

PROJEKT

CRP V2 0511

Algoritmi digitalne kartografije in pretvorbene funkcije za potrebe nacionalnega talnega informacijskega sistema.

Končno poročilo

Povzetek vsebin

Ljubljana, oktober/november 2010

O PROJEKTU

Naročniki / financerji projekta:

- Agencija za raziskovalno dejavnost, Vojkova cesta 55, Ljubljana
- Ministrstvo za okolje in prostor; Dunajska 48, Ljubljana
- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Dunajska 58, Ljubljana

Izvajalci:

- Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana
- UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- UL, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo
- ZRC SAZU, Inštitut za antropološke in prostorske študije
- Gozdarski Inštitut Slovenije, Ljubljana

Naslov projekta:

Algoritmi digitalne kartografije in pretvorbene funkcije za potrebe nacionalnega talnega informacijskega sistema (DKT-TIS)

Številka pogodbe: 10000-08-280511

Nosilec projekta: dr. Borut Vrščaj, Kmetijski inštitut Slovenije

Borut.Vrscaj@kis.si

Oznaka dokumenta: Fazno poročilo avgust 2009, dopolnjena verzija oktober / november 2009

Status dokumenta: Fazno - interno za izvajalca in naročnika

Sodelujoče inštitucije:



Kmetijski inštitut
Slovenije
Centralni laboratorij,
CTO



Gozdarski inštitut
Slovenije

Univerza v Ljubljani



Biotehniška fakulteta
Oddelek za
agronomijo, CPVO

Univerza v Ljubljani



Filozofska
fakulteta
Oddelek za
geografijo



ZRC SAZU,
Inštitut za
antropološke in
prostorske
študije

Datum: november 2010

1 POVZETEK PROJEKTA

Aktivnosti na področju varovanja okolja, zaščite in vzdržne rabe tal ter kmetijske pridelave temeljijo na vsebinsko ustreznih in prostorsko detajlnih podatkih. Slovenija je v preteklosti vložila znatna sredstva v pridobivanje pedoloških podatkov. Obstoječi geokodirani podatki tal Slovenije po vsebini in prostorski natančnosti niso bili namenjeni uporabi na detajlnem nivoju. Ne zadoščajo kriterijem za uporabo na lokalnem nivoju za namene vzdržnega prostorskega razvoja, varovanja tal in podzemnih voda ter spodbujanja vzdržnih načinov kmetijske pridelave. Ustrezna informacija o tleh je potrebna tudi v gozdarstvu, zlasti oceno rodovitnosti gozdnih tal in ekologijo oz. kakovosti gozdnih rastišč. Pridobivanje novih geokodiranih pedoloških podatkov tal s klasičnim terenskim delom je časovno in stroškovno zahteven proces. Obstoječe podatke tal je možno izboljšati z novimi metodami digitalne kartografije tal, GIS modeliranjem in algoritmi za izvajanje kompleksnih tematskih informacij tal.

Pretvorbene funkcije tal (*»pedotransfer function«* - PTF) so napovedovalni algoritmi oz. numerični in statistični modeli s pomočjo katerih iz lahko merljivih oz. cenejših in obstoječih fizikalnih in kemijskih podatkov tal sklepamo o kompleksnih lastnosti tal oz. zemljišč (npr. s PTF lahko ocenimo stres zaradi suše na vegetacijo; izračun vodne bilance; kakovost tal za različne namene; oceno o vsebnosti organskega C v mineralnem delu tal {Kjoto}). PTF za izvajanje kemijskih, mehanskih in hidroloških lastnosti tal, ki jih razvijajo v drugih državah, so v veliki meri prilagojene njihovim lokalnim pedološko-geomorfološkim razmeram in podatkom in niso v celoti prenosljive v slovenski prostor. Potrebni so namenski PTF algoritmi, ki so prilagojeni specifičnim lastnostim prostorskim in pedogenetskim razmeram Slovenije.

V Sloveniji zbiramo pedološke podatke v okviru različnih inštitucij. Za to stanje je značilna razpršenost in neusklajenost podatkov. Ti so premalo sistematično urejeni, neenotno obdelani, slabo primerljivi ter uporabnikom težko razumljivi in dosegljivi. Zaradi tega je njihova uporabna vrednost bistveno manjša kot bi lahko bila. Potrebno bo zasnovati in zgraditi koncept enotnega/nacionalnega informacijskega sistema tal Slovenije, ki bo po enotni metodologiji združeval podatke tal ter omogočal neposreden dostop do podatkov.

2 CILJI PROJEKTA

Projekt predstavlja aktivnosti MOP in MKGP na področju varovanja tal v Sloveniji. Rezultati projekta so potrebni za izvajanje Strategije varovanja Tal v Sloveniji in so povezani z vsebinami kot so opredeljene v *Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the Council, the European parliament, the European economic and social committee and the Committee of the regions* in v *Proposal for a directive of the European parliament and the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC*.

Bistveni cilji projekta so raziskati načine in postopke za digitalno izboljševanje prostorsko opredeljenih podatkov tal, predvsem pedološke karte 1:25.000 in izvajanje tematskih informacijskih slojev lastnosti tal (zemljišč) za potrebe varovanja tal, varstva okolja in zasnovi ukrepov in prilagoditev za okoljsko vzdržno kmetijsko pridelavo. Kot bistveni so predeljeni naslednji cilji:

- Zasnovati napredne računalniške metode digitalne kartografije tal in izdelavo naprednih GIS algoritmov za izboljšanje podatkov pedološke karte;
- Zasnovati metodologijo za izvajanje PTF v GIS okolju ter izdelati štiri različne PTF;
- Zasnovati, opredeliti in dokumentirati podatkovne strukture tal na nacionalnem nivoju na podlagi konsenza kompetentne skupine pedologov različnih institucij v Sloveniji;
- Združiti, dopolniti in nadgraditi podatke tal različnih raziskovalnih inštitucij in jih povezati za namene raziskovalnih aktivnosti s področja kmetijstva, gozdarstva in okolja;
- Zasnovati med sektorski in med institucionalni talni informacijski sistem Slovenije.

2.1 PRIČAKOVANI REZULTATI

V prijavi smo navedli naslednje pričakovane rezultate:

- Metoda digitalne kartografije tal za izdelavo geokodiranih baz podatkov tal z izboljšano natančnostjo
 - Metodologija razvoja PTF primerna razmeram Slovenije za štiri pomembne PTF:
 - »Nevarnost prehajanja težkih kovin v kmetijske rastline«
 - »Sposobnost tal za zadrževanje vode«
 - »Nevarnost izpiranja N-spojnin v podzemne vode«
 - »Zaloge C v talnih horizontih«
 - Predlogi obveznih navodil na nacionalnem nivoju za:
 - klasifikacijo tal,
 - terenske raziskave tal,
 - izvajanje analitike tal in
 - pripravo struktur podatkovnih baz tal
 - Predlog sistem QC/QA kakovosti zajema podatkov tal
 - Predlog organizacijske strukture javne službe za vzdrževanje in nadgrajevanje podatkov tal
 - Zasnova enotnega/nacionalnega talnega informacijskega sistema
- Predlog več nivojske on-line dostopnosti do podatkov tal državnim inštitucijam in javnosti

3 REZULTATI PROJEKTA

3.1 Seznam delovnih nalog

Skupno poročilo projekta je sestavljeno iz šestinštiridesetih poročil, ki povzemajo vsebine osemindesetih tematik v treh različnih sklopih:

