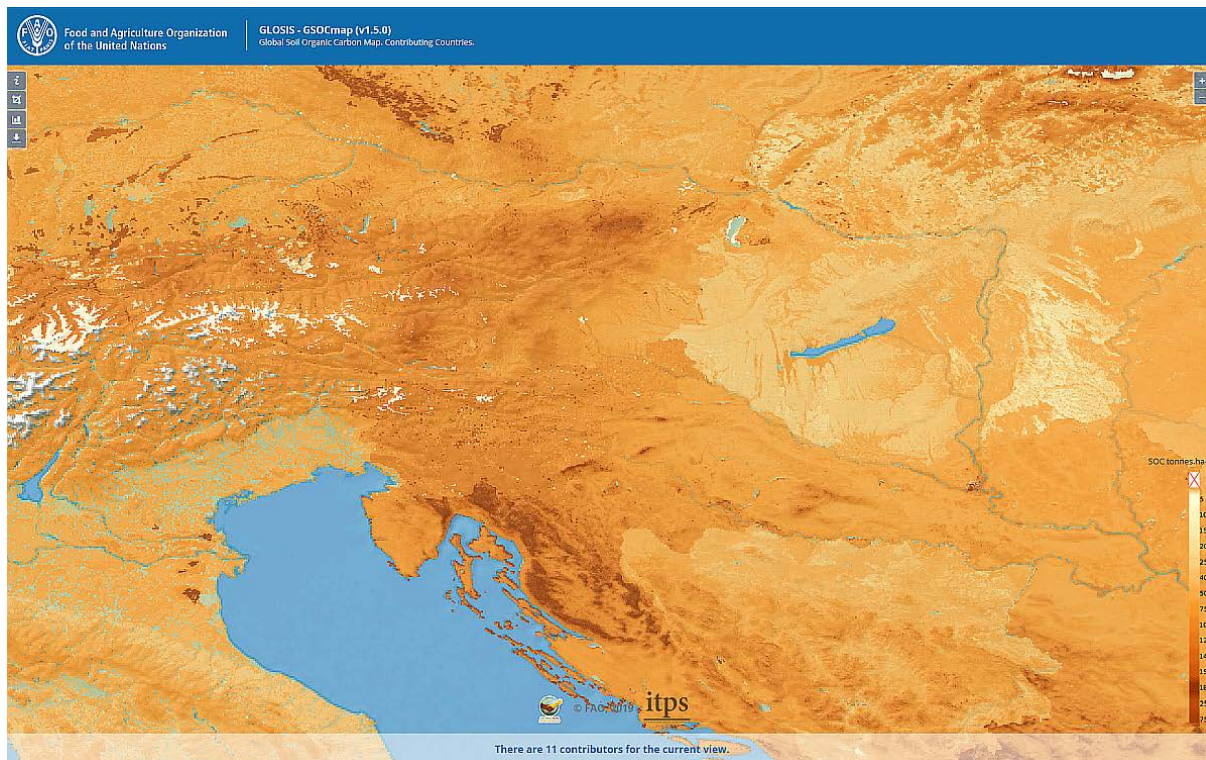
Slika 10: Portal FAO s karto GSOCmap (<http://54.229.242.119/GSOCmap/>)



Slika 11: Predstavitev osnovnih podatkov Svetovne karte GSOCmap V 1.2.0 (FAO, 2017)

2.3 Izdelava GSOCmap Slovenija

Za Slovenijo je karto zalog ogljika izdelal Kmetijski inštitut Slovenije. Karta je vključena v svetovno karto GSOCmap (Slika 11). S tem se je Slovenija uvrstila med države, kjer so svojo *Global Soil Organic Carbon Map* pripravili samostojno.



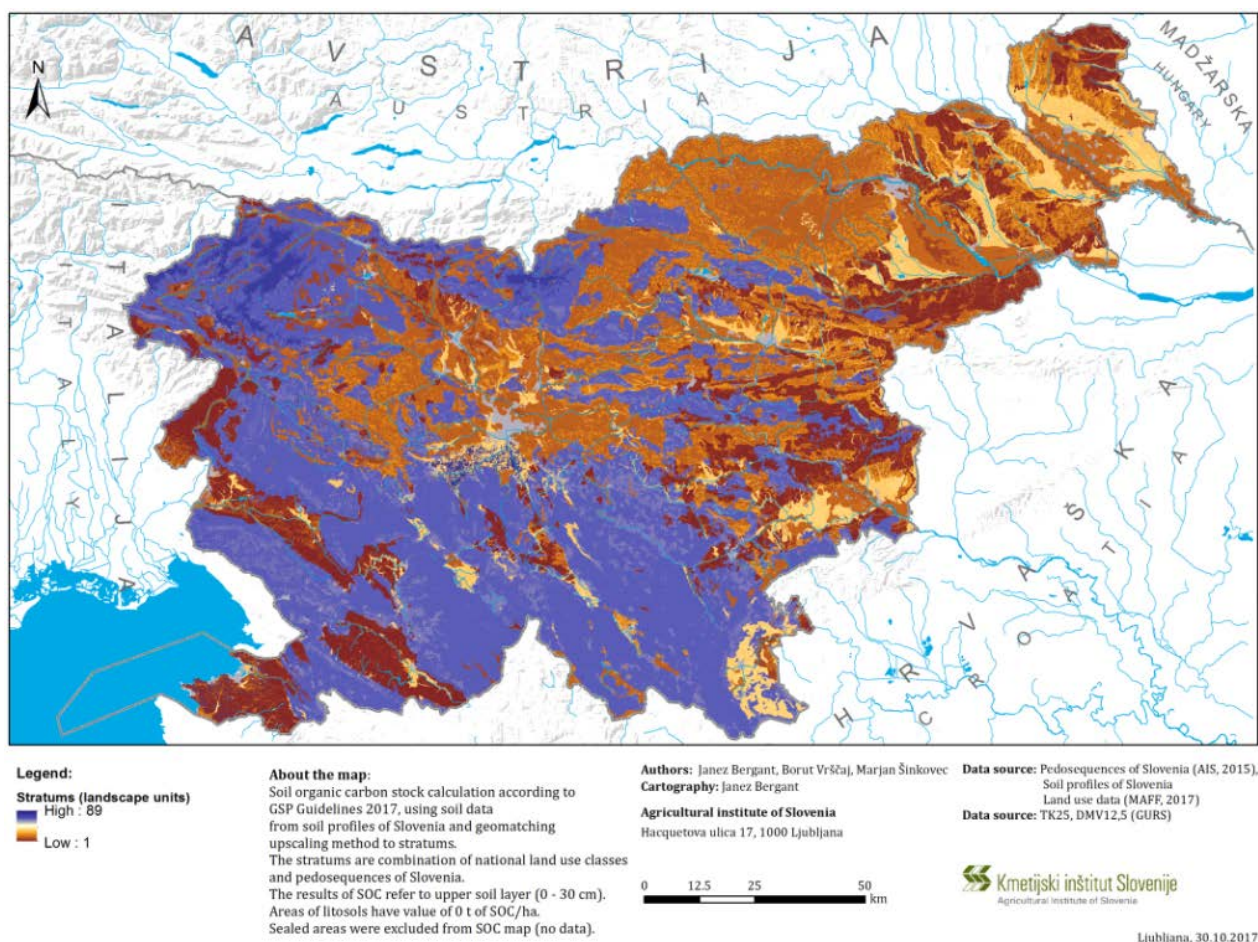
Slika 12: GSOCmap Slovenia - C_{org} v Sloveniji do globine 30 cm (kg/ha)

2.3.1 Priprava karte GSOC Map - Slovenija

Zaloge organskega ogljika v tleh Slovenije so v tem dokumentu predstavljene kot prispevek h globalni karti zalog organskega ogljika v tleh (GSOC map), ki ga koordinira FAO in GSP in smo jo omenili v prejšnjem poglavju. Za izdelavo karte organskega ogljika v tleh Slovenije (GSOC map – Slovenia) smo uporabili podatke 1681 pedoloških profilov, ki so bili izkopani v času izdelave Pedološke karte 1:25.000. Za vsak profil so bile izračunane vrednosti TOS (%), volumska gostota tal (g/cm^3) in skeletnost (%) na globini 0–30 cm. S pomočjo programskega orodja spline tool V2 in vhodnih podatkov: vrednosti TOS, volumska gostota in skeletnost so bile izračunane ocene zalog ogljika v tleh (t/ha).

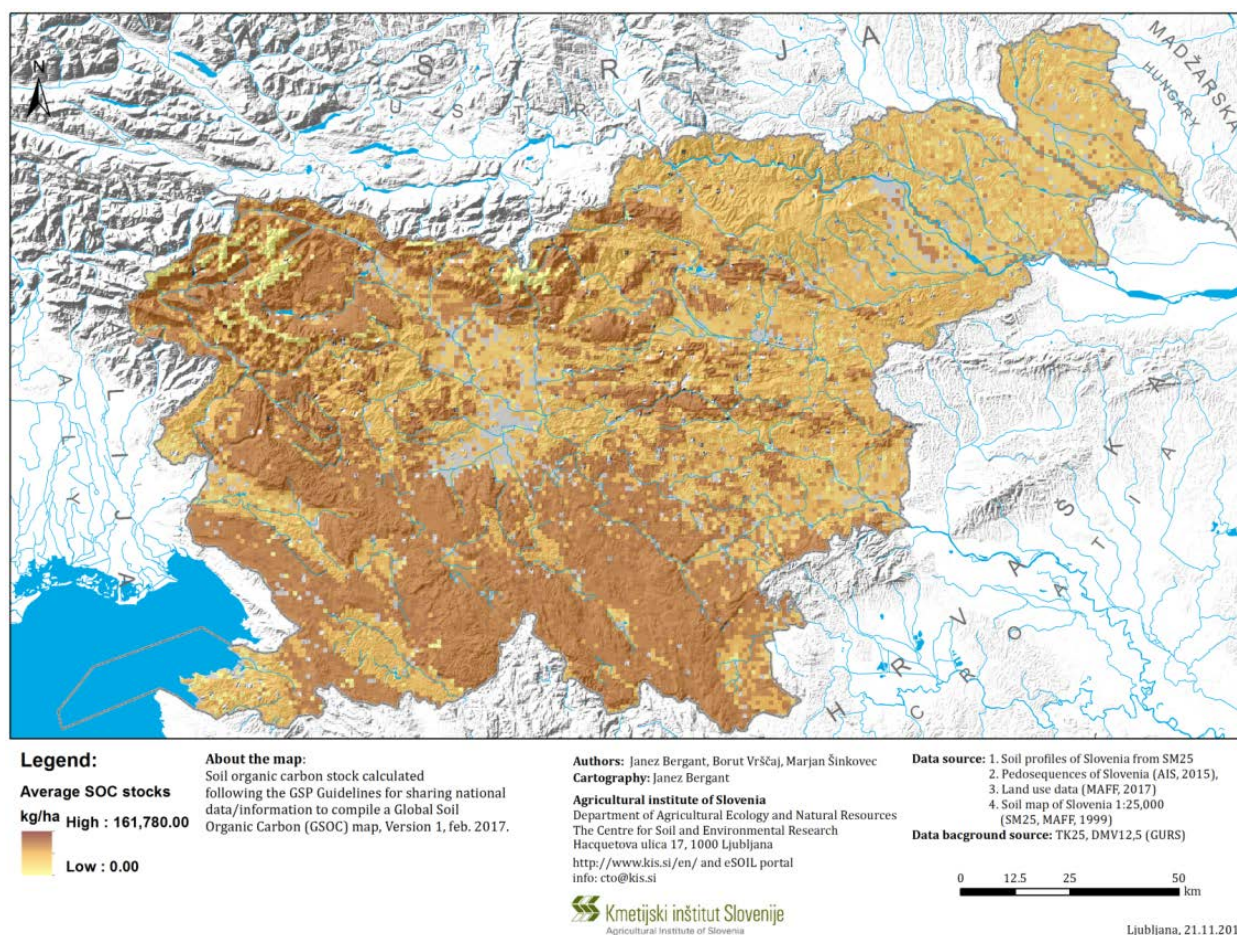
Ozemlje Slovenije smo razdelili v stratumne na podlagi kombinacije pedosekvenca in rabe tal (Slika 13). Iz nadaljnjih analiz so bili izvzeti talni profili, ki so imeli C_{org} večje od 180 t/ha (za njih smo namreč smatrali, da je izračunana zalog ogljika zaradi netočnih vhodnih podatkov – predvsem gostote tal - pretirana). Iz preostalih 1276 talnih profilov smo izračunano zalogo ogljika prenesli na območje Slovenije z metodo prostorskega ujemanja (geomatching), kar pomeni, da smo podatke zalog ogljika v tleh iz profilov vezali na sloj stratumov. Končna zaloga ogljika na stratum je bila izračunana kot povprečje zalog ogljika v tleh pripadajočih profilov. Izračunani standardni odklon nam je podal oceno variabilnosti podatkov in zanesljivost modela. Model je pokril 99,2 % površine Slovenije in zajel 51 stratumov.

Celotno poročilo karte v angleškem jeziku z opisano metodologijo izdelave karte se nahaja v prilogi A.



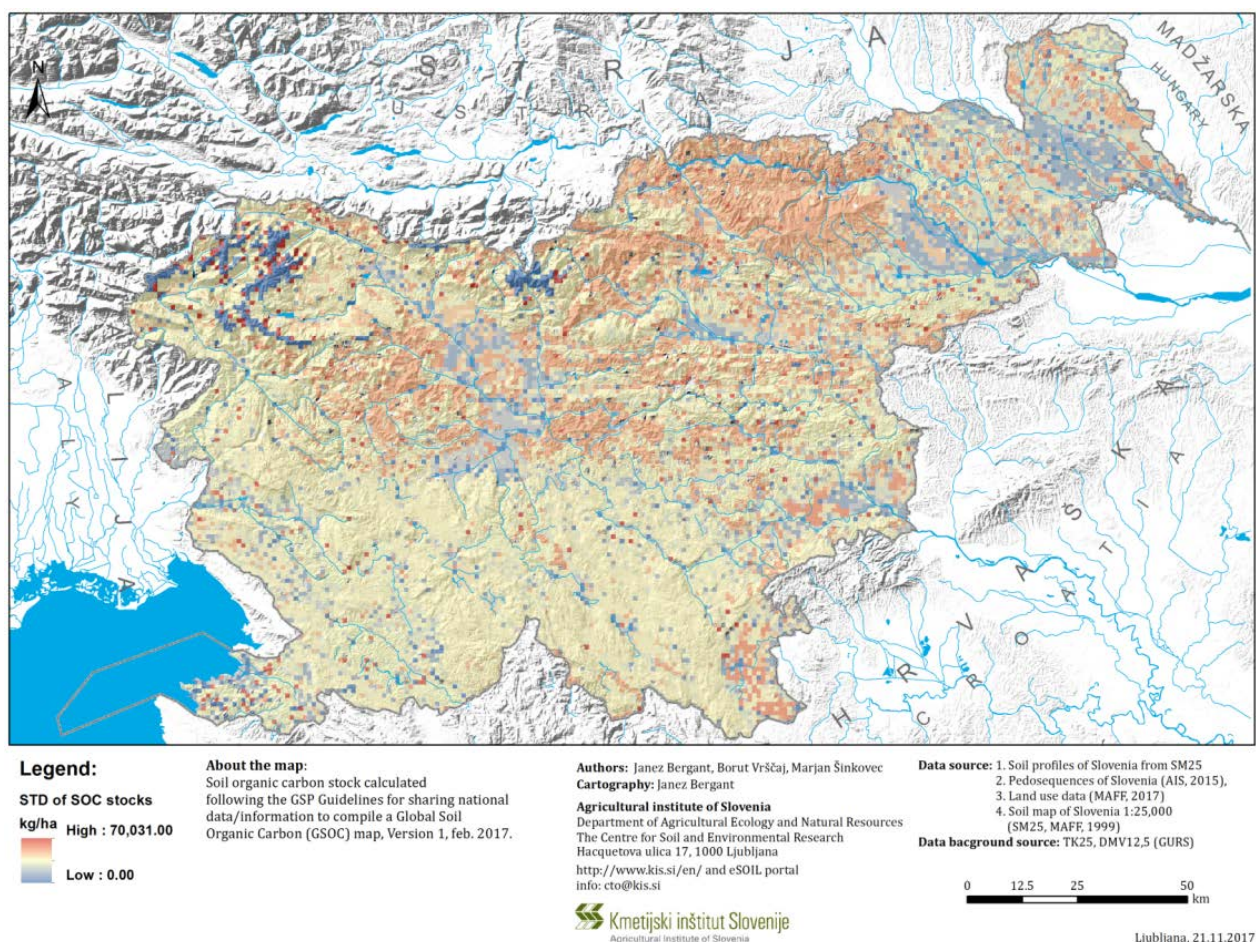
Slika 13: Stratumi v Sloveniji. Kombinacija rabe tal (MKGP, 2017) in pedosekvenc (MKGP, 1999)

Zaloge organskega ogljika v tleh za 0–30 cm smo ocenili na 94 % ali 1.904.386 ha Slovenije. Za 6 % oz. 122.929 ha ni podatkov o C_{org} zato so te površine izključene iz obravnave. Povprečna zaloga ogljika na globini 0 – 30 cm v Sloveniji znaša 107,2 t/ha, s standardnim odklonom 21,1 t/ha (Slika 15). Vrednosti C_{org} se na večini stratumov (45 % ali 863.494 ha) gibajo v razredu med 110 – 130 t/ha. Sledi razred 90 – 110 t / ha, katerega pokriva 43 % stratumov (815.147 ha). Preostale razrede pokriva manj kot 15 % stratumov (Slika 14). Karta je bila zaradi usklajenosti z metodologijo FAO in GSP izdelana v resoluciji 1x1 km.



Slika 14: Ocena povprečnih zalog C_{org} Sloveniji do globine 30 cm (kg/ha)

Ocenjene C_{org} dosegajo višje vrednosti v zahodni polovici, nižje pa v vzhodni polovici Slovenije. Prehod iz višjih vrednosti v nižje vrednosti približno sovпада z mejo med alpskimi in panonskimi pokrajinami. Največje zaloge C_{org} so ocenjene na sredozemskih in dinarskih planotah, visoke vrednosti dosegajo tudi alpska gorovja ter dinarska podolja in ravniki. Nižje C_{org} se nahajajo na sredozemskih gričevjih, alpskih hribovjih in ravninah ter panonskih gričevjih. Najnižje C_{org} pa so na območjih panonskih ravnin, praktično ničelne vrednosti pa se nahajajo v subnivalnem pasu slovenskega visokogorja. Območja večjih urbanih središč z visoko stopnjo pozidave so bila iz ocene povprečnih C_{org} izključena.

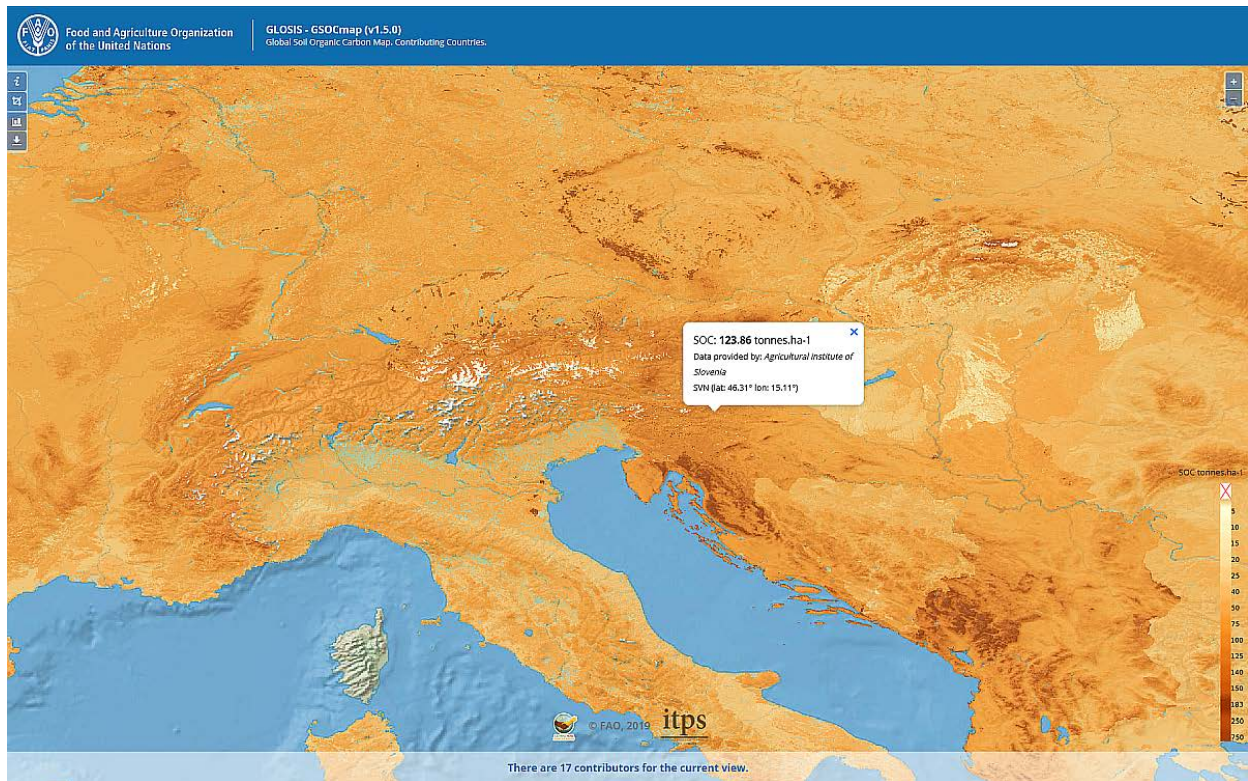


Slika 15: Variabilnost zalog C_{org} v Sloveniji do globine 30 cm (kg/ha)

Večje standardne odklone ocenjenih vrednosti C_{org} dosega SV polovica Slovenije. Največja zgostitev visokih vrednosti odklonov se nahaja na območju Pohorja. Najbolj zanesljiva ocena vrednosti C_{org} pa se navkljub legi v SV Sloveniji nanaša na pokrajine panonskih ravnin. Z odsotnostjo C_{org} sovпада tudi ničelna variabilnost subnivalnega vegetacijskega pasu v visokogorju. Gosto poseljena in pozidana območja so bila iz modela ocene vrednosti C_{org} izključena.

2.3.2 Vključenost GSOCmap Slovenia v Global GSOCmap

Rezultat delovnega sklopa GSOCmap Slovenia je vključena v globalno oceno vrednosti zaloge C_{org} . Oceno vrednosti zaloge C_{org} je možno na spletnem portalu preveriti s klikom na rastrsko celico karte (Slika 16).

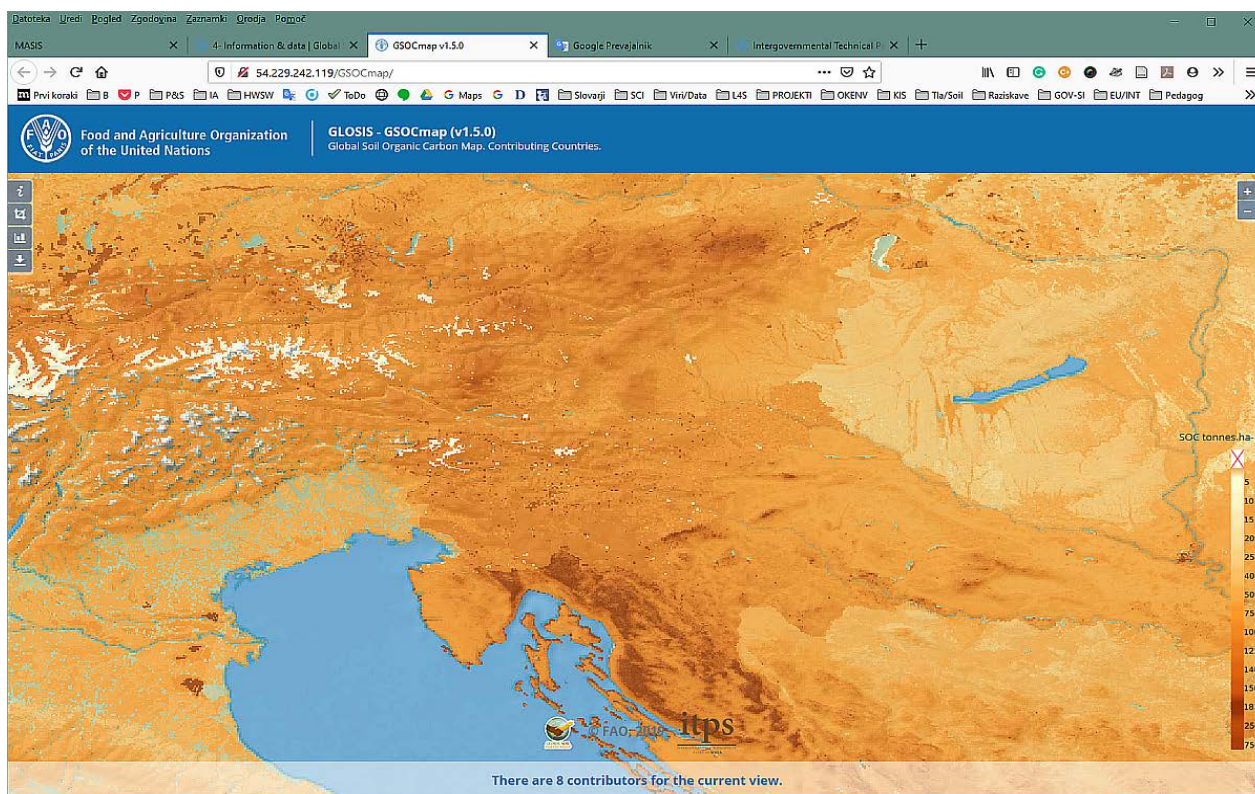


Slika 16: Zaloge C_{org} v Sloveniji do globine 30 cm (kg/ha)

Model/pristop, izdelave GSOCmap Slovenija in prilagoditve, ki smo jih uporabili, kažejo na dobro ujemanje s podatki GSOCmap za Avstrijo in Alpskim/gorati delom Italije. Nižinska meja z Italijo je v veliki meri opazna zaradi naravne meje (dvignjen Kraški rob, prehod iz mediteranske Furlanske nižine v Alpsko območje Slovenije, itd.). Opaziti je moč težave z vrednostmi GSOCmap na Madžarskem, ki so v razkoraku z Avstrijo, Slovenijo in Hrvaško (nelogične - prenizke vsebnosti zalog C_{org} v zahodnem delu države, ki pa prejema več padavin, kot vzhodni) in precenjene zaloge v gozdovih Gorskega Kotarja in otokih na Hrvaškem (opazen je razkorak med vsebnostmi na teh območjih in višjimi, hladnejšimi in bolj humidnimi območji Italije, Slovenije in Avstrije).

Na podlagi pregleda podatkov spletnega portala GSOCmap (<http://54.229.242.119/GSOCmap/>) lahko ocenimo, da se podatki GSOCmap Slovenije verzije 1. Dobro/smiselno vključujejo v Global GSOCmap. (Slika 17).

Po končani verziji *GSOCmap version 2*, je smiselno opažanja potrditi/preveriti in opraviti podrobnejšo vsebinsko geostatistično primerjavo uspešnosti nacionalnega slovenskega modela GSOCmap.



Slika 17: Skladnost ocen zaloge C_{org} v GSOCmap - Slovenija z zalogami v območjih sosednjih držav.

3 DS3: Referenčne lokacije in metodologije vzorčenja

DS3 zajema prostorsko opredelitev referenčnih oziroma reprezentativnih lokacij izvajanja monitoringa TOS ter opis metode izbora lokacij.

3.1 Mreža lokacij spremljanja TOS

Lokacije vzorčenja za spremljanje vsebnosti TOS so bile izbrane štiri letih sistematičnega vzorčenja tal za potrebe ocene vsebnosti TOS v Sloveniji (2016, 2017, 2018 in 2019) in s tem za oceno zalog ogljika v tleh. Izmed točk v presečiščih kilometrske mreže, ki pokriva celotno Slovenijo, so bile izbrane posamezne točke, ki pokrivajo različne kmetijske in gozdne rabe tal. Zastopanost TOS namreč močno variira glede na posamezno rabo tal.

Izbrane točke so podlaga za izbor referenčnih lokacij rednega spremljanja TOS v prihodnje.

3.2 Postopki določanja referenčnih h lokacij

3.2.1 Postopek izbora lokacij vzorčenja tal za oceno vsebnosti TOS

Območja vzorčenja tal za namen vrednotenja zalog ogljika v tleh in število vzorčnih mest v letih 2016, 2017, 2018 in 2019, so bila po dogovoru z naročnikom (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano – MKGP). Vsako izbrano preiskovano območje prekrito z mrežo 1 × 1 km je osnova za objektivno določitev vzorčnih mest, ki smo jim določili unikatno številko (koda UZSL). Razmerje vzorcev glede na rabo tal, je bilo vsako leto dogovorjeno med izvajalcem in naročnikom.

Za izbor končnih vzorčnih mest smo poleg omenjenih mrež uporabljali tudi naslednje kriterije:

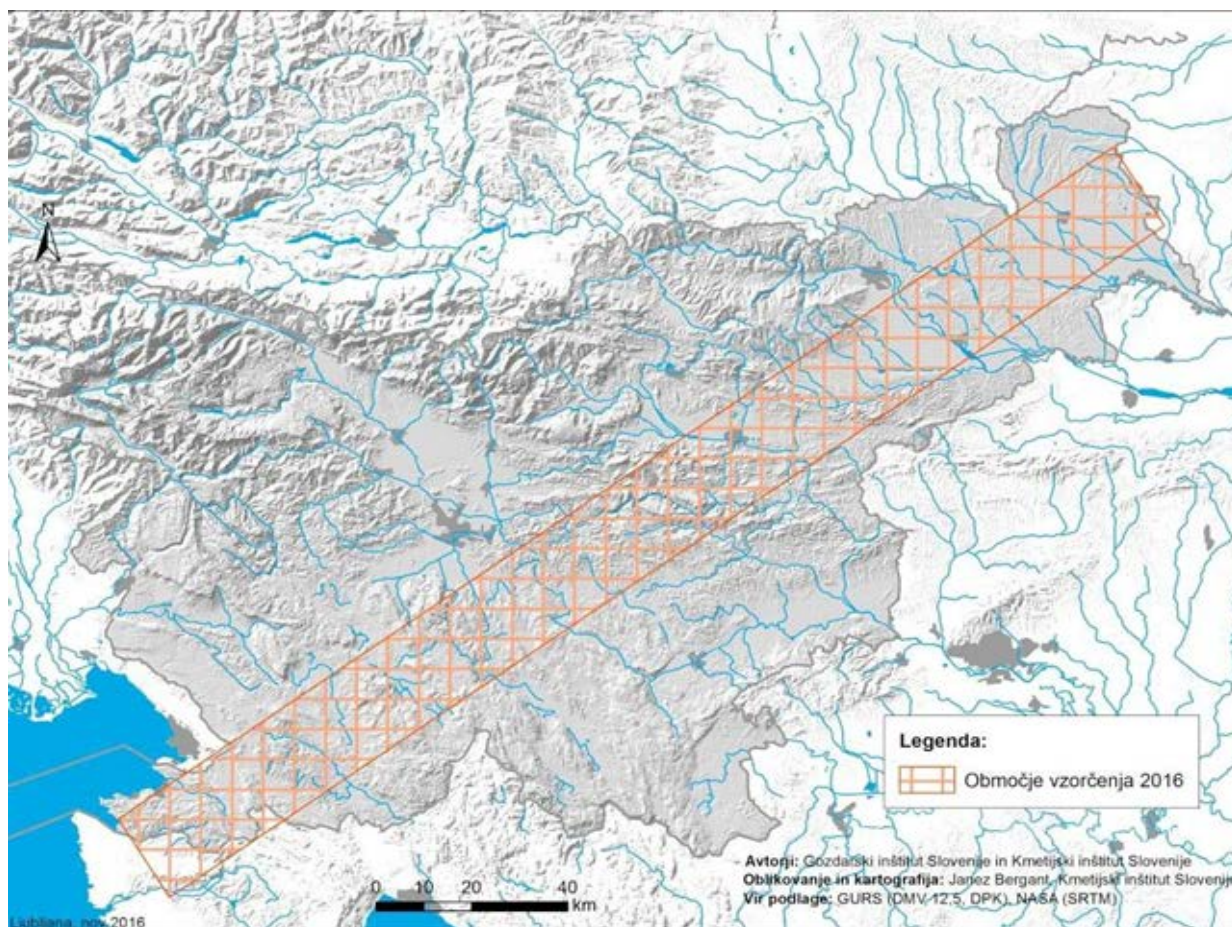
- **RKG GERK** (za kmetijska zemljišča); zemljišče je moralo biti del RKG GERK, saj s tem bolj verjetno dolgoročno ostane v kmetijski rabi;
- **prostorska porazdelitev**; točke znotraj preučevanega območja so čim bolj enakomerno razpršene;
- **klimatski in pedološki dejavniki**; zajete so različne kombinacije podnebnih tipov in talnih lastnosti (pedosekvence) na območju Slovenije;
- **velikost zemljišča**; zemljišče je moralo biti primerne velikosti za uspešno izvedbo vzorčenja;
- **primernost zemljišča z drugih vidikov**; določeno na podlagi dognanj pri vzorčenju (vzorca tal ni bilo mogoče odvzeti, na lokaciji ugotovljena drugačna raba tal) in pregleda DOF posnetkov (ovire, dostopnost, zaraščenost zemljišča, itd.).

Za končne izbrane točke smo pridobili soglasje nosilcev oziroma lastnikov GERK zemljišča predvidenega za vzorčenje. Kjer soglasja nismo uspeli pridobiti smo izbrali drugo točko s čim bolj podobnimi značilnostmi. V primeru, da so se na zemljiščih nahajale ovire ali pa so bila zemljišča težko dostopna, smo naredili zamik lokacije ter zabeležili njene nove koordinate.

3.2.1.1.1 Izbor lokacij vzorčenja v letu 2016

Območje vzorčenja tal za namen spremljanja zalog ogljika v tleh v letu 2016 je bilo omejeno na pas, ki je potekal od JZ do SV Slovenije, v širini približno 30 km (Slika 18). Po dogovoru z naročnikom (MKGP) smo tla vzorčili na 70 različnih lokacijah, ki smo jih porazdelili po izbranih petih rabah tal (Preglednica 1). Leta

2016 smo vzorčili rabe: njiva, trajni travnik, ekstenzivni sadovnjak, intenzivni sadovnjak in vinograd (Slika 19). Rezultat postopka izbora je seznam točk, kjer je bilo izvedeno vzorčenje (Slika 20).

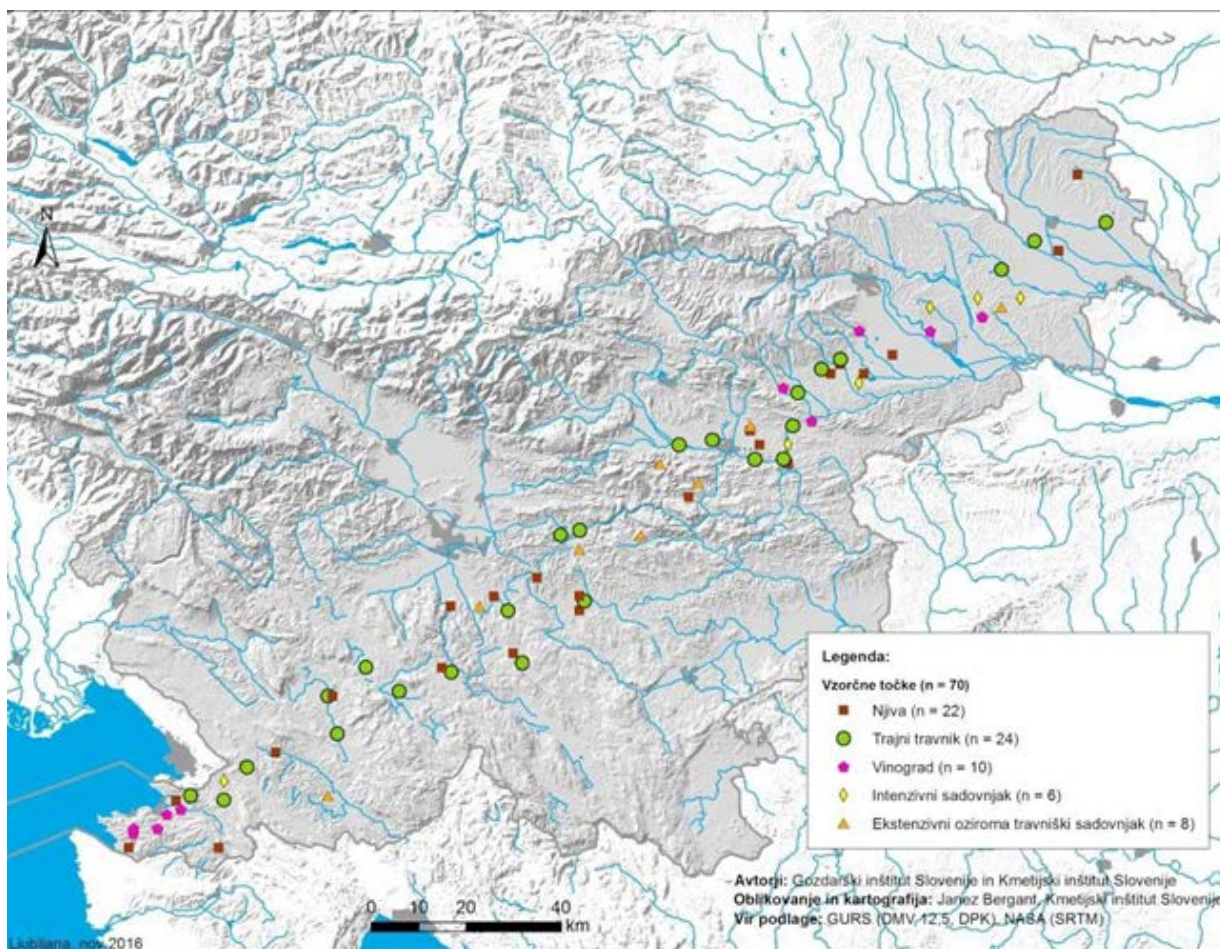


Slika 18: Izbrano območje vzorčenja TOS (pas) za leto 2016

Preglednica 1: Število lokacij za vzorčenje TOS na izbranih rabah tal za leto 2016

Raba tal	Število lokacij vzorčenja leta 2016
Njiva	22 (31,4 %)
Trajni travnik	24 (34,3 %)
Ekstenzivni sadovnjak	10 (14,3 %)
Intenzivni sadovnjak	6 (8,6 %)
Vinograd	8 (11,4 %)
Skupaj	70 (100 %)

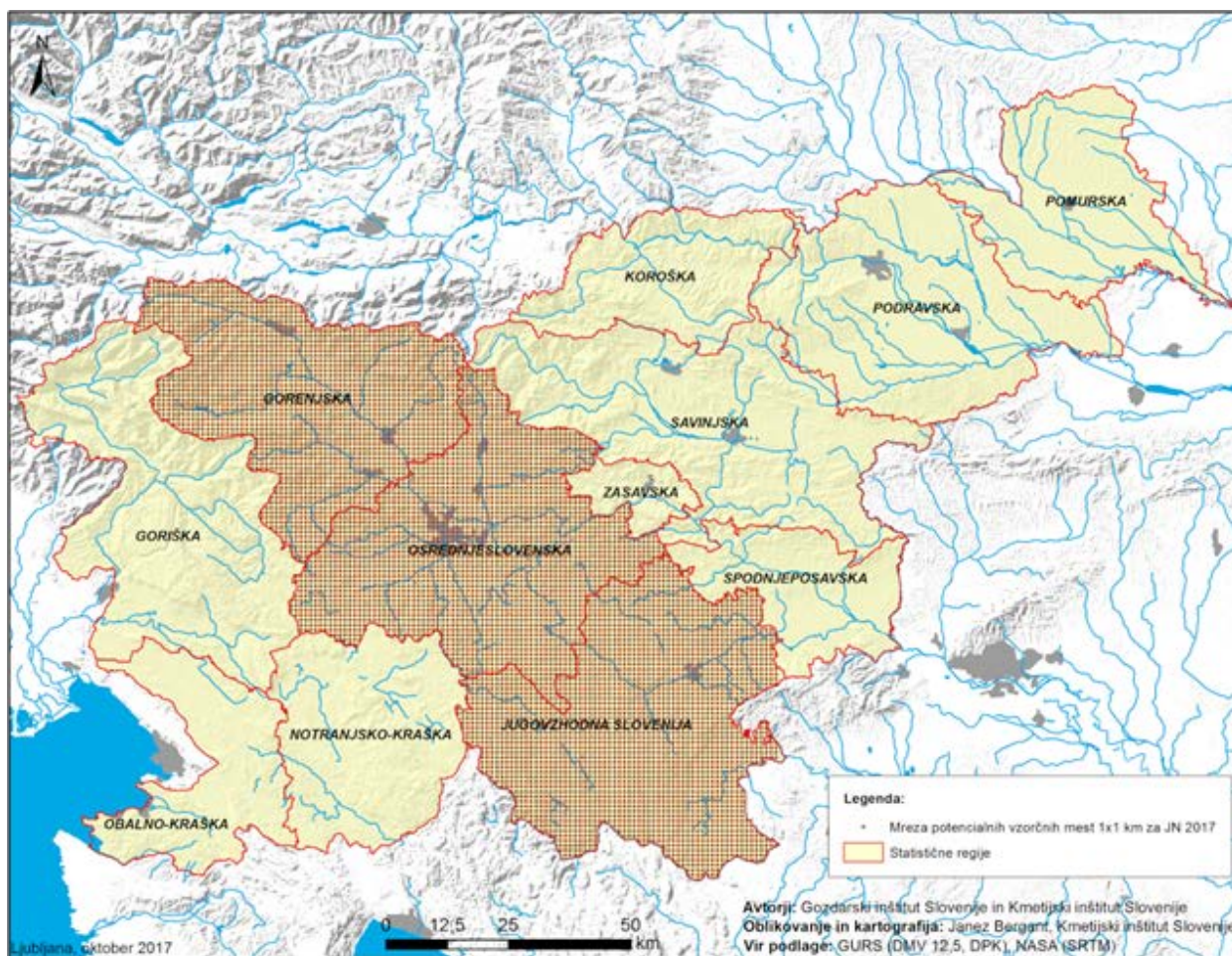
Slika 19: Delež vzorčnih mest glede na rabo tal za leto 2016



Slika 20: Izbrana vzorčna mesta TOS znotraj območja pasu JZ-SV v širini 30 km v letu 2016

3.2.2 Izbor lokacij vzorčenja v letu 2017

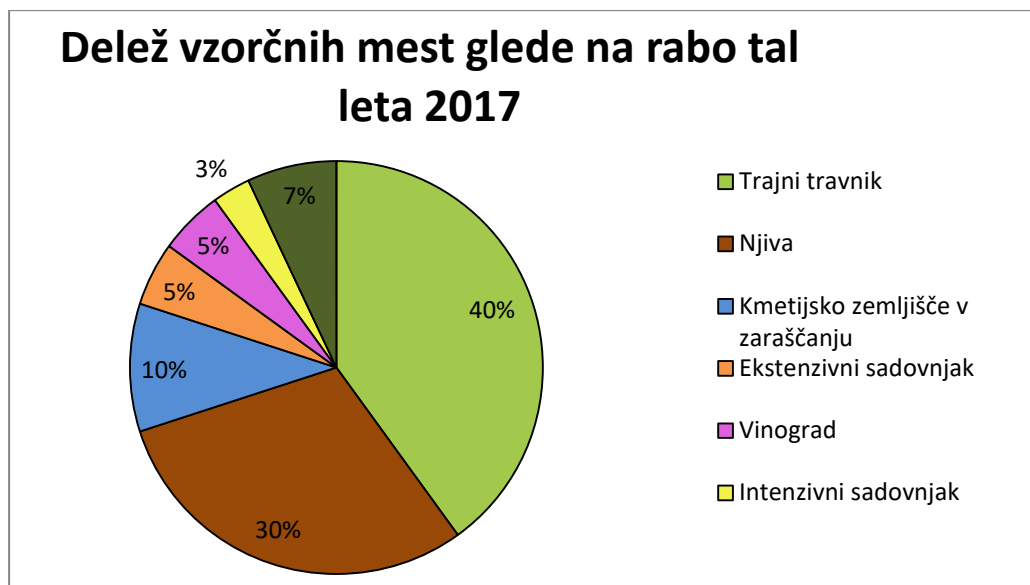
Za vzorčenje v letu 2017 so bila izbrana območja Gorenjske regije, Osrednjeslovenske regije in Jugovzhodne Slovenije (Slika 21). Območje vzorčenja tal za namen spremljanja zalog ogljika v tleh in število vzorčnih mest po posameznih rabah tal je bilo v dogovoru z naročnikom (MKGP) določeno tako, da se dopolnjuje z vzorčenjem tal iz leta 2016. Vzorčenje je bilo izvedeno na 100 lokacijah (Preglednica 2) z rabami tal: njiva, trajni travnik, ekstenzivni sadovnjak, intenzivni sadovnjak, vinograd, kmetijsko zemljišče v zaraščanju ter drevesa in grmičevje (Slika 22).



