



Kmetijski inštitut Slovenije

Agricultural Institute of Slovenia

Izdelava karte potenciala vezave organskega ogljika v tla Slovenije

(Pogodba št.: 2330-21-000227)

Končno poročilo

Mejnik 2

25. januar 2022

Janez BERGANT, Peter KASTELIC, Borut VRŠČAJ

Ljubljana, 31. januar 2022

Izdelava karte potenciala vezave organskega ogljika v la Slovenije

(Pogodba št.: 2330-21-000227)

Končno poročilo

Mejniki 2

Naročnik:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Direktorat za kmetijstvo,
Sektor za trajnostno kmetijstvo, Oddelek za sonaravno kmetijstvo in podnebne spremembe
Skrbnik pogodbe za MKGP: Petra BOŽIČ

Avtorji poročila:

Janez BERGANT, Peter KASTELIC, dr. Borut VRŠČAJ

Sodelovali pri izvedbi projekta:

-

Izvajalci:

Kmetijski inštitut Slovenije (KIS),
Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire (OKENV), Center za tla in okolje

Odgovorni nosilec

Dr. Borut Vrščaj, Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire;

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

Vodja izvedbe projekta in dodatne informacije

Janez Bergant **E:** jani.bergant@kis.si; **T:** +386 (0)1 280 52 29;

Obdobje izvajanja: september 2021 – januar 2022

Janez Bergant
(vodja izvedbe projekta)

Dr. Borut Vrščaj
(nosilec projekta)

Prof. dr. Andrej Simončič
(direktor KIS)

VSEBINA

VSEBINA	3
KAZALO PREGLEDNIC	5
KAZALO ENAČB	5
KAZALO SLIK	5
OKRAJŠAVE IN IZRAZOSLOVJE	7
POVZETEK AKTIVNOSTI	8
1 UVOD	9
2 PREGLED VIROV IN LITERATURE	10
2.1 MODELIRANJE VEZAVE OGLJIKA V TLA	10
2.2 DEPOZITORIJ VIROV S TEMATIKO VEZAVE OGLJIKA V TLA	11
2.3 O MODELU ROTH C	11
3 METODE DELA	13
3.1 PRIPRAVA PODATKOV O TLEH, PODNEBJU, GOSPODARJENJU S TLEMI IN RABO TAL	16
3.1.1 Zaloge organskega ogljika v tleh (SOCmap).....	16
3.1.2 Klimatski podatki.....	17
3.1.3 Ocena letnega vnosa ogljika v tla in ocena neto primarne produkcije.....	18
3.1.4 Pokritost tal z vegetacijo (COV).....	20
3.1.5 Vsebnost gline v tleh (CLAY)	21
3.1.6 Raba zemljišč (LU)	22
3.2 USKLADITEV VHODNIH PODATKOV ZA MODEL VEZAVE C V TLA (ROTH C).....	25
3.2.1 Izdelava zbirk rastrskih podatkovnih slojev.....	25
3.2.2 Ciljne točke	28
3.3 ROTH C MODEL OCENE VEZAVE OGLJIKA V TLA.....	29
3.4 IZDELAVA KONČNIH KART ZA ŠTIRI OMENJENE SCENARIJE GLEDE NA SPECIFIKACIJE V SMERNICAH FAO	29
3.5 OCENA USPEŠNOSTI METODE IN ZANESLJIVOSTI KART VEZAVE TALNEGA ORGANSKEGA OGLJIKA	31
4 REZULTATI OCENE VEZAVE ORGANSKEGA OGLJIKA V TLA V SLOVENIJI PO METODOLOGIJI FAO	32
4.1 IZDELANI RASTRSKI INFORMACIJSKI SLOJI	32
4.2 INTERPRETACIJA OCEN VEZAVE OGLJIKA V TLA PO RAZLIČNIH SCENARIJIH	32
4.2.1 Scenarij BAU ('business as usual')	33
4.2.2 Scenarij SSM1 – povečanje vnosa ogljika	33
4.2.3 Scenarij SSM2 - povečanja vnosa C v kmetijska tla za 10 %.....	33
4.2.4 Scenarij SSM3 - povečanje vnosa ogljika v tla za 20 %.....	34
4.3 NAPOVEDANE VEZAVE OGLJIKA V TLA V PROSTORU	38
5 OCENE ZANESLJIVOSTI REZULTATOV MODELIRANJA VEZAVE OGLJIKA V TLA	41
6 POVZETEK DELA IN UGOTOVITEV	44
7 DELO V BODOČE	45
8 PREDSTAVITEV REZULTATOV ZA NAROČNIKA	46
9 POSREDOVANJE PODATKOV NA FAO	47

