



Promjena zaliha ugljika u tlu i izračun trendova
ukupnog dušika i organskog ugljika u tlu te odnosa
C:N

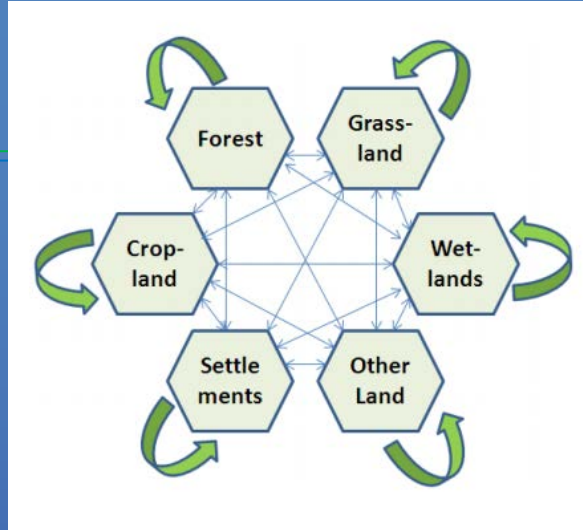
Opis i obrazloženje korištenih metoda

Hrvatski geološki institut
Hrvatski šumarski institut
Agencija za poljoprivredno zemljište



Projekt-svrha

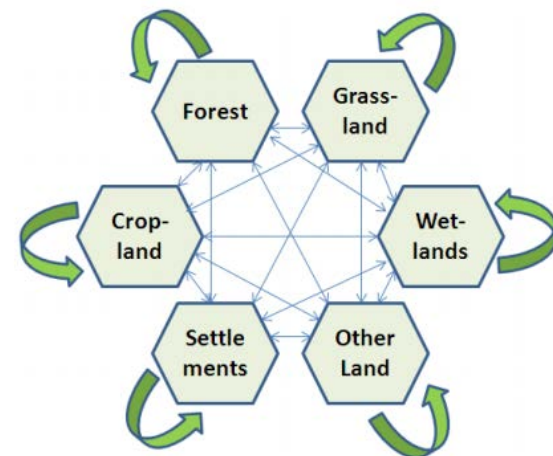
Projekt je dio Programa „Dogradnja i razvoj Informacijskog sustava zaštite okoliša i unapređenje sustava praćenja i izvješćivanja o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj“;
Komponenta 2.: Unapređenje sustava praćenja i izvješćivanja o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj.



7.3.2. Unapređenje sustava prikupljanja i razmjene podataka te izrada metodologija za njihovu obradu u skladu sa smjernicama UNFCCC i Kyotskog protokola definirane IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change):

a. Promjena zaliha ugljika u tlu i izračun trendova ukupnog dušika i organskog ugljika u tlu te odnosa C:N

Zalihe organskog ugljika u tlima i Kyotski protokol



The Kyoto Protocol (UNFCCC, 1998) considers soils as an essential component to mitigate the dangerous concentration of greenhouse gases in the atmosphere. Two supplementary reports: (1) Land Use, Land-Use Change, and Forestry (LULUCF) (IPCC, 2000) and (2) Good Practice Guidance for LULUCF (IPCC, 2003)

identifies soil organic carbon (SOC) monitoring to be an obligatory tool when implementing Articles 3.3 (afforestation, reforestation and deforestation since 1990), and Article 3.4 (forest management, cropland management, grazing land management, revegetation) of the Protocol.

Zalihe organskog ugljika u tlima i Kyotski protokol

LULUCF - Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo
(Land-use, Land Use Change and Forestry)

Šumsko zemljište (FL-Forest land)

Zemljište pod usjevima (CL-Cropland)

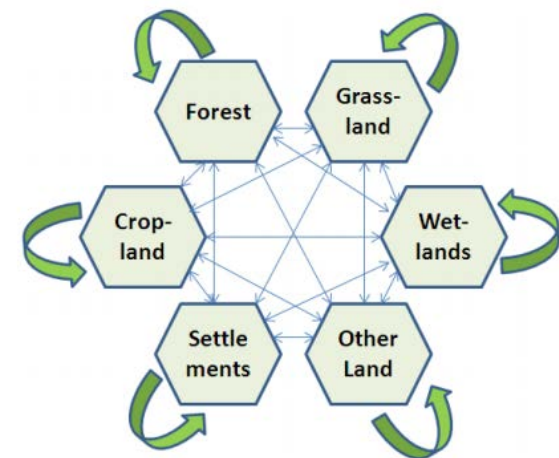
Travnjaci (GL - Grassland)

Naseljena područja (SL-Settlements)

Močvarno zemljište (WL-Wetlands)

Ostalo zemljište (OL - Other Land)-golo tlo, stijene

NIR- Nacionalni inventar stakleničkih plinova (National Inventory Report) potrebni podaci za Korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstva (LULUCF)



$$SOC_{stock} = \sum_{layer=1}^{layer=j} (SOC_{content} * BulkDensity * Depth * (1 - frag))_{layer}$$

SOC_{stock} = zaliha (gustoća) organskog ugljika za j horizonata na lokaciji uzorkovanja, C t/ha

$SOC_{content}$ = količina/koncentracija organskog ugljika u uzorkovanom horizontu, mas. % ili g C / kg tla

$BulkDensity$ = gustoća tla u neporemećenom stanju u uzorkovanom horizontu, g/cm³

$Depth$ = debljina uzorkovanog horizonta u cm

$frag$ = volumen krupnih fragmenata stijena u uzorkovanom horizontu u mas. %

1. GEOKEMIJKI KARTA RH (HGI-MZO 1991-2004/2009)
2. PROGRAM TRAJNOG MOTRENJA TALA HRVATSKE
Projekt Izrada Programa trajnoga motrenja tala Hrvatske s pilot projektom LIFE05 TCY/CRO 000105 (2006-2009)
3. Soil sampling protocol to certify the changes of organic carbon stock in mineral soil of the European Union – EU JRC (2007)
4. Namjenska pedološka karta RH 1:300000
5. CORINE 2012 CLC dominantnim LULUCF kategorijama
6. UKUPNI DUŠIK I ORGANSKI UGLJIK U TLIMA REPUBLIKE HRVATSKE (HGI-AZO 2012)
7. KARTE ORGANSKOG UGLJIKA, UKUPNOG DUŠIKA, NUTRIJENATA I POTENCIJALNO TOKSIČNIH ELEMENATA U TLIMA RH (HGI-AZO 2013)

- a) Organski ugljik po pojedinačnim slojevima i ukupni organski ugljik u sloju od 0-30 cm dubine tla za LULUCF i CLC kategorije zemljišta.
- b) Rezultati analize volumne gustoće po pojedinačnim slojevima i izračunat prosjek za sloj od 0-30 cm za LULUCF i CLC kategorije zemljišta.
- c) Ukupni dušik (N) po pojedinačnim slojevima i ukupni dušik u sloju od 0-30 cm dubine tla za LULUCF i CLC kategorije zemljišta.
- d) Anorganski ugljik po pojedinačnim slojevima i anorganskog ugljika u sloju od 0-30 cm dubine tla za LULUCF i CLC kategorije zemljišta.
- e) Izračunati odnos organski ugljik:ukupni dušik (C:N) po pojedinačnim slojevima i izračunat prosjek za sloj od 0-30 cm za LULUCF i CLC kategorije zemljišta.
- f) Načinjena je rekalkulacija zaliha ugljika za 725 točaka iz geokemijske karte na temelju volumnih gustoća tla za lokacije te organskog ugljika analiziranog 2012. a za razdoblje uzorkovanja od 1990 do 2004 za sloj od 0-25 cm
- g) Načinjana je analiza trendova promjena zaliha organskog ugljika s obzirom na novu **pedotransfernu funkciju** ukupno za sva tla zajedno, te za tla prema LULUCF kategorijama sukladno CRF tablicama u hrvatskom NIR-u.

Geokemijska karta RH (veći dio lokacija 1996-2004)