Slika 21: Izbrano območje vzorčenja TOS v letu 2017

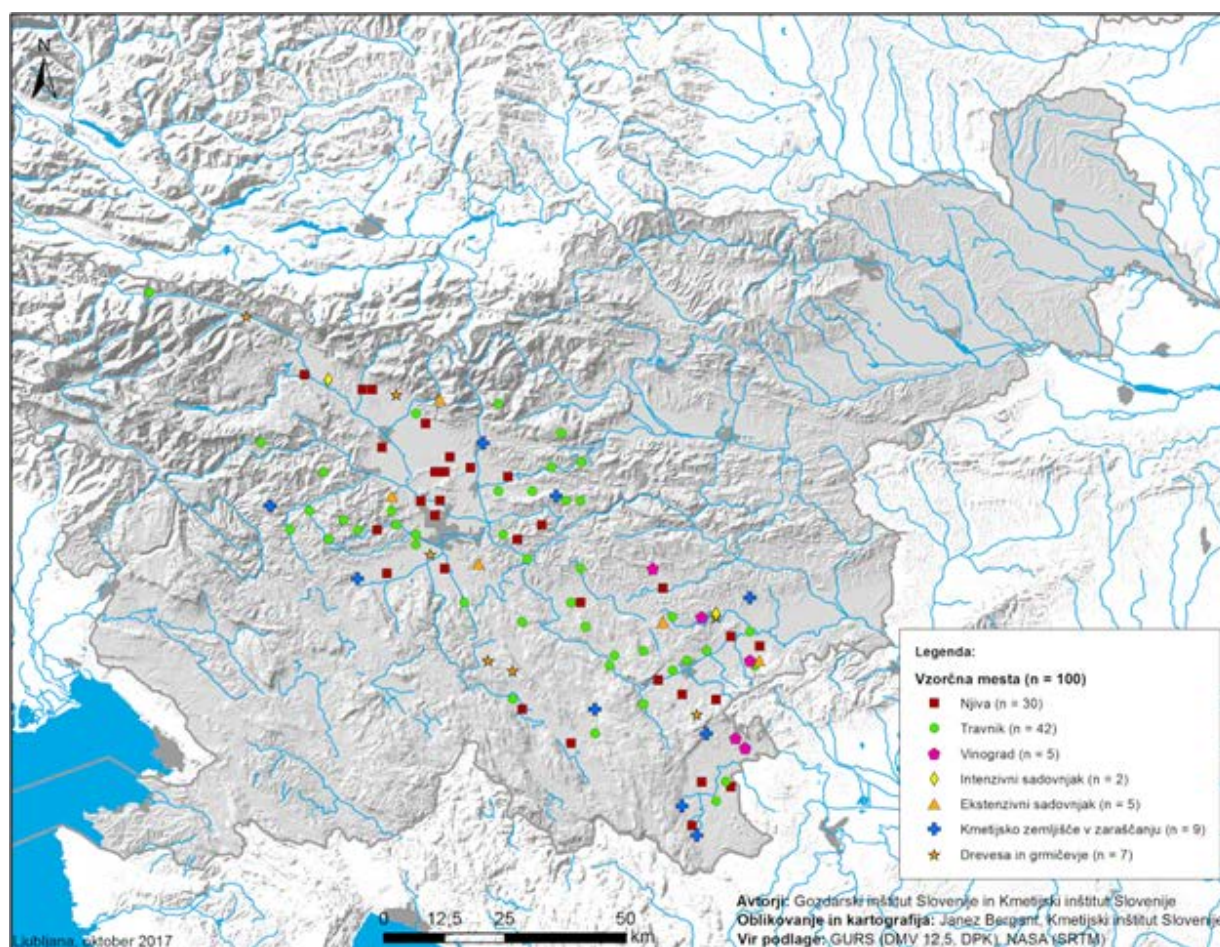
Preglednica 2: Število lokacij za vzorčenje tal na izbranih rabah tal v letu 2017

Raba tal	Število lokacij vzorčenja leta 2017
Njiva	30 (30 %)
Trajni travnik	40 (40 %)
Ekstenzivni sadovnjak	5 (5 %)
Intenzivni sadovnjak	3 (3 %)
Vinograd	5 (5 %)
Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	10 (10 %)
Drevesa in grmičevje	7 (7 %)
Skupaj	100 (100 %)



Slika 22: Delež vzorčnih mest TOS glede na rabo tal v letu 2017

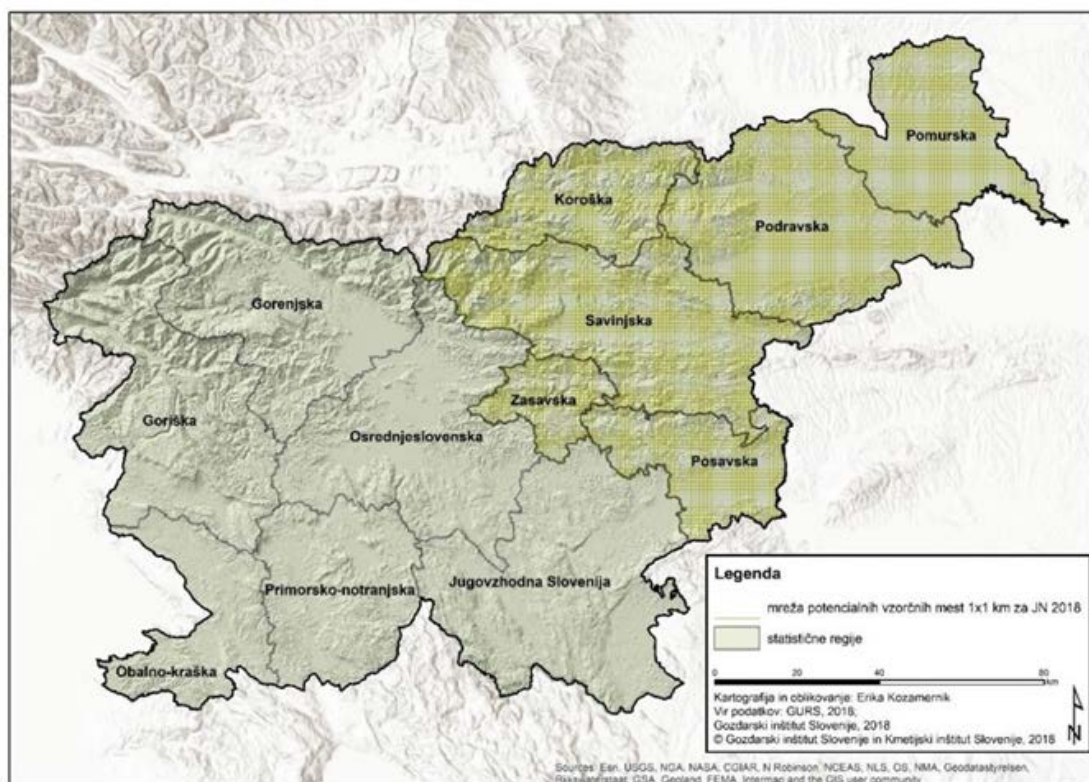
Rezultat omenjenega postopka izbora je prostorski sloj z vzorčnimi mesti za spremljanje zalog ogljika v tleh kmetijskih zemljišč. Na karti so prikazana izbrana vzorčna mesta glede na vrsto dejanske rabe zemljišč (Slika 23).



Slika 23: Izbrana vzorčna mesta TOS znotraj preiskovanega območja v letu 2017

3.2.3 Izbor lokacij vzorčenja v letu 2018

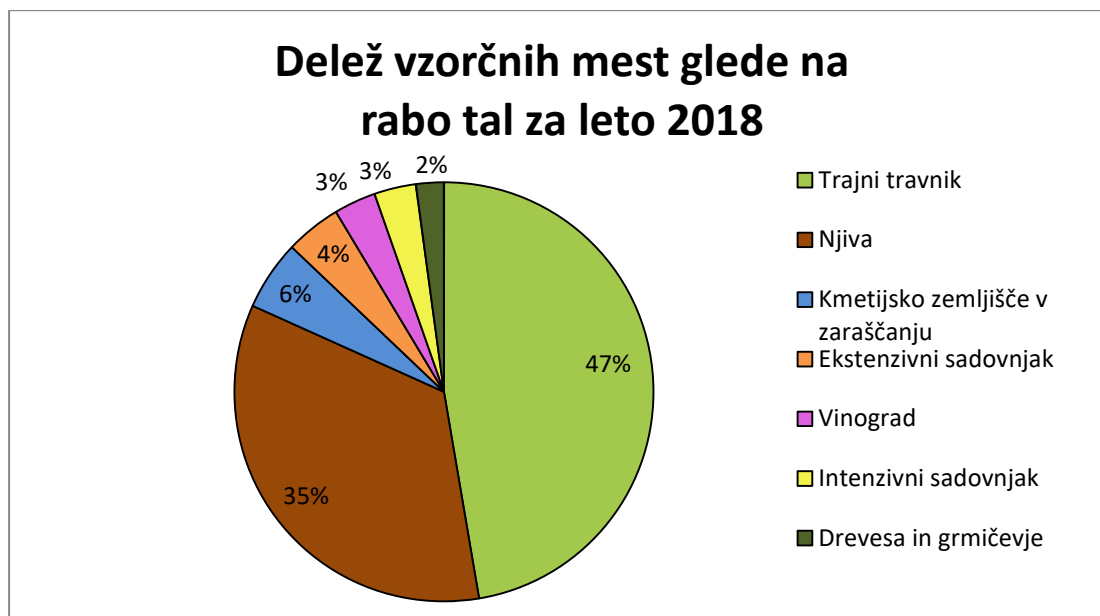
Območje vzorčenja tal za namen spremljanja zalog ogljika v tleh in število vzorčnih mest po posameznih rabah tal je bilo v dogovoru z naročnikom (MKGP) določeno tako, da se dopolnjuje z vzorčenjem iz leta 2016 in 2017. Za vzorčenje tal v letu 2018 so bila izbrana območja Pomurske, Podravske, Koroške, Savinjske, Zasavske in Posavske regije (Slika 24). Izbrali smo 93 vzorčnih mest v razmerju glede na rabo tal razvidnem iz spodnje preglednice (Preglednica 3), kar je tri več od prvotno načrtovanih (pri prijavi na razpis). Rabe tal kjer so potekala vzorčenja so: njiva, trajni travnik, ekstenzivni sadovnjak, intenzivni sadovnjak, vinograd, kmetijsko zemljišče v zaraščanju ter drevesa in grmičevje (Slika 25).



Slika 24: Izbrano preiskovano območje vzorčenja TOS v letu 2018

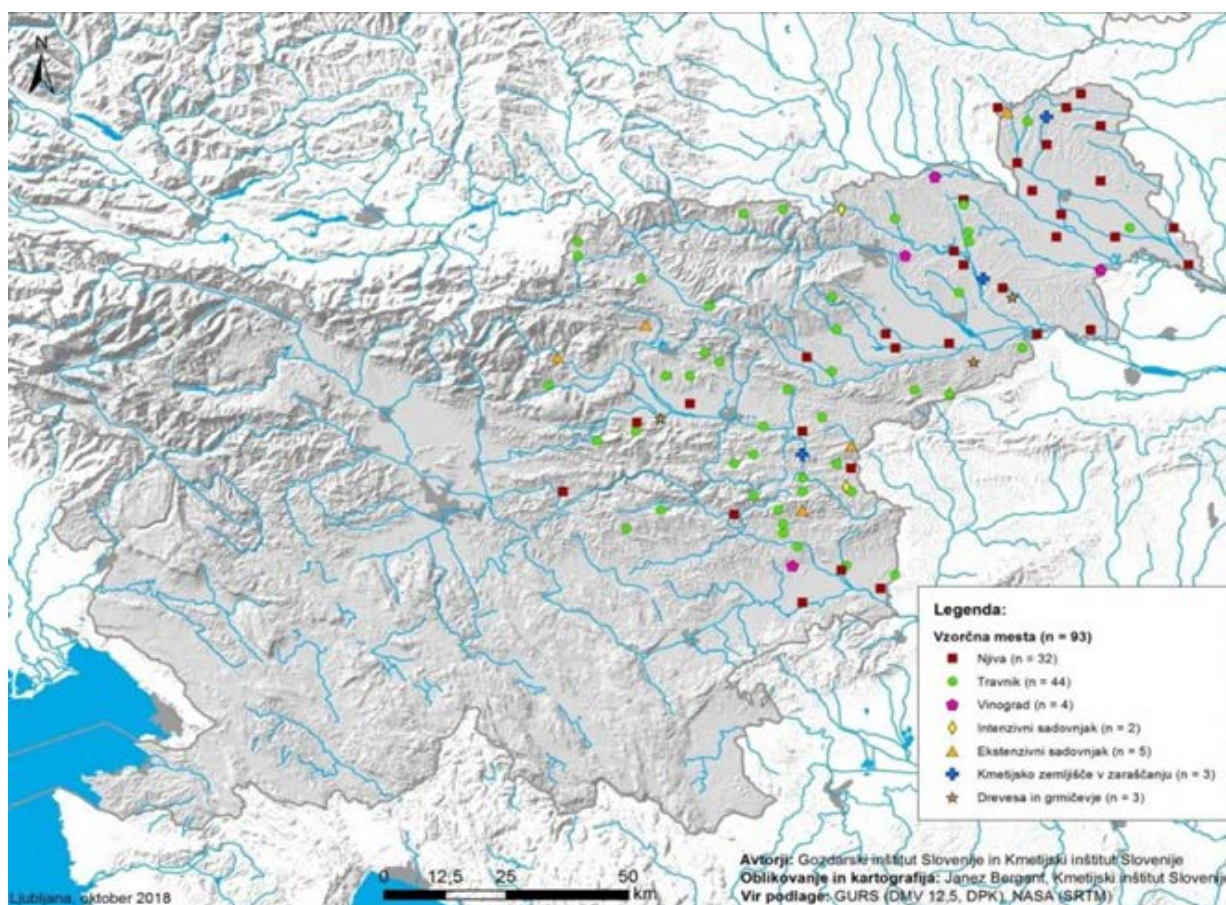
Preglednica 3: Število lokacij za vzorčenje TOS na izbranih rabah tal v letu 2018

Raba tal	Število lokacij vzorčenja leta 2018
Njiva (NJ)	32 (34,4 %)
Trajni travnik (TR)	44 (47,3 %)
Ekstenzivni sadovnjak (ES)	5 (5,4 %)
Intenzivni sadovnjak (IS)	2 (2,2 %)
Vinograd (VI)	4 (4,3 %)
Kmetijsko zemljišče v zaraščanju (ZR)	3 (3,2 %)
Drevesa in grmičevje (DG)	3 (3,2 %)
Skupaj	93 (100 %)



Slika 25: Delež vzorčnih mest TOS glede na rabo tal v letu 2018

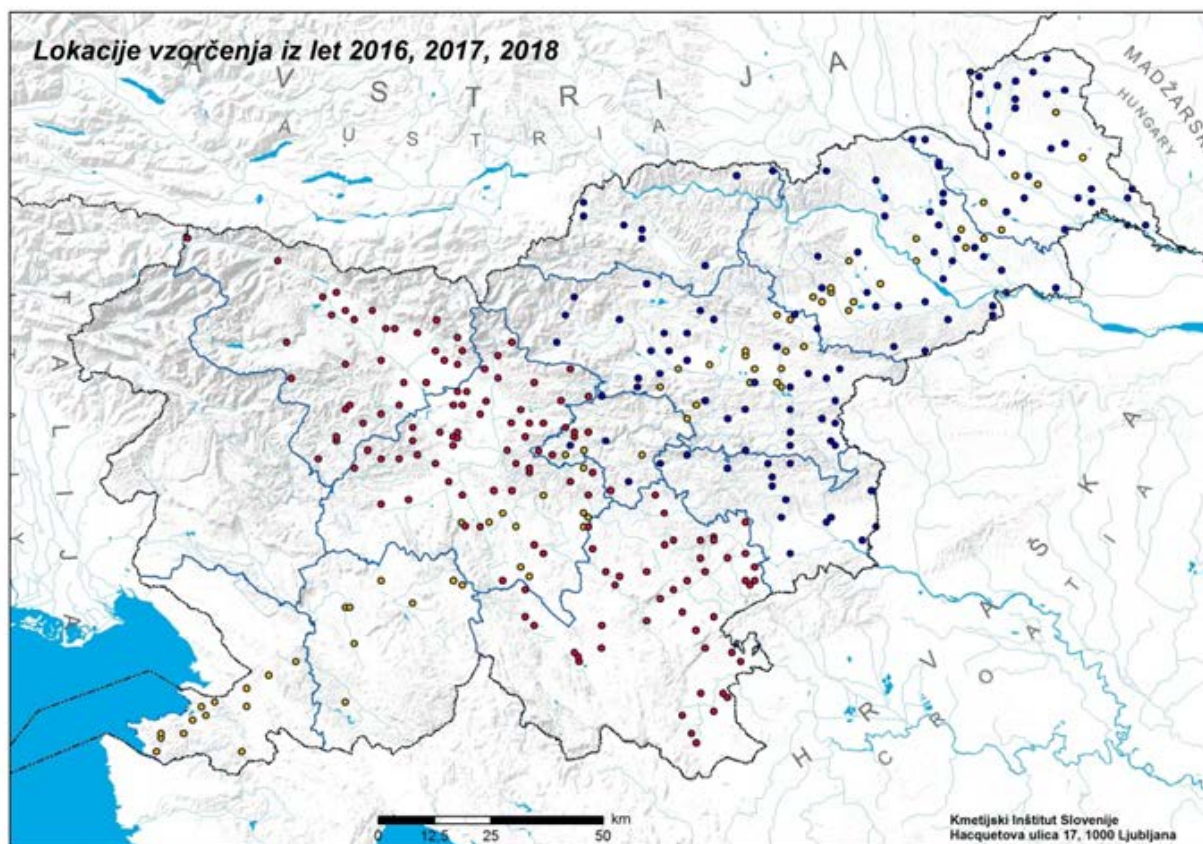
Rezultat omenjenega postopka izbora je prostorski sloj, z vzorčnimi mesti za spremljanje zalog ogljika v tleh kmetijskih zemljišč. Na spodnji sliki (Slika 26) so prikazana izbrana vzorčna mesta glede na vrsto dejanske rabe zemljišč.



Slika 26: Izbrana vzorčna mesta TOS znotraj preiskovanega območja v letu 2018

3.2.4 Zbrane lokacije vzorčenja 2016 – 2018

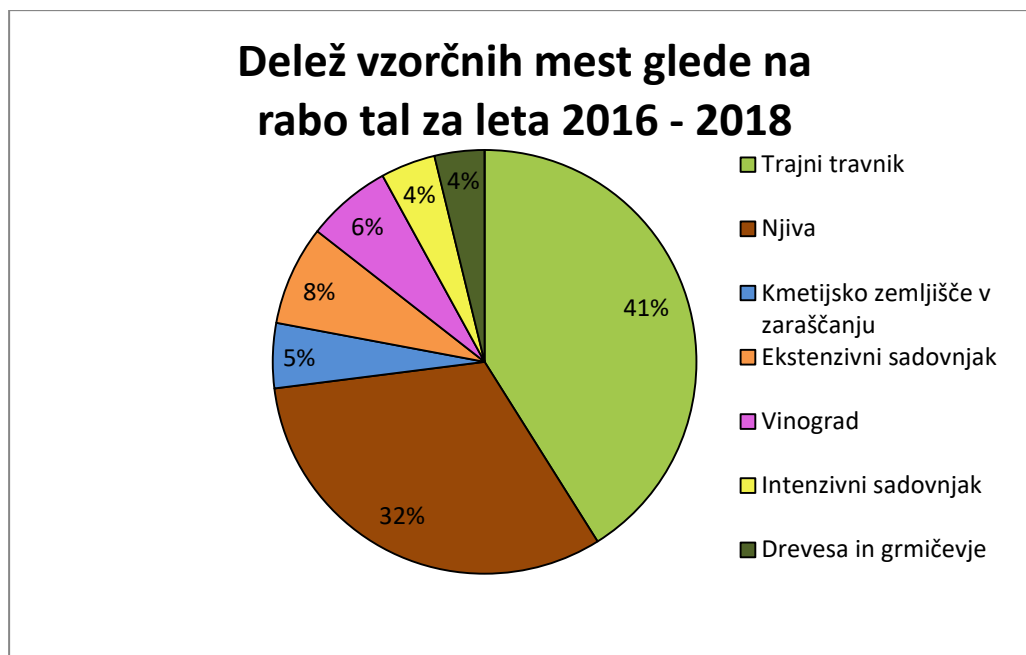
Med leti 2016 in 2018 se je tla vzorčilo na 263 lokacijah (Slika 27). Razmerje med številom vzorčenj na posamezni rabi je razvidno iz spodnje preglednice in grafikona (Slika 28).



Slika 27: Izbrana vzorčna mesta TOS znotraj preiskovanih območji v letih 2016, 2017 in 2018

Preglednica 4: Število lokacij za vzorčenje TOS na izbranih rabah tal med leti 2016 – 2018

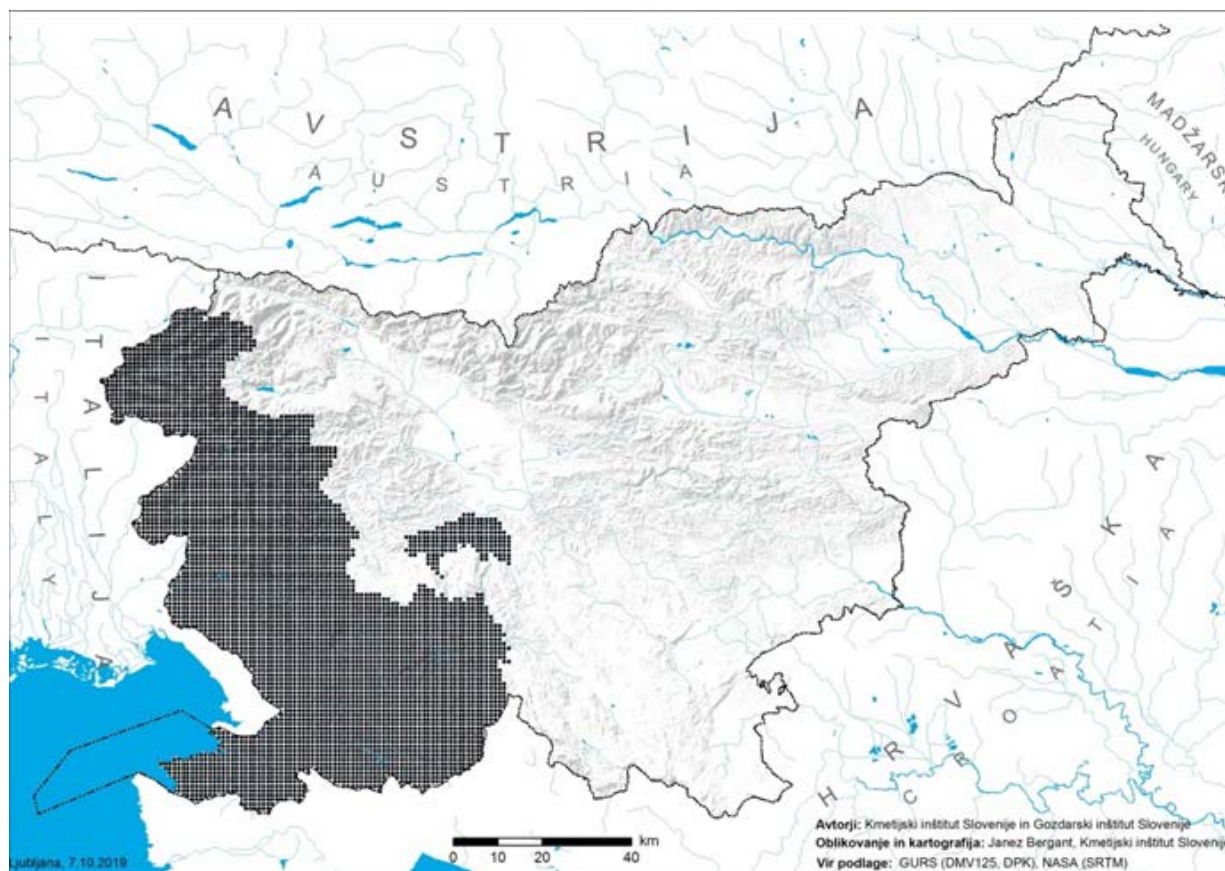
Raba tal	Število lokacij vzorčenja v letih 2016 – 2018
Trajni travnik	108 (41,2 %)
Njiva	84 (32,1 %)
Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	13 (5 %)
Ekstenzivni sadovnjak	20 (7,6 %)
Vinograd	17 (6,5 %)
Intenzivni sadovnjak	11 (4,2 %)
Drevesa in grmičevje	10 (3,4 %)
Skupaj	263 (100 %)



Slika 28: Delež vzorčnih mest TOS glede na rabo tal med leti 2016 – 2018

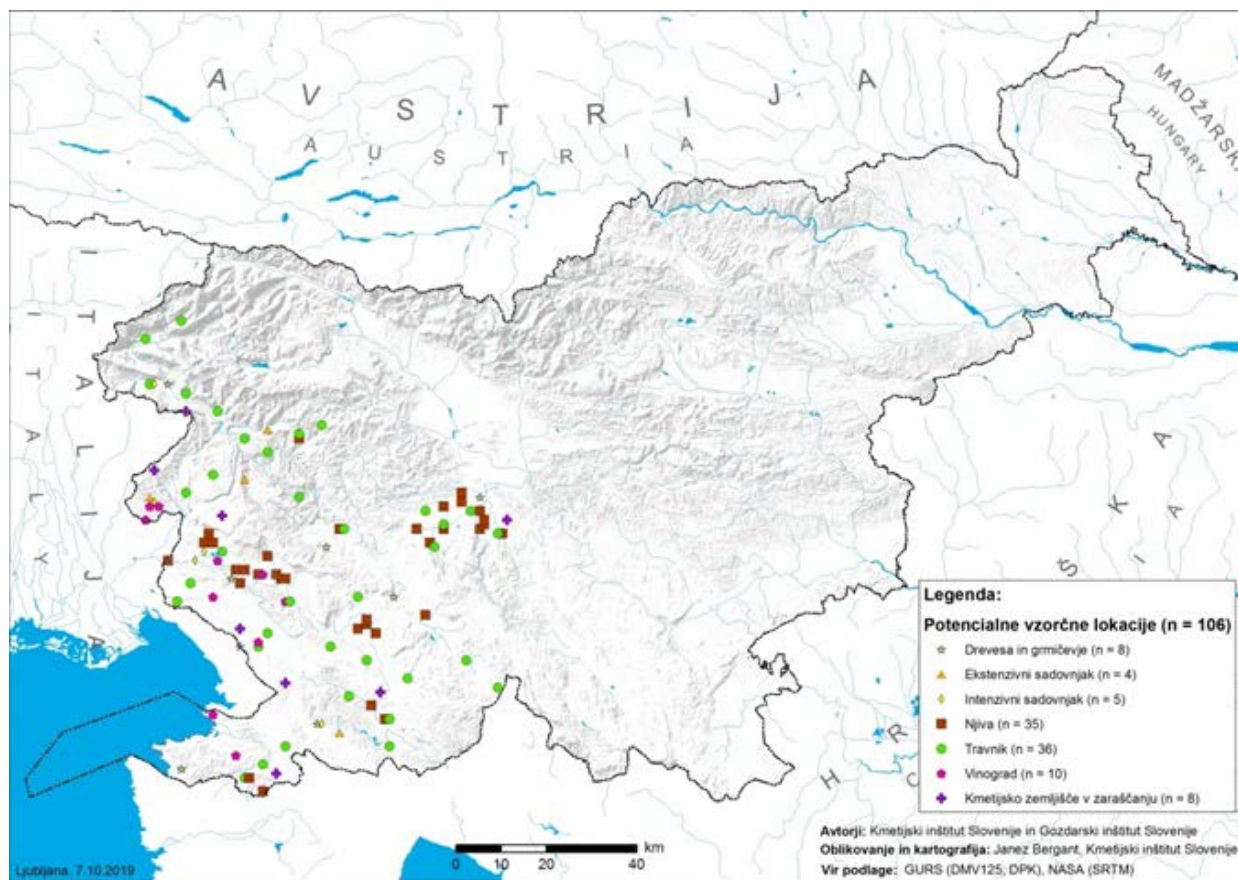
3.2.5 Predvidene lokacije vzorčenja v letu 2019

Območje za vzorčenje leta 2019 je bilo določeno v dogovoru z MKGP tako, da se dopolnjuje z vzorčenji iz preteklih let (Slika 29).



Slika 29: Izbrano preiskovano območje vzorčenja TOS za leto 2019

Od 106 potencialnih lokacij (Slika 30) vzorčenja se bo vzorčenje izvedlo na 72 lokacijah. Izbrane bodo glede na razmerje v rabi tal, kakršnega bo predlagal MKGP.



Slika 30: Potencialna vzorčna mesta TOS znotraj preiskovanega območja za leto 2019

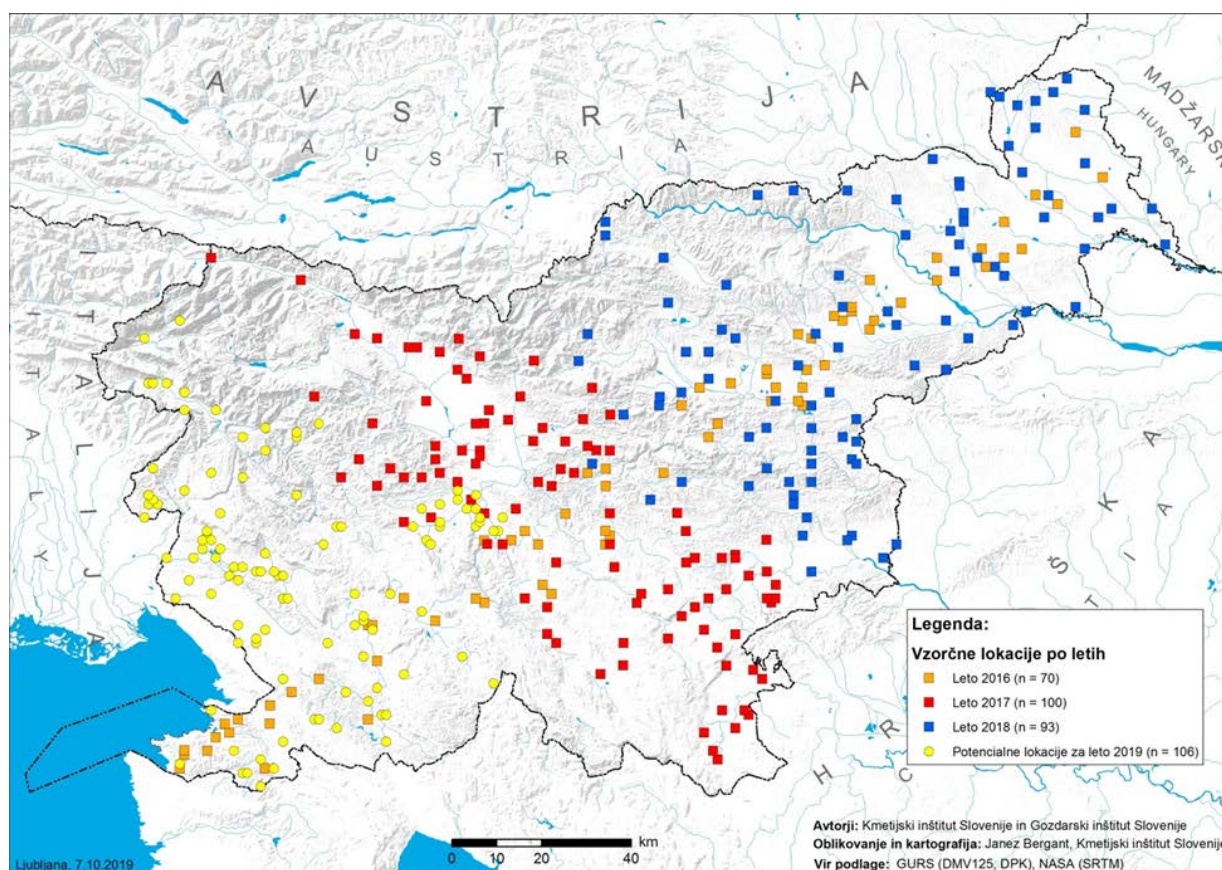
3.3 Predlog lokacij za trajni monitoring TOS v Sloveniji

Spremljanje zalog ogljika v tleh s kmetijsko rabo se izvaja v vseh letih od 2016 dalje. V letih 2016 – 2018 je že potekalo vzorčenje tal, v letu 2019 pa so bile izbrane potencialne lokacije za izvedbo vzorčenja. Izmed že vzorčenih 247 kmetijskih zemljišč ter potencialnih 90 kmetijskih zemljišč, določenih za vzorčenje v letu 2019 (rabi tal Kmetijska zemljišča v zaraščanju (1410) ter Drevesa in grmičevje (1500) nista vključeni) smo izbrali potencialne referenčne lokacije spremljanja TOS v Sloveniji v prihodnjih letih. Lokacije so izbrane tako, da zajemajo različne kmetijske rabe (1100 - njiva, 1300 - travnik, 1211 - vinograd, 1221 - intenzivni sadovnjak, 1222 - ekstenzivni sadovnjak) tal ter različne pedološke in klimatske značilnosti v Sloveniji.

3.3.1 Nabor referenčnih lokacij rednega spremljanja

Referenčne lokacije za spremljanje TOS na kmetijskih zemljiščih so bile izbrane iz že vzorčenih točk v letih 2016, 2017, 2018 v okviru javnih naročil za MKGP ter potencialnih točk za vzorčenje v letu 2019 v okviru javnega naročila MKGP (Slika 31). Točke so bile izbrane na mreži 1 × 1 km. Osnovni kriteriji za izbor točk so zajemali (zaradi boljše preglednosti povzeto po poglavju: 2.3.1.1.1 Postopek izbora lokacij vzorčenja):

- **RKG GERK** (za kmetijska zemljišča); zemljišče je moralo biti del RKG GERK, saj s tem bolj verjetno dolgoročno ostane v kmetijski rabi (rabi tal kmetijska zemljišča v zaraščanju (1410) ter drevesa in grmičevje (1500) nista vključeni);
- **prostorska porazdelitev**; točke znotraj preučevanega območja so čim bolj enakomerno razpršene;
- **klimatski in pedološki dejavniki**; zajete so različne kombinacije podnebnih tipov in talnih lastnosti (pedosekvence) na območju Slovenije;
- **velikost zemljišča**; zemljišče je moralo biti primerne velikosti za uspešno izvedbo vzorčenja;
- **primernost zemljišča z drugih vidikov**; določeno na podlagi dognanj pri vzorčenju (vzorca tal ni bilo mogoče odvzeti, na lokaciji ugotovljena drugačna raba tal) in pregleda DOF posnetkov (ovire, dostopnost, zaraščenost zemljišča, itd.).



Slika 31: Karta lokacij vzorčenja v letih 2016, 2017 in 2018 ter potencialne lokacije vzorčenja za leto 2019 v okviru javnih naročil MKGP (JN MKGP)

3.3.2 Predlog izbora lokacij za redno spremljanje vrednosti TOS

Izmed 247 vzorčenih lokacij v letih 2016, 2017 in 2018 ter 106 potencialnih lokacij za vzorčenje določenih za leto 2019, smo v ožji izbor predloga za trajno spremljanje vključili 177 najbolj reprezentativnih. Izbor je bil izveden ročno s pregledom izpolnjenih terenskih obrazcev, terenskih fotografij, preglednic, ki so nastale v fazi priprave na vzorčenja, pregledom DOF posnetkov in posvetom z izvajalci vzorčenja na posamezni lokaciji.

Pri izboru potencialnih lokacij za redni monitoring smo:

- upoštevali 5 glavnih pedosekvenc v Sloveniji (trdne karbonatne kamnine (TK), mehke karbonatne kamnine (MK), nekarbonatne kamnine (NK), prodi in peski (PP) ter gline in ilovice (GI);
- upoštevali 5 glavnih rab tal na kmetijskih zemljiščih (šifre rabe: 1100, 1300, 1211, 1221, 1222);
- kot podporo odločanju v GIS programske okolju ustvarili sloj 25 stratumov, ki predstavljajo različne kombinacije med kategorijami rabe tal in pedosekvencami;
- izločili lokacije na kmetijskih zemljiščih z rabo tal kmetijska zemljišča v zaraščanju (šifra rabe: 1410) ter drevesa in grmičevje (šifra rabe: 1500), kjer se vrednosti TOS močno spreminjajo glede na sukcesijski stadij;
- upoštevali 3 glavne podnebne tipe Slovenije (submediteransko, celinsko in gorsko);
- upoštevali delež razporeditve posamezne pedosekvence v obravnavanih rabah tal v Sloveniji za razporeditev potencialnih točk za monitoring;

- upoštevali enakomerno razporeditev točk po klimatskih pasovih, pedosekvencah ter območju Slovenije.

Monitoring je zasnovan tako, da se iz istih odzemnih mest posameznega vzorčnega mesta vzorči ob ponovljenem četrtem vzorčenju na posamezni lokaciji. Glede na izkušnje vzorčenja v letih 2016 – 2018 ocenjujemo, da posamezni izvajalec lahko v enem letu vzorči na približno 50 lokacijah, zato smo se v prvi fazi predloga izbora potencialnih lokacij za redno spremljanje vrednosti TOS omejili na 150 najprimernejših lokacij.

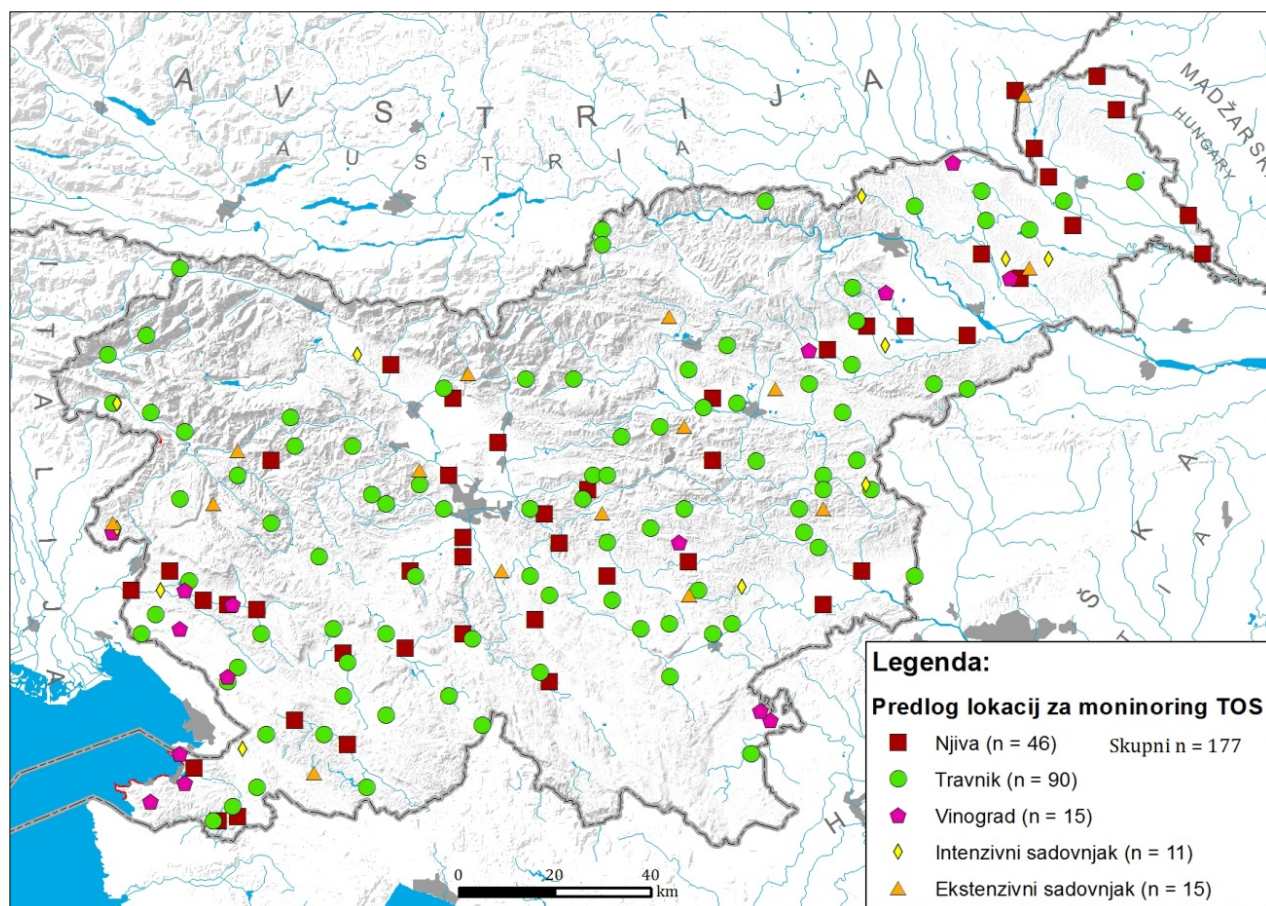
S pomočjo GIS analize smo presekali sloj pedosekvenc in rabe tal ter s tem ustvarili 25 stratumov ki predstavljajo različne kombinacije posameznih kategorij obeh vhodnih slojev. Delež točk, ki naj bi ležale na območju posameznega stratuma smo določili na podlagi sorazmernega deleža površin stratumov v Sloveniji. Da bi zadostili pogojem sorazmerne razporeditve po stratumi, smo v ožji izbor predloga izbora 150 lokacij za redno spremljanje vrednosti TOS dodali še 27 lokacij.