- 1.1.2 Definicija geomorfoloških in pedogenetskih posebnosti prostora Slovenije.** Opis bistvenih pedogenetskih posebnosti in geomorfoloških pedogenetskih dejavnikov, ki vplivajo na razvoj tal v Sloveniji. V čem odstopa pedogeneza tal v Sloveniji.
- 1.1.3 Podatkovne in informacijske možnosti Slovenije.** Opis in okvirna evidence dostopnih podatkov o tleh Slovenije, kje se nahajajo, oblike, razlike, ocena združljivosti podatkov, ocena možnosti harmonizacije in potrebne aktivnosti.
- 1.2.1 Pedogenetske in morfometrične opredelitve krajinsko-talnih enot (KTE) Slovenije.** Opredelitve krajinsko talnih enot z enostnimi pedogenetskimi kazalci. Opis enot, opis kazalcev.
- 1.2.2 Ekspertna opredelitev pedogenetskih in morfometričnih krajinsko-talnih enot (KTE) Slovenije.** Ekspertni opis krajinsko talnih enot Slovenije in sinteza opredelitev na podlagi katerih je bila narejena PK25.
- 1.2.3 Numerična opredelitev, izdelava in verifikacija morfometričnih pedogenetskih kazalcev KTE.** Numerična opredelitev morfometričnih kazalcev (derivati reliefa, nadmorske višine, strmine pobočij, razgibanost reliefa, ...) za potrebe GIS modeliranja talnih sistemskih enot. Verifikacija kazalcev z podatki.
- 1.2.4 Numerična opredelitev, izdelava in verifikacija nemorfometričnih pedogenetskih kazalcev KTE.** Numerična opredelitev dostopnih podatkov bistvenih ne-relefnih pedogenetskih dejavnikov (padavine, temperature, raba tal, ..) za potrebe GIS modeliranja talnih sistemskih enot.
- 1.3.1 Modeliranje v nekarbonatnih sistemih.** Opis metode za izboljšavo pedoloških kart v prostoru nekarbonatnih matičnih podlag (Pohorje). Metoda in njena implementacija v GIS okolju. Rezultat je karta verjetnosti pojavljanja talnih sistemskih enot znotraj reliefa.
- 1.3.2 Modeliranje v sistema karbonatnih kamnin.** Opis metode za izboljšavo pedoloških kart v prostoru karbonatnih matičnih podlag (- apnenci in dolomiti. Javorniki-Jurišče). Metoda in njena implementacija v GIS okolju. Rezultat je karta verjetnosti pojavljanja talnih sistemskih enot znotraj reliefa.
- 1.3.3 Prevedba metod v geoinformacijsko okolje in razvoj GIS algoritmov.** Prevedba metode digitalne kartografije v GIS algoritme, programiranje v GIS programskih jezikih z prostorskimi bazami podatkov.
- 1.3.4 Operacionalizacija GIS algoritmov na podatkih testnih območjih in izdelava kart.** Testiranje GIS algoritmov na podatkih testnih območjih.
- 1.4.1 Primerjalna analiza obstoječe vektorske karte Slovenije srednjega merila in kart tal izdelanih z numerično metodo.** Ekspertna / uporabniška primerjava izboljšanih kart z izvornimi podatki PK 1:25.000 v rastrskem načinu, ocena s kvantitativnimi (št. talnih tipov) in kvalitativnimi kazalci (npr. št. poligonov z rastrskim celicam).
- 1.4.2 Kartiranje pedoloških kart tal v merilu 1:10.000 dveh testnih območjih s klasično ekspertno metodo.** Klasična izdelava pedološke karte za potrebe primerjave z numerično metodo Javorniki in Pohorje: terensko delo, popis profilov, vzorčenje, laboratorijske analize.
- 1.4.3 Ekspertna primerjava pedoloških kart merila 1:10.000 izdelanih s klasično in numerično metodo.** Ekspertna / uporabniška primerjava izboljšanih kart z izvornimi podatki PK 1:10.000 testnih območjih Pohorja in Palčjem pod Javorniki; v rastrskem načinu, ocena s kvantitativnimi (št. talnih tipov) in kvalitativnimi kazalci.
- 1.4.4 Validacija modela z uporabo semiavtomatskih računalniških postopkov pedometrike.** Numerična ocena kakovosti izboljšanih kart z izvornimi podatki PK 1:25.000 na izbranih testnih območjih; v rastrskem načinu, ocena s kvantitativnimi (št. talnih tipov) in kvalitativnimi kazalci..
- 2.1.1 PTF »Nevarnost prehajanja težkih kovin v kmetijske in gozdne rastline«** Analiza dostopnih podatkov o težkih kovinah v tleh Slovenije in prehajanju v kmetijske oz. indikatorske rastline. Predlog okvirne (ali okvirnih) matematične funkcije za oceno nevarnosti prehajanja TK v rastline. Daljše poročilo s statistično obdelavo.
- 2.1.2 PTF »Sposobnost tal za zadrževanje vode«.** Analiza literarnih podatkov in funkcij ter modelov za napoved sposobnosti tal za zadrževanje vode. Predlog funkcije za oceno vsebnosti vode v točki vena (TV) in poljski kapaciteti (PK) kot podlagi za oceno in napovedovanje pomanjkanje vode v tleh. Poročilo z opisom bistvenih parametrov, matematičnim izrazom, ter z kartami vsebnosti vode v PK in TV .
- 2.1.3 PTF »Nevarnost izpiranja N-spojin v podzemne vode«.** Analiza dostopnih podatkov izpiranja N v podzemne vode v tleh Slovenije. Predlog postopka /algoritma/funkcije za oceno izpiranja N v podzemne vode. glede na bistvene kazalce tal.
- 2.1.4 PTF »Zaloge C v talnih horizontih«.** Analiza dostopnih podatkov vsebnosti C v tipičnih horizontih, ki so zastopani v talnih sistemskih enotah Slovenije.

- 2.1.5 Validacija modelov z arhivskimi podatki raziskav na točkovnih podatkih.** Preverjanje modelov pojavljanja talnih kartografskih enot s pomočjo arhivskih podatkov pedoloških profilov za karbonatne in nekarbonatne sisteme.
- 2.3.1 Operacionalizacija PTF v GIS algoritmihi.** Implementacija modelov PTF v GIS orodjih, programiranje in izris kart. Krajše poročilo.
- 2.3.2 Testiranje PTF v GIS.** Izvedba testov PTF in vizualizacija na dostopnih podatkih tal z izrisom kart. Ocena primernosti rezultatov.
- 3.1.1 Definicija funkcionalnosti in ciljev talnega informacijskega sistema.** Definicija ciljev vzpostavitve informacijskega sistema Slovenije, opis potrebnih funkcionalnosti in predlog organiziranosti.
- 3.1.2 Zasnova medsektorskih in medinstitucionalnih povezav baz podatkov tal.** Predlog zasnove in organiziranosti baz podatkov za potrebe medsektorske uporabe (MOP, MKGP) podatkov tal Slovenije.
- 3.1.2.6 Izdaja predloga obveznega navodila za izvajanje analitike tal.** Predlog obveznega navodila za izvajanje analitskih postopkov po posameznih analizah.
- 3.2.1.1 Harmonizacija klasifikacije z WRB.** Prireditev talnih sistematskih enot Slovenije (TSE) Slovenske klasifikacije tal v WRB. Navedba neskladij s predlogom oz. možnih rešitev.
- 3.2.1.2 Publiciranje predloga obveznega navodila za klasifikacijo tal.** Zasnova obveznega navodila -terenskega priročnika za klasifikacijo tal s ključem / postopkom določitve talne sistematske enote Slovenije.
- 3.2.2.5 Preverjanje in harmonizacija analitskih metod tal.** Vzorčenje, homogenizacija večjih količin referenčnih talnih vzorcev za potrebe harmonizacije analitskih laboratorijev v Sloveniji. Izvedba talnih analiz v laboratorijih partnerskih inštitucij s Harmonizacija analitskih postopkov. Arhivirani referenčni talni vzorci. Krajše poročilo.
- 3.2.3.1a Izdelava obveznega navodila za terenske raziskave tal.** Obvezno navodila za terenski opis talnega profila, ki vsebuje obrazec, kodni priročnik (šifranti) in postopek opisa lokacije in talnih horizontov ter navodilo za vzorčenje.
- 3.2.3.1b Obrazec za opis in vzorčenje tal.** Obvezno navodila za terenski opis talnega profila, ki vsebuje obrazec, kodni priročnik (šifranti) in postopek opisa lokacije in talnih horizontov ter navodilo za vzorčenje.
- 3.2.3.2 Razvoj sistema in izdelava predloga medinstitucionalnega hranjenja in kodiranja vzorcev tal.** Predlog sistema hranjenja in arhiviranja talnih vzorcev kot del integralni trajnega monitoringa kakovosti tal in okolja.
- 3.2.5.1 Preverjanje in harmonizacija struktur podatkovnih baz tal in šifrantov.** Dopolnitve in prilagoditve struktur podatkovnih baz tal s poudarkom na skladnosti z evropskimi smernicami in INSPIRE.
- 3.2.5.2 Predlog obveznega navodila za pripravo podatkovnih baz tal.** Obvezno navodilo za vzpostavitev harmoniziranih podatkovnih baz in kodiranje podatkov tal.
- 3.2.6.1 Izdelava sistema QC/QA kakovosti zajema podatkov tal.** Opisan postopek QC/QA za zajem podatkov tal.
- 3.2.6.2 Izdelava logičnih kontrole baz podatkov.** Razvoj SQL programske kode za kontrolo logičnosti vnesenih podatkov tal.
- 3.2.6.3 Testiranje harmoniziranih metod in postopkov na prevedbi vzorcev arhivskih podatkov.** Implementacija QC/QA postopkov na dostopnih arhivskih podatkih.
- 3.3.1 Izdelava predloga organizacijske strukture javne službe.** Predlog organizacijske sheme javne službe za zbiranje in vzdrževanje večnamenskih podatkov tal (varstva okolja, kmetijstvo in planiranje..).
- 3.3.2 Izdelava predloga več nivojske on-line dostopnosti do podatkov tal državnim inštitucijam in javnosti.** Predlog več nivojske dostopnosti podatkov tal.
- 3.4 Algoritmi za prevedbo in prevedbe pedoloških podatkov v nov državni projekcijski sistem.** Opisan postopek prevedbe vektorskih in rastrskih pedoloških podatkov z oceno položajne napake ob upoštevanju narave oz. izvirne kakovosti podatka. Izris kart PK25 in PP.
- 3.6.1 Implementacija struktur podatkovnih baz v ORACLE /drugem SQL sistemu.** Izdelane strukture baz baze podatkov tal v SQL sistemu.
- 3.6.2 Posodobitev DEMO spletne strani talnega informacijskega sistema.** Posodobitev GIS spletne strani z dostopnimi harmoniziranimi podatki PK25 in pedoloških profilov iz SQL baz podatkov.
- 3.6.3 Posodobitev DEMO spletnega strežnika kart.** Dostopna GIS stran sp podatkovnimi strukturami Pedološke karte 1:25.000 in Pedoloških profilov.
- 3.6.4 Testiranje funkcionalnosti strežnika in podatkovnih struktur.** Ocena odzivnosti sistema GIS kart.