A) 0-25 cm- arhivirani uzorci

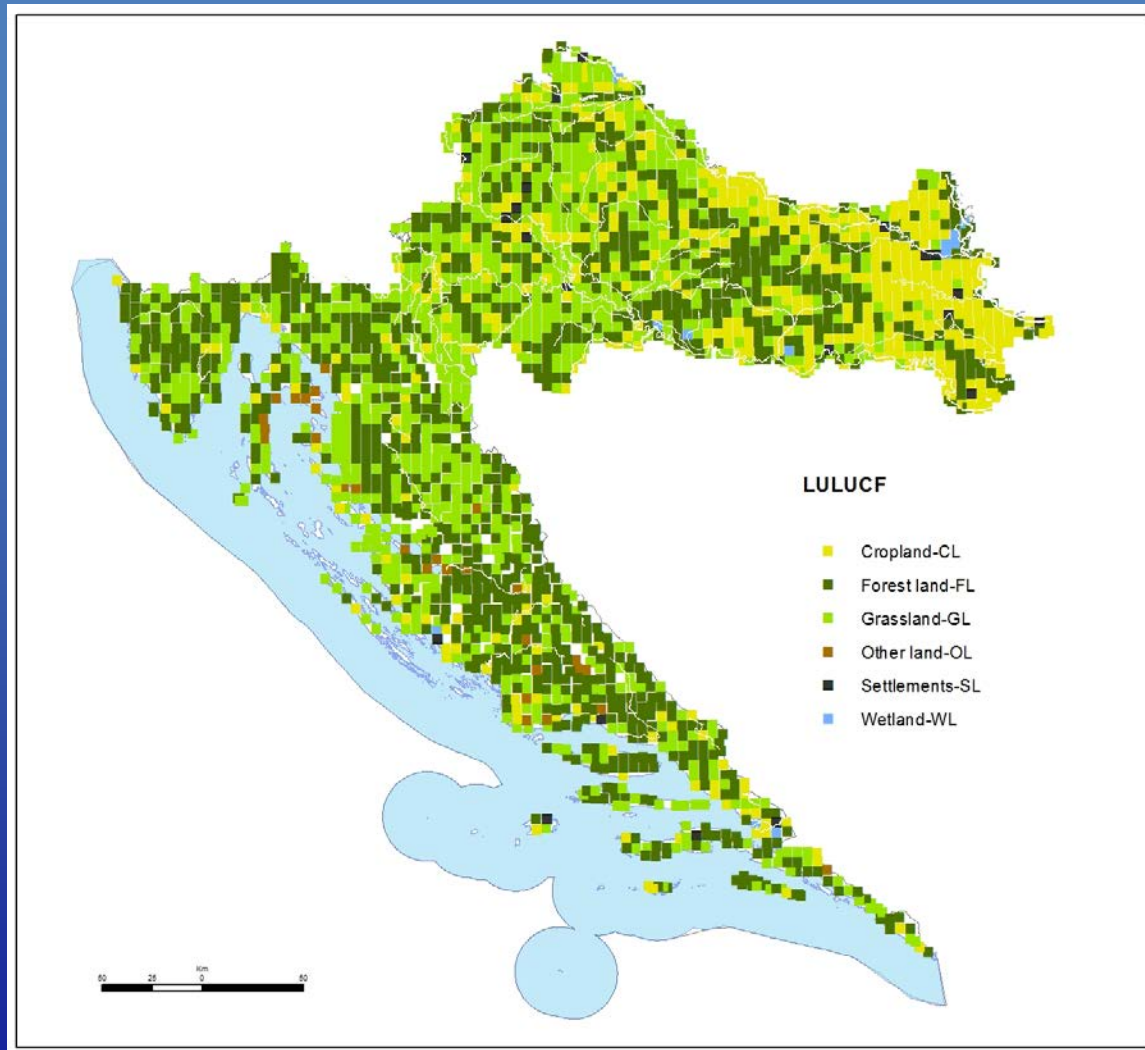
B) Analize 2519 kompozitnih uzoraka tla suhim spaljivanjem organski C i N

C) CLC i LULUCF kategorije definirane na temelju zapisa u terenskim dnevnicima

Procijenjeni parametri:

D) Ukupna gustoća određena pomoću pedotransferskih funkcija (na temelju sadržaja organskog ugljika)-

E) Količina fragmenta iz podataka iz Namjenske pedološka karta RH 1:300000)



Točke geokemijske karte na mreži 5x5 km RH klasificirane po LULUCF kategorijama.

gustoća tla (volumena) = tona tla / m³ (ekvivalent Mg m⁻³) prema pedotransferskim funkcijama za tri glavne LULCUF kategorije:

3.1) Gustoća za šumska tla (Forest land FL):

$$\text{Soil density (g/cm}^3\text{)} = 100 / (((\text{SOC}\%) / 0,224) + ((100 - (\text{SOC}\%)) / 1,4))$$

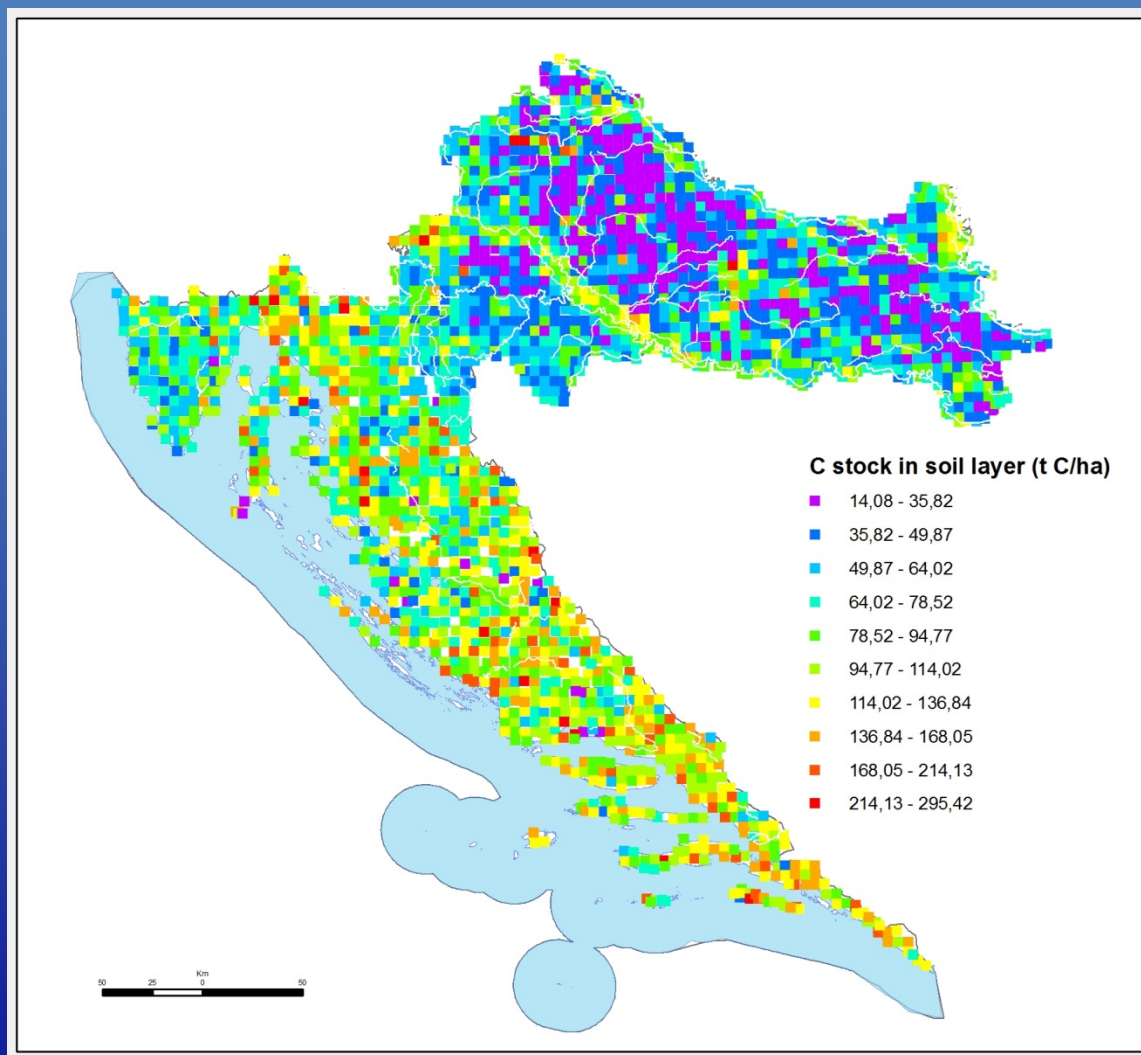
3.2. Gustoća za poljoprivredna tla (Cropland CL):

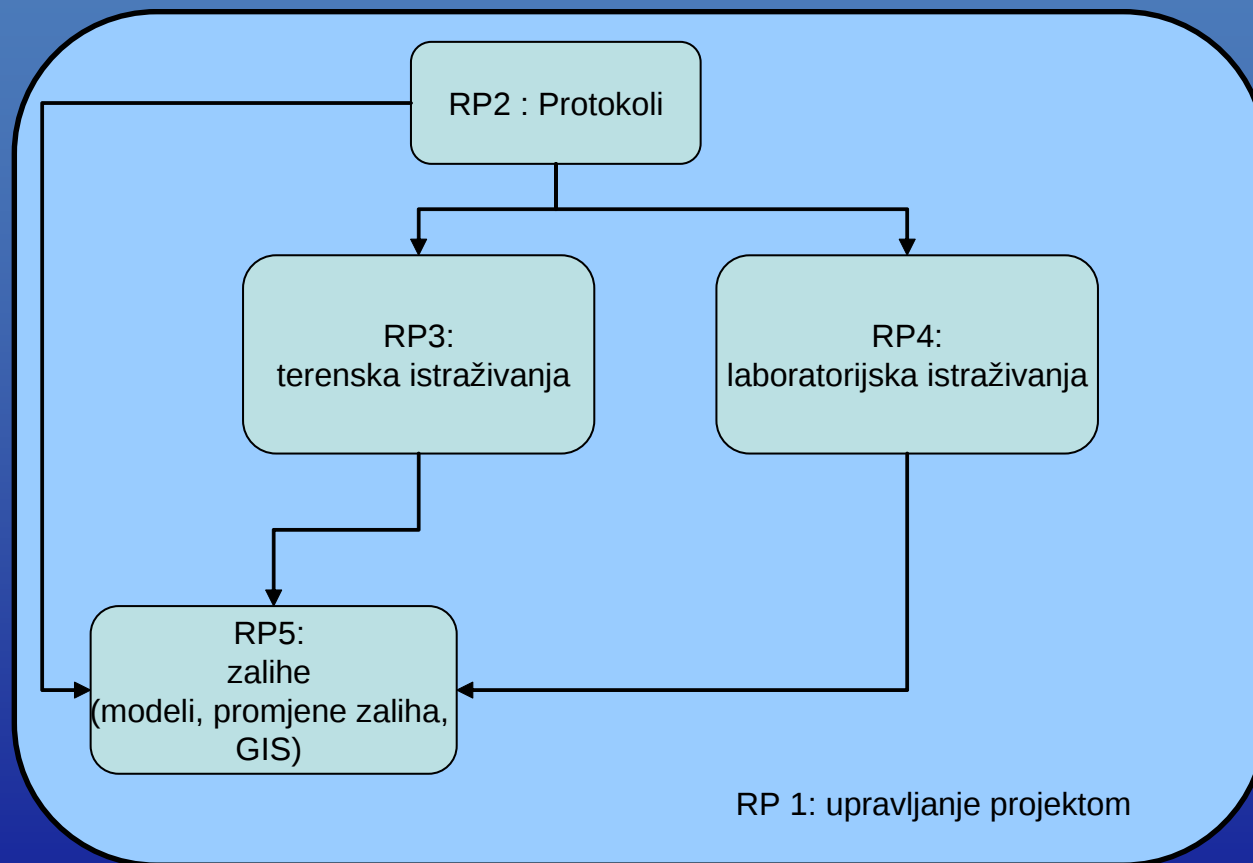
$$\text{Soil density (g/cm}^3\text{)} = 1,5 - 0,007 * 10 * (\text{SOC}\%)$$

3.3. Gustoća za tla pašnjaka (Grassland GL):

$$\text{Soil density (g/cm}^3\text{)} = 1,28 - 0,037 * (\text{SOC}\%) * 1,724$$

Karta distribucije zaliha organskog ugljika u tlima RH (prikaz po točkama-2012).