Končni nabor za redno spremljanje vrednosti TOS predstavlja 177 potencialnih lokacij (Slika 32).

	Raba tal					skupaj
	njiva	vinograd	intenzivni sadovnjak	ekstenzivni sadovnjak	travnik	
Pedosekvenca						
GI - gline in ilovice	14	1	2	2	9	28
MK - mehke karbonatne kamnine	6	9	3	3	18	39
NK - nekarbonatne kamnine	6	2	2	7	24	41
PP - prodi in peski	18	1	4	0	11	34
TK - trdne karbonatne kamnine	2	2	0	3	28	35
SKUPAJ	46	15	11	15	90	177

Slika 32: Končni nabor za redno spremljanje vrednosti TOS

Ocenjujemo, da število ne presega zgornje vrednosti števila vzorčenj, ki bi ga v posameznem letu lahko opravila vzorčna ekipa treh ljudi. Vseh 177 točk smo v zadnjem koraku rangirali še na podlagi terenskih opomb, pregleda DOF posnetkov ter fotografij in jim pripisali vrednosti »1«, »2« ali »3«. Manj primerne lokacije (vrednost »1«) smo iz predloga za stalni monitoring umaknili ter jih nadomestili z primernejšimi lokacijami, ki se nahajajo na istem stratumu, torej isti pedosekveni in isti rabi tal. Vrednost »2« predstavlja srednjo mero primernosti, vrednost »3« pa predstavlja najprimernejše točke za izvajanje rednega monitoringa. Nabor vseh lokacij s pripisanimi vrednostmi 2 ali 3 je prikazan na spodnji karti (Slika 33).



Slika 33: Predlog izbora lokacij za redno spremljanje vrednosti TOS

4 DS4: Obstoječi sistemi vzorčenja, spremljanja in poročanja o kakovosti tal in TOS v Evropi in po svetu

V poglavju DS4 predstavljamo pregled in primerjavo sistemov spremljanja in poročanja podatkov o vsebnosti TOS v izbranih/pomembnejših državah Evrope in sveta.

4.1 *Nacionalni in mednarodni programi zbiranja podatkov tal, ki vsebujejo podatke TOS in njihovi parametri tal in okolja – pregled po izbranih državah Evrope in sveta*

4.1.1 Albanija

Program **Forest Soil Monitoring System**

Program potreka od leta 1993. V programu zasledujejo talnih vzorci zasledujejo hidravlično prevodnost, pF, izmenljivi P in K po Al ekstrakciojei, H, pH (CaCl₂), EC, CEC, V vrednost in barvo tal.

4.1.2 Avstrija

V Avstriji obstajajo trije osnovni sistemi zbiranja podatkov o tleh, in sicer:

- **monitoring gozdnih tal** (FSMS, ARGE Alp, ICP Forests);
- **popis kmetijskih tal** (Soil Taxation Survey, Soil Management Survey);
- **okoljski popis tal** (Environmental Soil Survey).

Vsi podatki tal se zbirajo v talnem informacijskem sistemu BORIS (Blum et al., 1996).

Okoljski monitoring tal (Environmental Soil Survey), v okviru katerega deluje monitoring tal, je bil predlagan s strani deželni vlad (prva je začela deželna vlada Vorarlberg, 1986). Priporočila za izvedbo monitoringa za celotno Avstrijo pa je pripravila delovna skupina 'Environmental Soil Survey' v okviru ASSS (Austrian Society of Soil Science). Cilj okoljskega monitoringa je ocena variabilnosti talnih parametrov in ocena onesnaženosti tal po celotni Avstriji.

Vzorčenje tal poteka na mreži 4 km × 4 km (ponekod 2,75 km × 2,75 km), do globine tal 20 cm. Za monitoring gozdnih tal je mreža 8,7 km × 8,7 km. Na vsaki lokaciji je opisan profil in odvzet povprečni vzorec (št. podvzorcev se po deželah razlikuje). Talne analize zajemajo pH, karbonate v tleh, hranila, težke kovine, TOS, teksturo, nekateri programi tudi organska onesnaževala, biološke in fizikalne parametre. **Večina lokacij se nahaja na kmetijskih zemljiščih (skupno jih je blizu 6000)**, lokacije pa so kategorizirane glede na rabo tal (gozdovi, njivske površine, travniki in pašniki ter ostalo) in geološko podlago. Navodila za metodologijo monitoringa so opisana v priručniku, ki ga je izdal Institute of Soil Science na University of Agricultural Sciences, Vienna, v sodelovanju z Austrian Soil Science Society (Blum et al., 1996; Blum et al., 2015).

Program **Austrian Forest Soil Monitoring System**.

Parametri monitoringa, ki jih sledijo v tem programu so:

- rast dreves;
- vegetacija;

- škoda v krošnjah dreves;
- opis lokacij;
- opis tal;
- kemične analize tal;
- foliarne analize.

Talne vzorce jemljejo iz globin 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm in 30–50 cm.

4.1.3 Belgija

Program **Walloon Forest Inventory** je regionalni program za monitoring gozdov v južni Belgiji z gostoto 1 vzorčna lokacija/50 ha (skupno je 10.000 vzorčnih mest) z 1.0×0.5 km mrežo, od katerih se spremlja 10 %. Osemdeset do devetdeset vzorčnih mest se vzorči vsako leto, naslednje vzorčenje se ponovi čez 10 let.

Talni vzorci so v gozdovih odvzeti do globine 20 cm v obsegu treh koncentričnih krogov (radija 3, 9 in 15 m). Organski del se predhodno odstrani, vzorce se posuši in preseje na 2 mm sito. Del se zmelje na 200 μ m za nadaljnje analize. Merijo se naslednji parametri:

- C_{org} (TOC);
- N (NT);
- pH v vodi in v KCl;
- izmenljiva kislost;
- KIK;
- izmenljivi kationi (Ca, Mg, K, Mn, Fe, Zn);
- total P (T);
- min. P (MIN);
- izm. P (EX);
- Ca, Mg, K, Al, Fe, Mn, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn. (Colinet et al., 2010).

Program **National Soil Survey**

Monitoring/raziskave tal potekajo na obdelovalnih površinah in travnikih v severnem delu države. Prvo vzorčenje se je izvedlo med letoma 1950 in 1970. Gostota vzorčenja znaša 1 vzorčno lokacijo na 18 km² (5 podvzorcev znotraj 4-metrskega radiusa. Globini vzorcev sta dve in sicer 0–30 cm in 0–100 cm.

Parametri, ki jih merijo, so:

- TOC;
- Tekstura;
- total N;
- P;
- Fe-oksidi;
- KIK,

4.1.4 Bolgarija

Program **Background Monitoring**

Poudarek na problematičnih območjih, ki so onesnažena s težkimi kovinami, na tleh, ki so zakisana, zaslanjena, s tendenco zmanjševanja TOS, s porastom zbivanja tal, kjer zastaja voda oz. tla, ki so izpostavljena vetrni eroziji. Ta monitoring zajema še več ekosistemskih komponent:

- koncentracijo ozona;
- relativno vlago;
- temperaturo zraka;
- padavine;
- osončenje;
- hitrost in smer vetra (meritve na urni bazi);
- S- in N- dioksidi (dnevna merjenja);
- prah;
- Pb aerosoli in tipične fizikalne in kemijske analize padavin (tedenske meritve);
- talni parametri (letne meritve);
- rastlinski parametri na začetku in koncu rastne sezone.

Program **National Environment Monitoring System**

Vzorčna mesta so izbrana glede na vir onesnaževanja. V vsakem onesnaženem območju je 92 vzorčnih mest, 80 v območjih kmetijskih zemljišč, 52 v namakalnih območjih kmetijskih zemljišč in 79 v onesnaženih območjih z avtomobilskim prometom.

4.1.5 Češka

Program **Basal Soil Monitoring Scheme**

Namen monitoringa okolja je pridobivanje informacij o stanju in časovnih ter prostorskih spremembah v tleh oz. v ekosistemih. Vzorčna mesta na kmetijskih zemljiščih so izbrana glede na:

- talni tip;
- rabo tal;
- raven onesnaženosti okolja;
- razporejenost vzorčnih lokacij po državi;
- soglasje lastnika (izvedljivost monitoringa)

Vsako vzorčno mesto (parcels) je razdeljeno na štiri enake podparcele. V vsaki podparcelsi so vzorčeni posamezni horizonti (10 podvzorcev/horizont) – štiri povprečni vzorci na vsak horizont/vzorčno mesto). Za fizikalne meritve odvzamejo vzorce v treh ponovitvah.

4.1.6 Danska

Program **Heavy Metal Monitoring Programme**

62 % Danske pokrivajo kmetijska zemljišča. **Glavni cilj programa je pridelava varne hrane.** Vzorčna mesta so postavljena tam, kjer so na razpolago natančne informacije o tleh, rabi tal in agrotehničnih ukrepih. Monitoring zajema tudi 20 kmetijskih zemljišč z znano zgodovino glede uporabe blata čistilnih naprav.

Vsak talni vzorec je sestavljen iz 17 podvzorcev (2 kg), ki so odvzeti po veljavnem vzorcu znotraj vzorčnega mesta 50 m² (lokacije). Vzorčenje poteka do globine 25 cm (ob odstranitvi organskega sloja).

4.1.7 Estonija

Program Estonian Environmental Monitoring Program – Agricultural Landscape Monitoring Sub-programme

30% površin Estonije je v kmetijski rabi, 44 % je gozdnih površin. Glavni problem povezan s tlemi Estonije je atmosfersko in vodno onesnaženje tal zaradi emisij, rudarske industrije in neustreznega gnojenja.

Želja je zmanjšati obseg in neustrezno intenzivnost kmetijstva in s tem znižati obremenitev okolja in z monitoringom ugotoviti posledice kmetijskih reform na zmanjšanje FFS in gnojil in njihov vpliv na talon bioto.

Vzorčna mesta so izbrana po naslednjih kriterijih:

- po posameznih regijah;
- po razporejenosti po vsej državi;
- v intenzivnih in ekstenzivnih ter marginalnih rabah zemljišč;
- razpolaganje z drugimi podatki;
- dobra relacija z ostalimi vzorčnimi mesti.

Pri vzorčenju tal je velik poudarek na bioloških parametrih:

- prisotnost deževnikov (te zbirajo na 0,1 m³ blokih tal septembra in oktobra, ko dosežejo največjo gostoto, aktivnost in najmanjšo variabilnost populacije);
- prisotnost mikroorganizmov (kvantitativne metode skupnih mikrobov in posameznih skupin).

4.1.8 Finska

Program National Forest Inventory Country Description.

Približno 8 % skupne površine države je v kmetijski rabi. Za Finsko so značilna plitva tla s peščeno-glinasto podlago, na katerih lahko zastaja voda oz. poteka izpiranje snovi v podtalje.

Program **Soil Quality Monitoring Program** je slabo dokumentiran in ga tu samo navajamo.

4.1.9 Francija

Francijo pokriva 56 % obdelovanih tal, 28 % gozda in 8 % naravnih območij. V Franciji obstajata dva glavna monitoringa tal **Soil Quality Observatory in RENECOFOR**.

Program Soil Quality Observatory (OQS)

Program OQS se nanaša na dolgotrajne spremembe v kultiviranih in naravnih, negozdnih površinah in drugi zajema gozdna tla. Glavni cilj je ocena stanja tal in spremljanje talnih sprememb z namenom ohranitve kakovosti tal. Na površini lokacije 1 ha je izbranih 11 vzorčnih mest glede na reprezentativnost talnih karakteristik in rabe tal. Pri tem je določen minimalni nabor merljivih parametrov na vzorčnih mestih. Za specifična degradacijska območja opravijo še dodatne meritve (lahke frakcije C in N, C_{min} in N_{min}, mikrobna biomasa, talni encimi, deževniki). Priporočen časovni interval monitoringa je 5 let.

Ta monitoring je sestavni del organizacije DINIOS, ki predstavlja državni popis opazovanja tal. Je vodena s strani Ministrstva za okolje, Ministrstva za kmetijstvo, Francoskega inštituta za okolje in Nacionalnega inštituta za kmetijske raziskave.

Mreža lokacij, velikih približno 1 ha, je razporejena po celotni Franciji. Lokacije so izbrane na osnovi štirih kriterijev:

- talni tip;
- raba tal;
- način in intenziteta domnevnih sprememb v kakovosti tal;
- povezanost človeka s statusom krajine.

Začeli so z 11 lokacijami z željo razširitve na 100. Načrtovali so še monitoring bioloških lastnosti tal, oceno vpliva pesticidov na tla in talno favno, fizično degradacijo tal, erozijo in kakovost pridelka.

Mreža **RENECOFOR**

RENECOFOR program je za dolgotrajni monitoring gozdnih ekosistemov. Ustanovil ga je National Forest Bureau v leta 1992 in je del večjega sistema v 34 evropskih državah (EUROPEAN SOIL BUREAU EC, 2000). Ta je del **Mreže zdravja gozdov z 863 vzorčnimi mesti v 34 EU državah**. Vsebuje veliko ekosistemskih komponent (vremenske parametre, foliarne analize, dendrologijo). Program je financiran iz več virov in sicer: EU, French National Forest Office, Ministry of Agriculture and Fisheries, in National Agency for Environment and Energy.

Vsako vzorčno mesto obsega 2 ha in ima 0,5 ha ograjenega okna v sredini. Vzorčenje: opis profilov tal (2 profila/vzorčno mesto); talni vzorci so odvzeti iz 25 mini izkopov na vsaki strani 0,5 ha okna iz treh globlin: 0–10 cm, 10–20 cm, in 20–40 cm. Rodovitnost tal spremljajo na 10 let.

4.1.10 Italija

Nacionalni talni monitoring v Italiji je zelo pomanjkljiv in je organiziran le pod evropskim programom **“Forest Soil Condition Database”** – kjer je bilo izbranih 80 parcel. Na teh so v tleh analizirali kemične lastnosti (EUROPEAN SOIL BUREAU EC, 2000).

Nacionalni monitoring tal regije Veneto. Po kazalcih EEA v 2001 in s pomočjo delovne skupine Monitoring of Soil Thematic Strategy, je NTI (National Topic Centre) on Soil and Terrestrial Environment ob promociji italijanske okoljevarstvene agencije izdelal projekt monitoringa tal. Pri monitoringu se upoštevajo geografske značilnosti lokacije, talni tip, raba tal, degradacijski procesi in izpostavitve onesnaževanju. **Skupno zajema 480 lokacij** (1 zajema površino cca 650 m²) **v 20 italijanskih regijah**, od tega so **v vsaki regiji ena do štiri ključne lokacije in štiri do sedemintrideset referenčnih lokacij**.

Izvedba za regijo Veneto je potekala po naslednjih korakih:

- združevanje podobnih talnih tipov (kjer se izbere, opiše in analizira reprezentativni talni profil po horizontih, v A in C horizontu se analizirajo tudi težke kovine);
- selekcija sedmih razredov rabe in pokrovnosti tal (ki predstavljajo najbolj zastopane pridelovalne sisteme);
- selekcija glavnih kombinacij talnega tipa in rabe tal;
- identifikacija lokacij v eksperimentalnih postajah (Giandon et al., 2004).

4.1.11 Latvija

Program **National Agricultural Land Monitoring Programme**

Program zajema ugotavljanje antropogenega vpliva na kmetijska tla in spremljanje skladnosti ukrepov lastnikov kmetij državnim in občinskim priporočilom/navodilom glede priporočil in pravil o rabi tal in kmetijski aktivnosti. Program poteka na treh ravneh monitoringa:

- na 12 raziskovalnih postajah, ki obsegajo 20 talnih tipov in različne skupine glede teksture tal;

- poteka na družinskih kmetijah, ki so značilne za kmetijski sistem, tla in klimo;
- zajema 512 občin.

4.1.12 Litva

Program **National Environmental Monitoring Programme – Field Soil Monitoring**

Zajema ugotavljanje pozitivnih in negativnih sprememb v tleh skozi določena obdobja, odkrivanje ogroženih območij tal z negativno bilanco hranil, z zakisanostjo, onesnaženostjo s pesticidi ali težkimi kovinami itd.

Vzorci za težke kovine in pesticide vzorčijo na parcelah 20 × 20 m. Organska snov in S sta odvzeta iz humusnih slojev na teh parcelah. Ostali vzorci so odvzeti na parcelah velikosti 3–3,5 ha v obdelovalnem sloju.

Program **National Environmental Monitoring Programme – Forest**

Vzorčenje v gozdovih poteka od avgusta do septembra. **Štiriinšedeset vzorčnih mest** je vključenih v International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Podatki služijo za ugotavljanje škode v gozdovih, za oceno onesnaženosti tal s težkimi kovinami, usodo onesnaževal in njihov učinek na gozdne ekosisteme.

Program **National Environmental Monitoring Programme - Integrated Monitoring of Agricultural Ecosystems**

Program zajema določanje razmerij hranil v tleh, vegetacijo, zbiranje širokega nabora podatkov hidroloških, hidrokemičnih, bioloških modelov kmetijskih ekosistemov, ter oceno in napovedovanje vpliva kmetijske aktivnosti na ekosistemske parametre tal. Vzorčenje tal poteka na 3 leta, za analizo težkih kovin in pesticidov pa na 5 let.

4.1.13 Nizozemska

Program **National Soil Quality Monitoring Network**

Nizozemska je močno industrializirana in intenzivno kultivirana (64 % predstavljajo kmetijska zemljišča) z veliko gostoto prebivalstva (400 oseb/km²). Predpostavljamo torej, da imajo antropogene dejavnosti močan vpliv na tla. Glavni problem je kemično onesnaženje tal zaradi evtrofikacije, zaslajevanja, erozije, in izpiranja hranil in onesnaževal v podzemne vode.

Monitoring tal zajema kmetijska (mlečne in mesne farme na peščenih in šotnatih tleh, orna zemljišča na peščenih tleh) in gozdna zemljišča (listnati, iglasti, mešani gozdovi) kjer preti onesnaženost. Vsako vzorčno mesto obsega 400 m². Talne vzorce odvzamejo na dveh. globinah: 0–10 cm in 30–50 cm, na vsaki globini se odvzame 40 podvzorcev/vzorčno mesto.

Program **Regional (Provincial) Soil Quality Monitoring Networks**

Vzorčna mesta se izbirajo glede na homogenost zemljišč, talnega tipa, raven podtalne vode in kopičenje določenih elementov/onesnaževal, na kmetijskih, gozdnih in ogroženih površinah. Vzorčna mesta obsegajo približno 10.000 m² (1.600 vzorcev v celotni državi; 40 podvzorcev/vzorčno mesto). Gostota vzorčenja je odvisna od variabilnosti merjenih parametrov.

Monitoring je usmerjen predvsem na onesnaževala v površinskem delu tal (vrsta onesnaževal, količina, razpršenost) ter na evtrofikacijo in zakisovanje.

Za program **Soil Quality and Shallow Ground Water Monitoring** ni bilo na voljo dodatnih informacij.

4.1.14 Madžarska

80 % države pokrivajo obdelovalne površine, 18 % gozdovi. Glede na rodovitnost tal je kar 90 % površin primernih za kmetijsko dejavnost. Bistveni vzroki degradacije tal so:

- zakisanje;
- erozija;
- slanost;
- nastajanje močvirij;
- dezertifikacija;
- talna nerodovitnost;
- toksičnost.

Program **National Soil Information and Monitoring System (TIM) Madžarske** je bil vzpostavljen leta 1992. Na osnovi geografskih/talnih/okoljskih enot vsebuje **1.200 reprezentativnih vzorčnih mest (850 na kmetijskih zemljiščih, 170 na gozdnih zemljiščih in 180 na ogroženih zemljiščih)**. Nekatere talne parametre merijo vsako leto (med 15.9. in 15.10.), nekatere pa na 3 ali 6 let (odvisno od njihove variabilnosti). **TIM je neodvisni sistem in je del Environmental Information and Monitoring System (KIM).** (EUROPEAN SOIL BUREAU EC, 2000).

TIM vsebuje tri glavne komponente monitoringa:

- sistem nacionalne baze;
- monitoring opazovanja gozdnih točk;
- monitoring posebnih območij (ogrožena območja: VVO, razvodja, ne meliorirana tla, onesnažene točke, vojaška območja, rudarska območja, območja z odpadnimi vodami), ki so razporejeni po celotni državi v skladu s soglasjem lastnikov.

Poleg talnih vzorcev se letno odvzemajo tudi vzorci podzemnih voda. Analize zajemajo:

- pH;
- EC;
- CO_3^{2-} ;
- HCO_3^- ;
- Cl^- ;
- SO_4^{2-} ;
- NO_3^- ;
- PO_4^{3-} ;
- Ca^{2+} ;
- Mg^{2+} ;
- Na^+ ;
- K^+ ;
- mikro hranila;
- mikro onesnaževala.

Vzorčenje poteka vsako leto od 15.9. do 5.10.

Za dva dodatna programa na Madžarskem **Soil Fertility Monitoring System** in **Microelement Survey** ni bilo možno pridobiti primernih podatkov.

4.1.15 Nemčija

Monitoring tal **Bodendauerbeobachtung** je bistvena komponenta okoljskega monitoringa (spremljanje flore, favne, tal, zraka in vode).

Cilj monitoringa tal v Nemčiji je spremljanje trenutnega stanja tal, njihovih sprememb in napovedovanja nadaljnjega razvoja. Za dosego teh ciljev so od leta 1986 zvezne dežele organizirale BDF (Bodendauerbeobachtungsf lächen).

Pri BDF izvedbi monitoringa se upoštevajo naslednji kriteriji:

- talni tip;
- raba tal;
- vegetacija;
- (mikro)klimatske značilnosti (temperatura, padavine, trajanje sončne svetlobe).

Vzorčenje poteka heterogeno, po priporočilih strokovnjakov iz posameznih zveznih dežel. Mreža 2 x 2 km, končno izbranih je **21 reprezentativnih krajin za talni monitoring**. Vključeni talni parametri:

- skupna TOS in C_{org} ;
- skupni N;
- skupni P;
- težke kovine (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg in Zn) (Schröder et al., 2004; Miehe et al., 2004).

Program **Permanent Soil Monitoring Plots Soil monitoring**

Fokus tega monitoringa je spremljanje kemičnega statusa tal in ocena kakovosti vhodnih in izhodnih podatkov.

Program **Air Measuring Network Objectives**

Namen tega monitoringa je ocena vpliva onesnaženosti tal ter spremembe v kakovosti tal v daljših časovnih obdobjih.

4.1.16 Norveška

Norveška je gozdnata in gorata država, kmetijstvo obsega le 3 % površine. Glavni poudarek raziskav /spremljanja je na kmetijskem onesnaževanju tal in ozračja. Narašča tudi onesnaževanje s težkimi kovinami in površinskih voda zaradi erozije in povečanega izpiranja hranil zaradi intenzivne živinoreje.

Program **Agricultural Environmental Monitoring Programme Country Description**

Monitoring spremlja glavne pridelovalne sisteme pod različnimi talnimi in klimatskimi pogoji. Med drugim tudi kakovost odpadnih voda. Od leta 1995–1996 zajema tudi vsebnost pesticidov in težke kovine v tleh.

4.1.17 Poljska

Na Poljskem sta izpostavljena dva glavna vzroka za degradacijo tal:

- zakisovanje tal zaradi industrijskih emisij plinov in prahu;
- talna erozija (vodna in vetrna).

Program **National Program of Environmental Monitoring**

Monitoring vključuje 227 vzorčnih mest na organskih in mineralnih tleh, ki so locirani na obdelanih površinah (210), travnikih (40) in gozdnih površinah (50). 40 % teh je na močno onesnaženih, 40 % na malo onesnaženih, ostalo na srednje onesnaženih območjih. Vzorčna mesta so razporejena po celotni državi in zajemajo vse glavne talne tipe. Na vsakem vzorčnem mestu so izkopali in opisali talni profil do 150 cm globoko, iz vsakega horizonta so odvzeli 4 podvzorcev. Na oranih in gozdnih površinah so vzorčili od 0–20 cm znotraj 100 m² parcel, na travnikih 0–10 cm. Vzorčenje ponovijo na 5 let oz. na 10 let na gozdnih zemljiščih. Monitoring zajema sedem različnih ekosistemov:

- zrak (onesnaženje);
- površinske in podzemne vode;
- površino tal (tla + rastline);
- gozdove;
- radioaktivnost;
- hrano;
- zdravje.

Program ocenjevanja tal se je začel na pobudo poljskega Ministrstva za kmetijstvo in poteka od l. 1995. Izvajalec monitoringa je poljski nacionalni inštitut za tla IUNG-PIB. V mrežo je vključenih 216 lokacij s talnimi profili, ki so bili izbrani kot reprezentativni za določena območja (1 profil/650 m²).

Analizirali so naslednje talne parametre:

- teksturo;
- TOC;
- karbonate;
- pH;
- dostopni P, K in Mg;
- celotni P, S, Mg;
- topni in celotni S;
- skupni C, S, Mg, Na, Ca, Fe, Mn, Al, Cu, Ni, Cr, Zn, V, Cd, Co, Pb, Ba, Be, Li, La;
- KIK;
- EC;
- PAH;
- od leta 2015 določajo še Hg;
- N_{min};
- pesticidi (carbatyl, carbofuran, maneb, atrazin; DDT/DDR/DDD, aldrine, dieldrine, α , β in g-HCH).

Izkop in opis profilov se ponavlja na 5 let. Monitoring kemičnih talnih lastnosti je eden izmed devetih projektov v okviru Državnega okoljskega monitoringa (Bialousz et al., 2005; IUNG, 2014 in 2017).

Program Arable Soils Monitoring Program

Vzorčna mesta so razdeljena na različnih lokacijah od močne industrializacije do ruralne rabe tal.

Program Programme for Forest Monitoring

Stalna opazovanja potekajo v borovih, smrekovih, jelovih, bukovih, hrastovih in brezovih gozdovih. Del vzorčnih parcel je del programa UN-ECE Forest Monitoring Program.

4.1.18 Romunija

Polovico površine Romunije pokriva kmetijska raba. Glavni problem je erozija, ostali so še zakisovanje, zastajanje vode, slanost, zbijanje, onesnaževanje s pesticidi in težkimi kovinami in nizek delež humusa predvsem zaradi industrijskih emisij in živalskih odpadkov.

Program **National Integrated Soil Monitoring System**

Monitoring je razdeljen na dva podsistema: kmetijska in gozdna tla in na tri ravni (vzorčna mesta za ugotavljanje problematičnih območij so postavljena z mrežo površine 16 m². V okviru monitoringa poteka identifikacija vzrokov problemov in identifikacija možnih remediacij tal območij.

4.1.19 Slovaška

Polovico dežele je predstavljal kmetijstvo, gozdovi so predstavljajo 40 % ostalega. Posledica je porast onesnaževanja, tudi občutljivih ekosistemov in negativne posledice na človekovo zdravje.

Program **Environmental Monitoring System**

Monitoring zajema različne ekosistemske komponente:

- zrak;
- vodo;
- tla;
- bioto;
- gozd;
- geološke dejavnike;
- radiacijo;
- odpadke;
- rabo tal;
- alohtone snovi v hrani in krmi;
- klimatske dejavnike;
- meteorologijo;
- poselitev;
- velikost populacij.

Spremljajo kmetijska, gozdna in višinska območja, ne pa urbanih. Na 21 vzorčnih mestih poteka letno spremljanje stanja. Na 19.257 kmetijskih vzorčnih lokacijah so izvedli meritve onesnaževanja tal. Globine vzorčenja gozdnih tal:

- 0–10 cm;
- 20–30 cm;
- 35–45 cm;
- matična podlaga tal.

Globine vzorčenja kmetijskih tal: 10–30 cm (1–5 podvzorcev/vzorčno mesto).

O program **Soil Monitoring System** je manj dosegljivih podatkov, osredotočen pa je na vsebnost TOS v tleh. Najmanjše vsebnosti TOS so analizirali v luvisolih, planosolih in regosolih, srednjo količino v černozemih.

Preglednica 5: Sistemi monitoringa tal po svetu (Vernik, 2014)

	Avstrija	Nemčija	Poljska	VB	ZDA
Ime sistema monitoringa	- Environmental Soil Survey (Okoljski monitoring tal)* - Soil Monitoring System (monitoring tal Avstrije) - Forest Soil Survey	- Federal Soil Monitoring (Zvezni monitoring tal) - Sistem vzorčenja gozdnih tal*	Monitoring of soil quality of arable land in Poland (Monitoring kakovosti obdelovalnih tal), je del Nacionalnega monitoringa okolja (SEM).	National Soil Inventory – NSI	National Monitoring of Soil - NMS (Nacionalni monitoring tal)
Izvajalec		ureja Bundesbodenschutzgesetz (Zvezni zakon o varstvu tal);	IUNG-Nacionalni inštitut za pedologijo in rastlinsko produkcijo (Institute of Soil Science and Plant Cultivation) v Pulawy	NSRI -National Soil Resources Institute, Cranfield University	Na osnovi National Resource Inventory - NRI
Cilj, namen	Natančen popis talnih tipov za vso državo (monitoring tal A), onesnaženost tal		Spremljanje in ovrednotenje sprememb v sestavi in kakovosti obdelovalnih tal kot posledice kmetijske in nekmetijske rabe	Talni tip po WRB, trenutna (zgodovinska) raba tal, topografske lastnosti (nadmor. višina, naklon, oblika)	Zanesljiv vir podatkov za spremljanje dinamike TOS ter o prispevku kmetijstva k emisijam CO ₂ v ozračje
Začetek monitoringa	1987 – 1995*	1980/1997	1995	1978 v Angliji in Walesu	2011
Literatura, vir	Umweltbundesamt, Dunaj; Blum et al., 1989, 1996, 1999, 2015	Bayeren, 1991; Schröder in Schmidt, 2004; Miehe et al., 2004	Siebielec, 2013		Ogle, 2012; Spencer et al., 2011)
Financiranje	Vlada zveznih dežel	Zvezna raven, neusklajenost med zveznimi vlada	Naročnik je Krovni inšpektorat za varstvo narave (Chief Inspectorate of Environmental Protection) in je financiran s strani nacionalnega programa za varstvo narave in gospodarjenje z vodami Poljske		
Kategorije, kriteriji	*po pokrajinah, glede na: Geografske lastnosti (relief, pedologija, kmet. površine, urbana naselja); onesnaženost (zgodovina rabe, bližina virov onesnaž.); vrsta raba tal (gozdovi, obdelovalne površine, travniki itd.)	Heterogeno, po priporočilih zveznih strokovnjakov	Geografska razporeditev, raba (tudi primerljiva) tal v posamezni pokrajini, potencialne grožnje za degradacijo tal, tekstura tal	Raba tal, talni tip, dostopnost in globina tal	S stratifikacijo so vse kmet. površine združili v razrede glede na talne in klimatske podatke ter rabo tal
Parametri monitoringa	Tekstura, TOS, karbonati, pH, EC, CEC, N total, hranila in težke kovine	TOS	TOS, OC (brez vol. gostote – ta se izračuna s PTF), tekstura in talni tip	TOS, volumska gostota	TOS, tekstura, pH, CEC, osnovna hranila, volumska gostota
Analitske metode parametrov		ISO standardi	Mokra oksidacija	Mokra oksidacija (BS 1377 Method 3.1 Test 8, 1975)	Walkley-Black (mokra oksidacija) oz. Loss On Ignition (popolni sežig)
Prostorski sistem monitoringa	- Velikost mreže: 4×4 km (2,75×2,75 km); 8,7×8,7 km gozdna tla - Št. lokacij:	- Velikost mreže: 8×8 km, stratificirana mreža - Št. lokacij: 800–1800 - Odvzem podvzorcev: neenoten	- Velikost mreže: nepravilna mreža - Št. lokacij: 216 - Odvzem podvzorcev: mreža 10×10 m	- Velikost mreže: mreža 5×5 km; 1200 lokacij; - Št. lokacij: 1200 v Walesu? ; 6000 v VB?	- Velikost mreže: stratificirana mreža (5000 vzorčnih mest so razdelili na 370 poligonov, znotraj poligonov pa z analizo variance določili novo mrežo

	Avstrija	Nemčija	Poljska	VB	ZDA
	6000 pri Monitoringu tal; 400 pri *Okoljskem monitoringu - Odvzem podvzorcev: naključen - Št. podvzorcev: ni določeno - Rotiranje mesta odvzema: NE - Pripomočki: GPS	(heterogenost med zveznimi deželami) – na podlagi ekspertne ocene znotraj vsake zvezne pokrajine - Št. podvzorcev: odvisno od zvezne pokrajine - Rotiranje mesta odvzema: NE - Pripomočki: GPS	- Št. podvzorcev: 20 - Pripomočki: osnova je pedološka karta, aero-foto posnetki in GPS - Rotiranje mesta odvzema: NE - Pripomočki: pedološka karta, aerofoto posnetki, GPS	- Odvzem podvzorcev: TOS mreža: 16×16 m (razmik 4 m) - Št. podvzorcev: 25 okoli mesta profila - Rotiranje mesta odvzema: NE - Pripomočki: karta 1:10.000, aerofotoposnetki, od 2005 GPS	opazovalnih lokacij z reprezentativno drugačnimi lastnostmi) - Št. lokacij: 5000 - Odvzem podvzorcev: enakostranični trikotnik s stranico 18 m, s podlokacijo manjšega trikotnika s stranico 6 m v vsakem oglišču – skupaj 9 vzorcev v smeri urinega kazalca - Št. podvzorcev: 9 - Rotiranje mesta odvzema: Da, zamik 30 cm v smeri urinega kazalca - Pripomočki: GPS
Časovni sistem monitoringa	Na 3–10 let	Na 5–10 let	Na 5 let	Na 5–15 let	Na 5–10 let
Način vzorčenja	- Globina: 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm, 30–50 cm* *S polkrožno sondo okoli lokacije (povprečni vzorci) - Neporušen talni vzorec: ni posebej določeno - Izkop profila: do matične podlage	- Globina: gozdna tla: 0–5 cm, 5–10 cm, 10–30 cm, 30–60 cm, 60–90 cm, (90–120 cm in 120–140 cm)* - Neporušen talni vzorec: ni posebej določeno - Izkop profila: do globine 90 cm (200 cm)	- Globina: 0–20 cm - Neporušen talni vzorec: ni posebej določeno - Izkop profila: ob prvem vzorčenju do 70 cm globoko	- Globina: Izkop profila 40 x 40 cm do 8 horizonta oz. <u>do 75 cm</u> globine, vzorci se po horizontih (povprečni vzorec); TOS (povprečni površinski vzorec do 15 cm), - Neporušen talni vzorec: DA, na globinah 10, 30 in 50 cm po 3 cilindri --- Izkop profila: 40×40 cm do 8 horizonta oz. <u>do 75 cm</u> globine	- Globina: 0–10, 10–20, 20–30, 30–50. 50–75 cm - Neporušen talni vzorec: ni posebej določeno (ob prvem vzorčenju) - Izkop profila: ne
Arhiv vzorcev	Da; zbiranje in hranjenje podatkov z nacional, inf. sistemom BORIS	Da; v centralnih bazah na zvezni ravni (UDK-Umweltdatenkatalog oz. GEIN-German Environmental Information Network); od 2010 centralno zbiranje in analiza podatkov po zveznih deželah		Da, v skladu s standardi BS 7755 Section 2.6 (1994) in BS 7755 Section 3.5 (1995)	
Arhiv podatkov					

4.1.20 Švedska

Program **National Swedish Environmental Monitoring Programme - Integrated Monitoring**

Komponente monitoringa:

- zrak;
- obala in morje;
- sveža voda;
- mokrišča;
- visokogorje;
- gozdovi;
- kmetijska zemljišča;
- monitoring povezan z zdravjem itd.

Od 1987 je večina vzorčnih mest postala del UN-ECE Integrated Monitoring Programme. V letu 1993 so število vzorčnih lokacij zmanjšali na 4.

Program **National Swedish Environmental Monitoring Programme - National Survey of Forest Soils and Vegetation**

Ta je del National Swedish Environmental Monitoring Programme – Forest Programme area. Ta monitoring so začeli izvajati leta 1983. Med leti 1993 in 2002 je bilo opravljeno ponovno vzorčenje (ena desetina vzorčnih mest je bila vzorčena vsako leto). Komponente monitoringa so vegetacijske, vključno s pojavom lišajev in rastjo mahov na jelkinih iglicah (od maja do oktobra). Vzorčenje poteka po sistemu okroglih vzorčnih parcel v radiju 10 m, ki so razporejene na kvadratni površini 300 × 1800 m. Kvadrati so sistematično razporejeni po celotni državi, njihove dimenzije se spreminjajo.

Program **National Swedish Environmental Monitoring Programme – Agricultural Land Programme Area**

Cilj je količinsko določiti koncentracijo prenesenih hranil in pesticidov v površinskih in podzemnih vodah na kmetijskih območjih.

4.1.21 Švica

Monitoring tal izvaja NABO (Nationale Bodenbeobachtung) od leta 1985, ponavlja se na 5 let.

Program **Swiss Soil Monitoring Network**

Velik povzročitelj degradacije tal je industrijsko onesnaževanje tal. Cilj je ugotoviti razsežnosti onesnaževanja tal v času in prostoru.

Vzorčna mesta zajemajo tipično vegetacijo, rabo tal, talne razmere kakovost zraka. Od leta 2000 merijo tudi fizikalne in biološke parametre tal.

Vzorčenje poteka glede na rabo tal in sicer do 20 cm globoko (4 podvzorci, 1 parcela: 10 × 10 m). Od leta 2004 se opišejo tudi horizonti. Analizirajo naslednje parametre:

- N, P, K;
- TOS;
- fizikalne parametre (zbijanje, in biološke (biomasa lastnosti tal, težke kovine (Cd, Cu, Zn,...));
- organska onesnaževala (PAH, PCB, dioxini);

- pesticidi;
- antibiotiki (NABO, 2017).

Zaloge C_{org} so prostorsko in časovno spremljali tudi v švicarskih gozdovih v okviru NFI (National Forest Inventory) v živi in odmrli organski masi, prvi rezultati so bili objavljeni leta 2000. Organiziran je za tri oddelke:

- gozdna tla (L, F in H horizonti brez odmrlega lesa);
- mineralna tla 0 – 30 cm;
- mineralna tla 0 – 100 cm (oz. 0 cm do matične podlage).

V monitoring TOC je zajetih 5 glavnih proizvodnih regij, znotraj katerih je upoštevana nadmorska višina (< 600 m, 600 – 1200 m in > 1200 m). SOC (vključno z volumnsko gostoto) so analizirali v vseh horizontih (v L hor. so izmerili le debelino), v pribl. 1000 profilih, med leti 1990 in 2000 (Nussbaum et al., 2012).

4.1.22 Velika Britanija

Program **National Soil Inventory (NSI)** je med leti 1978 in 2003 opravil monitoring stanja TOC v Angliji in Wales-u.

Cilj je ocena izgub TOC glede na rabo tal. Vzorčenje tal je potekalo mrežno (5 × 5 km), in je zajelo približno 6000 vzorčnih lokacij. Na vsaki lokaciji so opisali talni profil in odvzeli povprečni vzorec (25 podvzorcev v 4 m intervalu mreže 20 × 20 cm) do globine 15 cm (z odstranitvijo rastlinskega pokrova). Vzorčenje so v ožjem obsegu (40 %) ponovili v časovnem intervalu 12 – 25 let (da so lahko izračunali izgube TOC), kar je potekalo v treh fazah:

- v letih 1994/95 na rotirajočih travniških in njivskih zemljiščih;
- v letih 1995/96 v obdelovanih trajnih travniških zemljiščih;
- v letu 2003 na ne-kmetijskih območjih (šotišča, barja, gozdovi itd.; urbana območja in vodne površine so bile izvzete).

Mreža ponovnega vzorčenja se zamakne 1 km vzhodno in 1 km severno od originalne mreže. Povprečni vzorci (1 kg) se razdelijo na 3 enake dele. Prvi del se vlažen shranili v plastično vrečko, druga dva pa se posušita in presejeta na 2 mm. TOC so določili z modificirano Walkley-Black metodo (Bellamy et al., 2005).

Program **Country-Side Survey Purpose**

Spremljanje različnih ekosistemskih parametrov:

- Vegetacija;
- biota v svežih vodah;
- populacija ptic;
- tla;
- raba tal;
- pokritost tal itd.

Površinski vzorec tal odvzamejo iz petih naključno izbranih kvadratov površine 2 km². Vzorčni kvadrati so stratificirani glede na:

- klimo;
- topografijo;

- ostale talne značilnosti.

Vzorčenje poteka od junija do srede avgusta. Leta 1998 so vzorčili 1067 talnih vzorcev za TOS, 744 jih je bilo iz istih lokacij kot leta 1978.

4.1.22.1 Anglija in Wales

Program **National Soil Inventory**

Vzorčenje tal poteka do globine 15 cm (25 podvzorcev na intervalu 4 m znotraj enega vzorčnega mesta $20 \times 20 \text{ m}^2$) na mreži $5 \times 5 \text{ km}$.