10	VIRI IN LITERATURA.....	50
11	PRILOGE	52

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Faze modeliranja in uporabljeni vhodni podatki za izdelavo kart potenciala vezave ogljika v tla Slovenije.....	14
Preglednica 2: Obdobje 2000 – 2020 in uporabljeni reprezentativni podatki rabe zemljišč po letih.....	22
Preglednica 3: Prevedba razredov rabe tal MKGP v razrede FAO za potrebe modeliranja v RothC.....	23
Preglednica 4: Pripisane vrednosti DPM/RPM razmerja po FAO kategorijah rabe tal	26
Preglednica 5: Letne stopnje vezave ogljika v tla (t C/ha leto) po različnih scenarijih in vrstah rabe zemljišč.....	34
Preglednica 6: Skupna vezava ogljika v tla (Kt C/leto) po različnih scenarijih in vrstah rabe zemljišč.....	34
Preglednica 7: Izračunane negotovosti absolutne (ASR) in relativne (RSR) povprečne letne vezave ogljika v tleh za obdobje 2020 – 2040 (%).	41

KAZALO ENAČB

Enačba 1: Izračun zalog ogljika v tleh (FAO, 2017).....	17
Enačba 2: Letni vnos ogljika v tla v modelu RothC v 'warm up' fazi za scenarij BAU.....	19
Enačba 3: Letni vnos ogljika v tla za leto 2001 v modelu RothC v 'warm up' fazi za scenarij BAU.	19
Enačba 4: Letni vnos ogljika v tla v modelu RothC v 'forward' fazi za scenarije SSM.	19
Enačba 5: Izračun neto primarne produkcije (g NPP/m ² leto v suhi snovi).....	19
Enačba 6: Pretvorba neto primarne produkcije v t NPP/ha leto.....	20
Enačba 7: Izračun neto primarne produkcije za različne kategorije rabe zemljišč.	20
Enačba 8: Verjetnost pokritosti tal z vegetacijo:.....	20
Enačba 9: Izračun stopnje negotovosti ocenjene povprečne letne vezave ogljika v tla za vsakega od scenarijev.....	31
Enačba 10: Izračun skupne negotovosti na kartah.....	31

KAZALO SLIK

Slika 1: Depozitorij prispevkov na temo vezave organskega ogljika v tla.	11
Slika 2: Struktura modela RothC, procesi in njegove glavne komponente: clay = vsebnost glin, a = faktor temperature, b = faktor vlage tal, c = faktor vegetacijskega pokrova. Slika povzeta po Coleman in Jenkinson (1996) ter Fallon in Smith (2009).....	12
Slika 3: Zaloge ogljika v tleh (t C ha ⁻¹) v treh fazah modeliranja (FAO, 2020b).	14
Slika 4: Shematski prikaz modela SloSOCseq za izdelavo ocene vezave ogljika v tla za obdobje 2020 – 2040 po zgledu metodologije GSOCSeq FAO, 2020 (FAO, 2020b).	15
Slika 5: Prikaz spline funkcije za preračun parametrov tal naključnega profila na globino 0 – 30 cm.....	16
Slika 6: Obdelava in prenos podatkov mesečnih verjetnosti pokritosti z vegetacijo iz GEE	21
Slika 7: Izsek iz baze; merjeni podatki tal vezani na talne sistematske enote preko referenčnih pedoloških profilov.	22