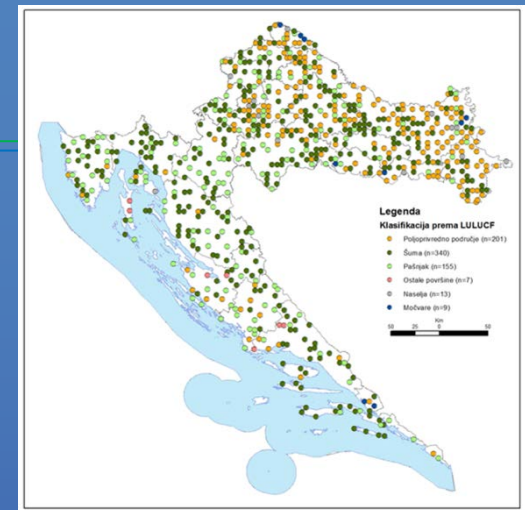




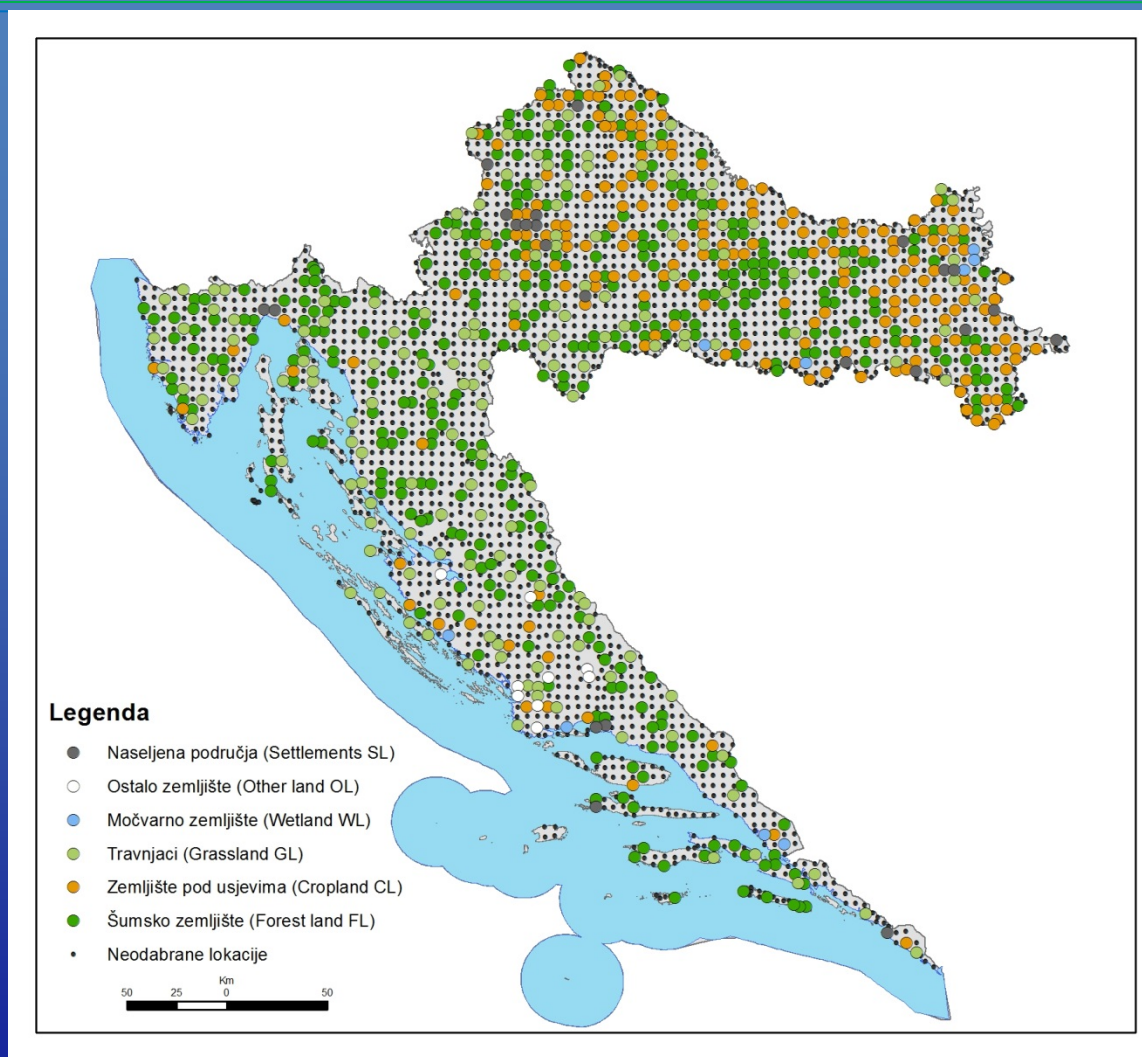
-
1. Protokoli (uzorkovanje, laboratorijske metode, statističke)
 2. Odabir točaka iz geokemijske karte
 3. Terenski rad (uzorkovanje)
 4. Laboratorijske metode
 5. Kalkulacije i statističke metode
 6. GIS-projekt
 7. ENVI Preglednik (HAOP)

RP	Aktivnost br.	Opis	Partner
RP1: Upravljanje projektom			
RP2: Protokoli			HGI, HŠI, APZ
	2.1	Protokoli za Uzorkovanje, temeljeni na Programa trajnog motrenja tala Hrvatske (AZO, 2008)	
	2.2	Protokoli Laboratorijskih metoda	
	2.3	Protokol odabira lokacija za provedbu projekta (utvrđivanje reprezentativnosti) Odabir 750 (+) reprezentativnih lokacija uzorkovanja tla - Izrada GIS karte rasporeda lokacija uzorkovanja tla po RH sa svim dostupnim podacima o lokaciji	HGI, HŠI, APZ

RP3: Terenska istraživanja/uzorkovanje	3.1	Šumska zemljišta (FL)	HŠI (HGI i APZ)
	3.2	Poljoprivredna zemljišta (CL)	APZ (HGI i HŠI)
	3.3	Livade, pašnjaci, naselja, močvarna i ostala zemljišta (GL, SL, WL, OL)	HGI (HŠI i APZ)