3.2 Slovenski povzetki vsebin delovnih nalog

1.1.2 Definicija geomorfoloških in pedogenetskih posebnosti prostora Slovenije

Povzetek

Slovenija je sicer majhen, a geološko, reliefno in klimatsko izjemno pester prostor. Pedogenetske in geomorfološke razmere v osnovi vplivajo na smer razvoja metod digitalne kartografije tal. Vsi trije dejavniki, ki veljajo za bistvene pedogenetske dejavnike v našem prostoru, se na majhnem prostoru prepletajo in pogojujejo nastanek talnih tipov in oblik. Ti se pojavljajo v specifičnih sosledjih, ki so značilni za posamezna območja krajinsko talne enote. Metode digitalne kartografije tal je potrebno zasnovati tako, da so v največji meri prirejene posebnostim posameznim krajinsko talnim enotam ali skupinam teh enot.

Poročilo predstavlja pregled metodološko pomembnih območij Slovenije in njihovih pedogenetskih in geomorfoloških posebnosti za potrebe zasnove metod digitalne kartografije tal. Predstavljeni so trije bistveni pedogenetski dejavniki in njihove specifične vloge v okviru teh območij, nekateri vplivi na nastajanje in prostorsko porazdelitev različnih vrst tal. Predstavljene so možnosti uporabe podatkov teh dejavnikov za potrebe razvoja metod digitalne kartografije tal ter v ustreznih primerih izpostavljena uvedba prostorskih informacij drugačnega tipa, predvsem daljinskega zaznavanja.

Vsi trije dejavniki se zelo hitro spreminjajo v prostoru. Njihovi medsebojni vplivi in /ali kombinacije narekujejo razvoj različnih metod digitalne kartografije tal, ki bodo prilagojene posebnostim posameznih krajinsko talnih enot. Predpogoj za uspešnost modelov in ustrezne rezultate v obliki izboljšanih pedoloških kart je ustrezna določitev in jasna razmejitev krajinskih talnih enot ter upoštevanje njihovih pedogenetskih in geomorfoloških specifik.

1.1.3 Podatkovne in informacijske možnosti Slovenije

Povzetek

Podatki tal so rezultat dragega, organizacijsko zahtevnega terenskega dela ter laboratorijskih analiz. Vrednost talnih vzorcev in iz njih pridobljene informacije praviloma presegajo strošek pridobivanja vzorcev v okviru namena raziskave. Podatke tal v Sloveniji v večjem obsegu pridobiva deset inštitucij. Dodatne analize in skupno vrednotenje podatkov predstavljajo dodatne možnosti, ki jih v Sloveniji ta trenutek ne izkoriščamo dovolj. Obseg, vsebina in kakovost podatkov ni dovolj usklajena oz. harmonizirana. Za potrebe kontrole rodovitnosti analizirajo talne vzorce tudi privatni laboratoriji, ki pa podatkov praviloma ne geokodirajo, jih dodatno ne obdelujejo in manj organizirano hranijo.

V Sloveniji so splošno dostopni podatki tal predvsem pedološke karte in točkovni podatki tal. Pedološke karte majhnega merila imajo le pregledno vrednost. Pedološka karta srednjega merila PK25 je trenutno najboljša pedološka karta Slovenije, ki pa bi jo bilo potrebno za potrebe uporabe podatkov na lokalnem nivoju nadgraditi. Bistveni točkovni podatki so opisi in analitske vrednosti pedoloških profilov ter točke onesnaženja tal. Izdelani so tudi tematski rastrski sloji izbranih lastnosti tal, ki pokrivajo območje države.

1.2.1 Pedogenetske in morfometrične opredelitve KTE Slovenije

Povzetek

Vse, kar vpliva na nastanek, razvoj in lastnosti tal ter istočasno na njihovo razširjenost, lahko strnemo pod pojmom pedogenetski (tlotvorni) dejavniki. Vsaka tla, njene lastnosti in procesi, ki potekajo v njej, so rezultat vzajemnega delovanja vseh teh dejavnikov. Čeprav pogosto lokalno en dejavnik prevlada nad ostalimi, vpliv nekaterih pa je komaj čutiti.

Vsak matematični ali geostatistični model je vedo zgolj bolj ali manj natančen približek realnega stanja, saj so povezave med tlemi in pedogenetskimi dejavniki izjemno kompleksne in zapletene. Pa vendar je naš cilj prav ugotavljanje razprostranjenosti tal v pokrajini na podlagi pedogenetskih dejavnikov. Torej izdvojiti genetske tipe oziroma skupine tal in jih na tak način tudi prikazati. Ker je končen rezultat v glavnem odvisen prav od izbora faktorjev, bomo posebno pozornost namenili prav naravnim dejavnikom. Za njih je značilno, da so v posameznih pokrajinsko ekoloških enotah zaznamovani s skupnimi potezami.

Slovenijo smo zato razdelili na posamezne pokrajinsko ekološke enote (PEE) (Kokalj, 2004; Kokalj in Oštir, 2006), ki služijo kot podlaga izbor krajinsko-talnih enot (KTE). Vsako KTE smo opredelili s pedogenetskimi in morfometričnimi dejavniki. Vsako KTE smo opredelili na podlagi pedogenetskih in morfometričnih parametrov. Rezultati so podani v opisni, tabelarični in kartografski obliki.

Delovni sklop je predvsem zajemal:

- izbor pokrajinsko ekoloških enot;
- izbor in pripravo digitalnih slojev podatkov;
- pripravo in izračun parametrov, ki opredeljujejo in predstavljajo pedogenetske in morfometrične dejavnike;
- izbor krajinsko-talnih enot v vsaki pokrajinsko ekološki enoti;
- izračun in predstavitev pedogenetskih in morfometričnih dejavnikov krajinsko-talnih enot;
- izdelava kartografskega gradiva;
- priprava poročila in izdelava publikacije.