Program **Annual Representative Soil Sampling Scheme**

V okviru tega programa opravljajo meritve na 180 kmetijskih zemljiščih vsako leto, pri čemer vzorčenje zemljišča letno spreminjajo/rotirajo (1/3 zemljišč se vzorči na 10 let, 1/3 se vzorči na 5 let in 1/3 se vzorči samo prvič). Po desetih letih se prejšnje vzorčno mesto ukine.

4.1.23 Evropska unija

Članice znotraj EU izvajajo monitoring tal v sklopu različnih organizacij, saj so cilji monitoringa zelo različni (zdravje gozdov, onesnaževanje tal, rodovitnost kmetijskih zemljišč, ocena okoljskih tveganj, učinek kislega dežja, degradacija tal itd.). Za vse članice je nujna postavitve enotnega sistema monitoringa, ki bi bil organiziran pod isto ustanovo in bi omogočal interaktivnost rezultatov monitoringa tal z ostalimi podatki na določenih območjih (raba tal, klimatske značilnosti, ekološki, katastrski, demografski podatki) v skupnem informacijskem sistemu. V preglednici spodaj o zbrane značilnosti monitoringa tal po evropskih državah (Preglednica 6).

Preglednica 6: Značilnosti monitoringa tal po evropskih državah (EEA, 2003; van Camp, 2004)

Država	Št. lokacij	Vzorčni sistem	Časovni interval (leta)	Začetek monitoringa
Avstrija	400	Stratificirani/mrežni	3/10	1987–1995
Belgija	940	Stratificirani	40	1947
Bolgarija	300	-	3/10	1986/1992
Češka	700	Stratificirani	3/6	1992
Finska	750/150	Stratificirani	12/5	1974/1992
Francija	2300	Mrežni	5/10	1993/2001
Nemčija	800/1800	Stratificirani /mrežni-ICP	5/10	1980/1997
Madžarska	1236	Stratificirani	1/3/6	1993
Nizozemska	240	Stratificirani	6/10	1983/1993
Norveška	13	Stratificirani	1	1992
Slovaška	400	Mrežni/stratificirani	5	1992
Španija	41	Stratificirani	1	1995
Švedska	26800	Mrežni/stratificirani	4 mesece/10	1983/1993
Velika Britanija	1200	Mrežni	1/5/15	1969/1992

V nekaterih državah je monitoring tal obsežen in temeljit (Avstrija, Francija, Finska, Nemčijo, NL, Švedska, VB).

Avstrija ima izdelano obsežno shemo monitoringa za gozdna tla in hkrati spremlja okoljske talne meritve (namen je ugotavljanje zakisanosti, upada TOS in onesnaževanje s težkimi kovinami) s 6000 vzorčnimi lokacijami. Sprotna poročila monitoringa so podana EEA.

Na Finskem monitoring tal poteka na ornih zemljiščih za spremljanje hranil, TOS, kislosti in težkih kovin (od leta 1974, ponovitve vzorčenj v letih 1987 in 1998).

Francija ima dva glavna sistema monitoringa tal: eden se nanaša na dolgotrajne spremembe v kultiviranih idr. zemljiščih in drugi v gozdnih tleh. Oba temeljita na mrežnem sistemu vzorčnih mest (mreža 16×16 km) in sta povezana z osnovnimi podatki v merilu 1 : 250,000.

V Nemčiji na cca 800 lokacijah spremljajo status tal glede onesnaževanja. Tukaj so vzorčna mesta izbrana na osnovi reprezentativnosti pokrajine, tal in rabe tal. Monitoring gozdnih tal je postavljen na mreži 4×4 km (ali mreži 8×8 km).

Monitoring na Madžarskem zajema 1236 vzorčnih lokacij na kmetijskih, gozdnih, ogroženih, onesnaženih idr. zemljiščih. Izbor vzorčnih lokacij je vezan na reprezentativnost talnih lastnosti majhnih geografskih območij. Vzorčenje poteka med 15.9. in 15.10., v izogib sezonski variabilnosti meritev. Pri prvem vzorčenju so izkopali, opisali in analizirali 150 cm globok talni profil po horizontih. Kasnejša vzorčenja so izvedli s sondami. Od leta 1993 so analize ponovili na ena, tri in šest let (odvisno od parametrov).

Na Nizozemskem obstaja program RIVM za monitoring kakovosti tal, plitve podtalnice, dolgotrajne kakovosti podtalne vode in dolgoletnega zdravja gozdov.

Slovaška ima obsežen monitoring za kmetijska in gozdna zemljišča ter alpske predele.

Švedska ima od leta 1963 veliko iniciativ monitoringa gozdnih tal in vegetacije, ki se ponavlja na 10 letna obdobja. Eden od monitoringov tal je tudi za kmetijska zemljišča.

V VB velja National Monitoring Programme za Anglijo in Wales.

Na Škotskem imajo le pilotski projekt glede ponovnega vzorčenja. Edini monitoring, ki pokriva celotno deželo, je Countryside survey, ki zajema spremljanje ekosistemov in ne samo tal.

Posamezne države v EU in EFTA so organizirale geokemične preglede tal (A, F, D, Irska, NL, S, GB). Nekatere države opravljajo tudi monitoring talne erozije (Islandija, Grčija, Portugalska, Španija) (van Camp et al., 2004).

4.1.23.1 European Soil Monitoring Network (EuroSoilNet)

Je aktiven od devetdesetih let naprej, za vzorčenje uporablja mrežo 50×50 km (300 km^2 /vzorčno lokacijo) z različnimi časovnimi periodami ponovitev vzorčenja. Nekatere države so vzpostavile gostejšo mrežo vzorčenja (v severnih in vzhodnih delih EU: VB, Irska, Avstrija, Danska), sicer pa je gostota vzorčenja znotraj EU zelo variabilna. Za dosego mreže $50 \times 50 \text{ km}^2$ bi bilo ponekod potrebno povečati gostoto vzorčenja oz. dodati vzorčna 4100 vzorčnih lokacij (npr. v Italiji, Španiji, Franciji, Norveški, Švedski, Grčiji, Poljski, Baltiških deželah ter Nemčiji), v celoti pa poenotiti vzorčenje in analitiko.

Glede na rabo tal, imajo pašniki največjo gostoto vzorčenja, obdelane površine in gozdovi nekoliko manj. Za gozdove je postavljena mreža 16×16 km. Ključni parametri monitoringa tal se nanašajo na vzroke degradacije tal in sicer na:

- nevarnost erozije (izguba tal);
- zbijanje tal (vol. gostota, tekstura, TOS, zadrževanje vode, hidravlična prevodnost, struktura);
- upadanja količine šote in TOS (TOS, C_{org} , vol. gostota, C/N);

- upadanja biotske pestrosti (deževniki, skakači, mikrobna respiracija);
- onesnaževanja tal (težke kovine, pH, hranila);
- intenzivne živinoreje (prevelikih obremenitev GVŽ na površini);
- zaslanjenjem tal (EC, SAR);
- dezertifikacijo (TOS, količina soli, EC).

Tudi indikatorji degradacije tal se spremljajo zelo neenakomerno. Npr. zmanjšanje TOS, onesnaženje s TK in parametri zbivanja tal se merijo skoraj povsod, medtem ko se talna erozija in zmanjševanje talne biotske pestrosti spremlja zelo redko (Neary et al., 2010; Morvan et al., 2008).

LUCAS (Land Use and Coverage Area frame Survey) je pilotni projekt, sprožen s strani Eurostat-a v tesnem sodelovanju z Directorate General of Agriculture. LUCAS zajema monitoring tal na ravni EU upoštevajoč:

- rabo tal;
- pokritost tal;
- idr. okoljske parametre.

Izvajanje monitoringa se je pričelo spomladi leta 2001 z vzorčenjem na 100.000 vzorčnih mestih po uveljavljeni mreži 18 × 18 km v trinajstih državah, leta 2002 pa še v VB, Irski, Estoniji, Madžarski, Estoniji in Sloveniji (van Camp, 2004). V EU so na podlagi monitoringa LUCAS ocenili, da državni monitoringi znotraj EU v večini ne upoštevajo bioloških (npr. nivo mineralizacije C, mikrobna biomasa in populacija deževnikov) in fizikalnih parametrov kakovosti tal (vol. gostota). Noben od nacionalnih monitoringov tal znotraj EU ne upošteva ocene petih osnovnih talnih funkcij (pridelava hrane, krme in biogoriv, čiščenje in regulacija vode, sekvestracija C in regulacija klime, talna biodiverziteta in habitat, kroženje hranil), zato je nemogoče količinsko oceniti multi-funkcionalnost tal oz. spremembe v posameznih funkcijah v času in prostoru.

Vzorčenje poteka na mreži 2 × 2 km znotraj EU. Vsako vzorčno mesto je opredeljeno glede na rabo tal (z uporabo orto-foto ali satelitskih posnetkov). Vzorči se do 20 cm globine. Pri tem je pomembno, da so izbrani parametri lahko merljivi in da so uporabni v smislu prikazovanja sprememb v določenih časovnih obdobjih (Leeuwen et al., 2017). Glavna priporočila LUCAS-a so:

- postaviti enoten popis tal v EU, vključno z glavnimi in specifičnimi talnimi parametri;
- izbrati minimum talnih parametrov za monitoring tal na nacionalnem nivoju;
- vzpodbuditi standardiziran način meritev in načinov parametrov monitoringa tal;
- organizirati redno kontrolo kakovosti in zanesljivosti meritev;
- vzpostaviti redno poročanje stanja na 5 let;
- razviti močnejšo koordinacijo aktivnosti monitoringa med članicami (van Camp, 2004).

Žal v EU pri monitoringu tal večkrat zanemarijo vključevanje naravnih zemljišč brez antropogenih vplivov, ki lahko služijo kot referenčni standardi (z realnim prikazom kapacitete proizvodnje TOS v danih klimatskih razmerah oz. bio-produktivnosti brez dodatnih vlaganj). V državah EU obstajata dva sistema postavitve vzorčnih mest:

- 'pravilni' - mrežni in
- 'nepravilni' - stratificiran.

'Pravilni' (*regular*) sistem iskanja vzorčnih lokacij je priporočljiv za širša območja s podobnimi klimatskimi značilnostmi, topografijo in ekonomskimi značilnostmi. Problem heterogenosti terena se rešuje z

upoštevanjem merljivih parametrov reliefa, talnega pokrova, rabe tal, znakov degradacije in okoljskega tveganja – več kot jih je upoštevanih, gostejša je mreža monitoringa, kar poveča stroške. Tak sistem vzorčenja imajo Avstrija, Romunija, Francija in Švedska.

'Nepravilni' sistem iskanja vzorčnih lokacij poteka po principu iskanja reprezentativnih naravnih in ekonomskih značilnosti (po krajini, rabi tal, po stanju glede kultiviranosti/degradacije ipd). Tak sistem imajo Norveška, VB, Italija, Nemčija in Češka. Stratificiran izbor vzorčnih mest lahko izboljša pregled in zmanjša variabilnost talnih parametrov, ne zahteva dodatnih vzorčnih mest in zato ne poveča stroškov vzorčenja, je pa učinkovit, če so izpolnjeni 3 pogoji:

- minimalna variabilnost znotraj stratuma;
- maksimalna variabilnost med stratumi;
- parametri stratuma so močno povezani z merjenimi talnimi parametri (Donovan, 2013).

Med državami so tudi velike razlike glede števila vzorčnih mest v povezavi z številom merjenih parametrov. Samo v Nemčiji in na Švedskem imajo optimalno razmerje in sicer meritve velikega števila parametrov na velikem številu vzorčnih parcel (Medvedev in Laktinova, 2012).

4.1.24 EU - Monitoring gozdov Evrope

V EU je namen ugotoviti predvsem vpliv atmosferskega onesnaževanja na kakovost evropskih gozdov. ICP Forests program je od leta 1985 pričel z izvajanjem monitoringa gozdov. Postavili so vzorčno mrežo 16 × 16 km (6000 vzorčnih mest po EU), kjer so poleg parametrov gozda (prirast dreves, prisotnost vrst, karakteristike krošenj itd.) spremljali tudi talne parametre (teksturo, vol. gostoto, skelet, TOS, pH, karbonate, izm. elemente, mikro in makro-hranila ter težke kovine).

- med leti 1985 in 1996 so izvedli monitoring gozdnih tal na globini 0–10 cm in 10–20 cm (30 držav);
- med leti 1990 in 2000 so izvedli vzorčenje na globini 0–10 cm, 10–20 cm, 20–40 cm in 40–80 cm (24 držav);
- med leti 2004 in 2008 v Ol, Of, Oh horizontih in na globinah 0–(5)–10 cm, 10–20 cm, 20–40 cm in 40–80 cm ter še v glavnih horizontih tal (22 držav);
- med leti 2006 in 2009 so vzorčili enako kot prejšnje obdobje (17 držav) (Cools in De Vos, 2011).

Projekt ENVASSO je razvil mrežo za evropski monitoring tal (Kibblewhite et al. 2010).

Nacionalne in regionalne mreže monitoringov tal so gostejše v severnih in vzhodnih delih EU kot v južnih (podobno je pri ICP Forests mreži). Mreže monitoringov po EU so zelo različne: ponekod je vključenih le nekaj vzorčnih mest, drugod so te mreže bolj zgoščene. To bi lahko povezali s pojavom večjega zakisanja in učinkov onesnaženega zraka v severnih in vzhodnih predelih EU kot drugod.

Približno polovica članic EU monitoring tal izvaja na vseh zemljiščih, večina se osredotoči le na gozdna in kmetijska zemljišča. Zaradi variabilnosti tal in za zmanjšanje prostorske in časovne variabilnosti državni sistem monitoringa izbira vzorčna mesta na relativno homogenih tleh z enako rabo tal.

Za povečanje reprezentativnosti vzorcev so razvili že veliko metodologij vzorčenja. V večini primerov shema vzorčenja temelji na mreži (kvadrati ali pravokotni). Na tak način lahko pokrijemo velika območja. Velikost vzorčnih lokacij se spreminja od 100 m² do nekaj hektarov, vendar so znotraj teh tla homogena. Vzorčna mesta morajo biti natančno označena, da lahko kasneje ponovno vzorčimo nepoškodovan vzorec. Globina vzorčenja je fiksna. Talni profil se izkoplje izven mesta vzorčne lokacije vendar v bližini.

Vzorčijo in analizirajo se vsi talni horizonti. Časovni interval vzorčenja je od 1 – 20 let, odvisno od merjenega parametra. Najpogostejši je med 1 in 10 let.

Analitske metode so še vedno zelo različne, potrebno je standardizirati postopke, sicer so primerjave merljivih parametrov med državami nemogoče. Pomembno je tudi arhiviranje vzorcev, ki omogoča kasnejše novejša analize.

V EU manjkajo napovedovalne analize o potencialni ogroženosti tal s težkimi kovinami, organskimi idr. onesnaževali ter meritve bioloških in fizikalnih talnih parametrov. Podatki o tleh niso shranjeni in organizirani tako, da bi jih lahko povezovali z ostalimi monitoringi na naravoslovnem ali družboslovnem področju oz. da bi bili prenosni in dostopni različnim uporabnikom (strokovnjakom, okoljevarstvenikom, znanstvenikom idr.) (European Soil Bureau, EC, 2000).

Večina programov monitoringa izhaja iz evropskih dežel, kar nakazuje na močnejšo evropsko ozaveščenost glede prioritete ohranjanja trajnostnih virov kot v drugih delih sveta ali pa so morda v EU podatki monitoringov bolj dostopni javnosti.

Večina monitoringov okolja po svetu (Preglednica 7) se je pričela v devetdesetih letih na državni ravni in se časovno izvaja na 5 let. Prostorska variabilnost vzorčnih mest je velika. Najpogostejši je mrežni sistem, sicer stratificiran. Prav tako je od namena monitoringa odvisen nabor merjenih parametrov.

Monitoring tal je velikokrat del monitoringa okolja (poleg zraka, voda, biote) in se različno izvaja na kmetijskih, gozdnih, naravnih in drugih zemljiščih. Ponekod se monitoring tal izvaja glede na kategorije kot so raba tal, upoštevanje talnih in/ali klimatskih lastnosti, saj se tako lahko ugotavlja njihov posamezni vpliv na spremembe talnih parametrov (Winder, 2003).

4.1.25 Avstralija

Oceno stanja in trendov TOC v Avstraliji so pričeli leta 2011. TOC 'the Department of Agriculture and Food Western Australia' in je financiran s strani vlade in GRDC ('the Grains Research and Development Corporation').

4.1.26 Kanada

Program **Soil Quality Benchmark Sites**

Na Otoku Princa Edwarda (PEI) monitoring TOS na kmetijskih zemljiščih poteka od leta 1998 (Douglas et al., 2000) v okviru projekta Monitoring kakovosti tal (poleg TOS zajema še status hranil: P, K, Mg, Ca in pH, celokupni C, B, Zn, S, Mn; Fe, Na, KIK, V vrednost), izvaja ga vlada province PEI - Oddelek za kmetijstvo in ribolov (PEI Department of Agriculture and Fisheries). TOS analizirajo s suho oksidacijo.

Vzorčenje poteka vsako 3. leto na 1/3 ozemlja v spomladanskem času (po zmrzali in pred spomladansko obdelavo tal oz. setvijo). Način vzorčenja poteka mrežno (4 × 4 km), od točke mreže se vzorči še 100 m severno, južno, vzhodno in zahodno. Vzorec se odvzame do globine 17 cm, iz vseh 4 strani v radiju 1 do 6 m okoli posamezne lokacije. Na ta način zajamejo 232 lokacij. Število vzorčnih mest se iz leta v leto spreminja zaradi sprememb v rabi tal. Pri vzorčenju ločijo 5 različnih tipov kulturnih rastlin:

- rastline za pridelavo krme (seno, sveži pašniki in travniki);
- žita;
- krompir;
- sojo in
- ostale (zelenjava, jagodičevje).

Vzorčna mesta so izbrana po sedmih kriterijih, kjer je poudarek na prvih treh:

- glavna klimatska in regionalna/ekološka območja;
- značilna krajinska območja ali podobna tekstura tal;
- glavni oz. potencialni regionalni kmetijski sistemi, itd.

Vzorčenje poteka po mrežnem sistemu (25 × 25 km), v vsaki mreži je zajetih 80–100 vzorčnih točk oz. na razgibanem terenu po sistemu 'transect'/'presek'. Vzorčne točke so na razdaljah 10 m od vrha do vznožja pobočja; skupaj 60 vzorčnih točk. V vsaki vzorčni točki odvzamejo neporušen vzorec v Ap horizontu.

S statistično obdelavo podatkov analizirajo vpliv leta in pogostost kulture na TOS bilanco in na hranilno vsebnost tal, namen monitoringa TOS je ohranjanje kakovosti tal s trajnostnim načinom kmetovanja (Douglas et al., 2000; Nyiraneza et al., 2017).

4.1.26.1 Kanada, provinca Alberta

Program AESA Soil Quality Benchmark Program Objectives

V Alberti so leta 1997 pričeli s programom kakovosti tal AESA (Alberta Environmentally Sustainable Agriculture) za določevanje stanja kakovosti tal po celotni provinci in tveganja sprememb v kakovosti tal zaradi različne rabe tal. Leta 1998 so izvedli prvi monitoring.

Lokacije so bile izbrane glede na reprezentativnost talno - okoljskega vzorca in kmetijskih praks. Vzorčna mesta so locirana na treh pozicijah pri razgibanem terenu (vrh, sredina ter vznožje pobočja) (Binder, 2003).

Vzorčna mesta so razporejena čez celotno provinco in stratificirana glede na rabo tal in pokrajino, v glavnem le na obdelovalnih površinah oz. na reprezentativnih mestih glede na pokrajino in rabo tal.

Vzorčenje tal zajema presek pobočja - zgornji, srednji in spodnji del pobočja – določen z GPS. Na vsakem vzorčnem mestu je opisan talni profil. Vzorci so odvzeti iz vsakega talnega profila in analizirani na:

- teksturo tal;
- CEC;
- pH;
- EC;
- SAR (pH>4.0);
- Ca-karbonate;
- dostopni NH₄, NO₃-N, P, K, SO₄-S;
- celotni N;
- C_{org}.

Neporušeni vzorci za volumsko gostoto so odvzeti med 3 in 15 cm globine v vrhnjem delu tal ter do globine 50 cm.

Vzorči se enkrat na leto, po spravilu pridelkov oz. pred naslednjo obdelavo ali gnojenjem tal. Na vsaki poziciji pobočja odvzamejo 5 podvorcev (s holandsko sondo) iz globine 0–15 cm in 15–30 cm. Vzorce hranijo v hladnem prostoru, zračno posušijo in zmeljejo ter presejejo na 2 mm situ. Talne vzorce analizirajo na parametre:

- rodovitnosti tal;
- pH (v vodi in CaCl₂);

- EC;
- SAR (EC>4);
- N_{min};
- lahke frakcije C.

Vzorke za volumsko gostoto od vzamejo na globini 0–15 cm.

V okviru monitoringa zbirajo tudi podatke o vremenu in letni rabi tal ter o letnih pridelkih.

Long –Term Soil and Vegetation Plots Established in the Oil Sands Region

O tem programu ni bilo na voljo podrobnejših informacij.

4.1.27 Kitajska

Program Regional SOC monitoring

Začetki monitoringa segajo pred leto 1985 (in sicer 78 %), sicer od 1996 dalje. Od leta 2010 dalje se vzorci na letni ravni (enkrat letno). Vzorčenje poteka po stratificiranem sistemu. Odvzamejo 5 – 20 podvzorcev, odvisno od velikosti parcele, ki mora biti velika najmanj 30 ha. Globina vzorčenja znaša 0–20 cm. Analize poleg priporočene volumenske gostote zajemajo:

- TOC;
- N;
- P;
- K;
- dostop. P;
- NH₄.

4.1.28 Mehika

Program National Soil Organic Carbon monitoring

V Mehiki vzorčijo gozdna in kmetijska zemljišča. Začetki monitoringa segajo v leto 2003. zbor vzorčnih mest poteka s pomočjo mreže. **Vsako leto ponovno vzorčijo 20% lokacij.** Vzorči se na globinah 0–30 cm in 30–60 cm, analizirajo pa TOC, tekstura in volumenska gostota.

4.1.29 Nova Zelandija

Dve tretjini dežele predstavlja hribovit in gorati predel. V NZ je 52 % travnatih in obdelanih površin, 23 % naravnih gozdov in 5 % nasajenih gozdov, preostalih 20 % so gorata območja, vode in urbana območja. Geološka podlaga je mlada in zlahka erodira. Večina tal je plitvih in revnih s hranili. Tla so na splošno v dobri biološki in fizikalnem stanju za naravno vegetacijo.

Program 500 Soils Project

Začetki programa nacionalnega monitoringa kakovosti tal segajo v leto 1999. Na predlog *Ministry for the Environment, Landcare Research, Crop and Food Research*, se je začel izvajati leta 2000 v okviru projekta "The 500 Soils Project". Pri monitoringu spremljajo probleme v zvezi z zmanjševanjem strukturnosti tal, zmanjševanjem hranil, biološko aktivnostjo in zakisanjem tal.

Izbranih je 511 vzorčnih mest z različno rabo tal (avtohtoni gozd, pogozdena območja, pašniki, grmičevja, kmetijska območja, urbani predeli), ki predstavljajo glavno rabo tal v vsaki regiji. Na vsaki vzorčni lokaciji poteka vzorčenje po sistemu preseka (transect) in sicer na 50 m presekih (znotraj teh 2 m

intervali) do globine 10 cm. Tako na vsaki lokaciji dobimo 25 podvorcev za kemično in biokemično analizo.

Na vsaki lokaciji odvzamejo še 3 neporušene vzorce vzdolž preseka na 15, 30 in 45 m pozicijah (3 podvzorci) za fizikalne lastnosti tal (teksturo, vol. gostoto tal, vlago). Na istih mestih odvzamejo še vzorec za določitev stabilnosti strukturnih agregatov. Za fizikalne analize odvzamejo vzorce velikosti 1000 cm³ in jih shranijo na 5 °C.

Določajo naslednje parametre kakovosti tal:

- 12 kemičnih (pH, N, TOC, P, Ca, Mg);
- bioloških (potencial. Nmin);
- fizikalnih (poroznost, volumska gostota, gostota trdne faze tal, makroporoznost, kapaciteto za zrak, količino dostopne vode, ponekod tudi stabilnost strukturnih agregatov)

Prav tako so upoštevali tudi talne tipe in rabe tal (9 kategorij) znotraj regij ter na nacionalni ravni.

V regiji Wellington so vzorčili tla na 116 lokacijah. TOC analizirajo s suho oksidacijo. Vzorčenje poteka na vsaki lokaciji kjer odvzamejo 4 vzorce na razdalji 15 m do globine 15 cm. Prav tako se na lokaciji opravi izkop in fotografiranje profila do globine 50 cm.

Časovni potek monitoringa naj bi se razlikoval glede na rabo tal:

- intenzivni pašniki in njive (2 – 3 leta);
- trajni nasadi in ekstenzivni pašniki (3 – 5 let);
- gozdovi (5 – 10 let);
- naravna rastišča (10 – 20 let) (Croucher, 2005).

4.1.30 Tanzanija

V Tanzaniji opravlja monitoring TOC zalog in sprememb NAFORMA (National Forestry Resources Monitoring and Assessment) od leta 2010. Glavni cilj ni le ocena stanja TOC, temveč spremembe v TOC.

Pri vzorčenju se uporablja stratificiran model (upoštevanje rabe tal, klimatskih in talnih lastnosti) z mrežo 5 × 5 km in s skupinami (t.i. klastri. Razdalja med njimi je 5 – 45 km. Znotraj skupine je zajetih 10 vzorčnih parcel v obliki črke L (5 na vsakem kraku, med njimi je razdalja 250 m). Iz vsake parcele v klastru se talni vzorec odvzame v radiju 15 m z vseh štirih strani neba – štirje podvzorci na treh različnih globinah: 0 – 10, 10 – 20 in 20 – 30 cm. Na sredi treh plasti se odvzame tudi neporušen vzorec tal za določanje volumske gostote. Monitoring izvajajo na 5–10 let (FAO, 2012).

4.1.31 Združene države Amerike

Monitoring TOC v kmetijskih tleh od regionalne do nacionalne ravni z namenom uvažanja okolju prijaznih tehnologij za povečanje sequestracije C in zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov. Cilj monitoringa je ocena variabilnosti zalog TOC kot posledica kmetijskih praks, klimatskih sprememb in drugih okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na bilanco TOC v krajših obdobjih.

Za kontrolo variabilnosti TOC so **kmetijska območja stratificirana na območja glede na rabo tal, talne in klimatske lastnosti (370 območij).**

Znotraj vsakega območja je potrebna alokacijska metoda (kombinacija enakovredne: 14 vzorčnih mest/območje in Neyman-ove alokacije: minimalno tri vzorčna mesta/območje) za ustrezno prostorsko razpršenost in zagotovitev minimalnega števila vzorčnih mest. Na vzorčnem mestu (v obliki

enakostraničnega trikotnika s stranico dolžine 18 m in s tremi podlokacijami manjšega trikotnika s stranico dolžine 6 m), v vsakem oglišču z rotiranjem v smeri urinega kazalca z 30 cm zamikom odvzamejo skupno 9 vzorcev tal.

Pri številu vzorčnih mest se upošteva zadostna natančnost meritve in finančna sredstva. **Zaradi majhnih enoletnih sprememb v vsebnosti TOS, za monitoring priporočajo 5 – 10 letna obdobja.** Izvajalec je National Resource Conservation Service (NRCS) ki izvaja NRI (National Resource Inventory) (Spencer et al., 2011).

Program Forest Health Monitoring Program / Forest Inventory and Analysis Program

Monitoring vključuje veliko ekoloških komponent:

- biološko pestrost;
- kakovost vodnih virov;
- vitalnost in zdravje ekosistemov;
- kroženje C;
- talne vire, ki se kategorično delijo glede na:
 - o erozijo tal (gola tla, globina gozdnih tal, naklon in tekstura);
 - o zbivanja tal;
 - o kemijske lastnosti tal (predvsem TOS, hranila in težke kovine).

Vzorčne točke so razporejene po sistemu 1 parcela = 65.000 ha gozdnih zemljišč, v 27 državah. Prvo vzorčenje se začne s točko 1, vsako nadaljnje vzorčenje se premakne za določeno razdaljo.

Vzorke na gozdnih zemljiščih odvzamejo v opadu oz. v O horizontu in tudi v mineralnem delu tal na globini 0–10 cm in 10–20 cm. Na vsakem vzorčnem mestu odvzamejo 5 vzorcev (3x gozdna tla in 2x mineralna tla), od junija do septembra.

4.1.32 Povzetek pregleda monitoringov in raziskav tal v drugih državah

Analiza 22 evropskih in nekaterih drugih držav sveta kaže, da je stanje na področju monitoringa TOS znotraj EU in po svetu precej nehomogeno v metodologiji (od načina vzorčenja, shranjevanja vzorcev in analitskih metod), kar onemogoča pregledno primerljivost podatkov. Ugotovitev se nanaša predvsem za kmetijska zemljišča.

Gozdarski sektor za gozdni prostor v okviru ICP Forests in projekta BioSoil opravili celovito harmonizacijo vzorčenja in metod.

Dodatne težave pri primerjavi povzročajo še opisi metodologij v jeziku članice. Pregled spremljanja TOS po posameznih državah so pripravili tudi pripravili van Wesemael in sod. (2011) (Preglednica 8).

Prostorski sistemi vzorčenja

V omenjenih 10. državah je uporabljen:

- mrežni (Nemčija, Švedska, Mehika) ali
- stratificiran (Avstralija, Belgija, NZ, ZDA) izbor vzorčnih lokacij

Tveganje mrežnega vzorčenja je, da se ne zajemajo posebne kombinacije enot 'Rabe tal/talni tip'. Tako velike dežele z velikimi merili 'tla/raba tal' oz. z nizko gostoto vzorčnih lokacij (> 100 km²/lokacijo) raje izberejo stratificiran sistem s kombinacijo tla/raba tal/klima.

Gostota vzorčnih lokacij: Razen ZDA in Avstralije, je **gostota vzorčnih mest višja (10–202 km²)** od **medianske gostote monitoringov v EU (300 km²)**.

Analizne metode TOS

Najpogostejša metoda analize TOC je suhi sežig (*dry combustion*), manj pogosta je Wakley-Blackova metoda (ki jo uporabljamo tudi v Sloveniji).

Namen monitoringa: Večina monitoringov je postavljena za ugotavljanje stanja TOS in spremljanja sprememb v odvisnosti od rabe tal in klime na nacionalni ravni.

Hranjenje vzorcev: Vse države vzorce arhivirajo (van Wesemael et al., 2011; Batjes in Wesemaels, 2015).

Preglednica 7: Monitoringi tal po državah (Winder, 2003)

Država	Ime programa	Finanč. vir	Začete k	Namen, cilj	Tip lokacije in tal	Št. vzorč. mest	Način vzorčenja	Metoda vzorčenja	Časov. interval	Parametri*	Reference
Kanada (Alberta)	- AESA Soil Quality Benchmark Program - Long-Term Soil and Vegetation Plots Established in the Oil Sands Region	- Alberta Environmentally Sustainable Agriculture Program-Alberta Agriculture, Food and Rural Development - Syncrude Canada/ Suncor Energy/ Albian Sands/ Cumulative Environmental Management Association	- 1998 - 2000	- pridobivanje osn. info o tleh in o časov. spremembah v kakovosti tal, ocena vpliva pokrajine na kakovost tal, - ocena uspešnosti gospodar. Z gozdovi in iskanje enakovrednih proizvajalcev z obnovljivimi območji, poudarek na pomembnosti biodiverzitete	- kmetijska zemljišča, po celotni provinci in obnovljena območja - gozdna zemljišča	- 42 lokacij 126 vzorcev - 74 (dodana 1 lokacija obnov. zemljišč/ha)	- vzorčenje na pobočjih (zg., sredina, sp. del naklona); lokacija <0,65 km ² - parcela 10 m × 40 m v zg. delu pobočja	- 0–15 cm, 15–30 cm - diagnost. Horizonti do 100 cm - po 10 podvzorcev v skupaj	- na 1 leto - naravna območja na 10 let, obnovljena na 5 let	- N, P, K, S, NH ₄ ; pH, EC, CaCO ₃ , TOC , Total N, KIK; vol. gostota, tekstura, vodne karakter. (v l. 2003); hot KCl-NH ₄ ; LFC, LFN; B, Cl, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Se, Si, V, Zn (v 2003); 2,4-D sorption (enkratno) Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Cr, Li, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl (v 2003) - N, P, K, S, Ca, Mg; pH, EC, CEC, CaCO ₃ ; Db, PSA; mikroelementitežke kovine; ogljikovodiki	- Cannon and Leskiw, 1999; Cannon, 2002; Cannon et al., 2003; - Leskiw, 2003
Kanada	Soil Quality Benchmark Sites	Agriculture and Agri-Food Canada	1992	ocena sprememb v kakovosti tal in priprava modelov za prihodnost integrirane pridelave, ocena trajnosti	kmetijska zemljišča, po celotni državi	23 lokacij, 60–100 vzorčnih mest	25 m × 25 km mreža ali 5–8 presekov na 5–10 ha lokacijo (zg., srednji in sp. del pobočja)	neporušen vzorec v Ap horizontu in v sp. horizontih	na 1–10 let	P, K; pH, EC, KIK, CaCO ₃ , TOC, Total N, Total K, Total Na, Total Mg, Total Ca; Db, hidravlična prevodnost, talna vlaga tekstura, agr. stabilnost, ¹³⁷ Cs; Mezofauna; Co, Cu, Fe, Ni, Zn; Al, Cr, Li, Pb	Vigier et al., 2003; Wang et al., 1993, 1995, 1997
ZDA	United States of America Forest Health Monitoring Program (1990–1999) / Forest Inventory and Analysis Program (1999–present)	USDA Forest Service / Environmental Protection Agency / USDA Bureau of Land Management / USDA Natural Resource Conservation Service	1990	določiti stanje in spremembe ter trende v indikatorjih zdravja gozdov na letni bazi	gozdna zemljišča	4000	27 km × 27 km mreža; 4 podvzorcev v radiusu 7,32 m	vzorci odpada in mineralne ga dela tal 0–10 cm, 10–20 cm	na 5 let	P, S; pH, KIK, Total anorg. C, Total C, TOC, Total N, CaCO ₃ ; vol. gostota, talna vlaga, tekstura, agr. stabilnost, zbitost tal; Mn, Ni, Cu, Zn; Ba, Cd, Pb, S	Burkman in Hertel, 1992; Mangold, 1998; Palmer in Conkling, 2001; Smith, 2002; Stolte et al., 2002; USDAFC, 2002;
Albanija	Map of Soils of Albania Soil	Science Institute of Tirana			kmetijska zemljišča				Kemične lastnosti na 5 let,	pH, hidrolitska kislost, KIK, CaCO ₃ , Total N, Total P, P frakcije,	Rakacolli, 1993

Država	Ime programa	Finanč. vir	Začete k	Namen, cilj	Tip lokacije In tal	Št. vzorč. mest	Način vzorčenja	Metoda vzorčenja	Časov. interval	Parametri*	Reference
									fizikalne na 10 let	analize substratov v rastlinjaku, CEC; vol. gostota, poroznost, vodne karakteristike, tekstura, agr. stabilnost; N _{min} ; org. humus, frakcije humusa; Cu, Fe, Mn, Zn; Ba	
Avstrija	Forest Soil Monitoring System	Federal Forest Research Centre	1987	izvira iz dela Monitoringa škode v gozdovih z namenom najti vzroke in posledice	gozdna zemljišča	514	8,7 km × 8,7 km mreža	0–30 cm po 10 cm slojih in 30–50 cm		pH, KIK, CaCO ₃ , TOC, Total N; tekstura; As, Cd, Pb	Blum et al., 1999; Huber et al., 2001; Wenzel et al., 1993
Bulgarija	- Background Monitoring - National Environment Monitoring System	- Bulgarian Executive Environmental Agency - Bulgarian Executive Environmental Agency		- ozadje je monitoring ozračja, padavin, površinskih voda, tal in vegetacije	- onesnažena območja	- 3 - 303		- 0–5 cm, 5–20 cm	- na 1 leto	- pH, EC; Co, Cu, Ni, Zn; Cd, Pb - SO ₄ ; Cu, Zn; As, Cd, Pb	- Koubratova Hristova, 2001; MEWEEA, 2002 - Dilkova et al., 1993; Koubratova Hristova, 2001; MEWEEA, 2002
Češka	Basal Soil Monitoring Scheme	Ministry of Agriculture / Ministry of Environment	1992/1993	opis stanja tal, opazovanje sprememb kot posledica človeške aktivnosti, testiranje novih analitskih metod ter določanje novih strategij/standardov za varstvo tal in preprečevanja degradacije tal	kmetijska zemljišča, zaščitena območja	240 lokacij; 200 kmet. in 40 zaščitene območij	Vzorčne parcele so pravokotne 25 × 40 m (1000 m ² /parcelo), razdeljene na 4 enake dele	4 mešani vzorci (10 podvzorcev) v vsakem horizontu (v obdelanih tleh v Ap, v gozdu tudi Ol, Oh in Of)	Prvič opis profila; na 6 let (pH, dostop. P, K, Mg, mikroel., sorptiv. Kapac., TOS, težke kovine) oz.; na 1 leto (N _{min} , izbrani mikrob. In biokem. Parametri, določeni org. polutanti (PAH, PCB, atrazin...))	P, K, Ca, Mg; pH, izmenljiva kislost, CEC, TOC, Total P, Total K, Total Ca, Total Mg; Db, spec. teža, poroznost, poljska kapaciteta, tekstura; N _{min} , microbiol. lastn., encim. aktivnost, mezofauna; B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, V, Zn; As, Be, Cd, Cr, Hg, Pb, Tl, pesticidi, PCB, radionuklidi	Billet, 1996; Chvatal, 1999; FMIBL, 1995; Sanka et al., 1999; Sanka in Paterson, 1995; Zbiral, 1995; Petruš et al., 1995

Država	Ime programa	Finanč. vir	Začete k	Namen, cilj	Tip lokacije in tal	Št. vzorč. mest	Način vzorčenja	Metoda vzorčenja	Časov. interval	Parametri*	Reference
Danska	Heavy Metal Monitoring Programme	Danish Environmental Protection Agency	1993	statist. varno določanje 2 % povpr. porasta v konc. težkih kovin	- kmetijska zemljišča, območja z odpadnim blatom	393	razširjena mreža 50 m ² /parcelo	0–25 cm	na 10 let	Cu, Ni, Zn; As, Cd, Cr, Hg, Pb	Bak et al., 1997; Dramstad et al., 2002
Anglija, Wales	- National Soil Inventory - Annual Representative Soil Sampling Scheme	- National Soil Resources Institute - Ministry of Agriculture, Fisheries and Food / Agricultural Development and Advisory Service	- 1978–1983/ 1994–1996 – 1969	- pridobivanje info o konc. hranil, polutantov, TOS in pH tal - ocena statusa kmet. tal glede na spremembo rabe tal in agrotehničnih praks	- kmetijska, gozdna in naravna zemljišča - kmetijska zemljišča	- 5692 odvzetih original. vzorcev, 904 ponovno odvzetih vzorcev - 180 kmetij/leto; 900 vzorčnih mest	- 5 km × 5 km mreža; vzočenje na 4 m razdalji/400 m ² parcelo	- 0–15 cm (25 podvzorcev v/vzorčno lokacijo)	- na 15 let - na 5 let	- P, K, Mg; pH, TOC, Total Na, Total Ca, Total P, Total K; tekstura, vodne karakteristike; Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Se, V, Zn; Al, Ar, Ba, Cd, Cr, F, Hg, Pb, Sr - P, K, Mg; pH, TOC	- Huber et al., 2001; McGrath in Loveland, 1992; NSRI, 2003; Skinner in Todd, 1998; UKDEFRA, 1997; UKDETR, 2001; UH, 2002 - Huber et al., 2001; Skinner in Todd, 1998; UKDETR, 2001
Finska	- National Forest Inventory - Soil Quality Monitoring Program	- Finnish Forest Research Institute	- 1921 - 1992	- pridobivanje objektivnih in svežih info o gozdnih virih, zdravju goszdov, in njihovem razvoju v smislu odločanja na regionalnem in državnem nivoju	- gozdna zemljišča - kmetijska zemljišča	- 3000 stalnih vzorčnih mest, 7000 začasnih mest - 150			- različno - na 5 let	- rodovitnost tal, mikroelementi, polutanti	- FFRI, 2000; Urvas, 1993 - FE, 2002; Huber et al., 2001
Francija	- Soil Quality Observatory - RENECOFOR	- Ministry of Environment / Ministry of Agriculture / French Environmental Institute / National Institute of Agronomic Research - National Forest Office	- 1986 - 1992	- ocena stanja tal in sprememb v tleh ter iskanje vzrokov za spremembe ter ukrepov za izboljšavo kakovosti tal; pridobivanje podatkov za modeliranje v smislu diga kakovosti tal - pomoč pri določanju dolgotrajnih in raznolikih sprememb v ekosistemih in iskanje njihovih vzrokov	- kmetijska, gozdna in naravna zemljišča - gozdna zemljišča	- 11 lokacij; 52 vzorčnih mest/lokacijo - 102	- lokacija = cca 1 ha each - 2 ha parcele	- orni horizont v kmet. zemljiščih, diagnostični horizonti v gozdnih tleh - 0–10 cm, 10–20 cm, 20–40 cm	- na 5 let - na 10 let	- PO ₄ , Ca, Mg, K; pH, TOC, Total N, KIK, CaCO ₃ ; tekstura, vol. gostota; N _{min} , C _{min} , mezofauna, microbiol. lastnosti, encimska aktivnost; LFC, LFN; Co, Cu, Ni, Zn; Cd, Cr, Pb radionuklidi - rodovitnost tal; TIC, Total N	- Billet, 1996; Boulonne et al., 2002; Huber et al., 2001; King et al., 1999; Martin, 1993; Martin et al., 1998 - King et al., 1999; Boulonne et al., 2002; NFOF, 1999; Ulrich, 1997
Nemčija	- Permanent Soil Monitoring Sites - Air Measuring Network	- Federal Environmental Agency	- 1986	- raziskava sprememb tal zaradi antropogenega vpliva - popis povečanih emisij zaradi onezn.	- kmetijska in gozdna in - mestna zemljišča	- 794 - 17	- različno št. vzorčnih - mesta po 16 provinc		periodično	- Ca, K, Mg, Na; pH; talna biol.; humus; Zn; Al, Cd, Pb, Sb, Tl - težke kovine, ogljikovodiki	- Huber et al., 2001; Knetsch, 1993; Schilling, 1999 - Huber et al.,