Slika 8: Izsek postopkov rasterizacije podatkov rabe zemljišč (MKGP) za obdobje 2000 – 2020 in projekcijo v WGS84 koordinatni sistem (EPSG: 4326).....	23
Slika 9: Qgis postopek izdelave ciljnih točk (TARGET_POINTS) za izvedbo RothC modela.....	28
Slika 10: Izsek kode za izvedbo RothC modela v 'forward' fazi.	30
Slika 11: Povprečna absolutna letna vezava ogljika v tla ($t\ C\ ha^{-1}\ leto^{-1}$) v obdobju 2020 – 2040 (zeleni simbol na grafu označuje povprečje).....	35
Slika 12: Povprečna relativna letna vezava ogljika v tla ($t\ C\ ha^{-1}\ leto^{-1}$) v obdobju 2020 – 2040 (zeleni simbol na grafu označuje povprečje).....	36
Slika 13: Povprečna absolutna letna vezava ogljika v tla ($t\ C\ ha^{-1}\ leto^{-1}$) po obravnavanih rabah zemljišč v obdobju 2020 – 2040 (zeleni simbol na grafu označuje povprečje).....	37
Slika 14: Povprečna relativna letna vezava ogljika v tla ($t\ C\ ha^{-1}\ leto^{-1}$) po obravnavanih rabah zemljišč v (zeleni simbol na grafu označuje povprečje).	38
Slika 15: Prostorski prikaz stopnje povprečne absolutne letne vezave/izpustov ogljika v tleh ($t\ C\ ha^{-1}\ leto^{-1}$) za obdobje 2020 – 2040.	39
Slika 16: Prostorski prikaz povprečne letne relativne vezave/izpusta ogljika v tleh ($t\ C\ ha^{-1}\ leto^{-1}$) glede na BAU scenarij.....	40
Slika 17: Prostorski prikaz negotovosti absolutne povprečne letne vezave ogljika v tleh (ASR) za obdobje 2020 – 2040 po različnih scenarijih (%).	42
Slika 18: Prostorski prikaz negotovosti relativne povprečne letne vezave ogljika v tleh (RSR) glede na BAU scenarij (%).....	43
Slika 19: Izsek pripravljenega gradiva za predstavitev naročniku.	46
Slika 20: Izsek povabila na predstavitev rezultatov projekta prek ZOOM aplikacije.....	46
Slika 21: Potrditev ustreznosti gradiva pripravljenega za predajo na FAO/GSP s strani naročnika.	47
Slika 22: Paket 19 rastrskih slojev pripravljenih v skladu s tehničnimi smernicami FAO, 2020, ki so bili januarja 2022 predani na FAO/GSP.	47
Slika 23: Izsek vsebine metadatoteke svn_GSOCseq_Metadata.xlsx, ki je sestavni del gradiva za FAO in priloga temu poročilu.	48
Slika 24: Izsek e-poštnega sporočila s priloženim gradivom poslanim na FAO/GSP 31.1.2022.	49
Priloga 1: Predstavitev rezultatov Mejnika 2 naročniku – izročki, 2 sliki na stran.	52

OKRAJŠAVE IN IZRAZOSLOVJE

BAU – 'Business as usual' oz. običajne kmetijske prakse

BIO - Microbial Biomass oz. mikrobnna biomasa

DPM - Decomposable plant material (C pool) oz. lahko razgradljivi rastlinski material

GSOCmap – Global Soil Organic Carbon Map oz. Svetovna karta zalog organskega ogljika

GSOCseq – Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map oz.

Svetovna karta potenciala za vezavo organskega ogljika v tla

GSP - Global Soil Partnership oz. svetovno partnerstvo za tla

HUM - Humified soil organic matter (C pool) oz. trajni humus

IOM - Inert organic matter (C pool) oz. inertna organska snov

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change oz. Medvladni panel za klimatske spremembe

NDVI - Normalized difference in vegetation index oz. normaliziran vegetacijski indeks

NPP - Net Primary Production oz. neto primarna produkcija

RPM - Resistant plant material (C pool) oz. na razgradnjo odpornejša rastlinska biomasa

Sekvestracija ogljika v tleh – vezava ogljika v tla če je sekvestracija pozitivna oz. izpust ogljika iz tal,
če je sekvestracija negativna

SOC - Soil organic carbon oz. talni organski ogljik

SOM – Soil organic matter oz. talna organska snov

SSM - Sustainable soil management oz. trajnostne kmetijske prakse

TOS – Talna organska snov

POVZETEK AKTIVNOSTI

Izraz 'sekvestracija ogljika' smo v tem poročilu zamenjali s slovenskim izrazom 'vezava ogljika' oz. 'izpust ogljika' iz tal v kolikor gre za negativno sekvestracijo.