Vsak informacijski sistem in digitalne karte, ki za podlago jemljejo modeliranje digitalnih slojev podatkov, so le tako dobri in zanesljivi, kolikor so dobri, zanesljivi in kvalitetni izvorni digitalni podatki. Slovenija premore sorazmerno zadostno število digitalnih podatkov, s katerimi je mogoče zadovoljivo opredeliti pedogenetske in morfometrične dejavnike za krajinsko-talne enote. Podatke je v večji meri mogoče uporabiti v algoritmih za izdelavo nove, natančnejše pedološke karte, vendar je še mnogo prostora za nujne izboljšave. Še posebej to velja za podatke o matični podlagi.

Slovenijo smo razdelili na 13 pokrajinsko ekoloških enot, znotraj katerih smo ekspertno izbrali posamezne, tipične krajinsko-talne enote. Ker nekatere pokrajinsko ekološke enote premalo natančno definirajo pedogenetski prostor Slovenije, smo v nekaterih pokrajinsko ekoloških enotah še dodatno izbrali eno ali dve krajinsko-talni enoti. Skupaj torej 21 krajinsko-talnih enot, ki so tudi kartografsko prikazane. Vsako KTE prekrili/križali z vsemi 15 izbranimi digitalnimi sloji, ki predstavljajo matično podlago (geolitološke enote), relief (morfometrični parametri: nadmorske višine, naklon pobočij, ekspozicija pobočij, ukrivljenost plastnic, ukrivljenost profila), podnebje (podnebni tipi, povprečna letna količina padavin, povprečna letna temperatura, letna evapotranspiracija, povprečna letna energija sončevega obsevanja), voda (gostota rečne mreže, reliefni indeks vlažnosti - TWI) in živi svet (vegetacijska karta gozdnih združb, pokrovnost in raba tal). Tako je posamezna KTE dobila svoj nabor pedogenetskih in morfometričnih parametrov. Rezultati oziroma opredelitve so podani v opisni, tabelarični in kartografski obliki, kar lahko služi za nadaljnje izračun in primerjave.

1.2.2 Ekspertna opredelitev pedogenetskih in morfometričnih krajinsko-talnih enot (KTE) Slovenije

Povzetek

Približno $\frac{3}{4}$ vseh pedogenetskih kazalcev je povezanih z reliefom. S pomočjo digitalnega modela reliefa se da dobiti npr. enostaven sloj naklonov reliefa ali pa precej bolj zapleten sloj, ki upošteva podnebje, in zelo natančno ponazarja osončenje določenega območja. Osnovni cilji izboljšav so povečanje kakovosti pedološke karte, in sicer z merila 1 : 25.000 na merilo okoli 1 : 5000. Uporabili smo trenutno geomorfološko najboljše sloja DMV 12,5 in DMV 25.

Metodologija temelji na pridobivanju (neodvisnih) spremenljivk na osnovi DMV-ja, ki opisujejo in kartirajo pedološke značilnosti. Izbrali smo vse značilne spremenljivke, ki so naklon, integrirani kvazi nakloni, integrirani relativni relief, ukrivljenost, ukrivljenost pravokotno na smer naklona, nepokrita polobla v odstotkih, robovi oz. razgibanost naklona, indeks vlažnosti, standardni odklon zvezne ekspozicije, energija kvaziglobalnega obsevanja za celo leto, kompozicija grebenov, percentil kot odstotek od razpona višin.

V naslednjih raziskavah je potencial naloge naslednji:

- izvedba natančnejših testov neodvisnosti spremenljivk pri uporabi metod copula in χ^2 -testa neodvisnosti
- na manjših testnih območjih je treba izvesti testiranje več spremenljivk, ki jih v tej fazi nismo zaradi obširnosti testiranega območja (celotna Slovenija) ter zaradi obširnosti omenjene tematike; predlagamo raziskavo na slednjem področju
 - razvoj in uporaba metod analiz lokalnega okna
 - razvoj in uporaba metod na enostavnih operacijah z lokalnim oknom
 - druge spremenljivke, ki zahtevajo več procesorskega časa, npr. spremenljivke, ki temeljijo na geografski odprtosti (angl. openness), spremenljivke na osnovi obročastega lokalnega okna, druge, naprednejše hidrološke analize, uporaba drugih naprednih metod, uporaba drugih indeksov na podlagi modela reliefa ipd.

Za testno območje smo po dogovoru vzeli vso Slovenijo, kar pomeni, da smo uporabljali DMV 25, ki je za tako veliko območje (površina pravokotnika, ki je očrtan Sloveniji obsega 2,7-kratno velikost Slovenije (55.000 km²) v večini primerov (za večino uporabljenih algoritmov) sprejemljiv. DMV 25 je tudi geomorfološko boljši od DMV-ja 12,5.

1.2.3 Numerična opredelitev, izdelava in verifikacija morfometričnih pedogenetskih kazalcev KTE

Povzetek

V tem delu projekta gre za podrobnejše analize posameznih kazalcev na osnovi ocene, katere spremenljivke odgovarjajo določenim reliefnim značilnostim, kot npr. konveksno/konkavno površje ali celo do detajlov, ko z morfometričnimi analizami določamo večje detajle, kot so npr. oblike vrtač ali pa različne vršaje.

Metode temeljijo na ekspertnih opredelitvah, saj referenčnih podatkov v tem primeru praktično ni, problematika pa je izjemno zapletena. V nadaljevanju sledi poskus analize spremenljivk na osnovi nenadzorovane klasifikacije. V našem primeru smo uporabili metodo ISOcluster za modificirano iterativno optimizacijo za gručenje »clustering« oz. združevanje podobnih podatkov, znano tudi kot tehniko drseče sredine (povprečenja). Izračunali smo 17–20 razredov po algoritmu ISOcluster in dendrogram z razdaljami med 17–20 razredi npr. (pri uporabljenih 12 spremenljivkah), pri čemer

lahko sklepamo na sorodstva določenih 20 razredov klasifikacije. Nato smo klasificirali z metodo največje verjetnosti (Maximum Likelihood Classification) za celotno območje Slovenije ter za območja KTE. Naredili smo različice za različno število spremenljivk.

Rezultati klasifikacij, ki so bile izdelane na digitalnem modelu višin z ločljivostjo 12,5 m (DMV 12,5) so najprimernejši za pedološko kartiranje okoli merila 1 : 12.000 do merila 1 : 25.000. Meje klasifikacij naj bi bile v končni fazi vekturizirane.

Dobljeni rezultati kažejo na vzorce v prostoru, ki so povezani s pedološko sestavo tal. V prihodnosti bo treba natančno preučiti, katere klasifikacije in parametri ustrezajo določenim izbranim območjem KTE. Vsekakor bomo morali modeliranje za druga območja prirediti, saj se nekateri parametri spremenijo, čeprav ostanejo spremenljivke iste. Pri uporabi enotnih parametrov ne moremo pričakovati stabilnih rezultatov, posebej pa še ne za različna območja litološke sestave tal.

S klasifikacijami dobimo območja, ki se geomorfološko in s tem posledično tudi geološko ter pedološko razlikujejo. Na homogenih območjih KTE dobimo torej podkategorije. Rezultati samodejnega iskanja vzorcev za pedološko sestavo tal, bi bili lahko uporabljeni v sklopu vizualizacije geomorfoloških oblik površja. V naslednjih raziskavah je treba delati na naslednjih poudarkih:

- izvesti natančne teste neodvisnosti spremenljivk pri uporabi metod copula in χ^2 - testa neodvisnosti
- izvesti raziskavo pri uporabi več različnih modelov
 - ena od možnosti je izdelava podpisov homogenih območij na ravni natančnosti merila 1 : 5000 (to kar smo delali sedaj), te izvesti nadzorovano klasifikacijo (razvrščanje v razrede)

Omenjen pristop ima velik potencial pri nadaljnjih pedoloških analizah. Za bolj relevantne rezultate potrebujemo podrobnejše raziskave na podlagi boljših podatkov reliefa, študijo na manjših tipičnih območjih, uporabo več spremenljivk (npr. geološki, klimatološki podatki), nadaljnji razvoj na izvedbi spremenljivk reliefa ter več interdisciplinarnega sodelovanja. Vse to bo podlaga za izdelavo referenčnih podatkov oz. podpisov, ki bodo omogočili nadzorovano klasifikacijo in/ali izvedbo naprednejših napovedovalnih modelov.