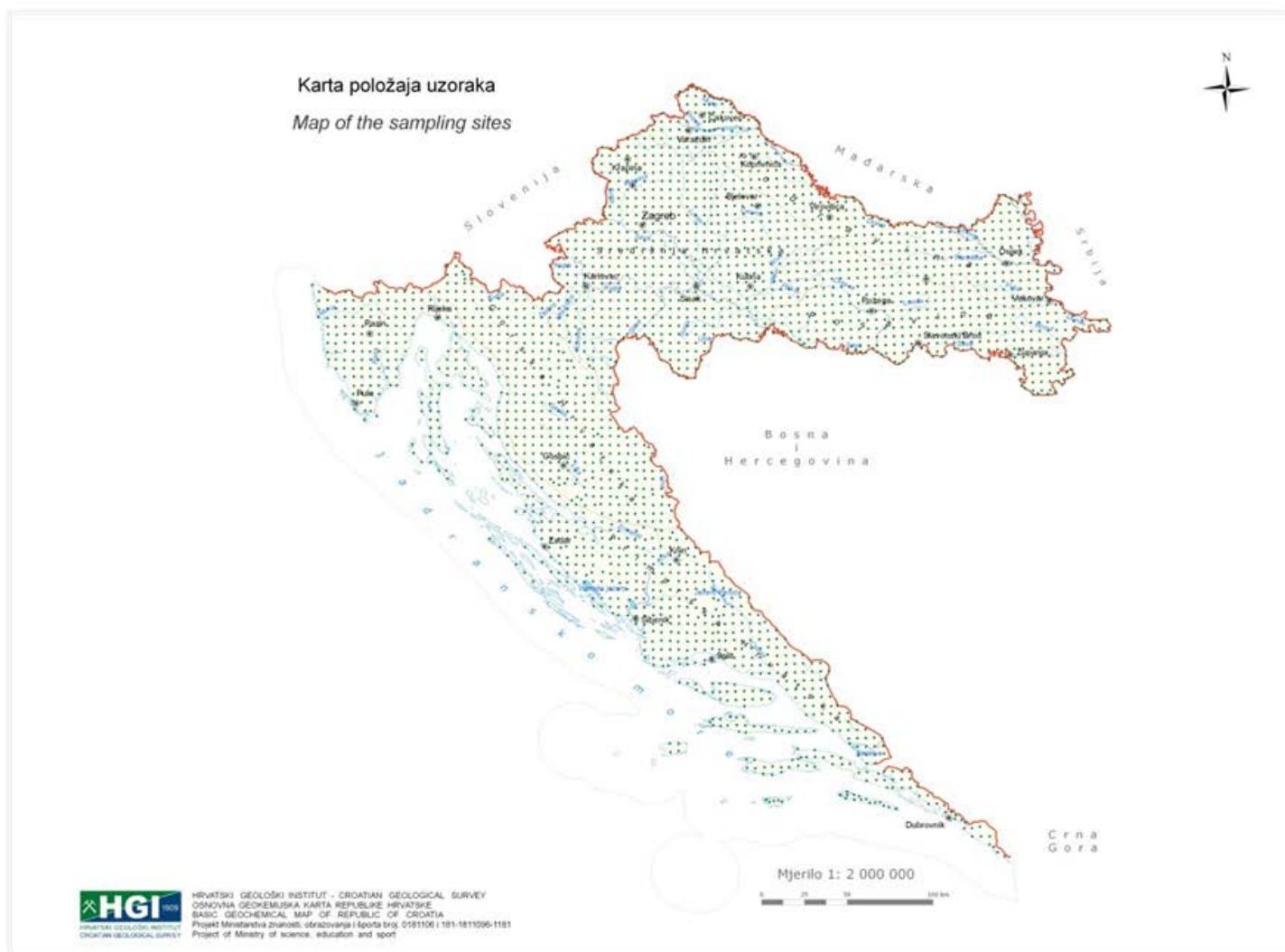


TIP ZEMLJIŠTA	(Lokacija)
Šumsko zemljište (Forest land-FL)	351
Zemljište pod usjevima (Cropland-CL)	194
Močvarno zemljište (Wetland-WL)	9
Travnjaci (Grassland-GL)	164
Naseljena područja (Settlements-SL)	23
Ostalo zemljište (Other land-OL)	9
UKUPNO LOKACIJA	750

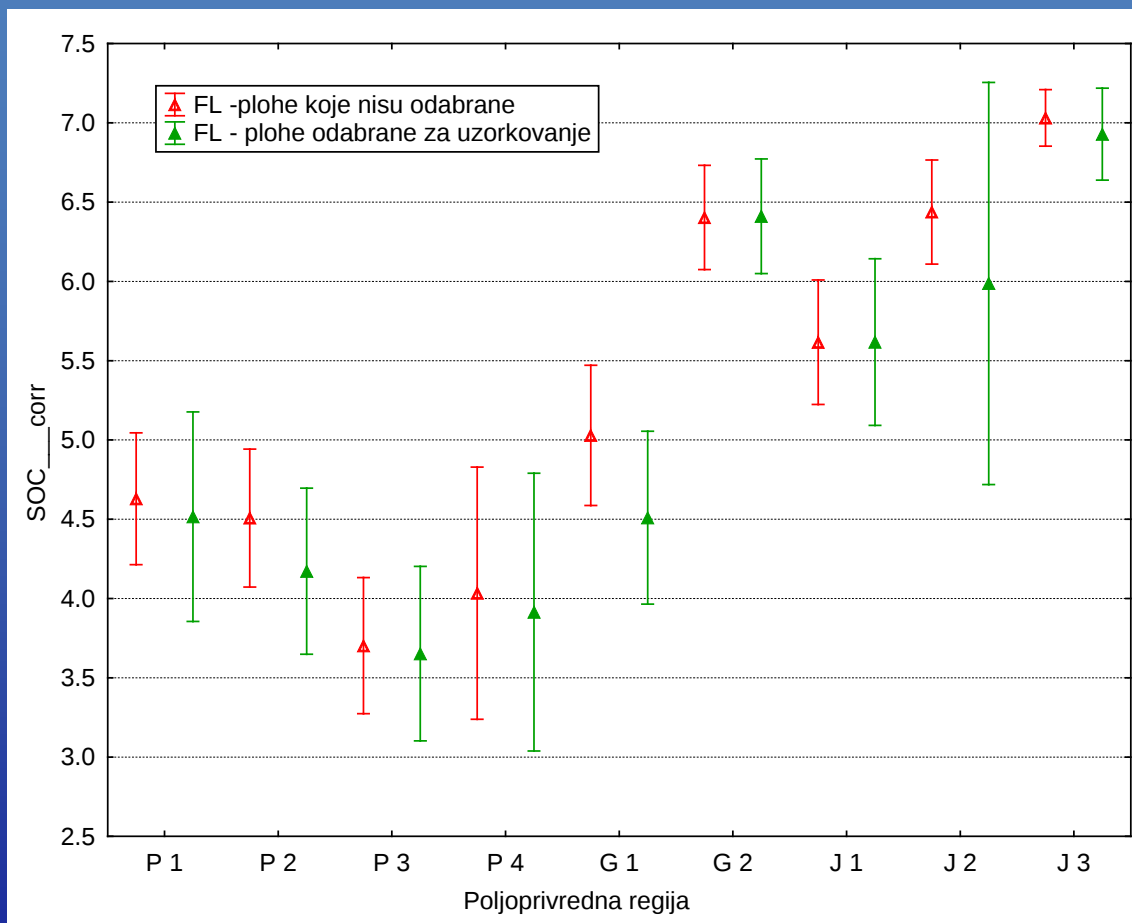


Slika 5. Karta uzorkovanja obavljenih sklopu projekta i klasificirane točke prema LULUCF-u. (iz GIS-a projekta)

Analiza reprezentativnosti odabranih točaka



Analiza reprezentativnosti odabranih točaka



ANOVA ukazuje da između regija postoji statistički značajna razlika u količini ugljika u tlu, ali da razlika između grupe odabranih ploha i onih koje nisu odabrane ne postoji značajna razlika, što je jasan indikator da su plohe u kategoriji FL odabrane nepristrano.

Prikaz prosječnih vrijednosti organskog ugljika u tlu prema poljoprivrednim regijama za odabrane i neodabrane plohe – podaci iz Geokemijske karte RH.

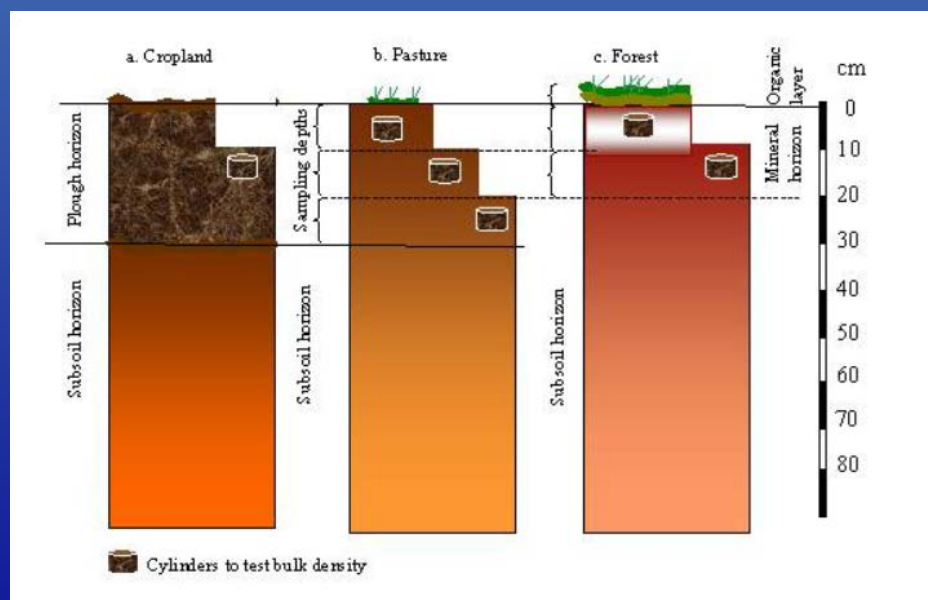


OBRAZAC ZA OPIS TOČKE

1. Identifikacijski broj točke			
2. Vrijeme uzorkovanja		4. Podaci o vlasniku parcele	
A Datum		A Naziv institucije	
B Vrijeme		B Ime i prezime (OPG)	
3. Podaci o voditelju opisa		C Adresa	
A Ime i prezime		D Mjesto	
B Institucija		E Kontakt osoba	
C Telefon		F Telefon	
5. Geografski podaci o točki		Zadano	Zabilježeno na terenu
A Geografske koordinate (WGS 84)	N		
B	E		
6. Reljef		7. Način korištenja zemljišta	
A Forma reljefa		A Površina čestice (ha)	a) < 0,5 b) 0,5-1 c) 1-10 d) > 10
B Položaj lokacije		B LULUCF kategorija	
C Nagib i ekspozicija		C Homogenost površine	
D Oblik nagiba		D Sklop	
8. Stjenovitost		9. Kamenitost	
A Postotak površine		A Postotak površine	
B Razmak između stijena		B Promjer fragmenata	
C Veličina stijena			
10. Opis profila / poluprofila tla			
A Dubina	Oznake cilindara	Opaske	
B			
C			
D			
11. Opis organskog sloja tla			
12. Fotodokumentacija			
A Fotografija točke		B Fotografija krajolika - E - W - N - S	

Uzorkovanje tla (2015.-2016.)

Terensko uzorkovanje tla za svaku LULUCF kategoriju korištenja zemljišta provodi se prema modificiranoj metodologiji opisanoj u JRC (Joint research centre) „Protokolu za uzorkovanje tla radi potvrđivanja promjena zaliha organskog ugljika u EU“ autora Stolbovoy i dr 2007 (Soil sampling protocol to certify the changes of organic carbon stock in mineral soil of the European Union – EU JRC)(Slika 2).