Država	Ime programa	Finanč. vir	Začete k	Namen, cilj	Tip lokacije in tal	Št. vzorč. mest	Način vzorčenja	Metoda vzorčenja	Časov. interval	Parametri*	Reference
				zraka in nalaganja v tleh ter ugotavljanje učinkov onezn. zraka na kakovost tal							2001; Knetsch, 1993;
Velika Britanija	Country-side Survey		1978/1984/1990/1998	- ocena obsega in opis habitatov, določanje indikatorjev trajnostnega razvoja in pridobivanje baze podatkov za obdelavo	- kmetijska zemljišča, nepokrita območja	276 vzorcev v obliki kvadratov, 5 vzorcev/kvadrat	1 km ² parcela	Neporušen talni vzorec iz površinskega sloja tal	Na 6–8 let	pH, TOC; mikrobiol. makrofauna, encimska aktivnost; Cu, Ni, V, Zn; Cd, Pb, PCB, ogljikovodiki, pesticidi	Barr, 1998; Black, 2002; Huber et al., 2001; Lythgo, 2002; McEwan in Barr, 1999; UKDEFRA, 2002
Madžarska	- Information and Monitoring System of Soil Conservation (TIM) - National Basic Monitoring System - Information and Monitoring System of Soil Conservation (TIM) - Forestry Observation Points - Information and Monitoring System of Soil Conservation (TIM) - Special Areas Monitoring - Soil Fertility Monitoring System - Microelement Survey	- Ministry of Agriculture / Plant Protection and Soil Conservation Service - Ministry of Agriculture / Plant Protection and Soil Conservation Service - Ministry of Agriculture / Plant Protection and Soil Conservation Service	- 1992 - 1992 - 1992 - 1978 - 1986 - 1987 - 1990	- pridobivanje info za znanstveno načrtovanje in izvedbo trajnostne rabe tal in primerne obdelave tal - isto kot zg. - isto kot zg. - spremljanje sprememb v talnih parametrih in kmetovalcem svetovati ustrezno hranilno preskrbo tal	- kmetijska zemljišča - gozdna zemljišča - ogrožena območja - kmetijska zemljišča - kmetijska zemljišča	- 865 - 183 - 189 - 7142 v 5 milijonih ha - 6000 v 5 milijonih ha	- 12 ha/lokacijo	- 0–30 cm, 30–60 cm, - 0–30 cm, 30–60 cm, 60–90 cm	- na 1–6 let - na 1–6 let - na 1–6 let - na 3 leta - na 3 leta	- N, P, K, S, Ca, Mg, NO ₂ ; pH, EC, CEC, TOC, Total N, CaCO ₃ ; Hidravlična kond., vodne karakteristike tal, tekstura; Mikrob. respiracija; humus; B, Cl, Cu, Co, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn; Al, As, Cd, Cr, Hg, Pb, org. mikropolutanti, pesticidi, radionuklidi - enako kot zg. - enako kot zg. - N, P, K, S, Ca, Mg; pH, EC, CaCO ₃ , TOC, Total N; Vodne karakteristike; Cu, Mn, Zn - Total P, Total K, Total S, Total Na, Total Mg, Total Ca; B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn; Al, Cd, Cr, Hg, Pb	- HME, 2003; HMEW, 2000; Varallyay, 1993, 1998 - HME, 2003; HMEW, 2000; Varallyay, 1993, 1998 - HME, 2003; Varallyay, 1993, 1998 - Muranyi, 2000; Varallyay, 1993, 1998 - Varallyay, 1993, 1998
Latvija	National Agricultural Land Monitoring Programme impacts on agricultural land	State Land Service	1992 - 2000/2001	nadzorovanje procesa in trendov v spremembah kakovosti tal, zbiranje, interpretacija in predstavitev podatkov javnosti in strokovnjakom; dolgotrajno opazovanje	kmetijska zemljišča	202			Na 1 – 6 let	N, P, K; pH, TOC; vol. gostota, poroznost, točka venenja, kapaciteta zadržane vode; Mezofauna; Cu, Ni, Mn, Zn; Cd, Cr, Pb, pesticidi, radionuklidi	Tiemann, 2002; Karklins, 1997

Država	Ime programa	Finanč. vir	Začete k	Namen, cilj	Tip lokacije In tal	Št. vzorč. mest	Način vzorčenja	Metoda vzorčenja	Časov. interval	Parametri*	Reference
				antropogeniv vplivov na kmetijska zemljišča							
Litva	- National Environmental Monitoring Programme - Field Soil Monitoring - National Environmental Monitoring Programme - Forest Soil Monitoring - National Environmental Monitoring Programme - Integrated Monitoring of Agricultural Ecosystems	- Agrochemical Research Centre of the Lithuanian Institute of Agriculture / Joint Research Centre of the Ministry of the Environment - Lithuanian Forestry Institute - Lithuanian Water Management Institute / Institute of Ecology / Agrochemical Research Centre of Lithuanian Agricultural Institute / Institute of Botany / Institute of Geography	- 1993 - 1992	- spremljanje, analiza in razlag razvoja kakovostnih in količinskih procesov, napovedovanje in kontrola pričakovanih procesov in prepoznavanje vzrokov za izgubo stabilnosti tal - enako kot zg. - spremljanje, ocena in napovedovanje statusa ekosistemov kot posledica intenzivne kmetijske dejavnosti, njihove spremembe v času, upoštevajoč način kmetijske dejavnosti	- kmetijska zemljišča - gozdna zemljišč - kmetijska zemljišča	- 75 parcel – pesticidi in težke kovine, 600 parcel za druge parametre - 235 - 1	- 400 m² fiksirane parcele za težke kovine in pesticide, 3–3,5 ha lokacije za ostale parametre, Vsako vzorčno mesto je 200 ha veliko - 4 km × 4 km parcele raporejene na 8 km × 8 km - 13,65 km² razvodja	- humusna plast, 0–20 cm 20–40 cm, 40–60 cm - 0–5 cm, 5–10 cm, 10–20 cm, 20–40 cm, 40–80 cm	- na 5 let - na 2–3 leta, na 5 let za težko kovine in onesnažila - na 2–5 let	- P, K, Ca, Mg; pH, EC, TOC, Total S; org.humus, vseh. S v frakcijah humusa; Cu, Fe, Ni, Zn; Cd, Cr, Pb, pesticidi - Na, S; pH, KIK, izm. kislost, TOC, CaCO₃, Total C, Total N, Total P, Total K, Total Mg, Total Ca; frakcije humusa; Cu, Fe, Ni, Mn, Zn; Al, Cd, Cr, Pb - NH₄, NO₃, SO₄, K, Ca, Mg, Na; pH, EC, KLIK, TOC, Total N, Total C, Total P, izm. kislost, Total S, sorptiv. kapaciteta; vol. gostota, tekstura; N_{min}, encim. aktivnost; razgradnja rastl. opada/celuloze; Cl, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn; Al, Cd, Cr, Pb, pesticidi, radionuclidi	- Juknys, 1995; LNFPEEION, 2001; Mazvila in Adomaitis, 1998, MERL, 2000 - Juknys, 1995; LNFPEEION, 2001; MERL, 2000; Vaicys, 1998, Vaicys et al., 1998 - Juknys, 1995; LNFPEEION, 2001; MERL, 2000; Sileika, 1998
NL	- National Soil Quality Monitoring - Regional Soil Quality Monitoring Networks - Soil Quality and Shallow Ground Water Monitoring	- Network National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) - individual provinces of the Netherlands - National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM)	- 1993 - 1991 - 1992	- ugotoviti časovne spremembe v kakovosti tal in v nizkih podtalnicah s posebnim poudarkom na kmetijskih zemljiščih - oblikovanje vplogleda v geo-kemične trende kot osnove za regijsko politiko - ocena ranljivosti kmetijskih tal in podzemnih voda za onesnaževanje s polutanti kot so hl. gnoj in min. gnojila	- kmetijska in gozdna zemljišča - kmetijska, gozdna in naravna zemljišča, rastlinjaki - kmetijska zemljišča	- 100 (35–40 letno) - 1683 vzorcev	- 400 m² lokacija - na osnovi homogenosti območja 10.000 m²	- 0–10 cm, 30–50 cm - vrhnji del tal	- na 1 leto - na 10–15 let - na 5 let	- PO₄, NH₄, NO₃, SO₄; pH, EC, TOC, Total K; Cu, Cl, Mg, Zn; Cd, Pb, PAH, ogljikovodiki, pesticidi - NH₄, NO₃, PO₄, K, Ca; pH, TOC; tekstura; Cu, Fe, Ni, Zn; Al, Cr, Pb, PAH, y ogljikovodiki - NO₃, P; Cd, pesticidi	- Groot et al., 1996, 1997, 1998, 2001; Huber et al., 2001; Mol et al., 1998, 2001; van Duijvenbooden, 1993 - Busink in Postma, 2000; Groot et al., 2001; Mol et al., 1998, 2001; van Duijvenbooden, 1993 - Mol et al., 2001; van Duijvenbooden, 1993

Država	Ime programa	Finanč. vir	Začete k	Namen, cilj	Tip lokacije in tal	Št. vzorč. mest	Način vzorčenja	Metoda vzorčenja	Časov. interval	Parametri*	Reference
Norveška	Agricultural Environmental Monitoring Program	Ministry of Agriculture / Ministry of Environment	1992	- povezava izgub rastlinskih hranil z njihovo zalogo in spremembami in kmetijskimi praksami	- kmetijska zemljišča		15 vzorčnih mest <10 km 2 lokaciji			Rodovitnost, kem. in fizikalne lastn. Tal, mikroelementi, polutanti	Dramstad et al., 2002; NCSE, 2002; Vagstad in Deelstra, 1998; Vagstad in Gronlund, 1993
Poljska	- National Program of Environment Monitoring - Arable Soils Monitoring Program - Programme for Forest Monitoring	- Ministry of Agriculture and Food Economy - Ministry of the Environment	- 1994 - 1995 - 1998 - 1989	- izvajanje natančne ocene obstoječih virov v smislu prepoznavanja območij z visokim tveganjem v prehranski verigi - spremljanje okoljskih tveganja za degradacijo gozdnih ekosistemov kot je onesnažev. Ozračja	- kmetijska in gozdna zemljišča - kmetijska zemljišča - gozdna zemljišča	- 227 (45,000 vzorcev) - 151 vzorcev - 1461	- 100 m ² parcela - 218.000 km - 1 parcela/60 km	- 0–20 cm ali 0–10 cm na travnikih - 0–20 cm	- na 5 let in na 10 let v gozdovih - na 4 leta	- PO ₄ , K, S, Ca, Mg, Na; pH, CEC, CaCO ₃ , Total C, Total N, TOC, sorpt. kapaciteta; vol. gostota, tekstura; frakcije humusa; B, Cu, Mn, Ni, Se, V, Zn; Al, As, Be, Cd, Cr, F, Hg, Pb - pH, TOC; tekstura; PAH - P, K, SO ₄ , Ca, Mg, Na, NH ₃ , NH ₄ , NO ₃ ; Cl, Cu, Fe, Mn, Zn; Al, Cd, Pb	- SIEP in UNEP/GRID-Warshaw Centre, 1997; Stuczynski et al., 1998; Terelak, 1993; Terelakin Motowicka-Terelak, 2000 - SIEP in UNEP/GRID-Warshaw Centre, 1997; Maliszewska, 2000 - CEPI, 2001
Estonija	Estonian Environmental Monitoring Program - Agricultural Landscape Monitoring	Estonian Environment Information Centre	1996	Spremljanje dolgotrajnih in obsežnih okoljskih sprememb, prepoznavanje problemov za nadaljno raziskavo; razlaga sprememb v rabi tal in ocena antropogenega vpliva na ekološki status tal	kmetijska zemljišča	20–22 območij			na 4–5 let	P, K; TOC, Total N; talna vlaga; mezofauna, mikrobiol. lastnosti	Nugis in Ratas, 1993; Roots, 1999; Roots in Saare, 1996; Sepp, 1999; Sepp et al., 1997
Romunija	National Integrated Soil Monitoring System	Research Institute for Soil Science and Agrochemistry	1992	prepoznavanje problematičnih območij, vzrokov problemov in možnosti njihove izboljšave oz. remediacije	kmetijska in gozdna zemljišča	942; 670 kmet. in 272 gozdnih	16 km ² mreža 400 m ² parcela na vsaki točki preseka		- na 4 leta	Kemijske in fizikal. lastnosti; Organoklor. pesticidi	Dumitru et al., 2001; MWFE, 1998; Rauta, 1993; Toma, 1999
Slovaška	- Slovak Environment Monitoring - Slovak Environment Monitoring - Soil Monitoring System-Humus 1993	- Ministry for the Environment / Ministry of Landhusbandry - Soil Science and Conservation Research Institute	- 1993 - 1993	- ugotoviti posledice v okoljskih situacijah in uporaba meritev v smislu njihovih izboljšav - spremljanje onesnaženosti tal in	- kmetijska, gozdna in zemljišča, višinska območja - kmetijska in naravna	- 650; 312 kmet. in 338 gozdnih zemljišč - 300	- 314 m ² lokacija	- 0–10 cm, 20–30 cm, 35–45 cm, 10–30 cm v kmet. tleh	- na 5 let - na 5 let	- P, K, Mg, Ca; pH, EC, CEC, TOC, Total N, Total P, Total K, Total Mg, Total C, KCl; vol. gostota, poroznost, hitrost infiltracije, tekstura; org. humus,	- Kobza in Linkes, 1993; Kobza, 1993; MESR, 200, 2002; MESRSEA, 1999; SEA, 2002; SSCRI, 2003 - Barancikova in

Država	Ime programa	Finanč. vir	Začete k	Namen, cilj	Tip lokacije in tal	Št. vzorč. mest	Način vzorčenja	Metoda vzorčenja	Časov. interval	Parametri*	Reference
				talnih lastnosti	zemljišča					frakcije humusa, oksid. C; Co, Cu, Ni, Se, Zn; Al, As, Cd, Cr, F, Hg, Pb, org. polutanti, radionuklidi, halogen. spojine, PAH - TOC, Total N; frakcije humusa	Kobza, 1999; KObza, 1995
Švedska	- National Swedish Environmental Monitoring Programme - Integrated Monitoring - National Swedish Environmental Monitoring Programme - National Survey of Forest Soils and Vegetation - National Swedish Environmental Monitoring Programme - Agricultural Land Programme Area	- Swedish Environmental Protection Agency - Department of Forest Resource Management and Geomatics / Swedish University of Agricultural Sciences - Department of Soil Sciences- Swedish University of Agricultural Sciences	- 1981 - 1983	- predpisano stalno zbiranje okoljskih razmer in dolgotrajne spremembe – spremljanje toka polutantov znotraj oz. med posameznimi mediji - opis stanja in sprememb v gozdnih virih - določiti velikost sprememb v času in prostoru glede na konc. in prenesene količine hranil in pesticidov v kmet. Tleh	- kmetijska, gozdna in naravna zemljišča - gozdna zemljišča - kmetijska zemljišča	- 4 lokacije, 1 ali 2 lokacije za na razvodje - 23.500 - 40 lokacij	-50 m × 50 m parcelo/ razvodje, 1 km ² razvodje - parcele v obliki kroga (7–10 m radius) - 2–15 km ² lokacija	-0–5 cm, 5–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm, 30–60 cm - odvzem vzorcev do 1m globoko - 0–20 cm, 40–60 cm	- na 2–10 let - na 10 let	- PO ₄ , K, Ca, Mg, Na, NH ₄ , NO ₃ ; pH, KIK, Total C, Total N, Total P, Total S, izm. kislost; Cl, Cu, Fe, Mn, Zn; Al, Cd, Hg, Pb - pH, KIK, Total C, Total N; tekstura; dekompoz. Rastlin. opada; mikrohranila, polutanti - rodovitnost, kem., fizikal., lastn. tal, humus, mikrohranila; težke kovine, organoklor. pesticidi	- Bernes et al., 1986; SEPA, 2000; SUAS, 2002 - SEPA, 1998; SEPA, 2000; SNFI, 2000, 2002; Billet, 1996 - SEPA, 1998; SEPA, 2000
Švica	Swiss Soil Monitoring Network	Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape / Swiss Federal Office for Agriculture / Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture	1985	znanstvena ocena uspešnosti okoljskih meritev za dolgotrajno zaščito rodovitnosti tal	kmetijska, gozdna zemljišča in urbani parki	107; 74 kmet. zemljišča., 31 gozdnih zemljišč in 2 mestna parka	100 m	0-20 cm, 4 vzorci iz 25 vzorčnih lokacij v kvadratni mreži	Na 5 let	P, Ca; pH, CEC, Al-oksidi; vol. gostota, tekstura; frakcije humusa; Co, Cu, Fe, Ni, Zn; Cd, Cr, F, Hg, Pb, halogen. spojine, PAH	- SAEFL, 2001
Nova Zelandija	Implementing soil quality indicators for land - "500 Soils Project"	Ministry for the Environment Sustainable Management Fund / Landcare Research	1998 – 2001	- določanje učinkov rabe tal na kakovost tal in povezati regijske podatke za državni pregled	- kmetijska, gozdna, naravna in ostala zemljišča	511	10 regij 40 m preseki s petimi 25 m ² parcelami na razdaljo 1 m 20 vzorcev/parcelo	0–10 cm 0–7,5 cm za vol. gostoto in makroporoznost	Na 5–10 let	P; pH, CEC, Total C, Total N; vol. gostota, poroznost, vodne karakteristike, tekstura, agr. stabilnost; N _{min} , respiracija, mikrob. biomasa; Fe	MWLR, 1999; NTME, 2003; Sparling, 2002; Sparling et al., 2002; Sparling in Schipper, 1998; Sparling et al., 1998

Preglednica 8: Pregled sistemov monitoringa lastnosti tal po državah (van Wesemael et al., 2011)

	Tip programa	Tip lokacije In tal	Začetek	Gostota vzorčnih mest (km ² /lokacijo)	Izbor vzorčnih mest	Št. podvzorcev	Globina vzorčenja	Časov. interval	Parametri	Vol. gostota
Belgija	National Soil Survey	Obdel. površine in travniki v S delu države	National Soil Survey: 1950–1970; ponovno vzorčenje 2004–2007	18 km ²	Stratificiran sistem	5 znotraj 4 m radiusa	0–30 cm, 0–100 za 183 lokacij (od 427)	Enkrat, vendar se lahko ponovi	TOC, tekstura, total N, P, Fe- oksidi, KIK,	3 × 100 cm ³
Nemčija	- Air Measuring Network Objectives - Permanent Soil Monitoring Plots Soil monitoring	Travniki in pašniki	Nov. 2010	64 km ²	Mreža	sestavljani	0–10, 10–20, 20–30, 30–60, 60–100 cm	Na 10 let	TOC, N, P, K, pH, tekstura	Da
Mehika	National SOC monitoring	Gozdna in druga zemljišča, posebno pašniki, zarastla z.	2003, vsako leto ponovno vzorčijo 1/5 lokacij	78 km ²	Mreža	sestavljani	0–30, 30–60 cm	Na 5 let	TOC, tekstura	Da
Nova Zelandija	500 Soils Project Country Description	Vsa zemljišča, največ intenzivna kmetijska	National soil data base: 1938; Land use and carbon analysis system (LUCAS): 1996	202 km ²	Stratificiran sistem	Enojni, 1,5 m globok profil na vsaki lokaciji	Različno, po horizontih, v l. 2009 tudi do 30 cm	Prvo vzorčenje od 1938–2004, ponovno od 1992–2004, še ponovno kasneje	TOC, tekstura, struktura, barva, pH, total N, P, KIK, bazični kationi	Da
Švedska	National Swedish Environmental Monitoring Programme - Integrated Monitoring	Pridelovalna zemljišča	V celoti od 1995, samo delno že od 1988	10 km ²	Mreža	Sestavljeni iz 6– 10 podvzorcev na lokaciji 10– 20 m ²	0–20 cm, 40– 60, cm (v 2003 še 40–60 cm)	1995, 2000, na 10 let	TOC, tekstura, kasneje še več	Ne

ZDA	Forest Health Monitoring Program / Forest Inventory and Analysis Program	Pridelovalna zemljišča in pašniki		438 km ² obdelov. zemljišča; 1040 m ² pašniki	Stratificiran sistem	Trikotnik s stranico 18 m, 9 podvzorcev/trikotnik	Do 75 cm (po 10 cm plasteh)	Na 5–10 let	TOC, tekstura, anorg. C, posebna OS	Da
Avstralija	Baseline SOC for land use/soil combinations; SOC response to land use/management change	Pridelovalna zemljišča in pašniki	Julij 2009	40 kmet. sub-regij; skupno št. lokacij neznano	Stratificiran sistem	En sestavljen vzorec	0–10, 10–20, 20–30 cm	Enkrat, vendar se lahko ponovi		Da z gamaspektrometrijo
Brazilijska	SOC priporočljivost za spremembo uporabe/management change	Pridelovalna zemljišča in travniki	2007	N/A	Stratificiran sistem	5 talnih profilov - 50 cm ³ (v centru in na ogliščih kvadrata 100 × 100 m)	0–10, 10–20, 20–30, 30–40 cm	enkrat	TOC, tekstura, N, h+Al, mikrobna biomasa, makrohranila	Da
Kanada	SOC response to land use/management change	Brez obdelo. Zemljišč v provinci Saskatchewan	1997	N/A	Stratificiran sistem	6 podvzorcev/mi krolokacijo	0–10, 10–20, 20–30, 30–40 cm	1997, 1999, 2005, 2010	TOC, tekstura	Da
Kitajska	Regional SOC monitoring		78 % pred 1985, sicer od 1996	N/A	Stratificiran sistem	5–20 podvzorcev – odvisno od velikosti lokacije (min. 30 ha)	0–20 cm	Na 1 leto od 2010	TOC, N, P, K, dostop. P, NH ₄	Priporočeno

4.2 Zbirke podatkov tal in monitoringi tal v Sloveniji

Slovenija še ni uspela vzpostaviti sistema monitoringa TOS in kakovosti tal na kmetijskih zemljiščih, kar bi bilo smiselno in nujno potrebno zaradi prilagajanja kmetijstva okoljevarstvenim zahtevam in podnebnim spremembam in tudi za oblikovanje okoljskih politik v boju proti klimatskim spremembam.

V Sloveniji nimamo organiziranega enotnega monitoringa tudi drugih podatkov tal na državnem nivoju. Obstajajo pa štiri skupine seboj težko primerljivih skupin podatkov tal:

- Raziskave onesnaženosti tal Slovenije (ROTS);
- Kontrola rodovitnosti kmetijskih tal (KRT);
- Pedološko kartiranje Slovenije s Pedološko karto 1:245.000 , PK 25;
- Monitoring gozdov in gozdnih sistemov.

Zbirke podatkov imajo različne cilje in zato niso in ne morejo biti usklajeni v smislu enotne metodologije zajema in/ali analitike tal. Vsi sicer vsaj deloma zajemajo informacijo /podatke o talni organski snovi (TOS), vendar so podatki med seboj slabo primerljivi ali celo neprimerljivi oz. se med seboj ne dopolnjujejo.

4.3 Pomen vzpostavitve trajnega monitoringa kakovosti tal / spremljanja TOS

4.3.1 Problematika zbranih podatkov tal

Najpomembnejša slabost podatkov tal je tudi ta, da so le-ti shranjeni na različnih lokacijah, največkrat pri različnih izvajalcih (lahko tudi istega programa) in niso sistemsko vzdrževani.

Zaradi tega:

- se podatki tal medsebojno ne povezujejo,
- se ne nadgrajujejo,
- po zaključku pridobivanja ne dopolnjujejo;
- so slabo dostopni ali celo nedostopni;
- zaradi ne-vzdrževanja propadajo.

Glede na fluktuacijo zaposlenih v javnih ustanovah (upokojitve, menjave delovnih mest) pa celo izgubljajo, tako merjeni/opazovani podatki sami kot (zaradi slabe prakse primopredaje nalog in vsebin med zaposlenimi) metapodatki³ podatkov tal. Pogosto je prisoten proces, ki ga lahko ponazorimo s »študije iz delovne mize na police, s polic pisarn v archive, iz arhivov kot star papir v razrez«).

V grobem pa stanje:

- slabe uporabe podatkov;
- slabe uporabnosti podatkov;
- gospodarsko škodo in

povzroča dodatne stroške, lahko neposredno ali posredno gospodarsko škodo, okoljsko škodo, ter neskrbno ravnanje s pomembnim in koristnim državnim premoženjem kar podatki tal v resnici so.

³ podatki o podatkih

Na podlagi lastnih potreb in na podlagi dobrih praks v številnih državah sveta ocenjujemo, da je nujna potrebna vzpostavitev med-sektorske (MKGP, MOP, MORS, itd.) javne strokovne službe za področje spremljanja kakovosti tal in podatkov tal.

4.3.2 Pomen vzpostavitve trajnega monitoringa kakovosti tal / spremljanja TOS v kmetijskem sektorju

Vzpostavitev monitoringa kakovosti tal oz. TOS na kmetijskih in gozdnih zemljiščih oz. na celotnem območju Slovenije bi omogočal pravočasno ozaveščanje in ukrepanje glede kroženja ogljika v agro-ekosistemi, okoljskih analiz, ohranitve nekaterih redkih ekosistemov (šotišč, barij idr.), ohranitve rodovitnosti tal, izpusta toplogrednih plinov iz kmetijstva in boja proti klimatskim spremembam. Obstoječi slovenski sistemi monitoringa parametrov tal so, kot že omenjeno, v primerjavi s tujimi praksami in priporočili neprimerni in neenotni (Baritz et al., 2011; Huber et al., 2001), so pa potrebni za poročanje in upravljanje kmetijskega in okoljskega sektorja.

Cilj monitoringa kakovosti tal na kmetijskih zemljiščih poleg sprotnega spremljanja vsebnosti TOS (in drugih talnih parametrov) pomeni tudi ustrezno napovedovanje trendov sprememb in kakovosti naravnega vira (tal) ter pravočasno usmerjanje ukrepov upravljanja v smislu vzdrževanja primerne nivoja rodovitnosti kmetijskih tal in/ozroma vsebnosti TOS (in drugih talnih parametrov).

Za namen spremljanja natančne ocene bilance TOS je potrebno upoštevati bistvene dejavnike, ki posredno ali neposredno vplivajo na nivo TOS:

- raba tal;
- način in intenzivnost kmetijske proizvodnje;
- klimatske in talne značilnosti.

Pri vsakem izmed dejavnikov je potrebno smiselno določiti kategorije (pri rabi tal intenzivnosti ter načinu proizvodnje) oz. merljive parametre (pri talnih in klimatskih značilnostih), ki jih je potrebno sistematično spremljati tako prostorsko kot časovno. Poleg metodologije monitoringa so potrebna še ustrezna digitalna orodja za ustrezno statistično obdelavo merljivih parametrov in uporabnikom prijazni in uporabni grafični prikaz le-teh.

Smiselno bi bilo, da bi znotraj članic EU vzpostavili v osnovi enoten oz. primerljiv sistem monitoringa, ki bi omogočal širši prostorski pogled v stanje in trende kakovosti tal na kmetijskih zemljiščih in ki bi ustrežal uveljavljenim EU/mednarodnim standardom. V to smer se nakazujejo nekatere rešitve pričakovane direktive o tleh.

4.3.2.1 Dejavniki (ne)skladnosti podatkov o TOS v članicah EU

Velike razlike med članicami EU se kažejo že pri analitskem določevanju vsebnosti TOS, saj se različni laboratoriji poslužujejo različnih analitskih metod (mokra oksidacija: ISO 14235, 1999; suhi sežig: ISO 10694, 1995; popolni sežig: Loss On Ignition), kar onemogoča primerljivost rezultatov. To pa velja samo za posamezne primere, kot smo ugotovili v krožnih testih, ki smo jih organizirali v okviru projektov Kmetijska tla. Pri metodi suhi sežig: ISO 10694 je vedno potrebno poleg navajati še določitev mineralnega ogljika (ISO 10693), saj šele iz razlike rezultatov teh dveh metod dobimo organski ogljik. Prav tako je pomembno poenotenje sistema odvzema talnih vzorcev (način, globina, čas) in načina shranjevanja (ISO 10381-6, 2009) ter priprave vzorcev za analizo (SIST ISO 11464, 2006). V Sloveniji se za vsebnost TOS najpogosteje uporablja Walkley-Blackova metoda (mokra oksidacija, ISO 14235, 1999). Za izračun zalog TOS je poleg podatka o vsebnosti TOS potreben še podatek o volumski gostoti tal (ISO

11272, 1998), ki pa velikokrat ni izmerjen, temveč je izračunan s pedotransfernimi funkcijami (PTF so specifične glede na rabo tal in področne razmere), je grobo ocenjen oz. celo spregledan. Prav volumska gostota je ključnega pomena za izračun zalog/ponora organskega ogljika v tleh, ki ga zahteva Kyotski in pozneje Pariški sporazum.

4.3.3 Specifika spremljanja TOS v Sloveniji

Slovenijo poznamo po veliki razgibanosti reliefa, geološki pestrosti, raznolikosti talnih lastnosti in različnih klimatskih razmerah. Omenjeni dejavniki vplivajo na razvoj tal in s tem na rabo tal. Z upoštevanjem reliefa (naklon, lega, nadmorska višina), klime (temperatura in padavine), talnih lastnosti (talni tip, TOS, pH, tekstura) in rabe tal (vrsta in intenzivnost) je monitoring kakovosti tal oz. vsebnosti TOS smiselno organizirati v okviru agro-klimatskih območij, ki predstavljajo enake pogoje za mineralizacijo TOS. Takšen sistem monitoringa tal imajo Zvezne države Amerike (Spencer et al. 2011; Ogle, 2012) in nekatere nemške zvezne dežele (Schröder in Schmidt, 2004).

V slovenskem prostoru monitoring gozdnih tal Slovenije še evdno predstavlja najbolj utečen in dobro organiziran sistem, zato bi bilo smiselno upoštevati tudi tega. Za razliko od slovenskih sistemov zbiranja podatkov tal, ki vključujejo vzorčenje le iz površinskih slojev tal, pa drugi (npr. ameriški, angleški, nemški) podatke o TOS zbirajo do globine 75 cm oz. do matične podlage. Za natančnost, ponovljivost in kvaliteto podatkov je pri vzorčenju pomembna tudi razporeditev odvzema vzorcev (v obliki krožnice, trikotnika, mreže, naključno) in zadostno število podvzorcev (vsaj 20) ter (v izogib napakam pri GPS navigaciji) ustrezni zamik pri ponovnem vzorčenju na isti lokaciji (stalna označitev predhodnih vzorčnih mest). Časovni intervali vzorčenja za spremljanje vsebnosti TOS so 5 do 10 let, po spravi pridelkov (v jeseni) oz. do naslednje setve (spomladi), da se izognemo napačnim rezultatom, ki so npr. posledica gnojenja.

S pojavom internetnega prenosa podatkov se danes odpirajo nove možnosti za uporabo podatkov tal. Po zgledu dobrih praks iz drugih razvitih evropskih držav (Avstrija, Nemčija, Poljska, Velika Britanija), je Slovenija že pričela s poskusi vzpostavitve centralne organizirane nacionalne baze podatkov tal, ki bi bila dostopna preko interneta in bi služila kot servis vladnim službam, kmetijsko-svetovalni službi, pedagoško-raziskovalnim organizacijam, strokovnjakom ter nenazadnje tudi kmetovalcem (Vrščaj et al., 1990, 2011).

Vzpostavitev organiziranega sistema znotraj Slovenije je nujno potrebna tudi zaradi INSPIRE (2007) direktive Evropske Komisije, ki članicam narekuje poenotenje baz in primerljivost in združljivost na ravni EU ter poročanja v okviru mednarodnih zavez (npr. UNFCCC, FAO) ter kot polnovredne članice EU. Z vzpostavitvijo monitoringa TOS v kmetijskih tleh se ponuja še priložnost centralnega zbiranja in hranjenja vzorcev na nacionalni ravni v t.i. bankah talnih vzorcev, kar bi omogočalo ponovno analizo TOS z modernejšim pristopom in prihranilo stroške za ponovno vzorčenje. Pri vzpostavljanju monitoringa TOS se Slovenija lahko zgleduje po dobrih in preverjenih praksah iz tujine (Preglednica 5). Sosednja Avstrija ima podobne naravne danosti, Anglija slovi po utečeni dolgoletni praksi, ZDA je zanimiva z uporabo agro-klimatskih območij in metodološko dovršenostjo (Vernik, 2014).

4.4 Predlog organizacije sistema spremljanja TOS v Sloveniji

V okviru CRP V4-1628 projekta predstavljamo organizacijsko zasnovo spremljanja stanja zalog ogljika v Sloveniji. Sistem zajema celotno aktivnost od naročnika do končnih uporabnikov. Diagram organizacije je predstavljen shematsko (Slika 34).

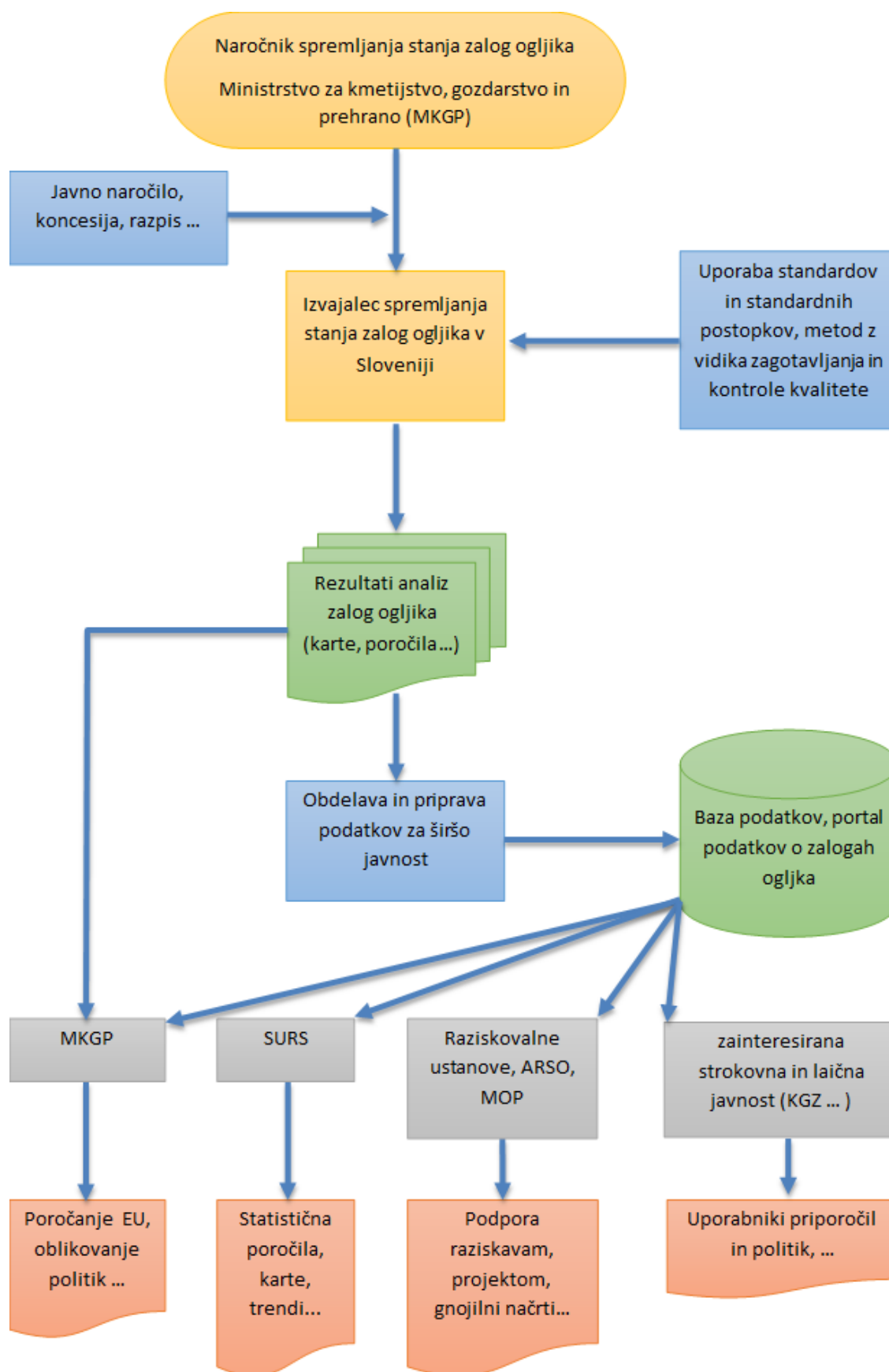
Naročnik za spremljanje stanja zalog ogljika v kmetijskih in gozdnih zemljiščih Slovenije je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (**MKGP**), ki preko javnega naročila, javnega razpisa ali podelitve koncesije poišče izvajalca za vzorčenje in analizo talnih vzorcev. Izvajalec je lahko izbran tudi dolgoročno in dela izvaja na podlagi koncesijske pogodbe. Na razpis se lahko prijavijo vsi, ki pri svojem delu uporabljajo standarde in standardne postopke in metode, ki zagotavljajo kakovost (standardni postopki in metode so predvideni in opredeljeni v poglavju DS5: Vzpostavitev sistema kakovosti spremljanja in poročanja o bilanci C) ter zahteve razpisa MKGP. Trenutno imajo mandat za spremljanje zalog ogljika v Sloveniji Kmetijski inštitut Slovenije (KIS), Gozdarski inštitut Slovenije (GIS) ter Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za agronomijo (BF, UNI LJ).

Izvajalec, javna institucija, ki je ustanovljena v podporo ministrstvu in vladi, na podlagi sklenjene pogodbe opravi vzorčenje tal, ki mora potekati po predvideni metodologiji. Izvajalec je dolžan v predvidenem roku naročniku posredovati dogovorjene podatke, pridobljene iz vzorčenja, skupaj s kartografskim gradivom in interpretacijo rezultatov v obliki poročila. Poročilo je osnova za poročanje o nacionalni bilanci ogljika, ki ga opravi za to pooblaščen inštitucija s pooblastilom MKGP.

Rezultati analiz zalog ogljika so različni parametri, pridobljeni z laboratorijskimi analizami, ter obdelani podatki v obliki diagramov, razpredelnic in kartografskega gradiva vsebnosti zalog ogljika, ki bodo širši strokovni in laični javnosti dostopni na spletnem portalu.

Glavni rezultati monitoringa zalog ogljika v tleh kmetijskih in gozdnih rab so na voljo različnim odjemalcem, ki jih uporabljajo za različne namene:

- **Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP)**
(**NAMEN**: poročanje EU, podpora okoljsko naravnanim strategijam, oblikovanje politik ...)
- **Statistični urad Republike Slovenije (SURS)**
(**NAMEN**: dodajanje vsebin v podatkovno bazo SiStat - Okolje in naravni viri, obdelava podatkov, spremljanje trenda, vodenje državne statistike ...)
- **Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO)** v okviru Ministrstva za okolje (MOP)
(**NAMEN**: podporne vsebine za spremljanje, analiziranje in napovedovanje naravnih pojavov in procesov v okolju, za opravljanje strokovnih, analitičnih in upravnih nalog s področja okolja na državni ravni, priprava strokovnih podlag s predlogi)
- Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje,
- Druge organizacije v sestavi Ministrstva za obrambo Republike Slovenije (MORS)
- **Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije (KGZS)**,...
- **Raziskovalne inštitucije**
(Kmetijski inštitut Slovenije, Gozdarski inštitut Slovenije, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Inštitut za vode, itd.)
- **Geodetska Uprava Republike Slovenije (GURS)** – vrednotenje nepremičnin
(**NAMEN**: vsebinska podpora nadaljnjim raziskavam, projektom, izdelava priporočil in smernic za uporabnike ...)
- Druge institucije in zainteresirana javnost in inštitucije.



Slika 34: Diagram poteka pridobivanja in uporabe podatkov o zalogah ogljika v tleh

5 DS5: Vzpostavitev sistema kakovosti spremljanja in poročanja o bilanci C

V tem delovnem sklopu so predstavljeni standardni operativni postopki za vzorčenje, analitiko, podatke in poročanje. Določajo sistem kakovosti v vseh fazah monitoringa TOS.

5.1 Standardni operativni postopek za vzorčenje tal (SOP vzorčenje)

Spremljanje zalog ogljika v kmetijskih in gozdnih rabah temelji na izbranih metodah vzorčenja tal, najprimernejših za izbrane rabe tal. Za potrebe analiz, obdelave podatkov ter poročanja o nacionalni bilanci ogljika je potrebno poenotenje metod dela vseh postopkov in dejanj. Le-ti so podrobneje opisani in predstavljeni v protokolu splošnega operativnega postopka SOP-OKENV-007 (**priloga B**). Vzorčenje tal za spremljanje talne organske snovi. V omenjenem dokumentu so tako predstavljeni in opisani postopki določitve vzorčnega mesta in spremljanja vsebnosti organskega ogljika na kmetijskih zemljiščih, določitve odvzemnih mest znotraj vzorčnega mesta ter homogenizacije enot vzorcev tal v reprezentativni vzorec iz posameznih slojev, ki so skladni z mednarodnim sistemom vzorčenja nacionalnih bilanc zalog ogljika.

5.2 Standardni operativni postopek za analitiko tal (SOP analitika)

Ugotovili smo, da je najpogosteje uporabljena metoda za določevanje organskega ogljika v tleh mokra oksidacija s kromžvepleno kislino (SIST ISO 14235:1999). Druga metoda, ki je cenovno zahtevnejša, vsaj kar se tiče začetnega vložka (nakup elementnega analizatorja), je elementna analiza po suhem sežigu (SIST ISO 10694:1996). V nadaljevanju sta predstavljeni obe metodi, v dokumentu SOP_LGE_MET_024 (**Priloga D**) pa tudi podrobnejši postopki.

5.2.1 Analitski standard SIST ISO 14235

Organski ogljik v tleh določimo z oksidacijo v raztopini kalijevega dikromata v presežku žveplene kisline pri temperaturi 135 °C. Cr^{6+} ioni, ki raztopino obarvajo oranžno-rdeče, se reducirajo do Cr^{3+} ionov, ki obarvajo raztopino zeleno. Intenziteto zelene barve merimo spektrofotometrično. Ker predpostavljamo, da se za oksidacijo enega ogljikovega atoma porabijo štirje elektroni, obstaja direktna zveza med koncentracijo Cr^{3+} ionov in količino organskega ogljika. Za kalibracijo uporabimo glukozo kot vir lahko oksidirajočega ogljika.