Rezultate bi bilo treba v nadaljnjih raziskavah povezati z Obrazcem za opis in vzorčenje tal (Fazno poročilo 3.2.3.1b), kjer se pri opazovanju tal definira talne tipe na osnovi makroreliefa (šifrant 3), reliefne oblike (šifrant 4), oblike pobočja (šifrant 5), lege lokacije na pobočju (šifrant 6) ter razgibanosti makroreliefa (šifrant 7).

1.2.4 Numerična opredelitev, izdelava in verifikacija nemorfometričnih pedogenetskih kazalcev KTE

Povzetek

Pedogenetske kazalce lahko razdelimo na več načinov. En izmed teh je tudi delitev na morfometrične ali reliefne in nemorfometrične ali nereliefne. Manjši nabor nemorfometričnih zajema tiste kazalce, ki so neposredno ali posredno povezani s površjem oziroma reliefom in jih neposredno lahko pridobimo na podlagi digitalnega modela nadmorskih višin. Vsi ostali so nemorfometrični. Med pomembnejše uvrščamo matično ali geolitološko podlago, podnebje ali klimo ter rabo tal, ki predstavlja delovanje človeka v pokrajini.

Glavni cilji podsklopa 1.2.4 je numerična opredelitev dostopnih in razpoložljivih podatkov za bistvene nemorfometrične kazalce oziroma pedogenetske. Šele na podlagi numerične opredelitve pretežno neštevilskih podatkov bo možna njihova uporaba v GIS modeliranju talnih sistematskih enot. Numerično opredelitev smo tudi verificirali.

- Opredelitev dostopnih in razpoložljivih podatkov za bistvene nemorfometrične kazalce oziroma pedogenetske dejavnike, pri čemer se bomo osredotočili na geolitološko podlago, klimatske parametre in rabo tal.
- Numerična opredelitev nemorfometričnih pedogenetskih kazalcev.
- Izdelava numeričnih kodnih tabel za nemorfometrične pedogenetske kazalce.
- Verifikacija opredeljenih numeričnih vrednosti na testnem območju.

Rezultat naloge je pregled obstoječih in razpoložljivih baz podatkov, na podlagi katerih bomo izdelali tabele z ekspertno določenim numeričnim kodnim sistemom za nemorfometrične pedogenetske dejavnike. Vsakemu posameznemu kazalcu pripada tudi ustrezna GIS baza podatkov.

Stanje na področju podatkovnih baz nemorfometričnih kazalcev je zadovoljivo. Večina pedogenetskih kazalcev ima ustrezen GIS podatkovni sloj, ki ga je mogoče uporabiti v modeliranju. Najbolj problematično je stanje na področju geologije, saj za celotno Slovenijo ne obstajajo dovolj natančni in posodobljeni digitalni podatki o matični podlagi. Za nadaljnje delo na področju detajlnega digitalnega kartiranja tal bi bila nujna dostopnost digitalne, Osnovne geološke karte, v merilu 1:25.000. Izboljšave obstoječe pedološke karte bodo mogoče zaradi rastrskega načina dela in na podlagi predvsem morfometričnih kazalcev (podsklop 1.2.3). Kodni sistem so določeni preverjeni za tri najpomembnejše nemorfometrične pedogenetske dejavnike: matično podlago, padavine, podnebje in rabo tal. Matično podlago sestavljata dve vrednosti. Štirimestna, ki označuje starost kamnine in sedemestna, ki označuje litološko sestavo kamnine in njene lastnosti. Raba tal/pokrovnost predstavlja dva med seboj različna podatkovna sloja. Vsebinsko podrobnejšega CORINE LC, ki je manjšega merila predstavlja trimestna vrednost. Sloj MKGP je večjega merila, a vsebinsko bolj splošen, predstavlja štirimestna vrednost. Podnebje ločeno sestavljajo štirimestni podatki padavin in temperatur. Pri obeh prvi dve mesti zaseda podnebni tip, drugi dve pa vrednost glede na povprečno letno količino padavin oziroma povprečno letno temperaturo zraka.

Bistvo dela je izboljšava obstoječe karte. Raziskava je pokazala, da so še vedno potrebni realni terenski podatki, kar pomeni nekajkrat večje število lokacij, kjer bi detajlno proučili naravne dejavnike in njihove lastnosti tudi analizirali v laboratoriju, kjer pedološki karti, z opisanimi profili nimamo veliko očitati. Naraščajoče število terenskih meritev, skupaj s kvantitativnimi podatki omogoča še dodatna, natančna modeliranja posameznih talnih lastnosti (globina, tekstura, vodne lastnosti, reakcija itd.), s čimer bi lahko postavili temelje tehnični klasifikaciji slovenskih tal. Tako opredeljena tla, bi bile precej lažje predstavljive in opredeljive. Takšne enote bi bile še manj podvržene subjektivnim ocenam in bi bile lažje ter zanesljivejše za interpretacijo.

- več raznovrstnih, današnjemu stanju primernih posodobljenih podatkov čim boljše kvalitete,
- podrobnejše podatkovne baze,
- ekspertno preverjanje zastarelih podatkovnih baz na terenu (predvsem geološke podatke),
- večje število terenskih opazovanj,
- pridobiti ali zvesti podatke georadarskih meritev talnih profilov in podatki meritev drobnih razlik v reliefu z metodologijo LIDAR, kar bi omogočila problematično razmejevanje med nekaterimi talnimi skupinami (rendzine in rjava pokarbonatna tla).

1.3.1 Modeliranje tal v nekarbonatnih sistemih

Povzetek

V delovni nalogi smo zasnovali in preizkusili model napovedovanja lastnosti tal in porazdelitve talnih tipov v prostoru uniformne nekarbonatne litološke podlage in klimatskih dejavnikov. Konkreten rezultat naloge je prevedba ekspertnega znanja v prostorske algoritme za napoved pojavljanja talnih horizontov na podlagi bistvenih, za modelno območje najpomembnejših pedogenetskih dejavnikov. Metoda zajema funkcije, ki v dveh fazah ovrednotijo bistvene pedogenetske lastnosti prostora.

Spodnja enačba prikazuje primer funkcije za oceno globine kambičnega Bv horizonta glede na ekspozicijo pobočja.

$$FBv_{\text{globina}} = (0,000005 * POW(\%gnag\%,4)) - (-0,0014 * POW(\%gnag\%,3)) - (0,1397 * POW(\%gnag\%,2)) - (-5,8781 * \%gnag\%) + 90,481$$

pri čemer je: FBv_{globina} : globina Bv hor. v cm; gnag: pa nagib pobočja v °

V okviru iste litološke osnove (matične kamnine) trdnih nekarbonatnih kamnin (grandiorit / tonalit) ter praktično enakih klimatskih pogojev smo v prvi stopnji zasnovali napovedni model pojavljanja talnih horizontov in v drugi stopnji algoritem klasifikacije talnih tipov s katerim smo izdelali rastrsko pedološko karto merila, ki je primerljiv merilu 1:10.000 ali boljšemu.

Rezultati modela so

- prevedbene funkcije za napoved prisotnosti / globine / debeline posameznih pedogenetskih horizontov Ol, Of, Oh, Ah, AB, Bv, T in Gr in
- algoritem za izdelavo rastrske pedološke karte.

1.3.2 Modeliranje tal v karbonatnih sistemih

Povzetek

Tla nastajajo pod vplivi pedogenetskih dejavnikov glede na izraženost in prispevek posameznega dejavnika k pedogenezi. Rezultat pedogeneze je talni profil, ki je tako funkcija posameznih pedogenetskih dejavnikov.