V tem poročilu smo nadgradili fazno poročilo mejnika 1 z izpolnitvami zahtev iz pogodbe iz mejnika 2 v skladu s pogodbo št. 2330-21-000227 z naslovom »Izdelava karte potenciala vezave organskega ogljika v tleh v Sloveniji«:

Mejnik 1:

- *Izdelavo karte potenciala sekvestracije ogljika v tleh v Sloveniji s pregledom literature, zbiranjem potrebnih podatkov o tleh, podnebnju in gospodarjenju s tlemi in rabo tal (podrobneje predstavljeno v poglavjih: 2 in 3.1)*
- *Ocena zanesljivosti v skladu s tehničnimi smernicami FAO (poglavje: 5)*
- *Predstavitev za naročnika ter izdelano poročilo o izvedbi nalog iz 1. mejnika (poglavje: 6)*

Mejnik 2:

- *Izdelava končne verzije karte potenciala sekvestracije ogljika v tleh v Sloveniji v skladu s tehničnimi smernicami FAO. Izdelane karte predložili tudi v aktivni obliki (GIS) formata;*
- *Predstavitev rezultatov za naročnika ter poročilo o izvedbi nalog iz 2. mejnika;*
- *Posredovanje podatkov (elektronsko) na FAO v skladu s tehničnimi smernicami, po potrditvi s strani naročnika;*
- *Predložitev dokazila o posredovanju podatkov na FAO.*

Opravili smo pregled literature na temo vezave ogljika v tla in izdelali depozitorij vidnejših znanstvenih in strokovnih prispevkov s tematiko vezave C v tleh.

V skladu s tehničnimi smernicami FAO (FAO, 2020b) smo povzeli metodo in postopke, vključno z modelom RothC, jih prilagodili in izdelali simulacijo zaloga ogljika v tleh ter izdelali sloje in karte letne vezave ogljika v tla za nadaljnjih 20 let (obdobje 2020 – 2040) po 4 scenarijih (BAU, SSM1, SSM2, SSM3) za območje Slovenije. Metodološko je postopek potekal v treh fazah:

- *priprava prostorskih vhodnih podatkov in njihova harmonizacija*
- *modeliranje zaloga ogljika v tleh in povprečne letne vezave ogljika v tla za obdobje 2020 – 2040*
- *izdelava preliminarnih kart in obdelava rezultatov modela*

Rezultat modeliranja z RothC modelom je napoved zaloga ogljika v tleh za globino tal 0 – 30 cm za leto 2040 in povprečna letna vezava ogljika v tla po 4-ih scenarijih (BAU, SSM1, SSM2, SSM3) za obdobje 20 let (2020 – 2040) za Slovenijo v obliki rastrskih slojev v ločljivosti 1 x 1 km v WGS84 (EPSG: 4326) koordinatnem sistemu ter poimenovani v skladu z navodili FAO/GSP (FAO, 2020b).

Rezultat mejnika 1 so tudi preliminarne ocene zanesljivosti napovedi, mejnika 2 pa končne ocene zanesljivosti napovedi vezave ogljika, ki smo jih izvedli v skladu z navodili FAO (FAO, 2020b) in so prav tako predstavljene v obliki rastrskih podatkovnih slojev.

1 UVOD

To poročilo predstavlja povzetek rezultatov dela Mejnika 1 in Mejnika 2 v projektu *Izdelava karte potenciala vezave organskega ogljika v tleh v Sloveniji*.

V tem dokumentu poročamo o aktivnostih, postopkih, vhodnih podatkih, metodologijah in preliminarnih rezultatih izvedbe ocene sposobnosti tal za vezavo atmosferskega ogljika (t.j. za skladiščenje talne organske snovi).