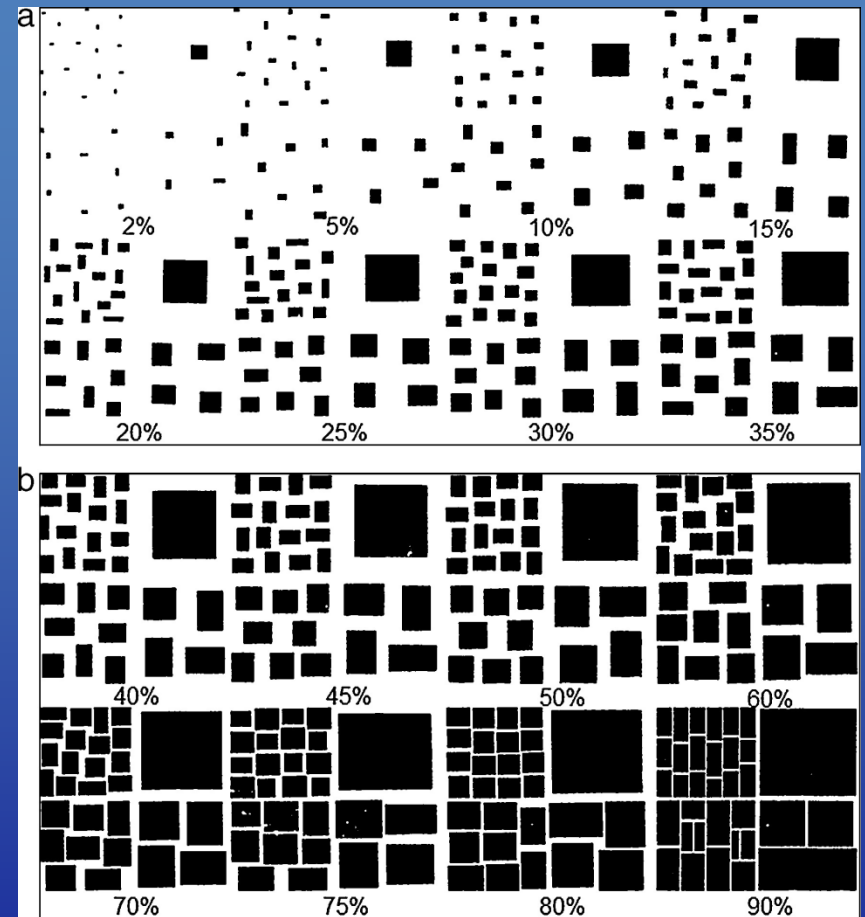


Uzorkovanje travnjaka (GL) sa Kopecy cilindrima.



Slika 3. Uzorkovanje prema normi HRN ISO 11272 (sa pijeskom) u kamenitom tlu radi utvrđivanja volumne gustoće .

Procjena kamenitosti



U.S. Department of Agriculture (USDA)
Field book for description and sampling soils, version 3.0
Natural Resources Conservation Service, National Soil
Survey Center, Lincoln, Nebraska (2012)

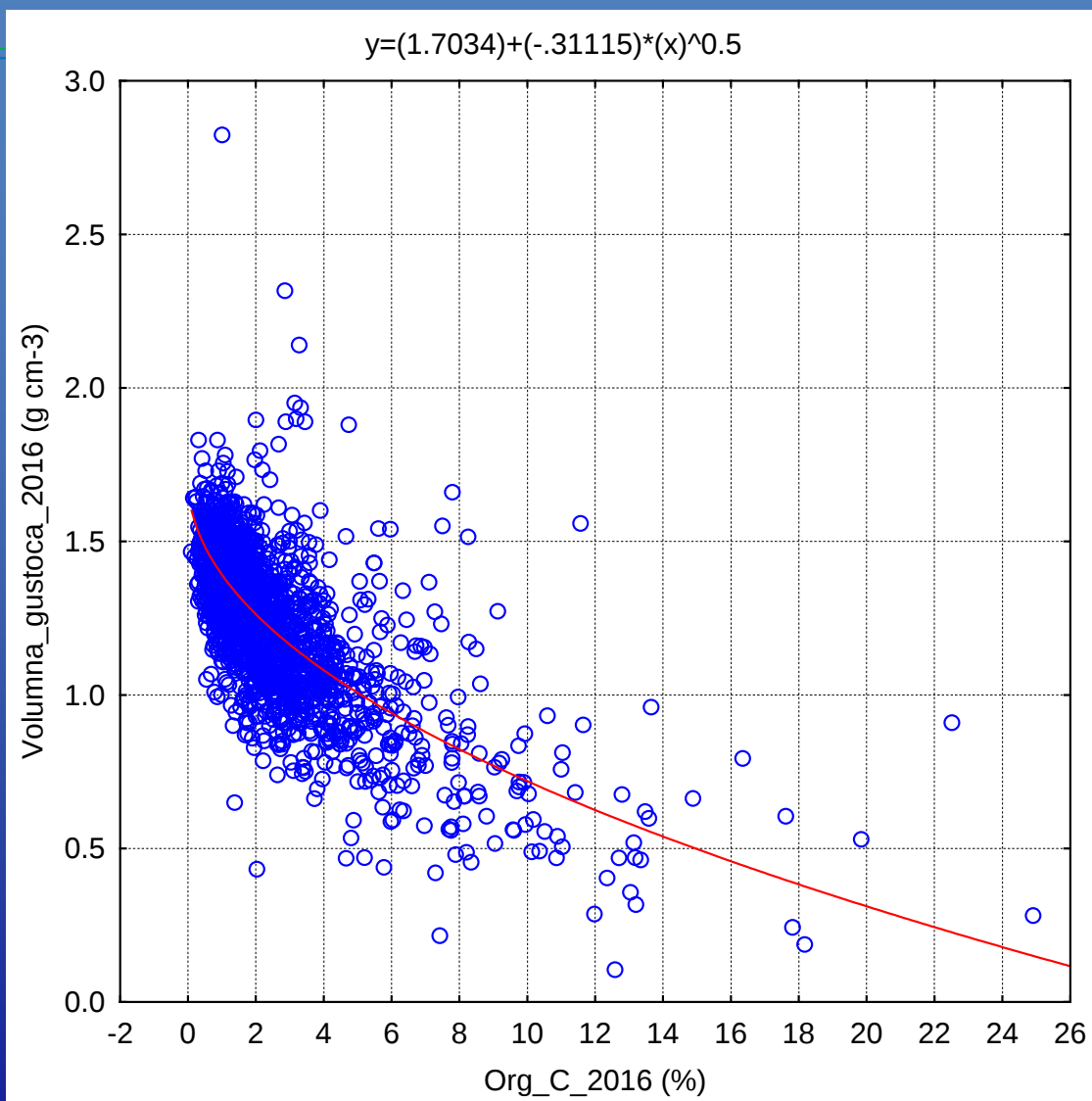
Laboratorijska istraživanja i analize	4.1	Mehanički sastav tla	HŠI
	4.2	Volumna gustoća tla	HGI, HŠI, APZ
	4.3	Kapacitet tla za vodu, kapacitet tla za zrak, ukupna poroznost	HGI, HŠI, APZ
	4.4	Kiselost tla – pH vrijednost (KCl/CaCl ₂) i Kiselost tla – pH vrijednost (H ₂ O)	HŠI
	4.5	Organski ugljik u tlu (svi uzorci tla + uzorci organskog horizonta)	HGI
	4.6	Ukupni ugljik u tlu (svi uzorci tla + uzorci organskog horizonta)	HGI
	4.7	Ukupni dušik u tlu	HGI
	4.8	Kapacitet zamjene kationa (CEC)	APZ
	4.9	Ukupni elementi u tlu (uzorci sa dubine 10 i 30 cm): P, K, Ca, Mg, Fe, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Se, Sr, Zn,...	HGI
	4.10	Mineraloška XRD analize (ukupna i identifikacija tipa minerala glina) - za glavne tipove tla po regijama	HGI
	4.11	Međulaboratorijsko usporedno ispitivanje	HGI, HŠI, APZ

Prikaz parametara, metoda i standarda koji su se koristili tijekom provedbe projekta.

Parametri	Preporučene metode/standardi
Priprema uzoraka	HRN ISO 11464
Fizikalne analize	
Mehanički sastav tla	HRN ISO 11277
Volumna gustoća tla	HRN ISO 11272
Kapacitet tla za vodu, kapacitet tla za zrak, ukupna poroznost	HRN ISO 11274, HRN ISO 11508
Kemijske analize	
Kiselost tla – pH vrijednost (KCl/CaCl ₂)	HRN ISO 10390
Kiselost tla – pH vrijednost (H ₂ O)	HRN ISO 10390
Organski i ukupni ugljik u tlu (svi uzorci tla + uzorci organskog sloja za FL)	Elementarna analiza (suho spaljivanje)
Ukupni dušik u tlu	Elementarna analiza (suho spaljivanje)
Kapacitet zamjene kationa (CEC)	Ekstrakcija s amonij-acetatom
Ukupni elementi u tlu (uzorci sa dubine 10 i 30 cm): P, K, Ca, Mg, Fe, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Se, Sr, Zn,...	ICP-OES, ICP-MS HRN ISO 11466
Mineraloška XRD analize (ukupna i identifikacija tipa minerala glina) - za glavne tipove tla po regijama	

RP5: Procjena zaliha C i N	5.1	Obrada podataka i izračuni za potrebe izvješćivanja prema UNFCCC Konvenciji i Protokolu iz Kyota (sektori LULUCF i Agriculture) sukladno IPCC metodologiji i smjernicama za unapređenje izvješćivanja	HGI, HŠI, APZ
	5.2	Obrada i priprema seta podataka za potrebe izvješćivanja prema LRTAP Konvenciji i popratnim protokolima; stanje i trendovi u tlu vezano uz zakiseljavanje i učinak atmosferskih depozicija te prekograničnog onečišćenja	HGI, HŠI, APZ
	5.3	Obrada i interpretacije podataka u smislu klimatskih promjena, erozije, razine podzemnih voda u šumskim ekosustavima i ocjene doprirodnih stanja tla u odnosu na potencijalne onečišćujuće tvari, utjecaj mineraloškog sastava te evidentiranje potencijalnih degradacijskih procesa u tlu	HGI, HŠI, APZ
	5.4	Odabir, parametrizacija i validazacija modela za procjenu promjena zaliha ugljika u tlima sukladno smjernicama IPCC	HGI, HŠI, APZ
	5.6	GIS obrada svih podataka prikupljenih tijekom provedbe projekta	HGI, HŠI, APZ

Pedotransferna



Analize tijekom ovog istraživanja pokazale su da za horizonte dublje od 20 cm organski ugljik se nalazi u koncentracijama manjim od 0,8% i u takvim koncentracijama ne utječe na veličinu volumne gustoće.