Za izvedbo celotnega postopka potrebujemo naslednje večje kose opreme:

- mlin;
- grelni blok;
- centrifuga;
- analitska tehcnica;
- spektrofotometer.

Skupaj zahtevana sredstva za nabavo teh kosov je od 35.000 – 70.000 €.

Večino dela priprave (mletje, tehtanje, oksidacija, centrifugiranje ...) je ročnega. Ko so vzorci pripravljeni za analizo, lahko v osmih urah opravimo 34 analiz vzorcev.

5.2.2 Analitski standard SIST ISO 10694

Celokupno vsebnost ogljika določimo s suhim sežigom vzorca pri 1140 °C. Sproščeni plini (NO_x, SO₂, CO₂) se preko sušilnih in redukcijskih kolon, kjer se dušikovi oksidi reducirajo do dušika, vodijo proti termoprevodnostnemu detektorju. Zaradi CO₂ in SO₂ pasti pride do detektorja najprej samo dušik. Ko ves dušik zapusti detektor, sledi termična desorpcija ogljikovega dioksida s pasti in njegova detekcija na termoprevodnostnem detektorju. Površina vrha, ki ga nariše krivulja CO₂, je premosorazmerna vsebnosti CO₂ in posledično ogljika. Za kalibracijo uporabimo trden organski material z znano (certificirano) vsebnostjo ogljika (npr. ržena moka, sulfadiazin, bukovi listi ...).

Za izvedbo celotnega postopka potrebujemo naslednje večje kose opreme:

- deaglomerator;
- analitska tehnica;
- CNS elementni analizator.

Skupaj zahtevana sredstva za nabavo teh kosov je okrog 110.000 €.

Priprava vzorca in tehtanje je ročno, potek analiz je popolnoma avtomatski. V osmih urah lahko opravimo analizo 50 vzorcev. Zaradi popolnoma avtonomnega avtomatskega podajalnika vzorcev nismo vezani na delavnik osebja, zato lahko v eni seriji (24 h) analiziramo do 100 preskušanih vzorcev.

5.3 Standardni operativni postopek za kakovost in operabilnost podatkov tal (SOP podatki)

Obvladovanje kakovosti dela in vseh postopkov ter dejanj v delovnem procesu spremljanja zalog ogljika v kmetijskih in gozdnih rabah tal zahteva sistem kakovosti in operabilnosti ki zagotavlja kakovost in skladnost z mednarodnim sistemom poročanja v celotnem procesu. Tega je moč tekom let ponavljati in s tem nadgrajevati obstoječe baze podatkov tal, s tem pa spremljati zaloge ogljika v kmetijskih in gozdnih rabah tal. Podrobnejši postopki so opisani v dokumentu SOP-OKENV-016 (**Priloga E**).

5.4 Standardni operativni postopek za poročanje o bilanci ogljika v tleh (SOP poročanje)

V sklopu standardnih operativnih postopkov za poročanje smo definirali pripravo podatkov, izračune, ocene, zagotavljanje in kontrolo kakovosti ter časovne roke za letno poročanje in obračunavanje emisij in ponorov, ki so posledica rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč v sektorju Raba zemljišč, sprememba rabe zemljišč in gozdarstvo (LULUCF). S temi postopki se zagotavlja, da so izpolnjene vse zahteve poročevalskih načel UNFCCC za kakovostno podatkovno in vsebinsko poročanje oz. obračunavanje na mednarodni in evropski ravni.

5.5 Sistem zagotavljanja kakovosti podatkov (krožne analize laboratorijev)

Krovni mednarodni standard, ki narekuje in usmerja organiziranost laboratorijev SIST EN ISO/IEC 17025, navaja sodelovanje v laboratorija v krožnih testih kot eno izmed aktivnosti, ki pripomore k dvigu kvalitete laboratorija. Priporočeno je, da laboratorij sodeluje vsaj v dveh takih shemah letno. V svetu poteka več shem krožnih analiz za tla, kamor se zainteresirani laboratoriji lahko vključijo glede na svoje potrebe in želje. Pomanjkljivost teh shem je, da je časovni okvir od prijave do rezultatov zelo širok. Sicer priprava (vzorčenje) vzorcev in razdelitev le-teh ni tako zahtevna, da ne bi mogli organizirati takšne

redne sheme tudi v Sloveniji, saj smo jo kot enkratno akcijo tudi že (GIS, KGZ Murska Sobota). Zahteva predvsem veliko časa in, da ima tudi ustrezno število sodelujočih laboratorijev.

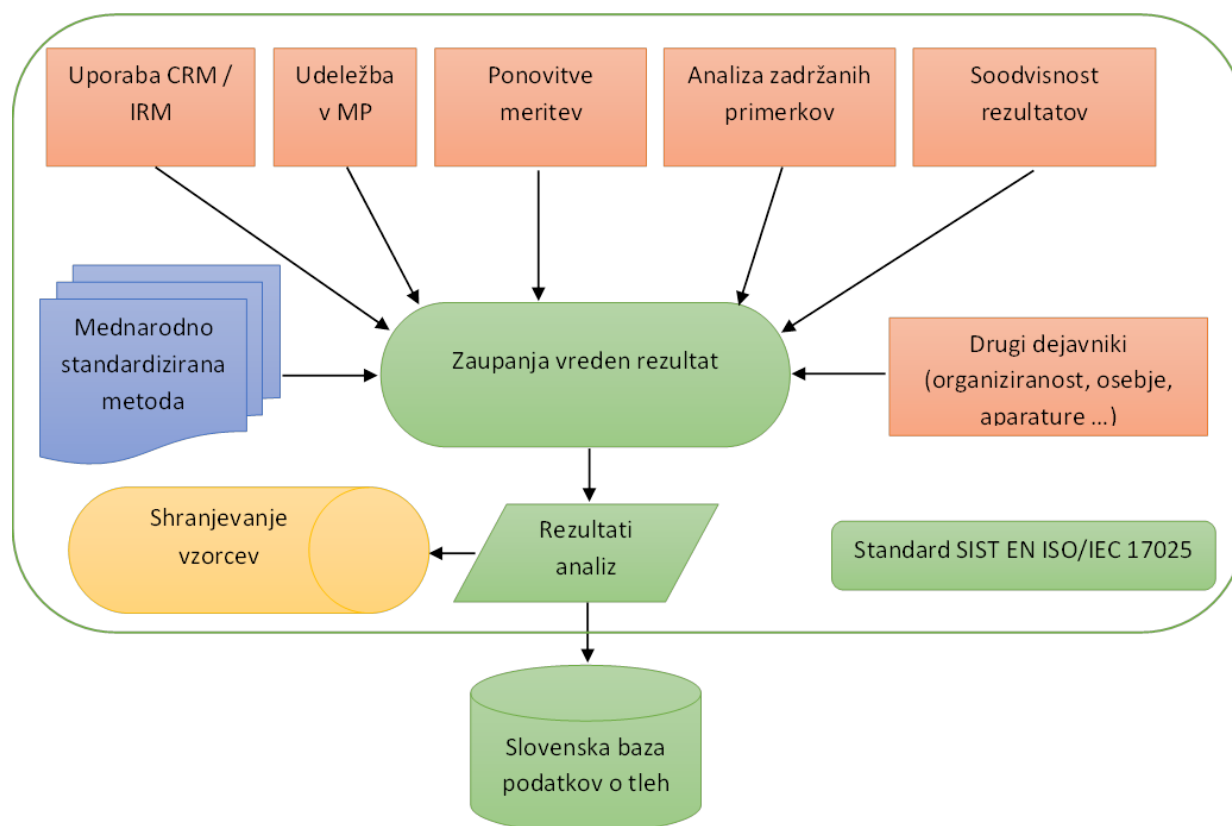
V Sloveniji trenutno deluje vsaj enaindvajset (21, vir: svetovni splet) pedoloških, kmetijsko-gozdarskih, ekoloških in ostalih laboratorijev, ki izvajajo delno ali popolno pedološko analizo. Te bi lahko razdelili na tri tipe: laboratoriji KGZ, katerih primarna naloga je opravljanje pedoloških analiz za potrebe kmetovalcev, tržni laboratoriji, ki opravljajo analize glede na povpraševanje na trgu in izobraževalno-znanstveni laboratoriji, ki imajo v svojem naboru tudi pedološke analize, poleg pa še veliko več.

Kot smo že omenili, je določitev organskega ogljika v tleh samo ena izmed analiz, ki pa ni nujno nepovezana z ostalimi kemijsko-fizikalnimi parametri tal. Pod osnovne parametre pedološke analize spada še določitev pH vrednosti v 0,01 M CaCl_2 , celokupni dušik (N_{tot}), tekstura (porazdelitev velikosti delcev), kationska izmenjalna kapaciteta (KIK), rastlinam dostopna fosfor in kalij (RD P in K), težke kovine in sposobnosti zadrževanja vode v tleh (pF krivulja).

Ko govorimo o harmonizaciji posameznih metod, pri tem trčimo tudi na zgodovino pedologije, ki pogojuje izbiro metod za določene parametre. Lep primer tega sta metodi določitve rastlinam dostopnega fosforja in kalija. V vseh primerih je analiza dvostopenjska: najprej naredimo ekstrakcijo z določeno ekstrakcijsko raztopino, sledi pa kvalitativna in kvantitativna določitev posameznega elementa v ekstrahirani raztopini. Ekstrakcijska raztopina je v tem primeru bistven dejavnik saj je od nje odvisna moč ekstrakcije. V svetu se uporablja več tipov ekstrakcijskih raztopin: kalcijev acetat/kalcijev laktat (CAL, Slovenija – gozdna tla, Nemčija, Avstrija, ...), amonijev laktat (AL, Slovenija – kmetijska tla, Madžarska, Litva), dvojni laktat (DL), metoda po Mehlichu, voda, CaCl_2 ... (Več v: Neyroud & Lischer 2003; Wünscher et al. 2015; van Laak et al. 2018; Fotyma & Dobers (edit.) 2008). Glede na ekstrakcijsko raztopino lahko pričakujemo ustrezno visok ali nizek rezultat za rastlinam dostopna P in K. V literaturi so poskušali rangirati odzive po posameznih ekstrakcijskih raztopinah in ugotovili, da je izkoristek CAL metode približno za polovico nižji od metode AL. V Sloveniji se je in se še vedno metodo AL uporablja v kmetijstvu. Vrednosti RD, P in K, dobljene po tej metodi so osnova za izdelavo ustreznih gnojilnih načrtov. V gozdnem prostoru, kjer gnojilnih načrtov ne uporabljamo, nismo bili toliko vezani na posledične aktivnosti, ampak nas zanima samo stopnja oz. založna vrednost rastlinam dostopnega fosforja. Prehransko zadostnost lahko preverjamo tudi preko drugih vzorčenj in analiz (npr. P v asimilacijskih organih), zato je bil prehod na mednarodno pogostejše zastopano in standardizirano metodo lažji.

Vsak laboratorij, ki vestno skrbi za svoje kakovostno delo in učinkovito delovanje, redno preverja kakovost izvajanja svojih preskušanj. To je osnovna aktivnost, ki znatno prispeva k zaupanja vrednemu rezultatu.

Priporočamo vpeljavo slovenske sheme medlaboratorijske primerjave za tla v organizaciji ene izmed znanstveno-raziskovalnih inštitucij (Slika 35). Te imajo tovrstno dejavnost navedeno že v svojih statutih. Shema bi potekala enkrat letno. Ustrezen rezultat bi omogočil vključitev rezultatov laboratorija, ki bi se kvalificiral, v slovensko bazo podatkov o tleh. Lep primer dobre prakse na področju analitike voda je medlaboratorijska primerjava v organizaciji Kemijskega inštituta, ki bo letos potekala že devetintridesetič (39.) ali na področju tal avstrijska ALVA ali tovrstne primerjave v ICP Forests. V ta namen bi bilo potrebno urediti financiranje aktivnosti, povezanih z organizacijo in izvedbo take medlaboratorijske primerjave. Zagotoviti bi bilo potrebno zadostno število sodelujočih laboratorijev, zagotovo pa tistih, ki kakorkoli prispevajo svoje rezultate v podatkovne baze na področju tal zaradi takšnih ali drugačnih vzrokov (gnojilni načrt, monitoring tal ...).



Slika 35: Pregled predloga osnovnih zahtev za pridobitev pooblastil za izvajanje monitoringa tal na področju vsebnosti ogljika

6 DS6: Baze podatkov za poročanje o vsebnosti TOS

V DS6 so opisane strukture baz podatkov TOS v ORACLE okolju, algoritmi za izračune ter obdelavo podatkov TOS ter nabor SQL stavkov za avtomatizirano obdelavo in povezovanje teh podatkov.

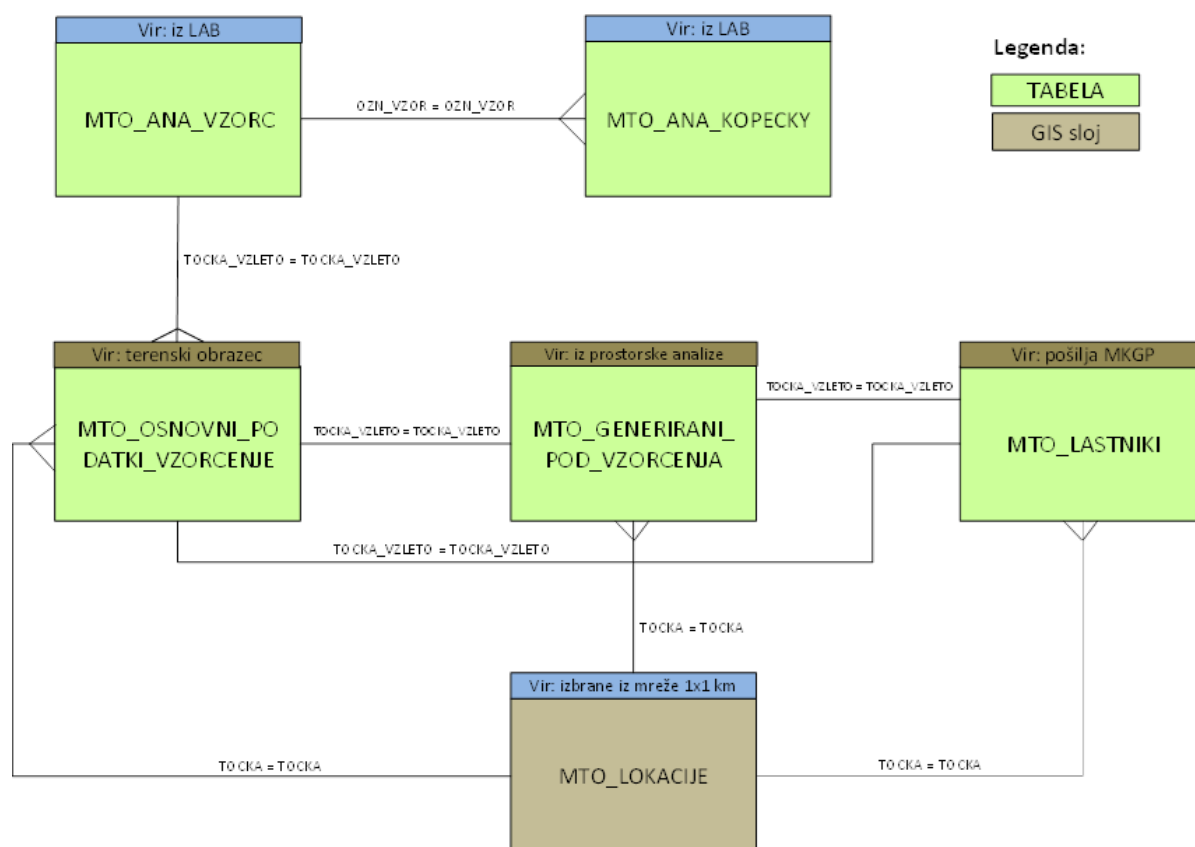
6.1 *Strukture baz podatkov TOS v ORACLE okolju*

Podatke monitoringa TOS bomo shranjevali v relacijski bazi podatkov, ki smo jo v okviru projekta zasnovali na Kmetijskem inštitutu Slovenije in jo imenovali baza **MTO** (monitoring organskega ogljika v tleh)(Slika 36). Podatkovna baza MTO trenutno že obsega podatke iz **263 lokacij vzorčenj tal**, ki so bila opravljena za MKGP med leti 2016 in 2018 v okviru JN za oceno zalog ogljika v kmetijskih tleh Slovenije. Prednost hranjenja podatkov v relacijski bazi je poenoten in standarden način in oblika hranjenja podatkov. S tem so podatki centralizirani, urejeni po enotni strukturi in posledično takoj pripravljeni za nadaljnje obdelave (»ready to roll data«).

Baza MTO je shranjena v ORACLE okolju, ki je del informacijske infrastrukture Kmetijskega inštituta Slovenije.

Bazo MTO gradi sistem 5 med seboj povezanih tabel in prostorskega sloja lokacij vzorčenja:

1. MTO_ANA_VZORC;
2. MTO_ANA_KOPECKY;
3. MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE;
4. MTO_ANA_LASTNIKI;
5. MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA;
6. MTO_LOKACIJE.



Slika 36: Struktura baze MTO (monitoring organskega ogljika v tleh)

MTO_ANA_VZORC (Preglednica 9); tabela vsebuje analitske rezultate porušenih vzorcev tal za vsako lokacijo vzorčenja. Za vsako globino (0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm) smo na lokaciji odvzeli en porušen vzorec tal (vzorec je združen iz podvzorčnih mest (glej SOP)). V vrsticah tabele so vzorci tal, v kolonah pa laboratorijski parametri. Preko kolone TOCKA_VZLETO analitske podatke združujemo z osnovnimi podatki vzorčenja (terenski obrazec).

MTO_ANA_KOPECKY (Preglednica 10); tabela vsebuje podatek o gostoti tal (specifična teža) za neporušen vzorec tal. Za vsako globino (0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm) smo na lokaciji odvzeli tri ali štiri vzorce tal s kopeckijevim cilindrom (glej SOP). V vrsticah tabele so vzorci tal iz kopeckijevih cilindrov, v kolonah pa gostota tal in nekateri spremljajoči parametri. Kolona OZN_VZOR vsebuje oznako porušenega vzorca tal (kot v tabeli MTO_ANA_VZORC), preko katerega podatek gostote tal združujemo s podatki porušenih vzorcev tal. Tip povezave je 1: n → na en porušen vzorec se združuje več neporušenih vzorcev tal. Kot gostoto tal neke globine na lokaciji vzamemo povprečje vseh meritev gostote tal.

MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE (Preglednica 11); tabela vsebuje podatke o vzorčenju. Podatke se prepiše iz terenskega obrazca. V vrsticah je unikatna oznaka vzorčenja, v kolonah pa parametri popisa, ki se nanašajo na vzorčenje (datum vzorčenja, vzorčevalska ekipa, raba tal, kultura, itd.). Unikatna oznaka vzorčenja je zapisana v koloni TOCKA_VZLETO in je sestavljena iz oznake lokacije in leta vzorčenja (npr. 2017222_2017). Omenjena kolona omogoča združevanje s tabelo analitskih rezultatov vzorcev tal. Na eno vzorčenje se povezuje več vzorcev tal. Dodatno: prednost tabele vzorčenja, namesto vodenja zgolj evidence lokacij je v tem, da bomo lahko ob naslednjem vzorčenju iste lokacije (predvidoma čez 4 leta) nove podatke o vzorčenju, lokaciji, lastniku vpisali v novo vrstico. Tako bomo za vsako lokacijo shranjevali podatke vseh vzorčenj na tej lokaciji.

MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA (Preglednica 12) vsebuje podatke o lokaciji v tekočem letu vzorčenja. V vrsticah so podatki vzorčenja, v kolonah pa parametri vezani na lokacijo vzorčenja. Podatke parametrov lokacije smo pridobili s prekrivanjem prostorskih podatkov lokacij vzorčenja iz mreže 1 × 1 km in podatkov; rabe tal za tekoče leto, RKG GERK za tekoče leto, poljin za preteklo leto (za tekoče leto podatkov nimamo), DMV5, itd. MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA se izdelava pred obiskom terena, saj tako že vnaprej pridobimo nekatere ključne podatke, ki nam pomagajo na terenu. Preglednico oz. pridobljene podatke nato uvozimo v MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.

MTO_LASTNIKI (Preglednica 13); tabela vsebuje kontaktne podatke o lastniku in nosilcu KMG na lokaciji vzorčenja v tekočem letu vzorčenja. V vrsticah so podatki vzorčenja, v kolonah pa podatki vezani na lastnika. Podatke smo pridobili iz MKGP na podlagi številke GERK PID iz sloja GERK, ki je bil prijavljen na lokaciji vzorčenja iz mreže 1×1 km v tekočem letu.

MTO_LOKACIJE (Preglednica 14); je prostorski sloj točk (shp oblika), kjer je bilo opravljeno vzorčenje. Vsebuje lokacije iz vseh let. Atributna tabela ima v vrsticah zavedene lokacije (unikatna oznaka TOCKA) v kolonah pa podatke kot so: teoretične koordinate lokacije (iz mreže 1×1 km) in dejanske/realne koordinate kjer je bilo opravljeno vzorčenje. Vse koordinate so zapisane kot geografske koordinate v WGS84 sistemu in kot Gauss Kruegerjeve koordinate v D48 sistemu. V koloni je tudi podatek kateri mreži pripada (1 × 1 km, 2 × 2 km, 4 × 4 km) in leto prve določitve lokacije.

Preden smo bazo MTO izdelali smo zanj pripravili shematski načrt. Nato smo ustvarili potrebne tabele in jim uredili strukturo, ki je definirana preko imena stolpca in tipa podatka. Kot tip podatka smo izbirali med VARCHAR2 (tekstovni tip podatka) in NUMBER (numeričen tip podatka), pri čemer smo ločili še ali je številski podatek shranjen kot celo število (npr. unikatna oznaka lokacije) ali decimalno število (npr. vrednost pH v vzorcu tal). Podrobna struktura vseh 6 tabel je prikazana v prilogah.

Tabele so med seboj povezane preko relacij - to opredeljujeta enaki polji v vsaki od dveh povezanih tabel (t.i. primarni in sekundarni ključ). Tehnično gledano **MTO_LOKACIJE** ni del baze MTO pač pa gre prostorski sloj v vektorski obliki (SHP) in ga uporabljamo za prostorski prikaz lokacij vzorčenja (sloj vsebuje vse prostorske informacije o lokaciji). Nanj se lahko povežejo vse tabele iz baze MTO.

Preglednica 9: Struktura tabele MTO_ANA_VZORC v bazi MTO

Ime stolpca	Tip podatka	Opis
TOCKA_VZLETO	VARCHAR2(30 CHAR)	Unikatna oznaka vzorčenja "unikatna oznaka točke "leto" primer: 48286_2016
LAB_ST	VARCHAR2(20 CHAR)	Laboratorijska številka
OZN_VZOR	VARCHAR2(50 CHAR)	Oznaka vzorca v skladu s SOP (npr. MTO-20171021-170731-KIS-ZR-0010)
INS	VARCHAR2(20 CHAR)	Inštitucija (laboratorij)
TOCKA_MTO	VARCHAR2(30 CHAR)	Unikatna oznaka točke-vnaprej vpisano/določeno. Primer 48286
DATE_VZOR	NUMBER(10,0)	Datum vzorčenja (oblika: leto, mesec,dan. Npr. 170803 = leto 2017, 3. avgust)
GLO_VZOR	VARCHAR2(20 CHAR)	Globina vzorčenja
GLO_VZOR_OP	VARCHAR2(30 CHAR)	Globina vzorčenja - opis
RZ	VARCHAR2(30 CHAR)	Oznaka za rabo po SOP (TR, NJ, VI itd.)
DEB_SLOJ	NUMBER(10,0)	Debelina sloja zemlje
PH_CACL2	NUMBER(10,1)	pH v CaCl v vzorcu tal
C_MIN	NUMBER(10,2)	Mineralni ogljik v vzorcu tal (%)
C_ORG	NUMBER(10,2)	Organski ogljik v vzorcu tal (%)
TOT_N	NUMBER(10,2)	Skupni dušik (N) v vzorcu tal (%)

Ime stolpca	Tip podatka	Opis
PESEK	NUMBER(10,1)	Pesek sk (50–2000 um) (%)
FINMELJ	NUMBER(10,1)	Fini melj (2–20 um) (%)
GROBMELJ	NUMBER(10,1)	Grobi melj (20–50 um) (%)
MELJ	NUMBER(10,1)	Melj sk (2–50 um) (%)
GLINA	NUMBER(10,1)	Glina (< 2 um) (%)
TEKSTURA	VARCHAR2(30 CHAR)	Teksturni razred po Ameriški klasifikaciji
KAMNIT	NUMBER(5,0)	Kamnitost (vol %). Številski podatek za preračun SOC
OPOMBE	VARCHAR2(100 CHAR)	Opombe
SKEL_OZN	VARCHAR2(7 CHAR)	Kamnitost (vol %). Vpisujemo oznako iz SOP-a. Npr. 10 % skeletnost z drobnim skeletom ima oznako P10/1
KAMNITVEL	NUMBER(3,0)	Kamnitost (številski koda, ki označuje velikost skeleta)
LETO_VZOR	NUMBER	Leto vzorčenja

Preglednica 10: Struktura tabele MTO_ANA_KOPECKY v bazi MTO

Ime stolpca	Tip podatka	Opis
OZN_KOP	VARCHAR2(40 CHAR)	Oznaka vzorca kopeckija
LAB_ST	VARCHAR2(30 CHAR)	Laboratorijska številka
OZN_VZOR	VARCHAR2(40 CHAR)	Oznaka porušenega vzorca tal, ki mu Kopecky "pripada"
DATE_KOP	NUMBER(10,0)	Datum vzorčenja (oblika: leto, mesec,dan. Npr. 170803 = leto 2017, 3. avgust)
INS	VARCHAR2(30 CHAR)	Institucija (laboratorij) (KIS ali GIS)
LETO	NUMBER(10,0)	Leto vzorčenja
PODRABA_ST_VRSTE	VARCHAR2(15 CHAR)	Številka vrste če gre za vinograd ali intenzivni sadovnjak
SMER_KOP	VARCHAR2(15 CHAR)	Smer neba kraka kjer je bil Kopecky vzet
PODRABA_TIP	VARCHAR2(15 CHAR)	Tip podrade v vrsti če gre za vinograd ali intenzivni sadovnjak
PODRABA_TIP_OPI	VARCHAR2(35 CHAR)	Tip podrade - opis, če gre za vinograd ali intenzivni sadovnjak
GLO_KOP	VARCHAR2(20 CHAR)	Globina odvzema vzorca (cm)
GLO_KOP_OP	VARCHAR2(20 CHAR)	Globina odvzema vzorca - opis
DEB_SLOJ	NUMBER(10,0)	Debelina sloja zemlje
VLAGA_TR_GCM3	NUMBER(10,2)	Vlaga tal (g/cm3)
NAVSPTEZA1_GCM3	NUMBER(10,2)	Volumska gostota (g/cm3)
MASATOTG	NUMBER(10,3)	Masa vzorca v Kopeckiju (brez vode) g
VOL_KOPCM3	NUMBER(10,4)	Volumen Kopeckija (cm3)
VOLSKELCM3	NUMBER(10,5)	Volumen skeleta iz Kopeckija (cm3)
MASASKELG	NUMBER(10,6)	Masa skeleta iz Kopeckija (g)
NAVSPTEZA2_GCM3	NUMBER(10,7)	Preračun volumske gostote ob upoštevanju skeleta v kopeckiju (g/cm3)
OPOMBE	VARCHAR2(240 CHAR)	Opombe
KA	VARCHAR2(3 CHAR)	Ali je vzorec za krožno analizo ('KA' če je del krožne analize in "-" če ni)

Preglednica 11: Struktura tabele MTO_OSNOVNI PODATKI_VZORCENJE v bazi MTO

Ime stolpca	Tip podatka	Opis
TOCKA_VZLETO	VARCHAR2(30 CHAR)	Unikatna oznaka vzorčenja "unikatna oznaka točke "leto" primer: 48286_2016
TOCKA	NUMBER(10,0)	Unikatna oznaka točke-vnaprej vpisano/določeno. Primer 48286
KRAJ	VARCHAR2(50 CHAR)	Kraj vzorčenja (opisno)
VZORCENO	VARCHAR2(11 CHAR)	Ali je vzorčeno? Opcije: 'DA + (LETO)' ali prazno)
DATUM_VZORC	NUMBER(10,0)	Primer zapisa: 21.7.2016 = 20160721. Spremenili iz zapisa mesec/dan/leto (07/21/2017)
LETO_VZORC	NUMBER(10,0)	Leto vzorčenja s številko: npr. 2016
VZORC_INTERV	NUMBER(10,0)	Predlagan interval vzorčenja (leta)
IZBRANA_MONITORING	VARCHAR2(15 CHAR)	Ali je točka izbrana za vzorčenje. Opcije: DA ali NE
KONTAKTIRA	VARCHAR2(25 CHAR)	Kdo kontaktira nosilca dejavnosti na KZ? Opcije: ekipa KIS ali ekipa GIS
DOVOLJ_LASTNIKA	VARCHAR2(15 CHAR)	Ali lastnik dovoli vzorčenje? Opcije: DA, NE VEMO, DA-PISNO.
VZORCIL	VARCHAR2(15 CHAR)	Kdo je vzorčil na lokaciji? Opcije: ekipa KIS, ekipa GIS
NOVA_D48X	NUMBER(20,0)	Koordinata X po morebitnem zamiku v D48
NOVA_D48Y	NUMBER(20,0)	Koordinata Y po morebitnem zamiku v D48
NOVA_N	NUMBER(20,7)	Koordinata N po morebitnem zamiku v WGS84
NOVA_E	NUMBER(20,7)	Koordinata E po morebitnem zamiku v WGS84
NDMV_GPS	NUMBER(10,0)	Nadmorska višina iz GPS naprave (v metrih)
RELIEF_TEREN	VARCHAR2(50 CHAR)	Opis reliefa (opisno)
MATPOD_TEREN	VARCHAR2(60 CHAR)	Matična podlaga (opisno)
POSEVK_TEREN	VARCHAR2(130 CHAR)	Posevek ugotovljen na terenu (opisno)
TIPTAL_TEREN	VARCHAR2(60 CHAR)	Tip tal evidentiran na terenu
FOTO_SVJZ	VARCHAR2(10 CHAR)	Ali je lokacija fotografirana
PROFIL_IKOP	VARCHAR2(10 CHAR)	Ali je na lokaciji izkopen profil
OZN_PROFILA	VARCHAR2(10 CHAR)	Oznaka profila
ZAMIK_LOK	VARCHAR2(10 CHAR)	Ali smo prvotno lokacijo vzorčenja zamaknili? Opcije: DA ali NE
OPOMBE_VZORCENJE	VARCHAR2(600 CHAR)	Opombe vzorčenja
PROJEKT	VARCHAR2(70 BYTE)	Ime projekta oz JN v okviru katerega je bilo izvedeno vzorčenje
RZOZN_TEREN	VARCHAR2(5 CHAR)	Oznaka za rabo tal evidentirano na terenu v skladu s SOP. Opcije: NJ za njive, TR = travnik, ...

Preglednica 12:Struktura tabele MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA v bazi MTO

Ime stolpca	Tip podatka	Opis
TOCKA	NUMBER(20,0)	Unikatna oznaka točke-vnaprej vpisano/določeno. Primer 48286
N_TEOR	NUMBER(20,7)	Koordinata N iz mreže v WGS84
E_TEOR	NUMBER(20,7)	Koordinata E iz mreže v WGS84
D48X_TEOR	NUMBER(10,0)	Koordinata X iz mreže v D48 KRS
D48Y_TEOR	NUMBER(10,0)	Koordinata Y iz mreže v D48 KRS
D48X_REAL	NUMBER(20,7)	Nova koordinata X iz mreže v D48 KRS če je bil zamik (sicer prazno)
D48Y_REAL	NUMBER(20,7)	Nova koordinata Y iz mreže v D48 KRS če je bil zamik (sicer prazno)
MREZA_GOST	VARCHAR2(70 CHAR)	Gostota mreže kjer v kateri leži točka
N_REAL	NUMBER(10,0)	Nova koordinata N iz mreže v WGS84 KRS če je bil zamik (sicer prazno)
E_REAL	NUMBER(10,0)	Nova koordinata E iz mreže v WGS84 KRS če je bil zamik (sicer prazno)
PROJEKT	VARCHAR2(70 CHAR)	Ime projekta
POLJINA_ID	NUMBER(10,0)	Poljina ID
EK	NUMBER(15,2)	Ali se izvaja zahteva "ekološko kmetijstvo" iz naslova PRP
GPNAZIV	VARCHAR2(80 CHAR)	Ime glavnega posevka iz evidence poljin ARSKTRP za preteklo leto
GPSKUP	VARCHAR2(40 CHAR)	Ime skupine posevka iz evidence poljin ARSKTRP za preteklo leto
GPKAT	VARCHAR2(40 CHAR)	Ime kategorije posevka iz evidence poljin ARSKTRP za preteklo leto
SUBGRK_PID	NUMBER(10,0)	GERK PID iz evidence poljin ARSKTRP za preteklo leto
SUBGRK	VARCHAR2(5 CHAR)	Ali lokacija leži na poljini po evidenci ARSKTRP za preteklo leto
SUBGRK_RZ	NUMBER(10,0)	Raba zemljišča na poljini iz evidence poljin ARSKTRP za preteklo leto
KONZ_OBD	NUMBER(15,2)	Ali se izvaja zahteva "konzervirajoča obdelava" iz naslova KOPOP
UKREPI_OST	VARCHAR2(70 CHAR)	Ostali ukrepi iz naslova KOPOP
SUBGRK_VIR	VARCHAR2(50 CHAR)	Vir evidence poljin
RKGGRK_PID	NUMBER(10,0)	GERK PID iz evidence RKG GERK za tekoče leto
RKGGRK	VARCHAR2(5 CHAR)	Ali lokacija leži na GERKU po evidenci RKG GERK v tekočem letu
RKGGRK_RZ	NUMBER(10,0)	Raba zemljišča (koda) na GERKU iz evidence RKG GERK v tekočem letu
RKGGRK_M2	NUMBER(15,2)	Površina GERKa iz evidence RKG GERK v tekočem letu
RKGGRKRABA	VARCHAR2(80 CHAR)	Raba zemljišča (ime) na GERKU iz evidence RKG GERK v tekočem letu
RKGGRKRZSK	VARCHAR2(50 CHAR)	Raba zemljišča (skupina) na GERKU iz evidence RKG GERK v tekočem letu
RKGGRK_VIR	VARCHAR2(50 CHAR)	Vir evidence RKG GERK
RZ_RABAI	NUMBER(10,0)	Raba zemljišča (koda) iz evidence RABA TAL v tekočem letu
RZRABA	VARCHAR2(80 CHAR)	Raba zemljišča (ime) iz evidence RABA TAL v tekočem letu
RZSKUPINA	VARCHAR2(50 CHAR)	Raba zemljišča (skupina) iz evidence RABA TAL v tekočem letu
RZ_VIR	VARCHAR2(50 CHAR)	Vir evidence RABA TAL

Ime stolpca	Tip podatka	Opis
GK100_OPIS	VARCHAR2(150 CHAR)	Matična podlaga iz vektorskega sloja Geološke karte 1:100.000
TKE	NUMBER(10,0)	Talna kartografska enota Pedološke karte 1:25.000
TKE_1	NUMBER(10,0)	Talna kartografska enota (pomožno) Pedološke karte 1:25.000
TKET	VARCHAR2(250 CHAR)	Talna kartografska enota (opisno) Pedološke karte 1:25.000
RAZRED_TAL	VARCHAR2(50 CHAR)	Razred tal po Slovenski klasifikaciji tal (SKT)
TIP_TAL_TS	VARCHAR2(60 CHAR)	Tip tal po Slovenski klasifikaciji tal (SKT)
PODTIP_TAL	VARCHAR2(80 CHAR)	Podtip tal po Slovenski klasifikaciji tal (SKT)
VARIETETA	VARCHAR2(80 CHAR)	Varieteta tal po Slovenski klasifikaciji tal (SKT)
FAO_OZN_TS	VARCHAR2(10 CHAR)	Tip tal po FAO klasifikaciji (oznaka)
FAO_TIPTAL	VARCHAR2(50 CHAR)	Tip tal po FAO klasifikaciji (ime)
P1	NUMBER(10,0)	Delež najbolj razširjene talne sistematske enote (TSE) znotraj TKE
P2	NUMBER(10,0)	Delež drugega najbolj razširjene talne sistematske enote (TSE) znotraj TKE
P3	NUMBER(10,0)	Delež tretjega najbolj razširjene talne sistematske enote (TSE) znotraj TKE
TSE1TIPTAL	VARCHAR2(150 CHAR)	Najbolj razširjena talne sistematska enota (TSE) znotraj TKE
TSE2TIPTAL	VARCHAR2(150 CHAR)	Druga najbolj razširjena talne sistematska enota (TSE) znotraj TKE
TSE3TIPTAL	VARCHAR2(150 CHAR)	Tretja najbolj razširjena talne sistematska enota (TSE) znotraj TKE
PS1_IME	VARCHAR2(80 CHAR)	Pedosekvence Slovenije (KIS)
PS1_IMEANG	VARCHAR2(80 CHAR)	Pedosekvence Slovenije ang (KIS)
KLIMATIP	VARCHAR2(10 BYTE)	Klimatski tip po Ogrin D. 1998 (oznaka)
KLIMATIPOP	VARCHAR2(80 CHAR)	Klimatski tip po Ogrin D. 1998 (ime)
NDMV_DMV5	NUMBER(10,1)	Nadmorska višina (m) iz DMV5
STRATUM	NUMBER(10,0)	Agroklimatska cona/stratum (oznaka) (KIS, 2016)
STRATUMKAR	VARCHAR2(150 CHAR)	Agroklimatska cona/stratum (ime) (KIS, 2016)
TOCKA_VZLETO	VARCHAR2(30 CHAR)	Unikatna oznaka vzorčenja "unikatna oznaka točke_ "leto" primer: 48286_2016

Preglednica 13: Struktura tabele MTO_LASTNIKI v bazi MTO

Ime stolpca	Tip podatka	Opis
TOCKA_VZLETO	VARCHAR2(30 CHAR)	Unikatna oznaka vzorčenja "unikatna oznaka točke "leto" primer: 48286 2016
TOCKA	NUMBER(10,0)	Unikatna oznaka točke-vnaprej vpisano/določeno. Primer 48286
GERK_PID	NUMBER(10,0)	Številski identifikator zemljišča GERK PID
GRKDOMACEIME	VARCHAR2(30 CHAR)	Domače ime za GERK PID
LAST_MID	NUMBER(10,0)	MID lastnika zemljišča
LAST_NOSIL	VARCHAR2(270 CHAR)	Nosilec KMG
LAST_LAST	VARCHAR2(600 CHAR)	Lastnik zemljišča
LAST_KONTAKT	VARCHAR2(270 CHAR)	Kontakt (nosilec) - celoten opis
KONT_IME	VARCHAR2(100 CHAR)	Ime in Priimek kontaktne osebe
KONT_NASLOV	VARCHAR2(150 CHAR)	Naslov kontaktne osebe
KONT_POSTA	VARCHAR2(70 CHAR)	Pošta kontaktne osebe
KONT_MAIL	VARCHAR2(70 CHAR)	e-mail kontaktne osebe
KONT_TEL1	VARCHAR2(50 CHAR)	Telefon kontaktne osebe
KONT_TEL2	VARCHAR2(50 CHAR)	Drugi telefon kontaktne osebe
KONT_OPOMBE	VARCHAR2(270 CHAR)	Opombe za kontaktno osebo

Preglednica 14: Struktura atributne tabele sloja MTO_LOKACIJE v bazi MTO

Ime stolpca	Tip podatka	Opis
SHAPE		Format zapisa datoteke
OBJECTID	Object ID	ID prostorskega objekta
VZORCENO	Long Integer	Ali je vzorčeno? Opcije: 'DA + (LETO)' ali prazno
LETO_VZORC	Long Integer	Leto vzorčenja s številko: npr. 2016
VZORCIL	Text	Kdo je vzorčil na lokaciji? Opcije: ekipa KIS, ekipa GIS
ZAMIK	Text	Ali smo prvotno lokacijo vzorčenja zamaknili? Opcije: DA ali NE
D48X_TEOR	Long Integer	Koordinata X iz mreže v D48 KRS
D48Y_TEOR	Long Integer	Koordinata Y iz mreže v D48 KRS
NOVA_D48X	Long Integer	Nova koordinata X iz mreže v D48 KRS če je bil zamik (sicer prazno)
NOVA_D48Y	Long Integer	Nova koordinata Y iz mreže v D48 KRS če je bil zamik (sicer prazno)
D48X_FINAL	Long Integer	Končna koordinata X lokacije v D48 KRS
D48Y_FINAL	Long Integer	Končna koordinata Y lokacije v D48 KRS

6.2 Algoritmi za izračun ter obdelavo podatkov TOS

6.2.1 Algoritmi vnosa podatkov v baze MTO

Potencialnim točkam izbranim iz mreže 1 × 1 km smo s postopki prostorske identifikacije (*identity*) pripisali podatke iz obstoječih prostorskih evidenc in sicer:

- Oznaka rabe tal, ukrep ekološko kmetijstvo, ukrep ohranitvena obdelava iz sloja ZAHEVE (ARSKTRP, za preteklo leto);
- Oznaka rabe tal, GERK_PID, površina GERK iz sloja RKG GERK (MKGP, za tekoče leto);
- Oznaka rabe tal iz sloja RABA TAL (MKGP, za tekoče leto);
- Opis matične podlage iz sloja Geološka karta (vektorski sloj) 1:100.000 (Geološki zavod Slovenije);
- Razred tal, tip tal, podtip tal, varieteta tal (vse po Slovenski klasifikaciji tal), tip tal po FAO klasifikaciji tal iz sloja Pedološka karta Slovenije 1:25.000 (MKGP, 2007);
- Klimatski tip iz sloja Klimatska klasifikacija Slovenije (Ogrin D., 1998);
- Nadmorska višina iz sloja Digitalni model reliefa 5 × 5 m (GURS);
- Oznaka in opis agroklimske cone iz sloja Agroklimske cone – kombinacija povprečnih letnih padavin in povprečne letne temperature izdelana na KIS v tem CRP projektu.

Nastane prostorski sloj **MTO_GENERIRANI_PODATKI_LOKACIJE.shp** za izbrano leto katerega podatke atributne tabele uvozimo v bazo MTO v tabelo **MTO_GENERIRANI_PODATKI_LOKACIJE**.