V času trajanja projekta od septembra 2021 do januarja 2022 smo:

- *zbrali in pregledali najnovejše vire s področja vezave C v tla;*
- *pripravili in harmonizirali vhodne podatke,*
- *vzpostavili in metodološke postopke za izvedbo modela RothC za oceno vezave C v tla*
- *testirali celoten postopek modela na relativno grobi ločljivosti in*
- *izdelali končne karte/rezultate – prostorske sposobnosti tal za vezavo C*
- *pripravili prostorske sloje vezave C v tla za več scenarijev v skladu s smernicami FAO*
- *izdelali nacionalno poročilo namenjeno FAO ter ga skupaj s prostorskimi sloji po potrditvi s strani naročnika (MKGP) poslali na FAO*

S tem smo v celoti izpolnili v pogodbi načrtovane aktivnosti v okviru Mejnika 1 in Mejnika 2.

2 PREGLED VIROV IN LITERATURE

2.1 Modeliranje vezave ogljika v tla

Modeliranje zalog ogljika v tleh in njihovih sprememb v okolju je v zadnjih nekaj desetletjih v porastu. V zadnjih 80 letih je nastalo vsaj 90 različnih matematičnih modelov, ki opisujejo in kvantificirajo spremembe zalog ogljika v tleh (Campbell & Paustian, 2015; Falloon & Smith, 2010; Manzoni & Porporato, 2009). Zaradi svojih strukturnih lastnosti, vhodnih podatkov pa niso vedno vsi modeli uporabni. Prav tako obstajajo specifični matematični modeli, ki se osredotočajo samo na nek ekosistem, na neko vrsto rabe tal (npr. modeli za gozdne ekosisteme, obdelovalne površine, travinje). Modeli za ocenjevanje sprememb zalog ogljika na travinju so npr. CENTURY in DayCent, Grassland Ecosystem Model, GEM, Hurley Pasture Model of Thornley, PaSim, DNDC) (FAO, 2019)

Modele za ocenjevanje zalog ogljika v tleh in njihovo dinamiko lahko glede na strukturiranost in namen razdelimo v tri skupine; »empirični« modeli, »talni oz. pedološki« modeli in »ekosistemski« modeli. Vsaka skupina modelov je zasnovana nivojsko in načeloma uporaba modela višjega nivoja pomeni večjo zanesljivost rezultatov modela.

Prva skupina modelov običajno temelji na merjenih oz. ocenjenih zalogah ogljika v tleh v dveh obdobjih ali pa na ugotovljenih povezavah med zalogami ogljika v tleh in drugimi okoljskimi spremenljivkami (talne, klimatske, raba zemljišč, kmetijske prakse itd.). Eden najbolj znanih tovrstnih modelov je bil razvit na IPCC in je širše uporabljen za nacionalna poročanja o emisijah in ponorih ogljika. Empirični model IPCC izračuna spremembe zalog ogljika v tleh v obdobju 20 let in za svoj izračun uporabi referenčno vrednost zalog ogljika v tleh v začetnem obdobju (t_0) ter ga množi s faktorji, ki so vezani na klimatske dejavnike, razrede rabe zemljišč in kmetijske prakse (FAO, 2019) ter s tem oceni zaloge ogljika v tleh v zaključnem letu.

Mnogo modelov za ocenjevanje dinamik kroženja ogljika sodi v t.i. skupino »pedoloških« modelov (ang. '*soil process models*'), ki opredeljujejo zaloge ogljika na podlagi klimatskih in talnih dejavnikov ter podatkov rabe zemljišč. Najbolj znani tovrstni procesno orientirani modeli napovedovanja zalog ogljika v tleh so YASSO, ICBM, C-TOOL, CANDY in RothC (FAO, 2019).

V zadnjih 20 letih je bil največkrat uporabljen RothC model (Campbell & Paustian, 2015), ki sta ga FAO organizacija in GSP izbrala za izdelavo svetovne karte stopnje vezave (sekvestracije) ogljika v tla (FAO, 2020a).

Tretja skupina modelov so t.i. »ekosistemski« modeli, ki prav tako kot »pedološki« procesni modeli upoštevajo klimatske in talne podatke ter podatke rabe zemljišč, a dodatno lahko napovedujejo tudi dinamiko ostalih hranil in elementov v ekosistemu; kot npr. nadzemni in podzemni prirast biomase, vnos ogljika v tla, vodno-bilančno dinamiko, dinamiko hranil v tleh in njihovo interakcijo. Med takšnimi modeli so znani EPIC, CENTURY, DNDC, DAISY, SOCRATES, DSSAT, APSIM. Nekateri so specializirani tudi za modeliranje na nivoju kmetij: ICBM in HOLOS ali pa za modeliranje živinorejskih sistemov na kmetiji: ECOMOD Suite in PaSIM (FAO, 2019).