Pedotransferna funkcija $BD=a+b*(Percent_C)^{0.5}$ dobivena nelinearnom regresijom na podacima prikupljenim 2015-2016. godine na tlima Republike Hrvatske.

Parametri	UKUPNO UZORAKA
Priprema uzoraka	
Priprema uzoraka za analizu	4581
Fizikalne analize	
Mehanički sastav tla	2015
Volumna gustoća tla	2015
Kapacitet tla za vodu, kapacitet tla za zrak, ukupna poroznost	2015
Kemijske analize	
Kiselost tla – pH vrijednost (KCl/CaCl ₂) i Kiselost tla – pH vrijednost (H ₂ O)	2015
Organski ugljik u tlu (svi uzorci tla + uzorci organskog horizonta)	2366
Ukupni ugljik u tlu (svi uzorci tla + uzorci organskog horizonta)	2566
Ukupni dušik u tlu	2215
Kapacitet zamjene kationa (CEC)	2015
Ukupni elementi u tlu (uzorci sa dubine 10 i 30 cm): P, K, Ca, Mg, Fe, Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Se, Sr, Zn,...	1265
Mineraloška XRD analize (ukupna) - za glavne tipove tla po regijama	75

Table 3. Comparisons of the SOC averages for each method in terms of NUTS-Level 0.

NUTS0	MEAN		
	LUCAS	LUCAS+CZOs	LUCAS+CZOs+BIOSOIL
AT- Austria	5.46	6.53	5.85
BE-Belgium	3.66	3.58	3.28
CH-Switzerland	5.38	6.29	6.15
CZ-Czech Republic	3.49	3.58	3.37
DE-Germany	3.83	3.97	3.50
DK-Denmark	3.44	3.61	3.31
EE-Estonia	10.89	11.25	9.91
EL-Greece	3.11	3.94	3.40
ES-Spain	3.04	3.51	3.00
FI-Finland	11.63	11.99	9.79
FR-France	3.46	3.66	3.38
HU-Hungary	3.04	2.98	2.21
IE-Ireland	13.29	13.51	13.29
IT-Italy	3.04	3.74	3.37
LT-Lithuania	4.76	5.00	5.91
LU-Luxemburg	3.22	3.43	3.01
LV-Latvia	7.46	7.65	6.92
NL-Netherlands	3.24	3.57	3.30
PL-Poland	3.01	3.14	2.91
PT-Portugal	2.78	2.91	2.68
SE-Sweden	12.52	13.13	11.15
SI-Slovenia	5.90	5.97	5.92
SK-Slovakia	3.55	3.81	3.22
UK-United Kingdom	8.08	8.40	9.59

doi:10.1371/journal.pone.0152098.t003

Budući da je u sklopu LUCAS projekta uzimana dubina tla od 0-20 cm, ako se izračuna prosječna vrijednost masenog udjela ugljika u tlu (SOC) za navedeni sloj u tlima RH (vidi tablicu 5) dobiva se iznos za SOC od 2,91 % (2,74 % - 3,08 % uz 95% pouzdanost). Analizirana tla u RH padaju u koncentracijski raspon od 2,5-3,5 % koji je karakterističan za mediteranske zemlje i nama susjednu Mađarsku i Slovačku, dok alpske zemlje poput Austrije i Slovenije, koji imaju značajan udio teritorija pod šumama četinjača (obične smreke), imaju u prosjeku više koncentracije od 5 % SOC.

$$SOC_{stock} = \sum_{layer=1}^{layer=j} (SOC_{content} * BulkDensity * Depth * (1 - frag))_{layer}$$

SOC_{stock} = zaliha (gustoća) organskog ugljika za j horizonata na lokaciji uzorkovanja, C t/ha

$SOC_{content}$ = količina/koncentracija organskog ugljika u uzorkovanom horizontu,
mas. % ili g C / kg tla

$BulkDensity$ = gustoća tla u neporemećenom stanju u uzorkovanom horizontu, g/cm³

$Depth$ = debljina uzorkovanog horizonta u cm

$$SOC_{stock} = (SOC \% \times \rho_b \times d) \quad (1)$$

where SOC_{stock} represents soil organic carbon stock in tonnes·ha⁻¹, SOC the soil organic carbon content (%), ρ_b the bulk density (g·cm³) and d the sampling depth which is 20 cm for the LUCAS Sampling Campaign.

Assessment of soil organic carbon stocks under future climate and land cover changes in Europe

 Yusuf Yigini , Panos Panagos 
[Show more](#)
[https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.095](#)
[Get rights and content](#)
[open access](#)

2.1. Study area and the point data

The point data derived from LUCAS Topsoil Database, which is a large dataset representing European soils. LUCAS Soil is a module of LUCAS Survey project. The objective of the soil module was to improve the availability of harmonized data on soil parameters in Europe. In the LUCAS Soil (2009) survey, 265,000 geo-referenced points were visited by more than 500 field surveyors (Toth et al., 2013). The survey points were selected from a standard 2 km × 2 km grid based on stratification information provided by Martino and Fritz (2008). LUCAS Soil topsoil samples (0–20 cm) were collected from 10% of the survey points, thus providing approximately 22,300 soil samples from European Countries. The selection of the LUCAS soil sampling sites has an inherent bias towards agricultural land (predominantly under arable cultivation), followed by grasslands and woodlands. This bias means that results based exclusively on LUCAS soil samples may over represent properties from the more heavily sampled conditions while underrepresenting other land cover types. Each soil sample was taken from the topsoil zone (top 20 cm) with a weight of 0.5 kg. The samples were analysed in a single ISO-certified laboratory that used harmonized chemical and physical analytical methods (ISO standards, or their equivalent) in order to obtain a coherent and harmonized dataset with pan-European coverage. The analysis results formed the LUCAS soil database, including, among other things, SOC in topsoils (0–20 cm) expressed in g·kg⁻¹ (Panagos et al., 2013a). The dataset were divided into calibration ($n = 20,056$) and validation ($n = 2228$) datasets. The validation dataset is a subset of the main database and was put aside for validation phase and used to assess the performance of model built in the fitting phase. The basic statistics of the input dataset are shown in Table 1.

$$SOC_{stock} = (SOC \% \times \rho_b \times d)$$

where SOC_{stock} represents soil organic carbon content (%), ρ_b the bulk density of the LUCAS Sampling Campaign.

2.1.3. Laboratory analysis

Dried soil samples were analysed for pH in H₂O and CaCl₂ solution, coarse fragments and Particle Size Distribution (PSD), CaCO₃ content, Cation Exchange Capacity (CEC), extractable phosphorus content, total nitrogen content, organic carbon content, extractable potassium, and visible and near infra-red diffuse reflectance. The analysis of soil parameters and in specific the particle size distribution followed standard procedures (ISO 11277).



- Introduce and apply digital soil research on a large spatial dataset of 19,857 points covering 25 Member States of the European Union
- Develop clay, silt and sand (soil texture), and coarse fragments datasets and improving the current available soil classes datasets
- Develop the first derived products (e.g. bulk density) based on the soil texture datasets
- Demonstrate how the physical property maps are converging towards GlobalSoilMap specifications

2.1.3. Laboratory analysis

Dried soil samples were analysed for pH in H₂O and CaCl₂ solution, coarse fragments and Particle Size Distribution (PSD), CaCO₃ content, Cation Exchange Capacity (CEC), extractable phosphorus content, total nitrogen content, organic carbon content, extractable potassium, and visible and near infra-red diffuse reflectance. The analysis of soil parameters and in specific the particle size distribution followed standard procedures (ISO 11277).