Zasnovali in preizkusili smo metodo za izboljšavo geometrije pedoloških kart. Metoda omogoča izboljšavo pedoloških kart oz. podatkov tal v smislu večje ločljivosti geokodiranih podatkov, razporeditve talnih tipov v prostoru ter v vsebinskem smislu za potrebe izvajanja fizikalnih podatkov tal za oceno lastnosti tal za zadrževanje vode. Spodnja enačba prikazuje primer funkcije za oceno globine karakterističnega kambičnega Brz horizonta glede na parametre, ki primarno vplivajo na pedogenezo horizonta.

$$FBrz_{\text{globina}} = -0.00000005x^5 + 0.00002x^4 - 0.0027x^3 + 0.1822x^2 - 5.7972x + 70.272$$

pri čemer je: $FBrz_{\text{globina}}$: globina Brz hor. v cm; x: nagib pobočja v °

V okviru enotne litološke osnove (matične kamnine) trdnih karbonatnih kamnin (kredni apnenci) ter praktično enakih klimatskih pogojev smo zasnovali napovedni model talnih tipov z namenom izdelave pedološke karte večje ločljivosti in boljše vsebinske natančnosti od pedološke karte 1:25.000. V modelu so bili naslednji bistveni pedogenetski dejavniki reliefa oz. reliefnih oblik: nagib, konkavnost / konveksnost in nadmorska višina. Prisotnost organskih horizontov je določena z rabo tal. Spodnja slika lepo kaže na ustreznost rezultatov modela. Pri prekrivanju dejanskih obdelovalnih površin (GERK) z modelnim rezultatom sloja skupne globine tal na spodnji sliki se njive (ravne in pravokotne parcele) prostorsko lepo skladajo z napovedjo globine tal (temneje obarvano) za razliko od parcel nepravilnih oblik (pašniki / travniki) na plitvejših tleh (svetlo obarvano).

Rezultati modela so:

- Napoved prisotnosti/globine/debeline posameznih pedogenetskih horizontov (Oh, A, Ab, Brz)
- Napoved prisotnosti posameznih talnih tipov in
- Algoritem modela s parametri.

1.3.3 in 1.3.4 Prevedba metod v geoinformacijsko okolje in razvoj in operacionalizacija GIS algoritmov

Povzetek

Prisotnost in oblika talnih horizontov je odvisna od pedogenetskih dejavnikov kot so matična podlaga, klima, relief, raba, živi svet, čas. Čeprav enotni, se njihova intenzivnost razlikuje glede na različne pedosekvence - serije tal na enotnih matičnih podlagah in sorodnem reliefu. Podatki nekaterih ključnih pedogenetskih dejavnikov so na voljo v digitalni obliki in prostorsko opredeljeni. Podatke drugih je možno izvesti iz prvih, jih sintetizirati z uporabo GIS orodij in uporabiti kot samostojne sloje podatkov.

Poročilo predstavlja implementacijo napovednih modelov pedogenetskih horizontov v prostoru dveh različnih pedosekvenc: a) na trdih karbonatnih kamninah (apnenci in dolomiti) testnega območja Jurišče ter b) na trdih nekarbonatnih kamninah (granodiorit) testnega območja Pohorje.

Za vsako pedosekvenco sta izdelani dve programski aplikaciji. Prva na podlagi prostorskih baz podatkov ključnih pedogenetskih dejavnikov napove prostorsko razporeditev / prisotnost talnih horizontov v okviru testnega območja. Druga aplikacija na podlagi posameznih horizontov napove razprostranjenosti talnih tipov v prostoru. Rezultat obeh so rastrski sloji podatkov - gridi. Programske vrstice so napisane v Arc Macro Language jeziku in jih izvajamo v Arc Info GIS okolju.

Prednost izvedbe s pomočjo programskih vrstic je hiter razvoj, nadzor na vhodnimi parametri, dokumentiranost, hitro testiranje in vizualizacija rezultatov napovedi modela. Dana je možnost izboljšav s spreminjanjem enega ali več ključnih parametrov ali spreminjanjem / prilagoditvijo napovednih funkcij.

Programske vrstice je možno nadgraditi za rabo v okviru enakih / sorodnih testnih območjih. Z dopolnitvijo / nadgradnjo funkcionalnosti ter dopolnitvijo parametrov je možno razviti nove napovedne modele za druge pedosekvence. S tem je dana možnost izdelave pedoloških baz podatkov v krajšem časovnem obdobju.

1.4.1 Primerjalna analiza obstoječe vektorske karte Slovenije srednjega merila in kart tal izdelanih z numerično metodo

Povzetek

Delovna naloga zajema testiranje - uporabniško primerjavo pedološke karte, ki je nastala s pomočjo metode klasičnega, terenskega, pedološkega kartiranja ter karte, ki je nastala s pomočjo numeričnega modela oz. z uporabo metode digitalne kartografije tal. Primerjava izpostavlja prednosti in slabosti obeh pristopov, razlike v točnosti podatkov pridobljenih na tak način in nakazuje možnosti za alternativne pristope k ocenjevanju prostorskih lastnosti tal za primere, kjer zaradi različnih vzrokov (pomanjkanje časa, sredstev, itd.) klasični pristopi niso mogoči.

S stališča uporabnika je morda klasična pedološka karta z osnovnimi informacijami tal dovolj, predvsem kadar govorimo o manjšem merilu (25.000 → 50.000 / 100.000). Pri upravljanju s prostorom na lokalni ravni (prostorsko načrtovanje, spremembe rabe zemljišč, varstvo okolja, trajnostno kmetijstvo, varstvo pred naravnimi nesrečami, ...) pa so potrebni natančnejši podatki o tleh, pogosto v merilu posameznih parcel / enotne rabe prostora, za kar je pedološka karta 1:25.000 preveč generalizirana. V teh primerih je numerični model dobra alternativa, saj detajlneje opredeljuje talne lastnosti in tipe. Na nivoju celice (raster) dovoljuje prostorsko in vsebinsko opredelitev veliko manjših izsekov (večje merilo). Na podlagi razpoložljivih podatkov numerična metoda sicer le predvideva lokacijo in lastnosti posamezne celice. Numerična metoda izkazuje prednosti in potencial predvsem za izboljšavo obstoječih pedoloških kart srednjega merila (1:25.000 / 1:50.000) pri čemer je pomembno zagotoviti dobro ločljivost vhodnih podatkov in s tem kakovost izhodnih rezultatov.

1.4.2 Kartiranje pedoloških kart tal v merilu 1:10.000 dveh testnih območij s klasično ekspertno metodo

Povzetek

Pedološka karta Slovenije v merilu 1 : 25 000 je izdelana za območje celotnega ozemlja države Slovenije, kar je zelo detajlno merilo na nivoju države. Z digitalizacijo pedološke karte in razmahom uporabe geografskih informacijskih tehnologij (GIS) se je povečala tudi uporaba pedološke karte. GIS omogočajo menjavanje merila in prilagajanje podatkov različnim topografskim podlagam in kombiniranje z drugimi prostorskimi podatki, pri čemer se je pokazalo, da je merilo zajema pedološke karte 1:25.000 premalo natančno za obdelavo na nivoju GERK, oziroma katastrska parcela. Izboljšanje vektorskih pedoloških kart je možno z modeliranjem in klasično z dodatnim terenskim delom.

Namen predstavljenega delovnega sklopa je bila izdelava pedološke karte merila 1:10.000 za dve testni območji velikosti 2 km². Izbrani območji se razlikujeta v geološki in pedološki zgradbi, reliefu ter rabi tal: testna ploskev Palčje leži na območju Notranjskega krasa SV od naselja Jurišče z nadmorsko višino od 704 do 865 m, matična podlaga so apnenci z roženci, prevladujoča raba tal je pašnik; testna ploskev Pohorje leži v osrednjem delu Pohorja na nadmorski višini med 1100 in 1335 m, matična podlaga je tonalit, prevladujoča raba tal gozd. Pedološki karti smo izdelali s klasično metodo terenskega rekognosciranja in sondiranja, pri čemer smo izhajali iz informacij pedološke karte 1:25.000. V primeru Palčje smo iz prevladujoče sestavljene pedokartografske enote v merilu 1:25.000 izdvojili 10 sestavljenih in/ali homogenih pedokartografskih enot, v primeru Pohorje so 3 sestavljene pedokartografske enote večjega merila rezultirale v sedem sestavljenih oziroma homogenih pedokartografskih enot manjšega merila.