2.2 Depozitorij virov s tematiko vezave ogljika v tla

Rezultat pregleda virov in literature s področja vezave ogljika v tla v času poročanja je tudi depozitorij 56-ih znanstvenih in strokovnih prispevkov.

Ime	Datum spremembe	Vrsta	Velikost
bolinder2007	20. 10. 2021 07:30	Adobe Acrobat Docum...	476 K
coleman1996	20. 10. 2021 08:36	Adobe Acrobat Docum...	815 K
ColemanJenkinson2014	7. 12. 2020 14:07	Adobe Acrobat Docum...	971 K
falloon1998	20. 10. 2021 07:51	Adobe Acrobat Docum...	842 K
falloon2007	20. 10. 2021 07:51	Adobe Acrobat Docum...	1.465 K
fao2017	20. 10. 2021 09:04	Adobe Acrobat Docum...	1.501 K
fao2019	20. 10. 2021 09:02	Adobe Acrobat Docum...	2.364 K
fao2019b	20. 10. 2021 09:02	Adobe Acrobat Docum...	463 K
FaolnIpcc2019	20. 10. 2021 09:00	Adobe Acrobat Docum...	21.521 K
Farina2017	20. 10. 2021 08:37	Adobe Acrobat Docum...	4.758 K
Follett2013	20. 10. 2021 08:40	Adobe Acrobat Docum...	1.473 K
Gottschalk2012	20. 10. 2021 08:41	Adobe Acrobat Docum...	2.549 K
hararuk2014	20. 10. 2021 07:59	Adobe Acrobat Docum...	1.638 K
harris2013	20. 10. 2021 08:33	Adobe Acrobat Docum...	436 K
hengl2017	20. 10. 2021 08:32	Adobe Acrobat Docum...	6.790 K
ipcc2013	20. 10. 2021 08:51	Adobe Acrobat Docum...	50.981 K
ipcc2014	20. 10. 2021 08:50	Adobe Acrobat Docum...	11.449 K
ipcc2018	20. 10. 2021 08:49	Adobe Acrobat Docum...	56.941 K
ipcc2019	20. 10. 2021 08:48	Adobe Acrobat Docum...	337 K
josmith2006	20. 10. 2021 08:25	Adobe Acrobat Docum...	2.355 K
kamoni2007	20. 10. 2021 08:05	Adobe Acrobat Docum...	795 K
lal2018	20. 10. 2021 08:05	Adobe Acrobat Docum...	397 K
lehtonen2020	20. 10. 2021 08:06	Adobe Acrobat Docum...	1.928 K
lieth1975	20. 10. 2021 08:07	Adobe Acrobat Docum...	4.193 K
liu2011	20. 10. 2021 08:08	Adobe Acrobat Docum...	1.417 K
Milne2007	20. 10. 2021 08:42	Adobe Acrobat Docum...	284 K
mondini2018	20. 10. 2021 08:10	Adobe Acrobat Docum...	2.484 K
moradizadeh2016	20. 10. 2021 08:10	Adobe Acrobat Docum...	938 K
morais2019	20. 10. 2021 08:44	Adobe Acrobat Docum...	2.380 K
mullerandsierra2014	7. 12. 2020 14:07	Adobe Acrobat Docum...	258 K

Slika 1: Depozitorij prispevkov na temo vezave organskega ogljika v tla.

2.3 O modelu RothC

RothC je model za ocenjevanje pretvorbe organskega ogljika skladiščenega v tleh v različne kemijske oblike in posledično tudi njegovo prehajanje iz tal. Razvit je bil za vrste tal, ki niso izpostavljene stalnemu zastajanju vode (non-waterlogged soils) (Coleman & Jenkinson, 1996). Uporabniku omogoča definirati vnose ogljika v tla, ki se nato skozi model ločijo v štiri aktivne in eno neaktivno komponento.