Develop the first derived products (e.g. bulk density) based on the soil texture datasets

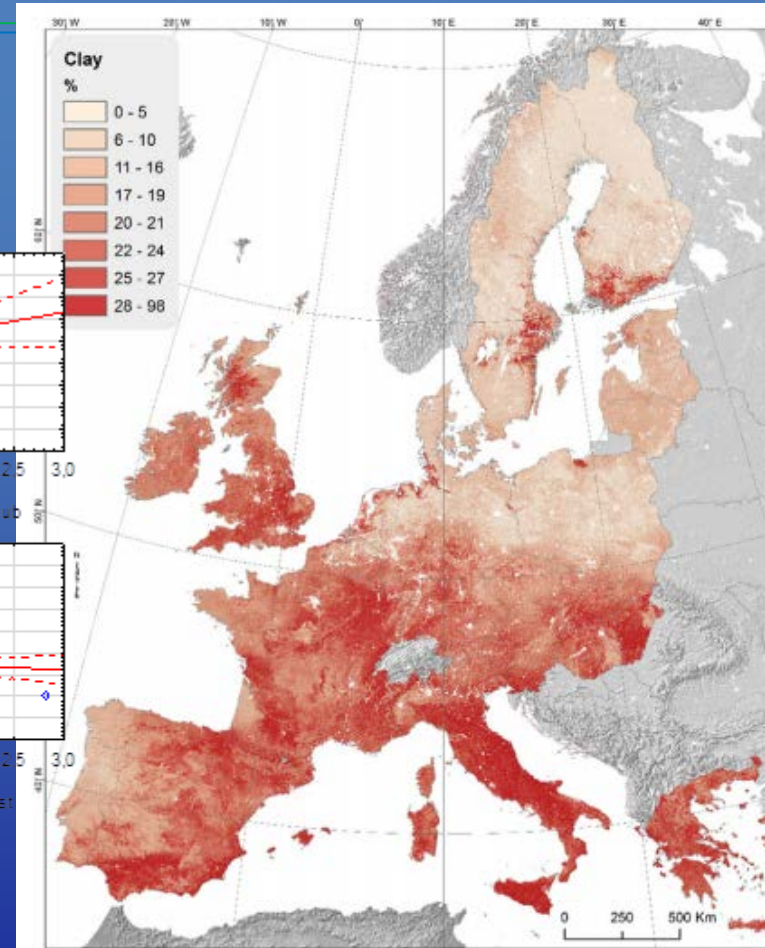
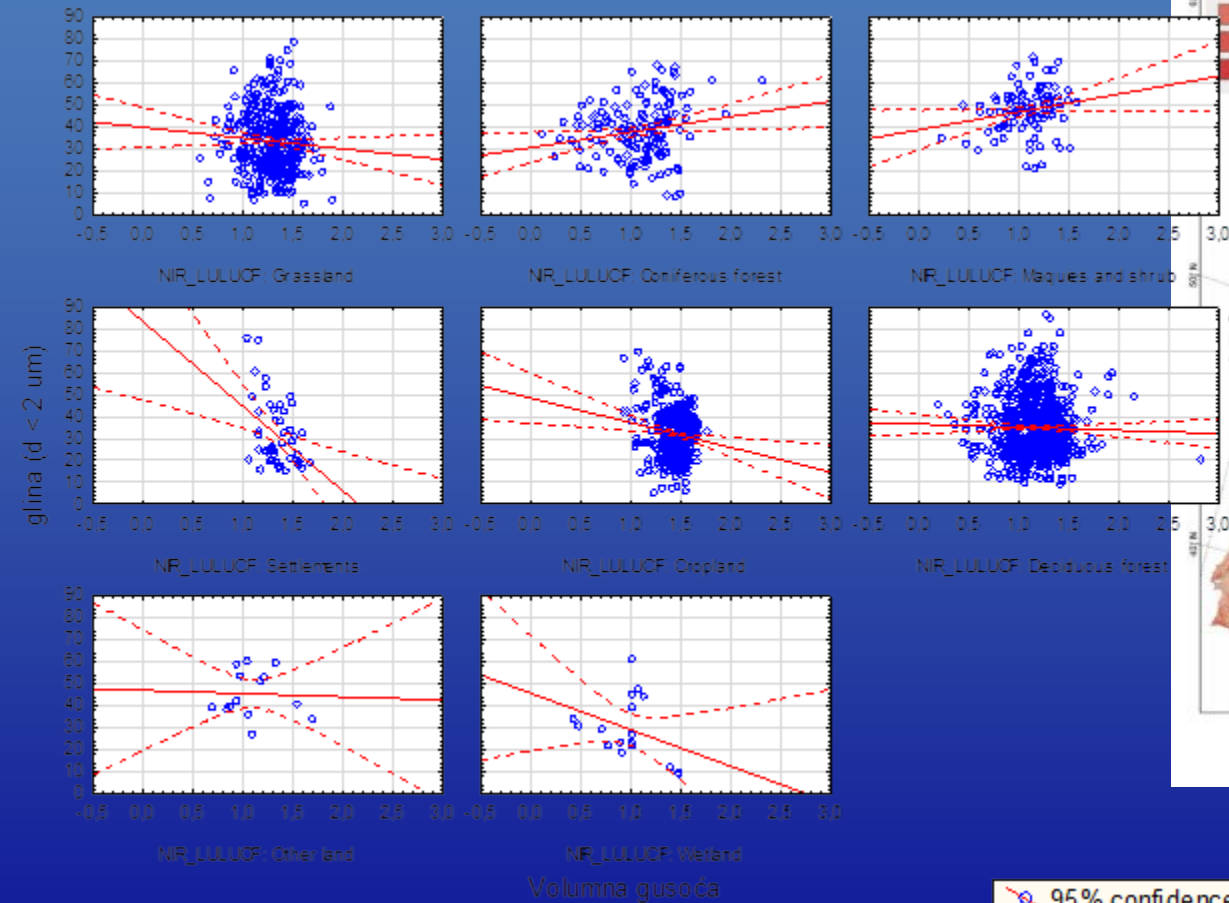


Fig. 3. Topsoil (0–20 cm) clay content (%) modelled by Multivariate Additive Regression Splines.

National vs global C stocks estimates for France (GtC)

Depth layer	GSM 90m	SG 1km
0-5 cm	0,70	1,06
5-15 cm	1,30	1,89
15-30 cm	1,55	2,31
30-60 cm	1,58	3,14
60-100 cm	0,92	2,12
100-200 cm	0,86	1,67
Total stock	6,91	12,20

Mulder et al. 2016. Geoderma.

GSM90m:

All French soil C data

Available ancillary variates (France)

90-m resolution

Calibration area: France

Dominique Arrouays (2015)

SG1km:

All ISRIC soil data

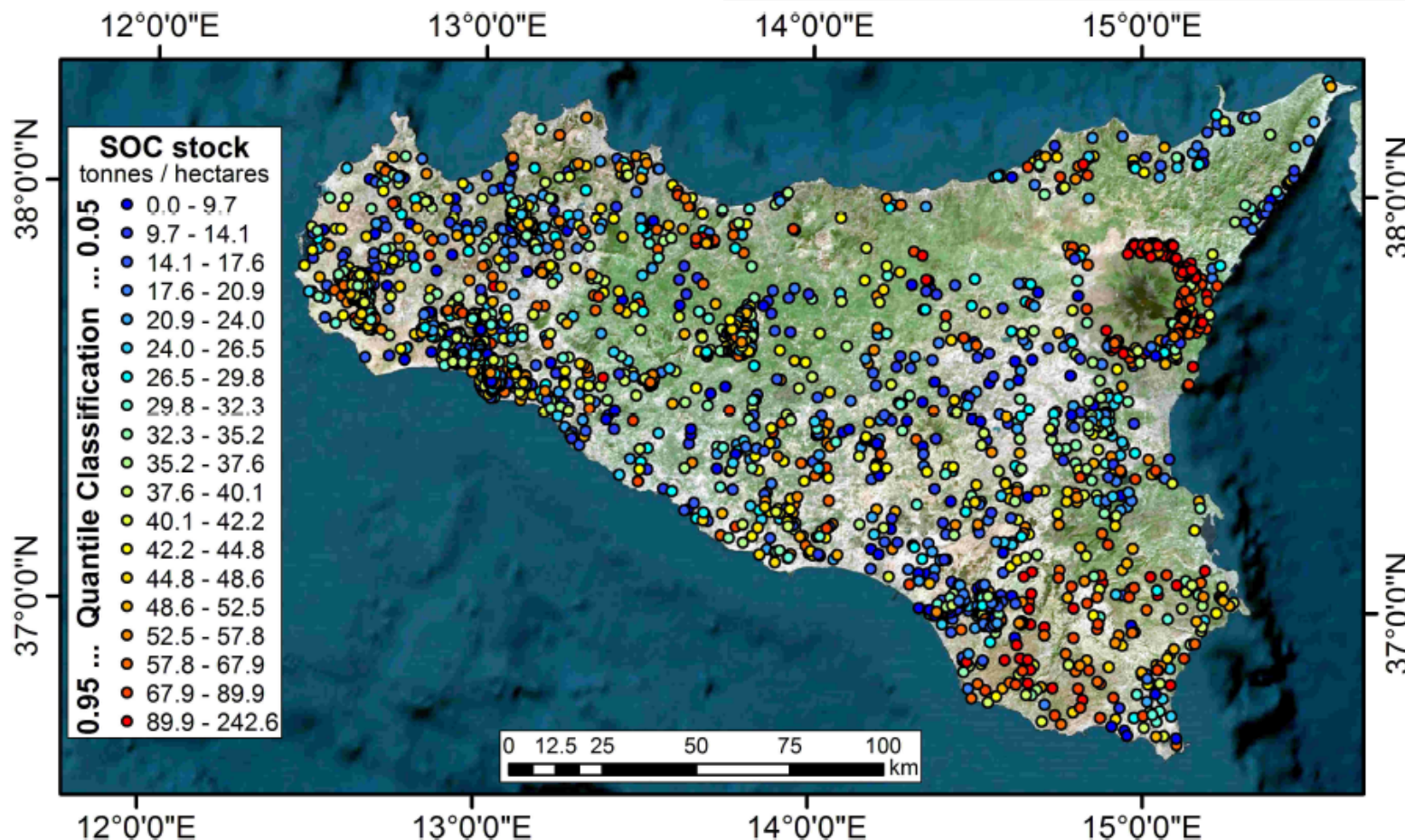
Available ancillary variates (World)

1-km resolution,

Calibration area: world

2.2 SOC Data

The available datasets represent the SOC stock (expressed in $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) of the topsoils (Ap horizon, from 0 to 30cm depth) primarily from agricultural areas (Figure 1). It has been calculated from the organic carbon (expressed in $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) multiplied by the soil bulk density. The latter is derived by pedotransfer function [Pellegrini et al., 2007]. In total, 2202 samples are used for modeling purposes. See [Schillaci et al., 2017b] for further information on the dataset.