1.4.3 in 1.4.4 Ekspertna primerjava pedoloških kart in Validacija modela z uporabo semiavtomatskih računalniških postopkov pedometrike

Povzetek

Poligon talne kartografske enote (TKE) je osnovni prostorski objekt digitalne Pedološke karte Slovenije v merilu 1:25.000 (PK25). TKE so prostorsko omejena območja - poligoni PK25, v katerih so prevladujoči talni tipi (talne sistematske enote - TSE) ocenjeni z deležem (%). V okviru posamezne TKE je torej znano kateri tipi tal se na območju poligona nahajajo in s kakšnim deležem so zastopani. Ni pa znano, kje znotraj poligona kartografske enote se posamezni talni tipi - TSE nahajajo.

Delovna naloga obravnava ekspertno primerjavo klasičnih vektorskih pedoloških kart z numerično izdelano pedološko karto z metodo digitalnega kartiranja tal. Med seboj smo primerjali ločljivost kart, to je razčlenjenost enot, njihovo število in površine. Prav tako smo preverjali informacijsko vrednost in število atributov, ki jih pedološke karte vsebujejo. Podana je bila ekspertna ocena prednosti in slabosti posameznih kart v različnih merilih in njihova uporabnost v velikih merilih (< 1:10.000).

Delovna naloga potrjuje večjo objektivnost numerične rastrske pedološke karte v primerjavi s klasično izdelanimi kartami v kriteriju razporeditve talnih tipov v prostoru. Hkrati podaja boljšo / natančnejšo prostorsko informacijo o lastnostih tal in s tem tudi o talnih tipih in ne zgolj informacije o pedokartografskih enotah.

V prostoru predvideni talni tipi in njihove meje logično sledijo pokrajinsko-ekološkim enotam. Numerična metoda je dala boljše rezultate na karbonatnem (Palčje) kot na nekarbonatnem sistemu (Pohorje).

2.1.1 Nevarnost prehajanja težkih kovin v kmetijske in gozdne rastline

Povzetek

Namen tega dela projekta je bil postaviti modele za napovedovanje vsebnosti kovin v različnih rastlinah na osnovi podatkov vsebnosti kovin in drugih podatkov tal. Na osnovi pregleda podatkov smo ugotovili, da imamo do sedaj največ podatkov za Cd v vrtninah (endivija, radič, korenje, peteršilj, paradižnik, kumare) ter Cd, Pb in Zn v dveh travniških rastlinah (navadni regrat in ozkolistni trpotec).

Z metodo multiple regresije smo izračunali modele, ki se razlikujejo po številu vključenih talnih lastnosti in koeficientu regresije.

Dovolj dobre zveze smo pridobili za vsebnost Cd v solatnicah ($R^2 = 0,824$), v korenju ($R^2 = 0,629$) in v trpotcu ($R^2 = 0,6$).

Ostale zveze: za Cd v plodovih ter za Pb in Zn v travniških rastlinah, so pojasnile manjši delež variabilnosti in bi jih bilo potrebno nadgraditi z dodatnimi podatki, tudi s podatki o rastlinam dosegljivih frakcijah kovin v tleh.

2.1.2 PTF Sposobnost tal za zadrževanje vode

Povzetek

Pretvorbene funkcije tal (PTF) so matematični modeli, s katerimi na podlagi lahko merljivih in dostopnih podatkov tal utemeljeno sklepamo / izvedemo podatke, za katere so potrebne zapletene ter časovno zahtevne in drage meritve.

Sposobnost tal za zadrževanje vode je ena temeljih, a kompleksnih lastnosti tal oz. talnih horizontov. Z drugimi bistvenimi parametri odraža potencial za pridelavo biomase oz. rodovitnost tal. Sposobnost tal za zadrževanje vode ocenjujemo na podlagi poljske kapacitete (PK) in točke venenja (TV) ter izračunane rastlinam dostopne vode (RDV). Te vrednosti v naslednjem koraku ocenjevanja sušnosti predstavljajo vhodne vrednosti za izračune evapotranspiracije tal (ET). V Sloveniji je relativno malo sistematično izvedenih meritev PK in TV po posameznih horizontih.

Za potrebe razvoja talnega informacijskega sistema smo izvedli napovedovalni funkciji na manjšem številu meritev ter statistično ocenili njihovo napovedno moč na podatkih talnih horizontov. Funkciji smo vgradili v informacijski sistem, izračunali vrednosti TV, RV in RDV, jih povezali z digitalno pedološko karto in podatke vizualizirali. Za natančnejše napovedovanje vrednosti bi bilo potrebno opraviti večje število sistematičnih meritev.

Napovedno natančnost PTF za PK in TV je možno izboljšati na podlagi večjega števila meritev in obdelave podatkov po posameznih skupinah horizontov. S pomočjo večjega števila podatkov skupin horizontov je možno zasnovati PTF, ki so natančnejše prilagojene posameznim horizontom.

2.1.3 PTF Nevarnost izpiranja N-spojnin v podzemne vode

Povzetek

Predstavili smo komponente za izračun dušikove bilance v sistemu kmetijske pridelave rastlin. Elementi za izračun bilance so podani na dveh nivojih: na nivoju pedosistematskih enot ter z računalniškim determinističnim simulacijskim modelom (GLEAMS) na nivoju parcele.

Pri nivoju modeliranja na nivoju pedosistematskih enot smo s pomočjo digitalno izračunanih podatkov o vodni bilanci na površini tal (VB) in efektivne poljske kapacitete tal za vodo (ePK; globina tal omejena na 80 cm) izračunali potencialno odcejeno vodo oz. perkolat (OVp) izpod območja korenin. Uporabili smo naslednji izračun:

$OVp = VB - ePK \dots\dots\dots (mm \text{ oz. } l/m^2)$

Pri tem izračunu smo zanemarili površinski odtok vode, ki je pomemben na nagnjenih površinah, v ravninah pa ne. Potencialna nevarnost onesnaženja talne vode je odvisna od količine dušika, ki se lahko izpere (pozitivna bilanca N) in od količine perkolata. Več ko je perkolata, manjša je koncentracija v njemu raztopljenega nitrata -pri istem presežku N- in s tem manjša nevarnost onesnaženja vode. Večji ko je bilančni presežek N, večja je nevarnost za onesnaženje. Ta povezava je izražena z naslednjo enačbo:

Vsebnost nitrata v izprani vodi = bilanca N (kg/ha) $\times 0,7:OVp$ (l/m²) $\times 443^*$ (mg NO₃⁻/l)

Poudarjamo, da izraza perkolat ne smemo enačiti z izrazom podtalnica. Podtalnica se napaja z vodo, ki pronica skozi talni profil (s talnico) ter tudi z vodo, ki se lateralno premika in pride od drugod (npr. bogatenje podtalnic iz rek, iz snežnih zalog v gorah).

Z modelom GLEAMS smo simulirali dušikovo bilanco na rjavih tleh na produ: na Murskem polju z relativno majhno količino padavin, na Ptujsko-Dravskem polju s srednjo ter na Kranjsko-Sorškem polju z relativno obilnimi padavinami.

Model GLEAMS je pokazal, da je naše najbolj občutljivo območje za sušo in za izpiranje dušika Dravsko-Ptujsko polje.

2.1.4 PTF Zaloge C v talnih horizontih

Povzetek

Analizirali smo podatke 45 talnih profilov 16 × 16 km bioindikacijske mreže Slovenije za razvoj lokalne pedotransferne funkcije (PTF) za oceno gostote gozdnih tal. Skupno je bilo v analizo zajetih 106 talnih horizontov. Koncentracija organskega ogljika je v negativni korelaciji z gostoto tal ($p < 0,001$). Za napovedovanje gostote tal smo uporabili Log-Lin model, v katerega smo kot pojasnjevalne spremenljivke vključili; koncentracijo organskega ogljika, pH vrednost in kationsko izmenjalno kapaciteto. Dobrih 83% variabilnosti gostote tal pojasnimo z modelom multiple regresije. Lokalno pedotransferno funkcijo PTF smo primerjali z objavljenimi (tujimi) PTFs s štiri validacijskimi kazalci (MPE, SDPE, RMSPE in R²); lokalna PTF ima najvišjo natančnost napovedi. Razlika izmerjenih in izračunanih zalog ogljika na podalgi PTF so lahko večje od 160 t C/ha. Natančnost napovedi zaloge ogljika bi bilo mogoče izboljšati s kalibracijo koeficientov v modelih glede na pedosekvence.