V drugem koraku iz sloja **MTO_GENERIRANI_PODATKI_LOKACIJE.shp** izberemo tiste lokacije, ki najbolj ustrezajo kriterijem opisanim v poglavju 0. Kot rezultat dobimo končni sloj **MTO_LOKACIJE** (shp format), kjer v atributni tabeli opredelimo unikatno oznako lokacije ('TOCKA_MTO'). Sloj in tabelo **MTO_LOKACIJE** ter njene atributne podatke po končanem vzorčenju obnovimo, saj je pri nekaterih lokacijah vzorčenja prišlo do prostorskega zamika.

Tabela **MTO_ANA_VZORC** vsebuje analitske rezultate porušenih vzorcev tal. Vzorce smo po istih analitskih postopkih merili v Centralnem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS) in Gozdarskega inštituta Slovenije (GIS). Podatke smo prejeli v tabelarični obliki (xls format). Podatek o kamnitosti (vsebnost skeleta v vzorcu tal, ki smo jo opredelili s kodo npr. P01/1) smo vpisali iz terenskega obrazca. Najprej smo obe tabeli združili v eno in uredili strukturo (xls) nato pa s programom SQL Developer in orodjem za uvoz podatke uvozili v tabelo **MTO_ANA_VZORC** v bazi MTO.

Z istim postopkom smo uvozili tudi podatke neporušenih vzorcev tal v tabelo **MTO_ANA_KOPECKY**.

Tabela **MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE** vsebuje podatke vzorčenja. Podatke smo po vzorčenju iz terenskega obrazca prenesli v skupno tabelo. Po opravljenem vzorčenju uvozimo podatke v bazo MTO.

Podatke lastnikov zemljišč smo pridobili na pristojnem ministrstvu (MKGP). Preko oznake GERK_PID iz RKG GERK (glej preglednico **MTO_GENERIRANI_PODATKI_LOKACIJE**) smo podatek KMG_MID, ime in priimek nosilca KMG, naslov in kontaktne podatke, uvozili v tabelo **MTO_LASTNIKI**.

6.2.2 Izračun TOS in nabor SQL poizvedb za avtomatizirano obdelavo in povezovanje podatkov TOS

Za izvedbo izračuna zalog organskega ogljika v tleh iz vzorcev tal smo izdelali serijo SQL poizvedb in tako podatke iz različnih tabel logično združili v ustrezno obliko. Najprej smo za vsak vzorec tal izračunali gostoto tal. Upoštevali smo povprečje gostote tal iz treh kopeckijevih cilindrov vzetih na isti lokaciji – kolikor je ponovitev za vsak vzorec tal iste globine (Preglednica 15).

Preglednica 15: SQL poizvedba za preračun povprečne gostote tal iz neporušenega vzorca tal na porušen vzorec tal.

```
CREATE OR REPLACE FORCE VIEW "CTO"."MTO_AVGSPTEZA_VZOREC" ("OZN_VZOR", "SPTEZA_H", "SPTEZA_K", "SPTEZA_M",  
"OZN_VZOR_J", "ST_MERSPTEZA", "SPTEZA") AS  
SELECT "OZN_VZOR", "SPTEZA_H", "SPTEZA_K", "SPTEZA_M", "OZN_VZOR_J", "ST_MERSPTEZA", "SPTEZA" FROM  
(  
SELECT * FROM  
(SELECT OZN_VZOR, NAVSPTEZA2_gcm3, PODRABA_TIP  
FROM MTO_ANA_KOPECKY  
WHERE OZN_VZOR IS NOT NULL)  
PIVOT  
(  
AVG(NAVSPTEZA2_gcm3)  
FOR PODRABA_TIP IN ('h' as SPTEZA_h, 'k' as SPTEZA_k, 'm' as SPTEZA_m)  
) t1  
  
LEFT JOIN  
(SELECT OZN_VZOR as OZN_VZOR_j, COUNT(OZN_VZOR) as ST_MERSPTEZA, ROUND(AVG(NAVSPTEZA2_gcm3),2) as SPTEZA  
FROM MTO_ANA_KOPECKY  
WHERE OZN_VZOR IS NOT NULL GROUP BY OZN_VZOR  
) t2  
ON t1.OZN_VZOR = t2.OZN_VZOR_j;
```

Zaloge ogljika v tleh izražamo kot maso ogljika na določeni površini (običajno 1 ha) in določeni globini (npr. 0–10 cm). Za pravilen izračun potrebujemo naslednje podatke:

- **vsebnost organskega ogljika v tleh** v izbrani globini tal (npr. 0–10 cm), ki ga dobimo iz laboratorijskih analiz talnih vzorcev in je izražen v masnih %. Najpogostejše tri metode za določanje organskega ogljika v vzorcih tal so (GSP Guidelines for sharing national data/information to compile a Global Soil Organic Carbon (GSOC) map, Version 1, 2017):
 - a.) suhi sežig pri visokih temperaturah. Standardni postopek za omenjeno metodo je opisan v ISO 10694:1995 Soil quality — Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis. International Organization for Standardization, Geneva, 7 p.);
 - b.) suhi sežig (LOI). Vsebnost organskega ogljika je preračunana s pretvorbenim faktorjem. V tem primeru sprejemamo domnevo, da ima organska snov 58 % organskega ogljika, zato velja organski ogljik (SOC)= organska snov (SOM) × 1,724;
 - c.) metode z mokro oksidacijo. Najbolj znana metoda je Walkley Black (1934). V laboratoriju KIS uporabljamo to metodo in je opisana v dokumentu ISO 14235:1998 (ISO 14235 (1998). Soil quality - Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation);

- **gostota tal** oz. natančneje rečeno gostota talnih delcev brez skeleta na izbrani globini tal (npr. 0–10 cm). Podatek o gostoti dobimo s tehtanjem vzorca tal iz Kopeckijevega cilindra in jo izražamo v g/cm^3 ali kg/m^3 ;
- **Volumski delež skeleta** na izbrani globini tal (npr. 0–10 cm).

Ker je vsebnost organskega ogljika v tleh izražena v masnih % talnih delcev, moramo za preračun v maso na neko površino (npr. kg/m^2 ali t/ha) poznati kolikšna je **masa tal** v navideznem bloku tal z izbranim volumnom. Volumen bloka določimo kot produkt površine in globine (cm). Primer: blok tal širina 1 × dolžina 1 m × globina 10 cm ima volumen $100.000 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ m}^3$. Pri volumski gostoti tal $1,2 \text{ g/cm}^3 = 1200 \text{ kg/m}^3$ ima omenjen blok tal maso 120 kg. Izrazimo tudi kot 120 kg/m^2 oz. 1200 t/ha . Iz mase tal in masnega odstotka ogljika nato izračunamo zalogo ogljika v tleh (kg/m^2 ali t/ha). Pri 5 % ogljiku bi bila zaloga ogljika v 10 cm sloju neskeletnih tal $6,0 \text{ kg/m}^2$ oz. 60 t/ha . Zgornji naveden primer velja le za popolnoma neskeletna tla.

Za bolj realno oceno zalog ogljika v tleh moramo upoštevati tudi volumski delež skeleta (kamenje, skale itd.). Večji kot je delež skeleta, manjša je masa talnih delcev v bloku in manjša je zaloga ogljika v tleh. Z neupoštevanjem deleža skeleta lahko precenimo dejanske zaloge ogljika v tleh. Primer: Tla iz zgoraj opisanega primera (blok $1 \times 1 \text{ m}$ in 10 cm globine pri volumski gostoti $1,2 \text{ g/cm}^3$) imajo pri 10 % skeletnosti maso 108 kg/m^2 . Pri 5 % ogljiku bi to pomenilo zalogo ogljika $5,4 \text{ kg/m}^2$ oz. 54 t/ha . Z neupoštevanjem skeletnosti bi torej na takšni lokaciji precenili talno zalogo ogljika za 6 t na površini 1 ha.

Zalogo ogljika v tleh zato zapišemo z enačbo, ki že upošteva korekcijski faktor za skeletnost:

$$\text{SOC}_{\text{tal sloj}} = \text{SOC}_{\text{sloj}} \times \rho_{\text{sloj}} \times \text{DEB}_{\text{sloj}} \times \text{CRF}_{\text{sloj}}$$

$\text{SOC}_{\text{tal sloj}}$ = zaloga organskega ogljika (t/ha) v sloju tal

SOC_{sloj} = delež organskega ogljika (masni %) v sloju tal

ρ_{sloj} = povprečna volumska gostota tal/navidezna specifična teža (g/cm^3) sloja tal

DEB_{sloj} = debelina sloja za katerega izračunavamo (cm)

CRF_{sloj} = korekcijski faktor za skeletnost/kamnitost; $1 - (\text{vol \% skeleta}/100)$

Oblikovali smo skupno tabelo analitskih rezultatov vzorcev tal (3 vzorci na lokacijo; za globino 0–10 cm, 10–20 cm in 20–30 cm). Povprečno gostoto tal smo združili z analitskimi rezultati porušenih vzorcev tal in izračunali zalogo organskega ogljika za vsako globino (Preglednica 16).

Preglednica 16: SQL poizvedba za izdelavo skupne tabele analitskih rezultatov in izračunom zalog ogljika v tleh za porušene vzorce tal

```
CREATE OR REPLACE VIEW CTO.MTO_ANAINKOP_VZOREC ("LAB_ST", "TOCKA_VZLETO", "TOCKA_MTO", "OZN_VZOR", "INS",  
"DATE_VZOR", "GLO_VZOR", "GLO_VZOR_OP", "RZ", "DEB_SLOJ", "PH_CACL2", "PHRAZ", "C_MIN", "C_ORG", "OS", "OSRAZ",  
"TOT_N", "CN", "PESEK", "FINMELJ", "GROBMELJ", "MELJ", "GLINA", "TEKSTURA", "KAMNIT", "SPTEZA_H", "SPTEZA_K",  
"SPTEZA_M", "ST_MERSPTEZA", "SPTEZA", "ORGCTHA") AS
```

```
SELECT
MTO_ANA_VZORC.LAB_ST,
MTO_ANA_VZORC.TOCKA_VZLETO,
MTO_ANA_VZORC.TOCKA_MTO,
MTO_ANA_VZORC.OZN_VZOR,
MTO_ANA_VZORC.INS,
MTO_ANA_VZORC.DATE_VZOR,
MTO_ANA_VZORC.GLO_VZOR,
MTO_ANA_VZORC.GLO_VZOR_OP,
MTO_ANA_VZORC.RZ,
MTO_ANA_VZORC.DEB_SLOJ,
MTO_ANA_VZORC.PH_CACL2,
(CASE
  WHEN PH_CACL2 < 4.5 THEN 'močno kislá'
  WHEN PH_CACL2 < 5.5 THEN 'kislá'
  WHEN PH_CACL2 < 6.7 THEN 'zmerno kislá'
  WHEN PH_CACL2 < 7.2 THEN 'nevtrálná'
  WHEN PH_CACL2 < 16 THEN 'bazična'
  ELSE NULL
END) as PHRAZ,
MTO_ANA_VZORC.C_MIN,
MTO_ANA_VZORC.C_ORG,
(ROUND(MTO_ANA_VZORC.C_ORG * 1.724,1)) as OS,
(CASE
  WHEN (MTO_ANA_VZORC.C_ORG * 1.724) < 1 THEN 'siromašná s humusom'
  WHEN (MTO_ANA_VZORC.C_ORG * 1.724) < 2 THEN 'zmerno humozná'
  WHEN (MTO_ANA_VZORC.C_ORG * 1.724) < 4 THEN 'humozná'
  WHEN (MTO_ANA_VZORC.C_ORG * 1.724) < 8 THEN 'močno humozná'
  WHEN (MTO_ANA_VZORC.C_ORG * 1.724) < 10000 THEN 'zelo močno humozná'
  ELSE NULL
END) as OSRAZ,
MTO_ANA_VZORC.TOT_N,
(CASE
  WHEN MTO_ANA_VZORC.C_ORG = 0 OR MTO_ANA_VZORC.TOT_N = 0 THEN
    0
  ELSE (ROUND(MTO_ANA_VZORC.C_ORG/MTO_ANA_VZORC.TOT_N,1))
END)
as CN,
MTO_ANA_VZORC.PESEK,
MTO_ANA_VZORC.FINMELJ,
MTO_ANA_VZORC.GROBMELJ,
MTO_ANA_VZORC.MELJ,
MTO_ANA_VZORC.GLINA,
MTO_ANA_VZORC.TEKSTURA,
MTO_ANA_VZORC.KAMNIT,
MTO_AVGSPTEZA_VZOREC.SPTEZA_H,
MTO_AVGSPTEZA_VZOREC.SPTEZA_K,
MTO_AVGSPTEZA_VZOREC.SPTEZA_M,
MTO_AVGSPTEZA_VZOREC.ST_MERSPTEZA,
MTO_AVGSPTEZA_VZOREC.SPTEZA,
(CASE
  WHEN C_ORG > 0 AND SPTEZA > 0 THEN
    (CASE
      WHEN KAMNIT > 0 THEN
        ROUND(C_ORG * SPTEZA * DEB_SLOJ * (1-KAMNIT/100),2)
      ELSE ROUND(C_ORG * SPTEZA * DEB_SLOJ, 2)
```

```
END)
ELSE NULL
END) as ORGCtha
FROM MTO_ANA_VZORC
LEFT JOIN MTO_AVGSPTEZA_VZOREC
ON MTO_ANA_VZORC.OZN_VZOR = MTO_AVGSPTEZA_VZOREC.OZN_VZOR
WHERE TOCKA_VZLETO IS NOT NULL OR TOCKA_MTO IS NOT NULL;
```

Uredili smo tabelo vseh vzorčenih lokacij. Tabelo smo izdelali z združitvijo tabel

MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE in **MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA** (Preglednica 17).

Preglednica 17: SQL poizvedba, ki izdela tabelo v kateri so združeni vsi podatki o lokaciji vzorčenja

```
CREATE OR REPLACE VIEW "CTO"."MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA"
AS SELECT
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.TOCKA_VZLETO,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.TOCKA,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.KRAJ,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.IZBRANA_MONITORING,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.KONTAKTIRA,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.DOVOLJ_LASTNIKA,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.VZORCENO,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.VZORCIL,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.DATUM_VZORC,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.LETO_VZORC,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.VZORC_INTERV,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.NOVA_D48X,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.NOVA_D48Y,
  --MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.NOVA_N,
  --MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.NOVA_E,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.NDMV_GPS,
  (CASE
    WHEN NDMV_GPS IS NOT NULL THEN NDMV_GPS
    ELSE NDMV_DMV5
  END) AS NDMV,
  (CASE
    WHEN NDMV_GPS IS NOT NULL THEN 'NDMV razbran iz GPS'
    ELSE 'Podatek NDMV generiran iz DMV 5x5'
  END) AS NDMV_VIR,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.RELIEF_TEREN,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.MATPOD_TEREN,
  (CASE
    WHEN MATPOD_TEREN IS NOT NULL THEN MATPOD_TEREN
    ELSE GK100_OPIS
  END) AS MATPOD,
  (CASE
    WHEN MATPOD_TEREN IS NOT NULL THEN 'Matična podlaga določena na terenu'
    ELSE 'Podatek za matično podlago generiran iz geol. karte 1:1M'
  END) AS MATPOD_VIR,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.POSEVK_TEREN,
  MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.TIPTAL_TEREN,
  (CASE
    WHEN TIPTAL_TEREN IS NOT NULL THEN TIPTAL_TEREN
    ELSE TIP_TAL_TS || ',' || PODTIP_TAL
  END) AS TIPTAL,
  (CASE
```

```
WHEN TIPTAL_TEREN IS NOT NULL THEN 'Tip tal določen na terenu'
ELSE 'Podatek o tipu tal generiran iz PK25'
END) AS TIPTAL_VIR,
MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.FOTO_SVJZ,
MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.PROFIL_IKOP,
MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.OZN_PROFILA,
MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.ZAMIK_LOK,
MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.OPOMBE_VZORCENJE,
MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.PROJEKT,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.N_TEOR,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.E_TEOR,
--MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.D48X_TEOR,
--MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.D48Y_TEOR,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.D48X_REAL,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.D48Y_REAL,
--MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.N_REAL,
--MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.E_REAL,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.MREZA_GOST,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.POLJINA_ID,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.GPNAZIV,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.GPSKUP,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.GPKAT,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.SUBGRK_PID,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.SUBGRK,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.SUBGRK_RZ,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.EK,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.KONZ_OBD,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.UKREPI_OST,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.SUBGRK_VIR,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RKGGRK_PID,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RKGGRK,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RKGGRK_RZ,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RKGGRK_M2,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RKGGRKRABA,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RKGGRKRZSK,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RKGGRK_VIR,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RZ_RABAID,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RZRABA,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RZSKUPINA,
(CASE
  WHEN RZ_RABAID = 1100 THEN 'NJ'
  WHEN RZ_RABAID = 1300 THEN 'TR'
  WHEN RZ_RABAID = 1211 THEN 'VI'
  WHEN RZ_RABAID = 1221 THEN 'IS'
  WHEN RZ_RABAID = 1222 THEN 'ES'
  WHEN RZ_RABAID = 1410 THEN 'ZR'
  WHEN RZ_RABAID = 1500 THEN 'DG'
  ELSE ''
END) as RZ_OZNMTO,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RZ_VIR,
MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.RZOZN_TEREN,
('Ugotovljena raba na terenu v času vzorčenja') as RZOZN_TEREN_VIR,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.GK100_OPIS,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.TKE,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.TKE_1,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.TKET,
```

```
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.RAZRED_TAL,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.TIP_TAL_TS,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.PODTIP_TAL,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.VARIETETA,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.FAO_OZN_TS,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.FAO_TIPTAL,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.P1,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.P2,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.P3,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.TSE1TIPTAL,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.TSE2TIPTAL,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.TSE3TIPTAL,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.PS1_IME,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.PS1_IMEANG,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.KLIMATIP,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.KLIMATIPOP,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.NDMV_DMV5,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.STRATUM,
MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.STRATUMKAR,
MTO_LASTNIKI.GERK_PID,
MTO_LASTNIKI.GRKDOMACEIME,
MTO_LASTNIKI.LAST_MID,
MTO_LASTNIKI.LAST_NOSIL,
MTO_LASTNIKI.LAST_LAST,
MTO_LASTNIKI.LAST_KONTAKT,
MTO_LASTNIKI.KONT_IME,
MTO_LASTNIKI.KONT_NASLOV,
MTO_LASTNIKI.KONT_POSTA,
MTO_LASTNIKI.KONT_POŠTA,
MTO_LASTNIKI.KONT_TEL1,
MTO_LASTNIKI.KONT_TEL2,
MTO_LASTNIKI.KONT_OPOMBE
FROM MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE
LEFT JOIN MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA
ON MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.TOCKA_VZLETO = MTO_GENERIRANI_POD_VZORCENJA.TOCKA_VZLETO
LEFT JOIN MTO_LASTNIKI
ON MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.TOCKA_VZLETO = MTO_LASTNIKI.TOCKA_VZLETO
WHERE MTO_OSNOVNI_PODATKI_VZORCENJE.VZORCENO LIKE 'DA%';
```

Urejene podatke po vzorcih tal (z izračunano zalogo ogljika) in podatke o lokaciji smo združili v tabelo, ki je primerna za nadaljnje statistične obdelave (Preglednica 18). Tabelo smo vsako leto predali naročniku MKGP kot tabelo **VZORCI_2016-2018.xls**.

Preglednica 18: SQL poizvedba izdela tabelo v kateri so po vzorcih tal navedeni vsi analitski rezultati, zaloga ogljika v tleh in podatki iz pripadajoče lokacije

```
CREATE OR REPLACE VIEW CTO.MTO_VZORCI_ZA_STATOBDELAVO
AS
SELECT MTO_ANAINKOP_VZOREC.*,          -- kompletni analitski rezultati
       MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.VZORCIL,    -- vzorčevalska ekipa
       MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.LETO_VZORC, -- leto vzorčenja
       MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NDMV,      -- nadmorska višina (m)
       MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NDMV_VIR,  -- vir od koder je podatek o nadmorski višini (opcija: ali iz GPS ali iz DMV5x5)
       MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.MATPOD,    -- tip matične podlage
       MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.MATPOD_VIR, -- vir od koder jemljemo podatek o matični podlagi (opcija: če ni posebej
določen na terenu se jemlje podatek iz digit. geol. karte Slovenije 1:1M)
```

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.POSEVK_TEREN, -- posevek oz. kmetijska rastlina (opisno)) kot jo določi ekipa iz terena (npr. koruza, ajda, detelja, vinograd, trajni travnik, itd)

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RAZRED_TAL, -- razred tal po Slovenski klasifikaciji tal

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TIPTAL, -- tip tal po Slovenski klasifikaciji tal

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TIPTAL_VIR, -- tip tal (če podatek o tipu tal ni vpisan na terenu ga vzame iz digit. pedološke karte 1:25:000 kot kombinacijo TIP TAL + PODTIP TAL)

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TIP_TAL_TS, -- tip tal

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.PODTIP_TAL, -- podtip tal

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZSKUPINA, -- iz sloja rabe tal Slovenije za tekoče leto določena skupina rabe tal (skupek podobnih rab tal)

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZRABA, -- ime rabe tal iz sloja rabe tal Slovenije

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZ_OZNMTO, -- raba zemljišča (kot oznaka določena za MTO) pripisana na podlagi sloja rabe tal Slovenije za tekoče leto.

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZ_VIR, -- vir od koder je pripisan podatek RZ_OZNMTO

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZOZN_TEREN, -- raba zemljišča (kot koda določena za MTO) ponovno vpisana na terenu. Lahko se razlikuje od rabe pripisane iz GERK. Ta podatek se jemlje v nadaljno statistično obdelavo

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZOZN_TEREN_VIR, -- vir za RZOZN_TEREN

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KLIMATIP, -- klimatski tip (koda) po klimatski klasifikaciji Slovenije (dr. Darko Ogrin, 1998)

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KLIMATIPOP, -- ime klimatskega tipa (koda) po klimatski klasifikaciji Slovenije (dr. Darko Ogrin, 1998)

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.STRATUM, -- stratum (koda)

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.STRATUMKAR, -- karakteristike stratuma (opisni). Stratumi so nastali kot kombinacija podatkov povp. letne količine padavin in povp. letne T za Slovenijo v razredih (1971 - 2000)

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.PS1_IME, -- Pedosekvenca Slovenije. Določene po zgledu Stritar. Določene na PK25 na KIS, 2014.

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.ZAMIK_LOK, -- Podatek ali je bila lokacija zamaknjena ali ne.

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.EK, -- Ali je vzorec vzet iz zemljišča z ekološko obdelavo (če da, potem podatek o površini zemljišča v m2). Podatek dobljen iz vlog za subvencije ARSKTRP za eno leto nazaj.

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONZ_OBD, -- Ali je vzorec vzet iz zemljišča s konzervirajočo obdelavo (če da, potem podatek o površini zemljišča v m2). Podatek dobljen iz vlog za subvencije ARSKTRP za eno leto nazaj.

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.OPOMBE_VZORCENJE -- Opombe vzorčenja

FROM MTO_ANAINKOP_VZOREC

INNER JOIN MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA

ON MTO_ANAINKOP_VZOREC.TOCKA_VZLETO = MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TOCKA_VZLETO

Za potrebe prostorskih prikazov smo zalogo ogljika (in ostale izmerjene parametre tal) iz vzorcev tal preračunali na lokacijo (Preglednica 19). Rezultat je tabela, ki jo preko stolpca 'TOCKA' povežemo s prostorskim slojem lokacij MTO (**MTO_LOKACIJE.shp**) in tako izdelamo karte s poljubnim parametrom. Tabelo smo vsako leto predali naročniku MKGP kot tabelo **MTO_LOKACIJE_Z_REZULTATI_2016-2018.xls**.

Preglednica 19: SQL poizvedba izdela tabelo v kateri so po vzorčenih lokacijah prikazani podatki vzorcev tal, zaloga ogljika v tleh in podatki lokacije

```
CREATE OR REPLACE VIEW CTO.MTO_PODAT_VZORCENJ_Z_ANALITIKO
AS SELECT
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TOCKA_VZLETO,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TOCKA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KRAJ,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.IZBRANA_MONITORING,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONTAKTIRA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.DOVOLJ_LASTNIKA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.VZORCENO,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.VZORCIL,
```

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.DATUM_VZORC,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.LETO_VZORC,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.VZORC_INTERV,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NOVA_D48X,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NOVA_D48Y,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NOVA_N,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NOVA_E,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NDMV_GPS,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NDMV,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NDMV_VIR,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RELIEF_TEREN,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.MATPOD_TEREN,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.MATPOD,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.MATPOD_VIR,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.POSEVK_TEREN,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TIPTAL_TEREN,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TIPTAL,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TIPTAL_VIR,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.FOTO_SVJZ,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.PROFIL_IZKOP,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.OZN_PROFILA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.ZAMIK_LOK,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.OPOMBE_VZORCENJE,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.PROJEKT,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.N_TEOR,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.E_TEOR,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.D48X_TEOR,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.D48Y_TEOR,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.D48X_REAL,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.D48Y_REAL,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.N_REAL,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.E_REAL,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.MREZA_GOST,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.POLJINA_ID,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.GPNAZIV,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.GPSKUP,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.GPKAT,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.SUBGRK_PID,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.SUBGRK,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.SUBGRK_RZ,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.EK,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONZ_OBD,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.UKREPI_OST,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.SUBGRK_VIR,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RKGGRK_PID,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RKGGRK,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RKGGRK_RZ,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RKGGRK_M2,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RKGGRKRABA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RKGGRKRZSK,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RKGGRK_VIR,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZ_RABAIID,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZRABA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZSKUPINA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZ_OZNMTO,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZ_VIR,

MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZOZN_TEREN,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RZOZN_TEREN_VIR,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.GK100_OPIS,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TKE,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TKE_1,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TKET,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.RAZRED_TAL,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TIP_TAL_TS,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.PODTIP_TAL,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.VARIETETA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.FAO_OZN_TS,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.FAO_TIPTAL,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.P1,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.P2,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.P3,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TSE1TIPTAL,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TSE2TIPTAL,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TSE3TIPTAL,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.PS1_IME,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.PS1_IMEANG,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KLIMATIP,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KLIMATIPOP,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.NDMV_DMV5,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.STRATUM,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.STRATUMKAR,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.GERK_PID,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.GRKDOMACEIME,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.LAST_MID,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.LAST_NOSIL,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.LAST_LAST,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.LAST_KONTAKT,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONT_IME,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONT_NASLOV,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONT_POSTA,
--MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONT_POŠTA,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONT_TEL1,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONT_TEL2,
MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.KONT_OPOMBE,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OZNVZOR0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PH0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PHRAZ0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CMIN0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CORG0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OS0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OSRAZ0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.TOTN0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CN0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PES0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.MEL0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.GLI0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.TEKST0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.SPTEZA0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.KAMNIT0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG0010,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OZNVZOR1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PH1020,

```
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PHRAZ1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CMIN1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CORG1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OS1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OSRAZ1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.TOTN1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CN1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PES1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.MEL1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.GLI1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.TEKST1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.SPTEZA1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.KAMNIT1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG1020,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OZNVZOR2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PH2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PHRAZ2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CMIN2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CORG2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OS2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.OSRAZ2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.TOTN2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.CN2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.PES2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.MEL2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.GLI2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.TEKST2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.SPTEZA2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.KAMNIT2030,
MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG2030,
(CASE
  WHEN MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG0010 IS NULL THEN -9999
  ELSE (nvl(MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG0010,0) + nvl(MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG1020,0) +
nvl(MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG2030,0))
END) AS ORGCTOT,
--(nvl(MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG0010,0) + nvl(MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG1020,0) +
nvl(MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.ORG2030,0)) as ORGCTOT_BKP,
(CASE
  WHEN OZNVZOR0010 IS NOT NULL AND OZNVZOR1020 IS NOT NULL AND OZNVZOR2030 IS NOT NULL THEN 'vzorčenje od 0
- 30 cm'
  WHEN OZNVZOR0010 IS NOT NULL AND OZNVZOR1020 IS NOT NULL AND OZNVZOR2030 IS NULL THEN 'vzorčenje od 0 - 20
cm'
  WHEN OZNVZOR0010 IS NOT NULL AND OZNVZOR1020 IS NULL AND OZNVZOR2030 IS NULL THEN 'vzorčenje od 0 - 10 cm'
  ELSE ''
END) as VZORC_GLOB,
(CASE
  WHEN ORGC0010 IS NOT NULL AND ORGC1020 IS NOT NULL AND ORGC2030 IS NOT NULL THEN 'zaloge C izračunane za
globino 0 - 30 cm'
  WHEN ORGC0010 IS NOT NULL AND ORGC1020 IS NOT NULL AND ORGC2030 IS NULL THEN 'zaloge C izračunane za globino 0
- 20 cm'
  WHEN ORGC0010 IS NOT NULL AND ORGC1020 IS NULL AND ORGC2030 IS NULL THEN 'zaloge C izračunane za globino 0 - 10
cm'
  ELSE ''
END) as IZRSOC_GLOB
FROM MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA
LEFT JOIN MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO
```

ON MTO_ZDRUZENI_POD_VZORCENJA.TOCKA_VZLETO = MTO_ANAINKOP_TOCKAVZLETO.TOCVZL;

6.2.2.1 Zaključek

V okviru preteklega vzorčenja in za potrebe tega CRP smo zasnovali relacijsko bazo MTO, ki trenutno že obsega podatke 263 vzorčenih lokacij. Vzorčenja so bila opravljena za MKGP med leti 2016 in 2018 v okviru JN za oceno zalog ogljika v kmetijskih tleh Slovenije. Prednost hranjenja podatkov v relacijski bazi je poenoten način hrambe podatkov. Podatki so centralizirani, urejeni po enotni strukturi in posledično takoj pripravljeni za nadaljnje obdelave (»ready to roll data«). Velika prednost se izkaže tudi pri obdelavi podatkov. Z SQL poizvedbami tabele med seboj združujemo in hitro pridemo do želenih informacij ali generiramo nove informacije.

7 Poudarki in zaključki

Besedne zveze kot so **trajnostni razvoj; trajnostno kmetijstvo; prilagajanje kmetijstva na klimatske spremembe; samooskrba; prehranska varnost; domača in kakovostna hrana; odpornost ekosistemov; ekosistemske storitve tal; kakovostna hrana; zdrava hrana; naša super hrana; varovanje pred naravnimi nesrečami; sonaravno gospodarjenje s tlemi; tla kot ključni naravni vir za življenje na kopnem; odpornost (resilience) ekosistemov; varovanje pred sušo; blaženje posledic suše; biotska pestrost; varovane narave;** in druge bolj ali manj pogosto uporabljene besedne zveze so vsaj posredno, v veliko primerih pa neposredno povezane z ožjim tehničnim izrazom **talna organska snov oziroma s širšim izrazom kakovost tal**.

Talna organska snov je ultimativni kazalec kakovosti tal in je pomemben vsaj za kmetijski, gozdarski, okoljski, obrambni in gospodarski sektor.

7.1 Zaključki s kratkim povzetkom

Zaradi pomembnosti in koristnosti je treba kazalec **talna organska snov** spremljati, podatke pridobivati in intenzivno uporabljati.

Pri spremljanju gre za proces in stalno nadgrajevanje sistema.

Nadgradnja ne zadeva samo pridobivanje podatkov (sistemi vzorčenja, analitske metode vzorčenja,) pač pa tudi primere in področja uspešne in koristne uporabe/aplikacije podatkov.

Slovenija v primerjavi s primerljivimi (AT, DE, FR, CH, SK, CH) pa tudi manj primerljivi državami (Makedonija, Malta, ZDA, Kanada) kasni na področju organiziranega zbiranja podatkov talne organske snovi in drugih povezanih podatkov tal.

Pri tem lahko izpostavimo dejstvo, **da so v preteklosti (MOP, MKGP) in sedanjosti (MKGP, MOP), nekatere občine in mesta velika sredstva namenili pridobivanju podatkov tal.**

Brez vzpostavitve primerne sistema zbiranja in obdelave podatkov tal v okviru učinkovito organizirane javne službe bodo podatki tal ostajali:

- slabo dostopni ali celo nedostopni,
- velikokrat neusklajeni,
- slabo interpretirani in slabo uporabni in predvsem
- zato redko uporabljeni /uporabljeni preko osnovnega/primarnega namena zbiranja.

Posledično je možno pričakovati težave države pri:

- uspešnem poročanju v skladu z mednarodnimi obveznostmi in sporazumi (talna organska snov, LULUCF; okoljske in kmetijske zaveze države);
- izvajanju Temeljnega strateškega okvirja delovanja kmetijstva in podeželja po letu 2021
- varovanju najboljših kmetijskih zemljišč;
- pripravi uspešnih ukrepov za zmanjšanje tveganj suš in drugih naravnih nesreč (poplav, usadov, itd.);
- manj učinkovite ukrepe in aktivnosti za zmanjšanje erozije;
- zasnovi /nadgradnji kmetijsko okoljskih in podnebnih PRP ukrepov.

7.2 Nadaljnje delo in potrebne aktivnosti

Nadaljnje delo in aktivnosti naj na kratko strnemo v alinejah v okviru

- **neposrednih aktivnosti** vezanih na vsebnost TOS v kmetijskih tleh in
- **posrednih aktivnostih/programih**, ki bi dopolnjevali/nadgrajevali spremljanje TOS v tleh KZ Slovenije.

7.2.1 Neposredne aktivnosti vezane na vsebnost TOS /kakovost kmetijskih tal

a) Vzpostavitev trajnega spremljanja stanja TOS in kakovosti tal KZ Slovenije

Je nujen ukrep in podlaga za uspešno uveljavljanje trajnostnega, uspešnega in klimatsko robustnega kmetijstva ter okoljsko skladne kmetijske pridelave.

b) Ocena ustreznosti in kakovosti talnih laboratorijev Slovenije

Seznam in specifične, osnovne lastnosti javnih in zasebnih laboratorijev za analitiko tal, ki zajema pregled uporabljenih analitskih metod (zbiranje podatkov, pregled in ocena primerljivosti analitskih metod po laboratorijih), ocena kakovosti in skladnosti laboratorijev in primerljivosti rezultatov.

c) Harmonizacija analitike in analitskih metod na nacionalni ravni

Je nujna stopnja za zagotavljanje primerljivosti podatkov in s tem skladnosti ukrepov trajnostne kmetijske pridelave.

d) Vzpostavitev centralnih zbirk podatkov tal in spremljajočih podatkov okolja

Rezultat: Geokodirana in harmonizirana zbirka podatkov tal; od pedoloških kart do vsebnosti glavnih hranil, pH in talne organske snovi v tleh KZ Slovenije.

7.2.2 Pomembnejše dodatne aktivnosti vezane na informacije o vsebnosti TOS oz. kakovosti kmetijskih tal

e) Zajem in usposobitev arhivskih podatkov talnih vzorcev različnih laboratorijev

Zajema predvsem zbiranje, harmonizacijo in obdelavo podatkov talnih vzorcev KZ.

Po ocenah stroke smo med letom 2000 in 2018 v Sloveniji opravili različne analize okoli 200.000 vzorcev tal KZ (laboratorij KIS in ocene laboratorijev KGZS). Pomemben delež teh podatkov je možno zbrati, uskladiti, preveriti in uporabiti za zasnovo in vzpostavitev kontrole rodovitnosti tal (KRT) ter ustvariti preverljive znanstvene temelje za razvoj in obveznosti poročanja o TOS in hranilih v tleh na nacionalni ravni.

Cilj aktivnosti bi tako bil: i) zbrati, urediti in harmonizirati arhivske podatke analiz talnih vzorcev KZ in ii) ustvariti referenčne baze analitskih in vsebinskih podatkov rodovitnosti tal KZ Slovenije.

Potrebne aktivnosti: Zbiranje, urejanje in harmonizacija podatkov analiz tal po možnosti vseh talnih laboratorijev Slovenije. Vse analize morajo biti anonimizirane. Pri delu je treba v celoti upoštevati EU GDPR uredbo in INSPIRE direktivo.

f) Geokodiranje arhivskih analitskih podatkov talnih vzorcev Slovenije

Analitski podatki hranil/kakovosti tal iz analitskih laboratorijev so praviloma brez prostorske informacije. Geokodiranje podatkov (dodelitve natančne prostorske informacije (npr. centroid GERKa tekočega leta) ali vsaj približne prostorske identifikacije (npr. območje MID) je sicer časovno zahtevna, a pomembna nadgradnja podatkov, ki omogoča prostorske analize in povezovanje vsebnosti hranil v tleh z rabo tal, tipi tal, pedo-klimatskimi razmerami in posledično analizo vsebnosti hranil – rodovitnosti tal v različnih prostorskih enotah Slovenije, po posameznih letih.

Z geokodiranjem pridobijo arhivski podatki vzorcev tal bistveno večjo analitično moč, ki je potrebna za povečevanje fonda podatkov za potrebe poročanja. Po prvih ocenah je možno opredeliti podatke 30.000 talnih vzorcev, kar je število, ki omogoča trdne znanstvene prostorske in statistične ocene stanja in rodovitnosti tal KZ. Rezultat: Geokodirane lokacije talnih vzorcev KZ Slovenije po letih za obdobje 2000 – 2018 kot učinkovita zbirka podatkov - temelj za primerjavo uspešnosti ukrepov trajnostnega kmetijstva, prilagajana klimatskim spremembam in učinkov nekaterih izbranih ukrepov PRP.

g) Ocena stanja rodovitnosti kmetijskih zemljišč Slovenije in morebitnih trendov sprememb rodovitnosti

Statistična, prostorska in prostorsko statistična obdelava merjenih podatkov glavnih hranil (N, P, K, CA, Mg) in izbranih mikrohranil arhivskih podatkov talnih vzorcev KZ Slovenije.

h) Ocena stanja onesnaženost tal KZ Slovenije

V okviru zagotavljanja zdrave hrane in povečevanja zaupanja državljanov/potrošnikov je treba odgovoriti na nekatera javna mnenja o *'pretirani onesnaženosti kmetijske zemlje'*. Aktivnost naj ima cilj ugotoviti in predstaviti tako kakovost kmetijskih zemljišč Slovenije kot identifikacijo potencialno spornih območij za pridelavo hrane. Aktivnost se logično povezuje z obstoječimi programi MKGP (Slovenski zajtrk; Izbrana kakovost - Slovenija - Naša super hrana, itd.)

i) Ocena prispevka ekosistemskih storitev tal KZ Slovenije

Priprava seznama ciljnih in najpomembnejših ekosistemskih storitev kmetijskih tal Slovenije. Izdelava strokovnih podlag/kart/rastrskih slojev ekosistemskih storitev kmetijskih tal za potrebe izdelave celovite ocene ekosistemske kakovosti tal Slovenije. Strokovne podlage so posebej pomembne v okoljih in sektorjih, kjer še vedno velja, da so *'kmetijska tla degradirana/onesnažena in zato manj vreden prostor'*, ki ga *'je manj škoda'*. To je namreč pomemben razlog za daleč neproporcionalno obsežne izgube najboljših kmetijskih zemljišč Slovenije v zadnjih desetletjih.

j) Ocena / posnetek stanja biotske pestrosti tal KZ

Priprava izhodiščna terenske ocene biotske pestrosti tal KZ Slovenije in vpliva gospodarjenja z njivskimi površinami na talno favno v Sloveniji. Zasnova sistema in ocena stroškov za vzpostavitev dolgoročnega monitoringa vpliva obdelave njivskih tal na talno bioto.

k) Zasnova vzpostavitve nacionalnega sistema zagotavljanja kakovosti laboratorijev za tla

Besedila in aktivnosti ter podatki o primerljivosti analitskih metod ter zasnova vzpostavitve nacionalne akreditacije talnih laboratorijev.

I) Sodelovanje pri mednarodnih (FAO) aktivnostih na področju tal

Podpora resorne raziskovalne stroke za sodelovanje v mednarodnih organizacijah zagotavlja skladnost aktivnosti in rezultatov na nacionalni in mednarodni ravni. Skladnost v največji meri prispeva k uspešnemu poročanju države na mednarodni ravni.