Modeling soil organic carbon with Quantile Regression: Dissecting predictors' effects on carbon stocks

Luigi Lombardo^{1,2*}, Sergio Saia³, Calogero Schillaci⁴, P. Martin Mai²,
Raphaël Huser¹

¹ Computer, Electrical and Mathematical Sciences & Engineering Division, KAUST,
Thuwal, Saudi Arabia

² Physical Sciences and Engineering Division, KAUST, Thuwal, Saudi Arabia

³ Council for Agricultural Research and Economics (CREA)

Cereal and Industrial Crops Research Centre (CREA-CI), Foggia, Italy

⁴ Department of Agricultural and Environmental Science, University of Milan, Italy

13 Aug 2017

Figure 1: SOC stock dataset and geographic contextualization.

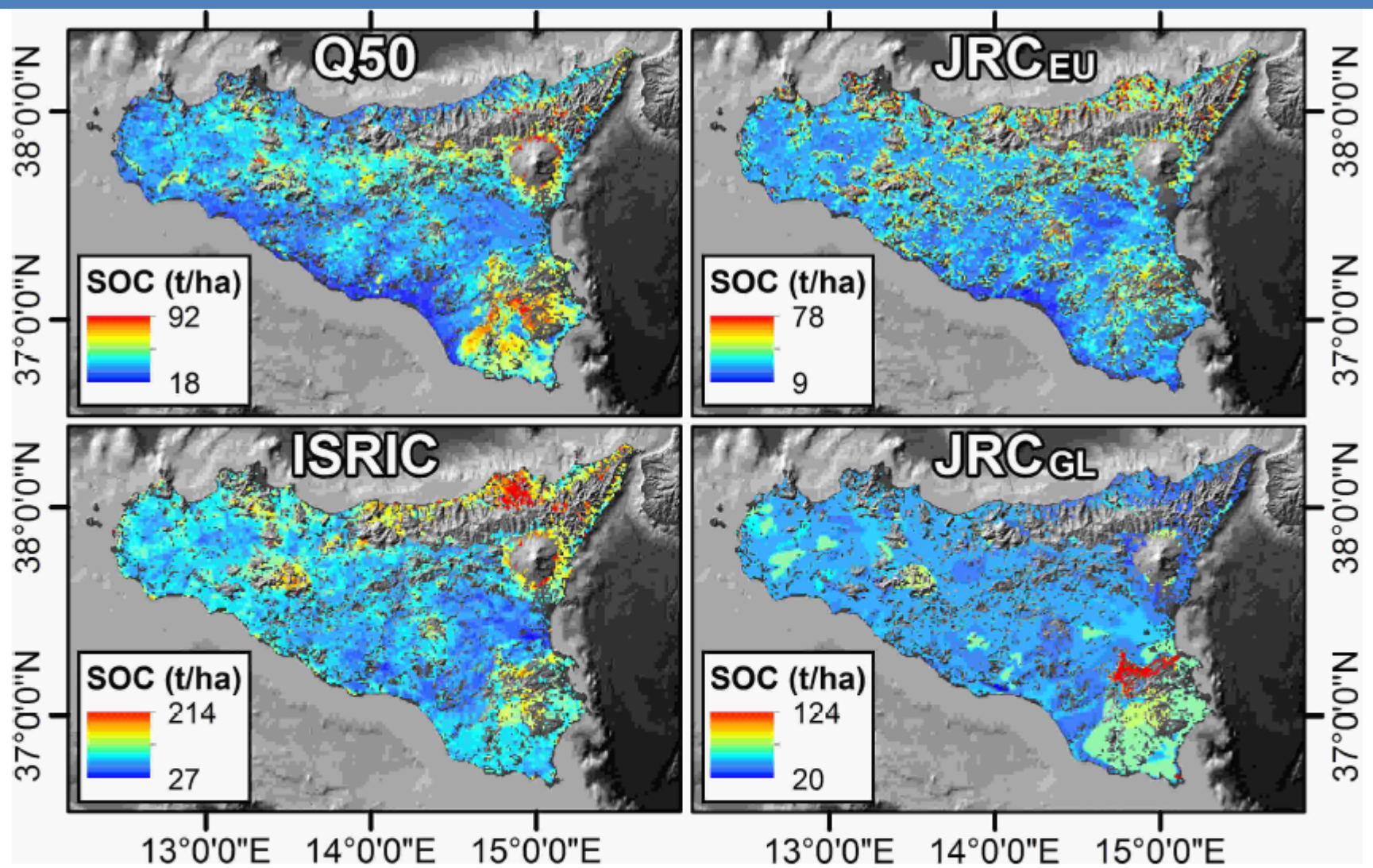


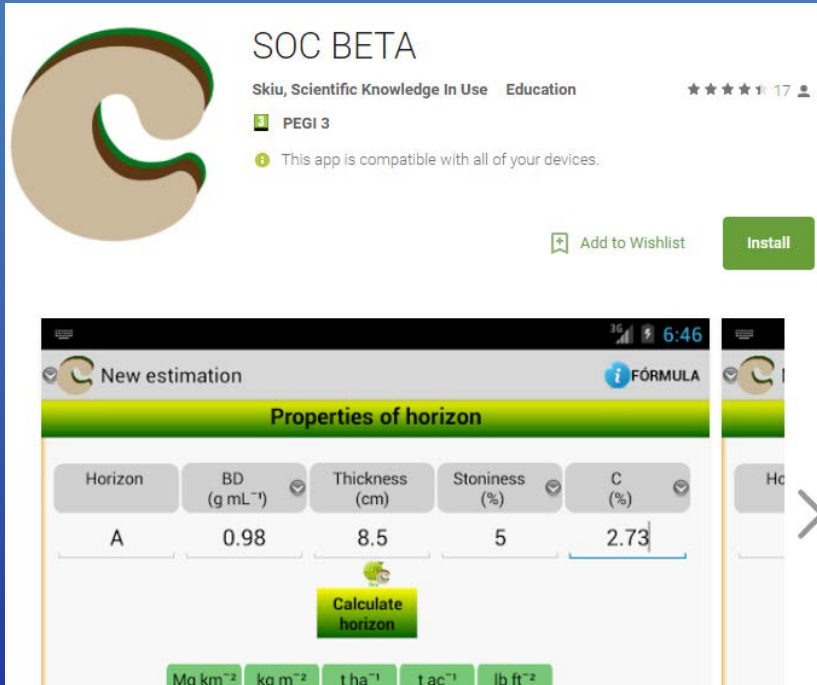
Figure 9: Available SOC-stock spatial-predictive maps in Sicily: Q50 corresponds to our median prediction, ISRIC is the SOC stock map from the International Soil Reference and Information Centre whereas JRC-EU and JRC-GL are the SOC stock benchmarks produced from the Joint Research Centre at the European and Global scale, respectively. Greyed out regions correspond to no-data zones.

dr. sc. Slobodan Miko (HGI) – glavni voditelj projekta
Dr. sc. Ozren Hasan (HGI)
Mr. sc. Branka Komesarović (APZ) – voditeljica projekta u APZ
Nikolina Ilijanić (HGI)
Martina Šparica Miko (HGI)
Ana Marija Đumbir (HGI)
Dr.sc. Ajka Šorša (HGI)
Danijel Ivanišević (HGI)
Dr. sc. Maša Zorana Ostrogović Sever (HŠI)
Dr. sc. Elvis Paladinić (HŠI)
Dr. sc. Hrvoje Marjanović (HŠI) – voditelj projekta u HŠI
Goran Tijan, dipl. inž. šum. (HŠI)
Dr. sc. Tamara Jakovljević (HŠI)
Dr. sc. Ivan Pilaš (HŠI)
Ivan Razum (HGI)

Andreja Steinberger koordinatorica projekta (HAOP)



The App SOC plus a tool to estimate and calculate organic carbon in the soil profile



The key from Table 1 is used in order to make the bulk density estimation on the field.

Table 1. Guidelines to estimate bulk density (FAO, 2006).

Observation	Frequent ped shape	Bulk density (g mL ⁻¹)
<i>Sandy, silty and loamy soils with low clay content.</i>		
Many pores, moist materials drop easily out of the auger; materials with andic properties.	Granular	<0.9
Sample disintegrates at the instant of sampling, many pores visible on the pit wall.	Single grain or granular	0.9–1.2
Sample disintegrates into numerous fragments after application of weak pressure.	Single grain, subangular or angular blocky	1.2–1.4
Knife can be pushed into the moist soil with weak pressure, sample disintegrates into few fragments, which may be further divided.	Subangular and angular blocky, prismatic or platy	1.4–1.6
Knife penetrates only 1–2 cm into the moist soil, some effort required, sample disintegrates into few fragments, which cannot be subdivided further.	Prismatic, platy or angular blocky	1.6–1.8

Table 2. Guidelines to estimate soil organic carbon (FAO, 2006).

Colour	Munsell value	Moist soil			Dry soil		
		S	LS, SL, L	SiL, Si, SiCL, CL, SCL, SC, SiC, C	S	LS, SL, L	SiL, Si, SiCL, CL, SCL, SC, SiC, C
(%)							
Light grey	7				<0.3	<0.5	<0.6
Light grey	6.5				0.3–0.6	0.5–0.8	0.6–1.2
Grey	6				0.6–1	0.8–1.2	1.2–2
Grey	5.5			<0.3	1–1.5	1.2–2	2–3
Grey	5	<0.3	<0.4	0.3–0.6	1.5–2	2–4	3–4
Dark	4.5	0.3–	0.4–	0.6–0.9	2–3	4–6	4–6