V začetni fazi modela se vhodni organski ogljik najprej pretvori v aktivno obliko ogljika ter del ogljika, ki je inerten in ni predmet nadaljnega modeliranja. Aktivni del vhodnega rastlinskega ogljika se razdeli med razgradljivo rastlinsko biomaso (DPM) in na razgradnjo odpornejšo rastlinsko biomaso (RPM). Razmerje je odvisno od vhodnega rastlinskega materiala/biomase. Večina kmetijskih rastlin ima razmerje 1,44 kar pomeni, da se v DPM pretvori 59 % rastlinskega materiala in 41 % v RPM. Tako DPM kot RPM rastlinski material nadalje razpada in tvori CO₂, mikrobnio biomaso (BIO) in humificirano organsko snov (HUM). Delež organske snovi, ki mineralizira v CO₂ na eni strani in mikrobnio biomaso (BIO) + humificirano organsko snov (HUM), je v veliki meri odvisen od vsebnosti gline v tleh. BIO + HUM material se razdeli z deleži; 46 % v BIO in 54 % v HUM. Vsak od njiju nato razpada v CO₂ oz. prehaja v drugega s postopkom prvega reda, s svojo značilno hitrostjo, na katero vpliva predvsem vsebnost gline (clay), temperatura (a), vlažnost tal (b) in pokrovnost tal (c). Podrobnejši opis modela in njegovi procesi

3 METODE DELA

V metodologiji GSOCseq FAO, 2020 je za modeliranje izbran RothC model, ki je primarno zasnovan za območja obdelovalnih zemljišč in travinja na mineralnih tleh zato smo v raziskavi v skladu z navodili projektne naloge modelirali dinamiko zalog ogljika v tleh po modelu RothC in sledili tehničnim specifikacijam oz. navodilom FAO/GSP za izdelavo svetovne karte potenciala vezave ogljika (FAO, 2020b). Večina gradiva v naslednjih poglavjih je zato povzeta po omenjenem viru, ki ga bomo imenovali **model ali metodologija GSOCseq FAO** (FAO, 2020b).

Območja ekstremno peščenih tal (vsebnost peska > 90 %), slana tla in poplavna oz. tla mokrišč, morebitna območja z zalogami ogljika v tleh nad 200 t C/ha, so izvzeta iz modela. FAO/GSP predvideva, da bodo tekom razvoja metodologije GSOCseq v prihodnjih verzijah v model lahko vključena tudi trenutno izvzeta območja in rabe zemljišč.

Z nizom postopkov, ki smo jih poimenovali SloSOCseq model smo simulirali vezavo ogljika v tla od t_0 za obdobje 20 let do t_{20} (t_0 = leto 2020, t_{20} = leto 2000, t_{20} = leto 2040) za globino tal 0 – 30 cm glede na različne scenarije uporabe trajnostnih kmetijskih praks in sicer:

- *BAU kot scenarij brez sprememb v kmetijskih praksah (ang. 'business as usual'),*
- *SSM1 kot scenarij trajnostnih kmetijskih praks s 5 % povečanjem vnosa organske snovi na KZ glede na BAU (prezimni posevki, zeleno gnojenje ipd.),*
- *SSM2 kot scenarij trajnostnih kmetijskih praks s 10 % povečanjem vnosa organske snovi na KZ glede na BAU,*
- *SSM3 kot scenarij trajnostnih kmetijskih praks z 20 % povečanjem vnosa organske snovi na KZ glede na BAU.*

Postopek je računsko zahteven. Iz procesnega ter podatkovnega vidika je razdeljen v tri faze:

- *'spin up' faza; faza inicializacije in povratna simulacije letne stopnje vnosa ogljika v tla do leta 2000 (t_{20});*
- *'warm up' faza; prilagoditev simuliranih dejavnikov in vnosa ogljika v tla na podlagi dostopnih letnih podatkov 2000 – 2020 (t_0). Upoštevamo podatke rabe zemljišč, klimatske podatke, pokrovnosti tal in vsebnosti gline;*
- *'forward' faza; faza simulacije in napovedovanja zalog ogljika v tleh v letu 2040 in stopnje vezave ogljika v tla v obdobju 20 let (2020 – 2040) po 4-ih scenarijih BAU, SSM1, SSM2, SSM3.*