- Podpora sodelovanju pri FAO aktivnosti GLOSOLAN (The Global Soil Laboratory Network (GLOSOLAN))
<http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/5-harmonization/glosolan/en/>
- Podpora sodelovanju nacionalnim institucijam v zvezi International Network of Soil Information Institutions (INSII)
<http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/4-information-data/insii/en/>

8 Viri

1998. Designing A Sampling Framework. In: Countryside Survey 2000- A Newsletter For The Countryside Survey 2000, Issue 2: 2–3
- Bak J., Jensen J., Larsen M. M., Pritzl G., Scott-Fordsmand J. 1997. A heavy metal monitoring programme in Denmark. *The Science of the Total Environment* 207: 179–186
- Barancikova G., Kobza J. 1999. Soil Organic Matter Changes In Slovak Soils. In: *Soil Conservation in Large-Scale Land Use. Proceedings of the International Conference, Jambor, P.(ed.). Soil Science and Conservation Research Institute, Bratislava, Slovak Republic, 12–15 May 1999*
- Barr C. 1998. Survey...Survey...Survey - A Field Survey. In: *Countryside Survey 2000 News - A Newsletter For The Countryside Survey 2000, Issue 1: 4–5*
- Baveye P.C., Berthelin J., Tessier D., Lemaire G. The “4 per 1000” initiative: A credibility issue for the soil science community? *Geoderma*, 309: 118–123
- Bellamy P.H., Loveland P.J., Bradley R.I., Lark R.M., Kirk G.J.D. 2005. Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. *Nature*, 437, 7056: 245–248
- Bernes C., Giege B., Johansson K., Larsson J. E. 1986. Design Of An Integrated Monitoring Programme In Sweden. *Environmental Monitoring and Assessment* 6: 113–126
- Białousz S., Marcinek J., Stuczyński T., Turski R. Soil Survey, Soil Monitoring and Soil Databases in Poland. 2005. EUROPEAN SOIL BUREAU – RESEARCH REPORT NO. 9: 263–273
- Billett M. F. 1996. The Monitoring of Soil Properties. In: *Soils, Sustainability and the Natural Heritage*, Taylor, A.G., Gordon, J.E., and Usher, M.B. (eds.). Her Majesty's Stationary Office, Edinburgh: 55–68
- Black H. 2002. Soil sampling success-the NASQ initiative. In: *Countryside Survey 2000 News- Newsletter for the Countryside Survey 2000, Issue 7: 8–9*
- Blum W. E. H., Englisch M., Freudenschuß A., Nelhiebl P., Pock H., Schneider W., Schwarz S., Wagner J., Wandl M. 2015. Soil Survey and Soil Data in Austria. EUROPEAN SOIL BUREAU - RESEARCH REPORT NO. 9
- Blum W. E. H., Englisch M., Nelhiebl P., Schneider W., Schwarz S., Wagner J. 1999. Soil Survey and Soil Data in Austria. In: *Soil Resources of Europe*. Bullock, P., Jones, R. J., and Montanarella, L.(eds.). European Soils Bureau Research Report No. 6. Office for Official Publication of the EU., Luxembourg: 29–42
- Blum W.E.H., Brandsetter A., Riedler C., Wenzel W.W. 1996. Bodendauerbeobachtung - Empfehlung für eine einheitliche Vorgangsweise in Österreich. *Datenschlüssel Bodenkunde: Empfehlung zur einheitlichen Datenerfassung in Österreich*. Wien, Umweltbundesamt: 152 str.
- Boulonne L., Thorette J., Daroussin J., King D., Arrouays D., Jolivet C. 2002. A soil monitoring network for French soils: representativeness study and implementation. Paper 411. In: *17th World Congress of Soil Science*. Bangkok, Thailand, 14–21 August 2002
- Burkman W. G., Hertel G. D. 1992. Forest Health Monitoring: A national program to detect, evaluate and understand change. *Journal of Forestry* 90: 9: 26–27
- Busink E. R. V., Postma S. 2000. Provincial soil-quality monitoring networks in the Netherlands as an instrument for environmental protection. *Netherlands Journal of Geosciences* 79, 4: 429–440
- Cannon K. R. 2002. Alberta Benchmark Site Selection and Sampling Protocols. AESA Soil Quality Resource Monitoring Program, Edmonton, Alberta: 43 str.
- Cannon K. R., Goddard T. W., Coen G. M. 2003. Landscape Sensitive Soil Quality Benchmark Sites in Alberta, Canada. In: *Proceedings of the 2002 ASA-CSSA-SSSA Annual Meetings*. Indianapolis, Indiana, USA, 10–14 November 2002
- Cannon K., Leskiw L. 1999. Soil Quality Benchmarks In Alberta. In: *Proceedings of the 36th Annual Alberta Soil Science Workshop*. Calgary, Alberta, Canada, 16–18 February 1999: 181–183
- Central Environmental Protection Inspectorate. 2001. Forest Condition in Poland in 2000. http://bazy.ibles.waw.pl/bazy/monitor/raport00a_spis.html (16. avg. 2002)

- Central Environmental Protection Inspectorate. 2001. Forest Condition in Poland in 2001.
http://bazy.ibles.waw.pl/bazy/monitor/raport01a_spis.html (25. mar.2003)
- Chvatal V. 1999. Development Of Soil Properties In Basal Monitoring And In The System Of Soil Fertility Control. In: Proceedings from the III International Soil Monitoring Conference. Brno, Czech Republic, 3–4 June 1997
- Colinet G., Weissen F., Lecomte H., Bock L. 2010. Mapping and monitoring issues of a forest soil network in Southern Belgium. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 58 1–6 August 2010, Brisbane, Australia (objavljeno na DVD-ju)
- Commission Directive of the European Parliament and of the Council (EC) No 2/2007 of 14 march 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE), 2007
- Cools N., De Vos B. 2011. Availability and evaluation of European forest soil monitoring data in the study on the effects of air pollution on forests. iForest – Biogeosciences and Forestry, 4: 205–211
- Croucher B. 2005. Soil quality monitoring technical report. Resource Investigations, Department Greater Wellington Regional Council: 52 str.
- Dilkova R., Stoichev D., Nikolova M. 1993. Soil Monitoring in Bulgaria. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993: 60–64
- Donovan P. 2013. Measuring soil carbon change: A flexible, practical, local method. Quivira Coalition: 55 str.
- Douglas B.W., MacLeod J.A., Mellish T.M., Glen W.M., Thompson B.L., DeHaan K.R., Sturz A.V., Carter M.R., Brimacombe M.B. 2000. A method for measuring Prince Edward Island soil quality. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 31: 1837–1845
- Dramstad W. E., Fjellstad W. J., Strand G. H., Mathiesen H. F., Engan G., Stokland J. N. 2002. Development and implementation of the Norwegian monitoring programme for agricultural landscapes. Journal of Environmental Management 64: 49– 63
- Dumitru M., Plaxienco D., Cojocaru G. 2001. Organochlorine insecticide residues in the soils of Romania. V: 6th International HCH and Pesticides Forum. Vijgen, J., Pruszyński, S., Stobiecki, S. and Sliwinski, W. (eds.). Polish Plant Protection Institute and International HCH & Pesticides Association. Poznań, Poland, 20–22 March 2001: 507–511
- EEA. 2012. Soil organic carbon: 15 str.
- European Soil Bureau - European Commission. 2000. The European Soil Information System. Proceedings of a Technical Consultation Rome, Italy, 2–3 September 1999: 163 str.
- FAO – GSP, 2019. Global Soil Partnership | Food and Agriculture Organization of the United Nations.<http://www.fao.org/global-soil-partnership/en/> (navg 2019)
- FAO D.J. (Ur). 2017. GSP Guidelines for sharing national data/information to compile a Global Soil Organic Carbon (GSOC) map. Rome, Italy, FAO: 23 str.
- FAO D.J. (Ur). 2017. Soil Organic Matter Mapping Cookbook. 1st edition. First Edition. Rome, Italy, FAO: 180 str.
- FAO D.J. (Ur). 2018. Soil Organic Matter Mapping Cookbook. 2nd edition. Second Edition. Rome, Italy, FAO: 204 str.
- FAO. 2015. Status of the World's Soil Resources. Main report. Nachtergaele F. (ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy: 650 str.
<http://www.fao.org/documents/card/en/c/fb798a4c-ff06-4468-ad18-27787d1f3456> (10. sept. 2019)
- FAO. 2017. Global Soil Organic Carbon Map - Leaflet, Rome, Italy: 5 str.
<http://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/> (10. sept. 2019)
- FAO. 2018. Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap) Technical Report. Rome, Italy, FAO:
- Finnish Environment. 2002. Soils and Soil Protection: State and Trends.
<http://www.vyh.fi/eng/environ/state/soil/soilstat.htm> (18. jan. 2002)

- Finnish Forest Research Institute. 2000. Multi-Source National Forest Inventory of Finland.
<http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/index-en.htm> (27. mar. 2003)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. Why a Global Soil Partnership.
<http://www.fao.org/global-soil-partnership/about/why-the-partnership/en/> (7. okt. 2019)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. Soil organic carbon the hidden potential.
<http://www.fao.org/3/a-i6937e.pdf%20/> (15.10.2019)
- Forest Management Institute Brandys nad Labem. 1995. Central Inspection And Examination
Agricultural Institute (UKZUZ).
http://www.uhul.cz/mcl/mon95eng/KAP2_3.php (14. maj. 2003)
- Fotyma M., Dobers E. S (ed.). 2008. Fertilizers and fertilization. Institute of soil science and plant
cultivation state research institute, September, 2008
- Gerzabek M., Strebl F. 2003. Quantification of carbon pools in agriculturally used soils of Austria by use
of a soil information system as basis for the Austrian carbon balance model. OECD Expert
Meeting: Soil Organic Carbon and Agriculture: Developing Indicators for Policy Analyses., C. A. S.
Smith (ed.), 14–18 October 2002, Ottawa, Canada, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa,
CA & Organisation of Economic Co-operation and Development, Paris, FR
- Giandon P., Vinci I., Cappelli R. 2004. Project for an Italian soil monitoring network for environmental
purposes: the experience of Veneto region. ARPAV - Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto, Italy: 9 str.
- Groot M. S. M., Bronswijk J. J. B., Willems W. J., de Haan T., del Castilho P. 1997. National Soil
Monitoring Network; Results 1994. RIVM Rapport 714801017. National Institute of Public Health
and the Environment: 157 str.
- Groot M. S. M., Bronswijk J. J. B., Willems W. J., de Haan T., del Castilho P. 1998. National Soil
Monitoring Network; Results 1995. RIVM Rapport 714801024. National Institute of Public Health
and the Environment: 151 str.
- Groot M.S.M., Bronswijk J.J.B., van Leeuwen T.C. 2001. National Soil Monitoring Network; Results 1996.
RIVM Rapport 714801026. National Institute of Public Health and the Environment: 158 str.
- Groot, M. S. M., Bronswijk J. J. B., Willems W. J., de Haan T., Castilho P. 1996. National Soil Monitoring
Network; Results 1993. RIVM Rapport 714801007. National Institute of Public Health and the
Environment: 149 str.
- GSP Guidelines for sharing national data/information to compile a Global Soil Organic Carbon(GSOC)
map, 2017. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, ROME. Februar
2017, Version 1
- GSP. 2016. Global Soil Organic Carbon (GSOC) Map. Global Soil Partnership, Food and Agriculture
Organization of the United Nations.
<http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/4-information-and-data-new/global-soil-organic-carbon-gsoc-map/en/> (7. okt. 2019)
- GSP. 2017. Guidelines for sharing national data/information to compile a Global Soil Organic carbon
(GSOC) map. Pillar 4 Working Group, Version 1.
<http://www.fao.org/3/a-bp164e.pdf> (1. feb. 2017)
- Guidance on Member State reports providing: 'Information on LULUCF actions' in accordance with
Article 10 of EU Decision 529/2013/EU. 2014. Project »LULUCF implementation guidelines and
policy options' funded by DG Climate action (CLIMA.A2/2013/AF3338)«. The Institute for
European Environmental Policy, Environment Agency Austria, Thünen Institute
- Huber S., Freudenschub A., Stark U. 2001. European soil monitoring and assessment framework. In:
EIONET workshop proceedings, Technical Report No. 67. Gentile, A. R.(ed.). Vienna, Austria,
1999. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark: 52 str.
- Hungarian Ministry for Environment. 2003. State of Soil.
<http://www.grida.no/enrin/biodiv/biodiv/national/hungary/Soil.htm> (8. jun. 2003)
- Hungarian Ministry of Environment and Water. 2000. State Of The Environment In Hungary-Land.
<http://www.ktm.hu/gridbp/grid3ver/aindex.htm> (7. jan. 2002)

- IPCC 2003. Good Practice Guidance for Land use, Land-use change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. and Wagner F. (eds.). Hayama, Kanagawa, IGES
- IPCC 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Hayama, Kanagawa, IGES
- IPCC 2014. 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J. Fukuda, M. and Troxler, T.G. (ur.). Switzerland, IPCC
- Iversen P., Lee D., Rocha M. 2014. Understanding Land Use in the UNFCCC.
<https://www.climateandlandusealliance.org/reports/understanding-land-use-in-the-unfccc/>
- Karklins A. 1996. National Soil Monitoring Network; Results 1996. RIVM Rapport 714801026 (SOVEUR Project). Batjes, N. H. and Bridges E. M.(eds.). Wageningen, Netherlands, 1–3 October 1997: 51–53
- Kibblewhite M.G., Jones R.G.A., Montaranella L., Baritz R., Huber S., Arrouays D., Micheli E., Stephens M. 2008. Environmental Assessment of Soil for Monitoring: Volume VI Soil Monitoring System for Europe. EUR 23490 EN/6 Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg: 72 str.
- King D., Stengel P., Jamagne M. 1999. Soil Mapping and Soil Monitoring: State of Progress and Use in France. In: Soil Resources of Europe. Bullock, P., Jones, R. J., and Montanarella, L.(eds.). European Soils Bureau Research Report No.6. Office for Official Publication of the EU., Luxembourg: 63–74
- Knetsch G. 1993. Soil Monitoring and Soil Information Systems in Germany. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993: 93–100
- Kobal M., Eler K., Simončič P., Kraigher H. 2014. Ocena sprememb organske snovi v tleh na ploskvi Brdo glede na različne scenarije podnebnih sprememb z uporabo modela Yasso07. Acta Silvae et Ligni, 103: 21–34
- Kobza J. 1995. Soil Monitoring System In Slovakia. Environmental Monitoring and Assessment 34: 127–129
- Kobza J. Linkes V. 1993. Soil Monitoring System in Slovakia. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993
- Koubratova Hristova M. 2001. Water, Soil and Landscape Related Issues and Policies in Bulgaria. In: Phare ACE Seminar on Sustainable Agriculture in Central and Eastern European Countries: The Environmental Effects of Transition and Needs for Change. Nitra, Slovakia, 10–16 September 2001: 20 str.
- Kundu S., Bhattacharyya R., Prakash V., Ghosh B.N., Gupta H.S. 2006. Carbon sequestration and relationship between carbon addition and storage under rain fed soybean–wheat rotation in a sandy loam soil of the Indian Himalayas. Soil and Tillage Research 92: 87–95
- Lal R. 2006. Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. Land Degradation & Development 17: 197–209
- Lefèvre C., Rekik F., Alcantara V., Wiese L. 2017. Soil Organic Carbon: the hidden potential. Lefèvre C., Rekik F., Alcantara V., Wiese L. (eds.). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy: 90 str.
<http://www.fao.org/3/a-i6937e.pdf%20> (10. sept. 2019)
- Leskiw L. 2003. Email communication. Paragon Soil and Environmental Consulting Inc
- Lithuania National Focal Point-European Environment Information and Observation Network. 2001. Environmental Monitoring Programme.
<http://.nfp-lt.eionet.eu.int> (16. avg. 2002)

- Lythgo M. 2002. Countryside Survey 2000 - Soil Quality.
<http://www.environment-agency.gov.uk/science/scienceprojects/304090/334582/> (13. sept. 2002)
- Mäkipää R., Liski J., Guendehou S., Malimbwi R., Kaaya A. 2012. Soil carbon monitoring using surveys and modelling General description and application in the United Republic of Tanzania. FAO FORESTRY PAPER 168, Rome: 60 str.
- Mali B. et al. 2016. Izhodišča za izboljšanje metodologije poročanja o emisijah toplogrednih plinov v povezavi z rabo tal, spremembo rabe tal in gozdarstvom. Ljubljana, : 47 str.
- Mali B. et al. 2017. Vzorčenja tal za oceno zalog ogljika na kmetijskih zemljiščih v letu 2017. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 55 str.
- Mali B., Ferreira A. 2016. Izhodišča za pripravo besedilnih informacij o sistemih, ki so uvedeni in se razvijajo, za oceno emisij in odvzemov zaradi gospodarjenja s polji in pašniki. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 14 str.
- Mali B., Marinšek A., Voglar G. E., Kozamernik E., Železnik P., Žlindra D., Simončič P., Šinkovec M., Bergant J., Vrščaj B. 2018. Vzorčenja tal za oceno zalog ogljika na kmetijskih zemljiščih v letu 2018. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 42 str.
- Mali B., Marinšek A., Žlindra D., Simončič P., Bergant J., Šinkovec M., Mežič P., Vrščaj B., Zupan M., Grčman H. 2016. Izdelava pilotnega vzorčenja tal za oceno zalog ogljika na kmetijskih zemljiščih. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 36 str.
- Mali B., Žižek Kulovec L., Simončič P. 2015. Monitoring emisij toplogrednih plinov zaradi rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstva in njegova prihodnost. V: Kraigher H., Humar M. (ur.) Monitoring v gozdarstvu, lesarstvu in papirništvu: zbornik prispevkov znanstvenega srečanja Gozd in les. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 75–78
- Maliszewska-Kordybach B. 2000. Organic Contaminants In Agricultural Soils In Central And East European Countries As Compared To West European Countries: Example Of PAH's. In: Soil Quality, Sustainable Agriculture and Environmental Security in Central and Eastern Europe. Wilson, M. J. and Maliszewska-Kordybach B.(eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 49–60
- Manaaki Whenua Landcare Research. 1999. 500 Soils Project.
<http://www.landcare.cri.nz/science/soilquality/index.shtml?500soils> (8. nov. 2001)
- Mangold R. D. 1998. Overview of the Forest Health Monitoring Program. In: Proceedings of "An International Conference on the Inventory and Monitoring of Forested Ecosystems", Integrated Tools for Natural Resources Inventories in the 21st Century. Hansen, M. and Burk T. (eds.). Boise Centre on the Grove, Boise, Idaho, USA., 16–20 August 1998: 129–140
- Martin S. 1993. The "Observatoire de la Qualite des Sols": an example of ecosystem monitoring. In: Integrated Soil and Sediment Research: A Basis for Proper Protection. Eijsackers, H. J. P. and Hamers, J. (eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 77 81
- Martin S., Baize D., Bonneau M., Chaussod R., Gaultier J. P., Lavelle P., Legros J. P., Lepretre A., Sterckeman T. 1998. The French National "Soil Quality Observatory". Paper 1010. In: 16th World Congress of Soil Science. Montpellier, France, 20–26 August 1998
- Mazvila J. Adomaitis T. 1998. Seminar: Monitoring of Soil and Agroecosystems - Results of investigation of regional agromonitoring of soils.
<http://neris.mii.lt/aa/semin/reg2.htm> (20. avg. 2002)
- Mazvila J. Adomaitis T. 1998. Seminar: Monitoring of Soil and Agroecosystems - System of regional agromonitoring of soils in Lithuania.
<http://neris.mii.lt/aa/semin/reg1.htm> (20. avg. 2002)
- McEwan G. Barr C. 1999. On Target For 2000-Field Survey Completed! In: Countryside Survey 2000 News - Newsletter For The Countryside Survey 2000, Issue 4: 1
- McGrath S. P. Loveland P. J. 1992. Introduction. In: The Soil Geochemical Atlas Of England And Wales. McGrath, S. P. and Loveland, P. J. (eds.). Blackie Academic&Professional, United Kingdom: 1–15
- Medvedev V. V. Laktionova T. N., 2012. Analysis of the Experience of European Countries in Soil Monitoring. EURASIAN SOIL SCIENCE, Vol. 45, No. 1: 90–97
- Miehe A., Glante F., Werner B., Huschek G. 2004. The German Permanent Soil Monitoring Program

- Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tonjko S., Vršič S., 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. RS Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano, Ljubljana 2010
- Minasny B., Malone B., Mcbratney A., Angers D., Arrouays D., Chambers A., Chaplot V., Chen Z.S., Cheng K., Das B.S., Field D., Gimona A., Hedley C.B., Hong S.Y., Mandal B., Marchant B., Martin M., Mcconkey B.G., Mulder V.L., Winowiecki L. 2017. Soil Carbon 4 per mille. *Goderma*, 292: 59–86
- Ministry for Environment of the Slovak Republic and Slovak Environmental Agency. 1999. State of the Environment Report: Aims, Principles, Structure and Methods of Partial Monitoring System SOIL. http://www.envir.ee/programmid/pharecd/soes/slovak/toxic/state/toxic_b45.html (18. dec. 2001)
- Ministry for Environment of the Slovak Republic and Slovak Environmental Agency. 1999. "State of the Environment Report - Soil Contamination." Web page, accessed 20 August, 2002. Available at http://www.envir.ee/programmid/pharecd/soes/slovak/toxic/state/toxic_b4.html
- Ministry of Environment and Waters and Executive Environmental Agency. 2002. Annual Bulletin 1999. <http://nfpbg.eionet.eu.int/eea/en/publicat/yearbook/landsoil/heavym/pollute.htm> (25. mar. 2003)
- Ministry of Environment and Waters and Executive Environmental Agency. 2002. Annual Bulletin 2000. <http://nfp-bg.eionet.eu.int/eea/en/publicat/yearbook1/index.htm> (25. mar. 2003)
- Ministry of Environment of the Republic of Lithuania. 2000. Part II - State Of Environment, Main Change Trends And Protection Measures. In: Environment 2000 - Ministry of Environment Annual Report, 2000: 67–129
- Ministry of the Environment of the Slovak Republic. 2000. State of the Environment Report Slovak Republic 2000. <http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/sprava2000eng/index.html> (15. avg. 2002)
- Ministry of the Environment of the Slovak Republic. 2002. State of the Environment Report - Slovak Republic 1999. <http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/psreng/prava.html> (15. avg. 2002)
- Ministry of Waters, Forests and Environmental Protection. 1998. "State of the Environment in Romania-1998." Web page, accessed 18 January, 2001. Available at <http://www.envir.ee/programmid/pharecd/soes/romania/html/>
- Mol G., Vriend S. P., van Gaans P. F. M. 2001. Environmental Monitoring In The Netherlands: Past Developments And Future Challenges. *Environmental Monitoring and Assessment* 68: 313–335
- Mol G., Vriend S.P., van Gaans P. F. M. 1998. Future trends, detectable by soil monitoring networks? *Journal of Geochemical Exploration* 62: 61–66
- Morvan X., Saby N.P.A., Arrouays D., Le Bas C., Jones R.J.A., Verheijen F.G.A., Bellamy P.H., Stephens M., Kibblewhite M.G. 2008. Soil monitoring in Europe: A review of existing systems and requirements for harmonisation. *Science of the Total Environment*, 391, 1: 1–12
- Muranyi A. 2000. Quality And Contamination Of Agricultural Soils In Hungary As Indicated By Environmental Monitoring And Risk Assessment. In: Soil Quality, Sustainable Agriculture and Environmental Security in Central and Eastern Europe. Wilson, M. J. and Maliszewska-Kordybach B.(eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 61–77
- National Forest Office of France. 1999. The RENECOFOR Flash. Issue 1: 4
- National Soil Resources Institute. 2003. "The National Soil Inventory Datasets." Web page, accessed 15 May, 2003. Available at <http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/nsri/pdfs/nsi.pdf>
- Nearby D.G., Trettin C.C., Page-Dumroese D. 2010. Soil Quality Monitoring: Examples of Existing Protocols. USDA Forest Service Proceedings RMRS: 59
- New Zealand Ministry for the Environment. Land. <http://www.mfe.govt.nz/issues/land> (7. apr. 2003)
- Neyroud J.A., Lischer P. 2003. Do different methods used to estimate soil phosphorous availability across Europe give comparable results? *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166: 422–431
- Norwegian Centre for Soil and Environmental Research. "The agricultural environmental monitoring programme in Norway (JOVA)." Web page, accessed 7 January, 2002. Available at http://www.jordforsk.no/jovabase/jova_eng.htm

- Nugis, E. Ratas R. 1993. Short Information on Soil and Land Conservation and Related Problems in the Estonian Republic. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993
- Nussbaum M., Papritz A.J., Baltensweiler A., Walthert L. 2012. Organic Carbon Stocks of Swiss Forest Soils Final Report. Institute of Terrestrial Ecosystems, ETH Zürich and Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Zürich and Birmensdorf: 51 str.
- Nyiraneza J., Thompson B., Geng X., He J., Jiang Y., Fillmore S., Stiles K. 2017. Changes in soil organic matter over 18 yr in Prince Edward Island Canada. *Can. J. Soil Sci.* 97: 745–756
- Ogle S.M. 2012. "US soil organic matter monitoring scheme". Fort Collins, ZDA, Colorado state University, Natural Resource Ecology Laboratory (osebni vir, 8. oktober 2012)
- Palmer C. J., Conkling B. L. 2001. Forest Health Monitoring Soil Measurements: Important Initial Findings.
<http://www.na.fs.fed.us/spfo/fhm/posters/posters01/posters01.htm> (17. jun. 2003)
- Rakacolli Z. 1993. Soil Monitoring in Albania. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993: 29–34
- Rauta C. 1993. State-of-the-Art Review on Soil Conservation Monitoring in Romania. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993: 172–178
- Riggers C., Poeplau C., Don A., Bamminger C., Höper H., Dechow R. 2019. Multi-model ensemble improved the prediction of trends in soil organic carbon stocks in German croplands. *Geoderma*, 1: 17–30
- Roots O. 1999. Estonian Environmental Monitoring Programme in 1999.
http://www.envir.ee/itk/eng/mon_pr_t.htm (18. dec. 2001)
- Roots O. Saare L. 1996. Structure And Objectives Of The Estonian Environmental Monitoring Program. *Environmental Monitoring and Assessment* 40: 289–301
- Sanka M. Paterson E. 1995. Basal Soil Monitoring Scheme In The Protected Areas Of The Czech Republic. *Environmental Monitoring and Assessment* 34: 167–174
- Sanka M., Nemec P., Harlikova S. 1999. Basal Soil Monitoring In The Czech Republic-Present State And Links With Atmospheric Deposition Monitoring. V: Proceedings from the III International Soil Monitoring Conference. Brno, Czech Republic, 3–4 June 1997: 3
- Schilling B. 1999. Second Sampling on Permanent Soil Monitoring Plots-Prerequisites, Experiences And Results. In: Proceedings from the III International Soil Monitoring Conference. Brno, Czech Republic, 3–4 June 1997: 1
- Schröder W., Schmidt R.P. 2004. Soil monitoring in Germany. *Journal of Soils and Sediments*, 4, 1: 49–58
- Sepp K. 1999. The Methodology And Applications Of Agricultural Landscape Monitoring In Estonia. Institute of Geography, Faculty of Biology and Geography, University of Tartu, Estonia. Tartu University Press: 161 str.
- Sepp K., Ivask M., Mander U., Mand M. 1997. Agricultural Landscape Monitoring. In: Estonian Environmental Monitoring 1996. Roots, O. and Talkop, R.(eds.). Estonian Ministry of Environment-Environment Information Centre, Tallinn: 163 str.
- Siebielec G., Kaczynski R., Łopatka A. 2014. Soil monitoring approaches in Poland. IUNG, JRC Ispra
- Sileika A. S. 1998. "Seminar: Monitoring of Soil and Agroecosystems - Integrated monitoring of agroecosystems." Web page, accessed 20 August, 2002. Available at
<http://neris.mii.lt/aa/semin/koma.htm>
- Skinner R. J., Todd A. D. 1998. Twenty-five years of monitoring pH and nutrient status of soils in England and Wales. *Soil Use and Management* 14: 162–169
- Sklep LULUCF. 2013. Sklep št. 529/2013/EU Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 21.maja 2013 o pravilih za obračunavanje emisij in odvzemov toplogrednih plinov, ki nastanejo pri dejavnostih v

- zvezi z rabo zemljišč, spremembo rabe zemljišč in gozdarstvom, ter informacijah o ukrepih v zvezi s temi dejavnostmi. Ur. l. EU št. L 165/80
- Slovak Environmental Agency. "Monitoring of the Environment of the Slovak Republic." Web page, accessed 15 August, 2002. Available at <http://www.sazp.sk/english/struktura/ceev/isme/21e.html>
- Slovak Environmental Agency. "Partial Monitoring Systems." Web page, accessed 15 August, 2002. Available at <http://www.sazp.sk/english/struktura/ceev/isme/22e.html>
- Smith W. B. 2002. Forest inventory and analysis: a national inventory and monitoring program. Environmental Pollution 116: 233–242
- Soil Science and Conservation Research Institute. 2003. Main Activities-Slovak Soils Monitoring. <http://www.uvtip.sk/english/rezort/vupu/akti.html> (11. jun. 2003)
- Somogyi Z., Hayes C., Freudenschuß A., Baritz R. 2011. Reporting requirements for the estimation of greenhouse gas emissions and removals of soils in the land use sector. In: Jandl R., Rodeghiero M., Olsson M. (eds.). Soil Carbon in Sensitive European Ecosystems: From Science to Land Management. John Wiley & Sons Ltd, UK: 219–238
- Spanischberger A. 2016. Sustainable agriculture and soil quality in Austria. <https://bmlfuw.gv.at> (5. okt. 2019)
- Sparling G. 2002. Soil quality assessed at 500 sites nationwide. In: Soil Horizons, Issue 7. Manaaki Whenua Landcare Research: 1–7
- Sparling G. Schipper L. 1998. Final Report: Trialing Soil Quality Indicators For State Of The Environment Reporting SMF Project 5001. Landcare Research Contract Report: LC9798/146. Landcare Research, New Zealand: 19 str.
- Sparling G. Schipper L. 1998. Soil Quality Monitoring in New Zealand: Concepts, Approach and Interpretation. Technical Report LCR 9798/060. Landcare Research, New Zealand: 45 str.
- Sparling G., Rijkse W., Wilde H., vander Weerden T., Beare M., Francis G. 2002. Implementing soil quality indicators for land. Research Report for 2000–2001 and Final Report for MfE Project Number 5089. Landcare Research Contract Report: LC0102/015. Ministry for the Environment Sustainable Management Fund, New Zealand: 157 str.
- Sparling G., Schipper L., McLeod M., Basher L., Rijkse W. 1996. Trialing Soil Quality Indicators for the State of the Environment Monitoring MfE Project Number 5001. Landcare Research Contract Report: LC9596/149. Manaaki Whenua-Landcare Research, New Zealand: 38 str.
- Sparling G., Schipper L., McLeod M., Basher L., Rijkse W. 1998. Trialing Soil Quality Indicators for the State of the Environment Monitoring Research Report for 1997/1998 SMF Project 5001. Landcare Research Contract Report: LC9798/141. Landcare Research, New Zealand: 47 str.
- Spencer S., Ogle S.M., Breidt F.J., Goebel J.J., Paustian K. 2011. Designing a national soil carbon monitoring network to support climate change policy: A case example for US agricultural lands. Greenhouse Gas Measurement and Management, 1, 3–4: 167–178
- Stankovics P., Toth G., Toth Z. 2018. Identifying Gaps between the Legislative Tools of Soil Protection in the EU Member States for a Common European Soil Protection Legislation. Sustainability, 10: 1–17
- State Inspectorate for Environmental Protection and UNEP/GRID-Warsaw Centre. 1997. State of Environment in Poland-Influence of Man on Soil Conditions. <http://www.mos.gov.pl/soe/7c.htm> (21. jan. 2002)
- Strebl F., Gebetsroither E., Orthofer R. 2003. Greenhouse Gas Emission from Cropland and Grassland Management in Austria. ARC-S-0221. Austrian Research Centre, Seibersdorf
- Stuczynski T., Pauly J., Terelak H. 1998. Neural computing approach to soil monitoring systems in Poland. In: Land Information Systems: Developments for planning the sustainable use of land resources. European Soil Bureau Research Report No. 4. Heineke, H. J., Eckelmann, W., Thomasson, A. J., Jones, R. J. A., Montanarella, L., and Buckley, B.(eds.). European Soil Bureau, Italy: 321–328
- Swedish Environmental Protection Agency. 1998. "Environmental Monitoring News Number 2 - National environmental monitoring." Web page, accessed 15 August, 2002. Available at <http://www.internat.environ.se/documents/issues/monitor/modoc/export/infoeng.pdf>

- Swedish Environmental Protection Agency. 2000. "Environmental Monitoring News Issue 2- National Environmental Monitoring." Web page, accessed 14 December, 2001. Available at <http://www.internat.environ.se/documents/issues/monitor/modoc/export/2-00E.pdf>
- Swedish National Forest Inventory. 2000. A Short Summary of Swedish Survey of Forest Soils and Vegetation. <http://www.sml.slu.se/sk/skeng.htm> (31. mar. 2002)
- Swedish National Forest Inventory. 2002. Swedish National Forest Inventory. <http://www-nfi.slu.se/> (9. jan. 2002)
- Swedish University of Agricultural Sciences. 2002. Integrated Monitoring in Sweden. <http://www.ma.slu.se/IM/IMeng.html> (15. avg. 2002)
- Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape. 2001. The Swiss Soil Monitoring Network. http://www.buwal.ch/stobobio/projekte/nabo/e_index.htm (10. dec. 2001)
- Šifrant rabe. 2019. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. http://rkg.gov.si/GERK/documents/Sifrant_rabe.pdf (8. okt. 2019)
- Terelak H. 1993. Mapping and Monitoring of Soils in Poland. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993: 163–171
- Terelak H. Motowicka-Terelak T. 2000. The Heavy Metals And Sulphur Status Of Agricultural Soils In Poland. In: Soil Quality, Sustainable Agriculture and Environmental Security in Central and Eastern Europe. Wilson, M. J. and Maliszewska-Kordybach B.(eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 37–47
- Tiemann S. 2002. Soil Monitoring as Precondition for Soil Conservation-A case study of Latvia. In: Phare ACE Seminar on Sustainable Agriculture in Central and Eastern European Countries: The Environmental Effects of Transition and Needs for Change. Nitra, Slovakia, 10–16 September 2001: 20 str.
- Toma L. 1999. Country Report on the Present Environmental Situation in Agriculture - Romania. The impact of agriculture on the environment. <http://www.fao.org/Regional/SEUR/ceesa/Romania.htm> (19. avg. 2002)
- Ulrich E. 1997. Organization of forest system monitoring in France- the RENECOFOR network. In: Proceedings of the XI World Forestry Conference. Antalya, Turkey, 13–22 October 1997. vol. 7: 95–101
- UN Framework Convention on Climate Change. 1998. Report of the conference of the parties on its third session, held at Kyoto from 1 to 11 December 1997. Addendum. Part two: Action taken by the conference of the parties at its third session. Geneva, United Nations Office at Geneva: 60 str.
- United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs. 1997. Soil Protection: Resampling the national soil inventory. V: Environmental Protection Division R&D Newsletter. No. 2
- United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs. 1999. Vegetation of the British Countryside- The Countryside Vegetation System: ECOFACT, Volume 2
- United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs. 2000. "Countryside Survey 2000 Accounting for Nature: Assessing Habitats in the UK Countryside." Web page, accessed 7 October, 2002. Available at <http://www.defra.gov.uk/wildlife-countryside/cs2000/01/03.htm>
- United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs and Natural Environment Research Council. 2001. "Countryside Survey 2000 Module 6 soil quality." Web page accessed 16 September, 2002. Available at http://192.171.153.202/Mod6_soil_qual.htm
- United Kingdom Department of the Environment, Transport and the Regions. 2001. The draft soil strategy for England-a consultation paper. Department of the Environment, Transport and the Regions, London, England: 65 str.
- United States Department of Agriculture Forest Service. 2002. Forest Inventory and Analysis FIA Fact Sheet Series: Soil Quality Indicator. USDA Forest Service and National Association of State Foresters: 1

- United States Department of Agriculture Forest Service. 2002. Soil Measurements and Sampling. In: Forest Inventory and Analysis Field Methods for Phase 3 Measurements, 2002. USDA Forest Service and National Association of State Foresters: 28 str.
- University of Hertfordshire. 2002. "Application for the National Agriculture Indicators to Farm Level - D26 Organic matter content of agricultural topsoils." Web page, accessed 16 April, 2003. Available at http://www.herts.ac.uk/natsci/Env/aeru/indicators/explorer/resource_d26.htm
- Uredba ESR. 2018. Uredba (EU) 2018/842 Evropskega parlamenta in Sveta o zavezujočem letnem zmanjšanju emisij toplogrednih plinov za države članice v obdobju od 2021 do 2030 kot prispevku k podnebnim ukrepom za izpolnitev zavez iz Pariškega sporazuma ter o spremembi Uredbe (EU) št. 525/2013, dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0842>
- Uredba LULUCF. 2018. Uredba (EU) 2018/841 Evropskega Parlamenta in Sveta o o vključitvi emisij toplogrednih plinov in odvzemov zaradi rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva v okvir podnebne in energetske politike do leta 2030 ter spremembi Uredbe (EU) št. 525/2013 in Sklepa št. 529/2013/EU, dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj?locale=s>
- Urvás L. 1993. Status report from Finland. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993: 86–92
- Vagstad N., Deelstra J. 1998. Environmental Monitoring in Agriculture. In: Jordforsk News, 6: 1. Jordforsk (Norwegian Centre for Soil and Environmental Research): 8–9
- Vagstad N., Gronlund A. 1993. Monitoring Soil Conservation in Norway. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14–17 September 1993
- Vaicys M. 1998. "Seminar: Monitoring of Soil and Agroecosystems -Lithuanian regional forest soil monitoring, aims, methods and tasks." Web page, accessed 20 August, 2002. Available at <http://neris.mii.lt/aa/semin/regma.htm>
- Vaicys, M., Raguotis, A., Armolaitis, K., and Kubertaviciene, L. 1998. "Seminar: Monitoring of Soil and Agroecosystems -Results and problems of the first Lithuanian regional forest soil monitoring." Web page, accessed 20 August, 2002. Available at <http://neris.mii.lt/aa/semin/pira.htm>
- van Duijvenbooden W. 1993. Ground-water quality monitoring in the Netherlands (Excerpts Directed to Soil). V: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14– 17 September 1993: 146–155
- van Laak M., Klingenberg U., Peiter E., Reitz T., Zimmer D., Buczek U. 2018. The equivalence of the Calcium-Acetate-Lactate and Double-Lactate extraction methods to assess soil phosphorus fertility. J. Plant Nutr. Soil Sci. 181: 795–801
- van Leeuwen J. P., Saby N.P.A., Jones A., Louwagie G., Micheli E., Rutgers M., Schulte R.P.O., Spiegel H., Toth G., Creame R.E. 2017. Gap assessment in current soil monitoring networks across Europe for measuring soil functions. Environmental Research Letters, 12: 124007
- van Wesemael B., Keith Paustian K., Andrén O., Cerri C.E.P., Dodd M., Etchevers J., Goidts E., Grace P., Kätterer T., McConkey B.G., Ogle S., Pan G., Siebner C. 2011. How can soil monitoring networks be used to improve predictions of organic carbon pool dynamics and CO₂ fluxes in agricultural soils. Plant Soil, 338: 247–259
- van-Camp L., Bujarrabal B., Gentile A.R., Jones R.J.A., Montanarella L., Olazabal C., Selvaradjou S.K. 2004. Reports of the Technical Working Groups established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/5. Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg
- Varallyay G. 1993. Soil Data-bases, Soil Mapping, Soil Information-and Soil Monitoring Systems in Hungary. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14 17 September 1993: 107–124.

- Varallyay G. 1998. Soil and Landsite Databases for Sustainable Land Management in Hungary. In: Proceedings of the International Conference on Geo-Information for Sustainable Land Management (SLM). Enschede, Netherlands, 17–21 August 1997: 18 str.
- Vernik T. 2014. Spremljanje vsebnosti organske snovi v kmetijskih tleh v Sloveniji. Mag. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 64 str.
- Vigier B., Gregorich E. G., Kroetsch D., King D. 2003. (Revised Edition). Sampling Design and Methodology. In: Benchmark site documentation: 14 & 44-ON (Rockwood, Ontario). ECORC Technical Bulletin No. 03-197E Eastern Cereals and Oilseeds Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa: 7–15
- Vrščaj B., Repe B., Simončič P. 2017. Soil Degradation. V: Vrščaj B., Repe B., Simončič P. (eds.). The Soils of Slovenia: 171–198
https://doi.org/10.1007/978-94-017-8585-3_8 (2.okt. 2019)
- Vrščaj B., Sušin J., Šinkovec M., Žnidaršič Pongrac V., Vernik T., Bregar Z., Gregorčič A., Grčman H., Mihelič R., Žlindra D., Simončič P. 2011. Strokovna in pravna izhodišča za vzpostavitev sistema zbiranja in obdelave podatkov preverjanja rodovitnosti tal (KRT): končno poročilo (KIS - Poročila o raziskovalnih nalogah, 366). Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 63 str.
- Vrščaj B., Zupan M., Lobnik F. 1990. Računalniška obdelava podatkov v projektu tematska karta onesnaženosti zemljišč Celjske občine. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerza Edvarda Kardelja Ljubljana, Kmetijstvo, 13: 41–58
- Wang C., Gregorich L.J., Rees H.W., Walker B.D., Holmstrom D.A., Kenney E.A., King D.J., Kozak L.M., Michalina W., Nolin M.C., Webb K.T., Woodrow E.F. 1995. Benchmark Sites for Monitoring Agricultural Soil Quality. In: The Health of Our Soils: Toward sustainable agriculture in Canada, Acton D.F. and Gregorich, L. J.(eds.). Publication 1906/E. Centre for Land and Biological Resources Research, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa: 31–40
- Wang C., Walker B.D., Rees H.W. 1997. Establishing A Benchmark System For Monitoring Soil Quality In Canada. In: Soil quality for crop production and ecosystem health. Gregorich, E.G. and Carter, M.R. (eds.). Chapter 15, Elsevier, Amsterdam: 323–337
- Wang C., Walker B.D., Rees H.W., Kozak L.M., Nolin M.C., Michalina W., Webb K.T., Holmstrom D.A., King D., Kenney E.A., Woodrow E.F. 1993. Benchmark Sites for Assessing Soil Quality Change. In: A program to assess and monitor soil quality in Canada: Soil quality evaluation program summary (interim), Acton, D. F.(ed.). CLBRR Contribution No. 93–49, Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa: 5–8
- Wenzel W.W., Alge G., Sattler H. 1993. Environmental Soil Monitoring in Austria: Methodology and Results. In: International Workshop on Harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. Varallyay, G.(ed.). Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary, 14– 17 September 1993: 35–48
- Winder J. 2003. Soil Quality Monitoring Programs: A Literature Review. Alberta Environmentally Sustainable Agriculture (AES) Soil Quality Monitoring Program and Alberta Agriculture, Food and Rural Development Conservation and Development Branch: 77 str.
- Wünscher R., Unterfrauner H., Peticzka R., Zehetner F. 2015. A comparison of 14 soil phosphorus extraction methods applied to 50 agricultural soils from Central Europe. Plant Soil Environ. 61: 86–96
- Zbiral J. 1995. Monitoring Of Agriculture Soils In The Czech Republic. Environmental Monitoring and Assessment 34: 175–178

Seznam prilog

Priloga A: Zaloge organskega ogljika v slovenskih tleh-Prispevek k svetovni karti talne organske snovi (TOS) GSOCMap_SloveniaReport

Priloga B: Vzorčenje tal za spremljanje talne organske snovi na kmetijskih zemljiščih Slovenije SOP-OKENV-007

*Priloga C: Postopek za vzorčenje tal na KPP ploskvah
SOP-LGE-017*

*Priloga D: Določanje vsebnosti C N in S v foliarnih vzorcih tal z elementarno analizo
ISO 10694:13878:15178 SOP_LGE_MET_024*

Priloga E: Sistem kakovosti operabilnosti in skladnosti baz podatkov talne organske snovi (TOS) SOP-OKENV-016

Priloga F: Postopek poročanja emisij in ponorov zaradi rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč SOP-POR-LULUCF-019

Priloga A:

Zaloge organskega ogljika v slovenskih tleh –

Prispevek k svetovni karti talne organske snovi (TOS)

GSOCMap_SloveniaReport

Priloga B:

**Vzorčenje tal za spremljanje talne organske snovi na kmetijskih
zemljiščih Slovenije**

SOP-OKENV-007

Priloga C:

Postopek za vzorčenje tal na KPP ploskvah

SOP-LGE-017

Priloga D:

Določanje vsebnosti C N in S v foliarnih vzorcih
tal z elementarno analizo ISO 10694:13878:15178

SOP_LGE_MET_024

Priloga E:

**Sistem kakovosti operabilnosti in skladnosti baz podatkov talne
organske snovi (TOS)**

SOP-OKENV-016

Priloga F:

**Postopek poročanja emisij in ponorov zaradi rabe kmetijskih in
gozdnih zemljišč**

SOP-POR-LULUCF-019