2.1.5 Validacija modelov PTF z arhivskimi podatki raziskav

Povzetek

V okviru podsklopa 2.1.5 »Validacija modelov z arhivskimi podatki raziskav« smo vrednotili modele oziroma pretvorbene funkcije, ki so bile predstavljene v podsklopih 2.1.1.-2.1.4. Izmed vseh zvez kovina v tleh-kovina v rastlini smo z arhivskimi podatki lahko vrednotili le vsebnost Cd v endiviji in radiču. Uporabili smo zbrane podatke za dve mesti (Celje in Ljubljana). Ugotovili smo, da se zbirki podatkov statistično razlikujeta, zato smo izračunali novo zvezo ($R^2 = 0,77$) na osnovi združenih podatkov in jo validirali z naključnim izločevanjem 20 % podatkov. Ugotovili smo velik vpliv posameznih vrednosti (osamelcev) zaradi premalo podatkov v višjem koncentracijskem območju. Model za napoved volumnske gostote tal je bil izračunan in validiran le za gozdna tla, medtem ko podatkov za kmetijska tla praktično nimamo. Na majhnem številu podatkov smo izračunali tudi pretvorbene funkcije za izračun poljske kapacitete in točke venenja na osnovi teksture in organske snovi in jih primerjali s tujimi modeli. Preliminarni rezultati potrjujejo, da se izmerjeni podatki bolj

prilagajajo izračunanim v primeru domačih pretvorbenih funkcij kot v primeru tujih modelov, kar potrjuje smiselnost razvoja pretvorbenih funkcij.

2.3.1 Operacionalizacija PTF v SQL algoritmi

Povzetek

Z uporabo Toad for Oracle programa smo v SQL okolju izdelali poizvedbe (queries) za izdelavo podatkovnih tabel z rezultati pretvorbenih funkcij tal (PTF). PTF funkcije smo implementirali v izračune:

- vsebnost težkih kovin (Cd, Pb, Zn) v zelenjavi,
- poljska kapaciteta, točka venenja,
- napoved gostote mineralnega dela tal ter
- maksimalne možne vsebnosti NO_3^- v izprani vodi.

Večina PTF funkcij je bila izvedena na podatkih tal iz ljubljanskih vrtičkov. PTF »Sposobnost tal za zadrževanje vode«. Smo izdelali na podatkih pedoloških profilov in pedokartografskih enot. Slednji dve tabeli namreč ne vsebujeta vseh potrebnih spremenljivk, ki vstopajo kot vhodni parametri pri ostalih PTF funkcijah (primer: onesnaženost s težkimi kovinami).

Izdelane tabele smo preko veznega polja združili z ustreznim vektorskim slojem v GIS orodju (pedološki profili, pedološka karta, itd.). Tako smo ustvarili nov vektorski podatkovni sloj, s katerim prostorsko prikazujemo parametre tal – rezultate PTF, izdelamo nove tematske karte ter lažje interpretiramo podatke.

Bodoče aktivnosti na področju pretvorbenih funkcij tal bodo usmerjene v izpopolnjevanje že obstoječih algoritmov PTF, njihovo standardizacijo ter izdelavo novih funkcij.

2.3.2 Testiranje PTF v GIS

Povzetek

V sklopu delovne naloge smo implementirali, povezali ter v GIS spletnem portalu vizualizirali algoritme štirih pretvorbenih funkcij tal (PTF): Nevarnost prehajanja težkih kovin v kmetijske in gozdne rastline, Sposobnost tal za zadrževanje vode, Nevarnost izpiranja N-spojnin v podzemne vode in Zaloge C v talnih horizontih. Ob enem smo primerjali in preverili tudi vsebinsko interpretacijo posameznega podatka kot rezultata posamezne PTF.

Pri vizualizaciji posameznih PTF v GIS spletnem portalu smo se zaradi pomanjkanja nekaterih podatkov tal omejili na podatke testnega območja okolice Ljubljane. Vse v GIS prevedene pretvorbene funkcije vsebinsko vizualizirajo napovedi PTF, ki jih je možno uporabiti pri analizah s področja spremljanja onesnaženosti tal s težkimi kovinami, napovedovanja vodnega stresa pri kmetijskih rastlinah (vodna bilanca oz suše) ter določevanja območja večje ogroženosti za izpiranje N-spojnin v podtalnico.

Vse implementirane PTF funkcije so ob predpostavki, da se nabor podatkov tal razširi in dopolni za vso državo, primerne za analizo območja Slovenije.

3.1.1 Definicija funkcionalnosti in ciljev talnega informacijskega sistema Slovenije

Povzetek

Podatki in izvedene informacije o tleh so potrebni pri varstvu okolja, kmetijstvu, prostorskem razvoju, raziskovalni in izobraževalni dejavnosti; za izvajanje aktivnosti javnih služb; pa tudi zanimivi za nevladne organizacije in naravovarstvenike ter širšo javnost. Podatki tal Slovenije so večinoma pridobljeni z javnimi sredstvi, ki niso majhna. Podatki po zaključku projektov navadno ostanejo na različnih inštitucijah in so večinoma slabo vzdrževani in arhivirani ter nemalokrat celo prepuščeni pozabi. Harmonizacija, združitev sedaj razdrobljenih in razkropljenih podatkov tal v sodobnem, dostopnem informacijskem sistemu, bi pomembno olajšala izvajanje različnih aktivnosti za varstvo okolja in trajnostno rabo naravnih virov v Sloveniji. Z zbiranjem podatkov in njihovo nadaljnjo uporabo, bi se sredstva porabljena za pridobivanje podatkov bolje izkoristila/racionalizirala.

Potreben je sodoben dostop do zbranih, interpretiranih in primerno organiziranih podatkov tal.

Osnovne funkcionalnosti javnega spletnega GIS je omogočanje dostopa do urejenih in interpretiranih ter, kjer smiselno, izvornih podatkov tal.

Vzpostavitev in vzdrževanje spletnega talnega informacijskega sistema olajša izvajanje naloge s področij:

- o Splošno varovanje okolja in podzemnih voda, zasnova uredb, določitev vodovarstvenih območij ter različni preventivni ukrepi in sanacije okolja;
- o Prostor: trajnostno načrtovanje rabe prostora, državni prostorski načrti, umeščanje velikih infrastrukturnih objektov v prostor, širjenje mest, trajnostna raba zemljišč in optimalnejše načrtovanje razvoja naselij in industrijskih območij, itd.

3.1.2 Zasnova medsektorskih in medinstitucionalnih povezav baz podatkov tal

Povzetek

V Sloveniji smo v preteklosti pridobili precej podatkov o tleh. Kljub temu je mnogo teh žal nedostopnih in prav zato tudi slabo uporabljenih. Vrednost teh podatkov je tako zmanjšana in s tem niso upravičena sredstva, ki jih je država in skupnost investirala v pridobivanje podatkov. Zaradi neustreznih informacij prihaja posledično do slabih, manj optimalnih rešitev v prostorskem načrtovanju in razvoju. Te se odražajo v okoljskih in gospodarskih problemih. V okoljski problemih lahko izpostavimo; onesnaženje podzemnih voda, zemeljske plazove, uničevanje okoljskih funkcij tal s preobširnimi in nekontroliranimi pozidavami, izgube organske snovi iz kmetijskih tal, onesnaženje tal ter posledično prehod onesnažil v rastline in hrano, ... pri čemer smo omenili le nekatere, ki v večji meri ogrožajo tla in okolje.

Podatki tal, katerih pridobivanje je financirano iz javnih sredstev, je smiselno zbirati na enem mestu v strokovni javni raziskovalni inštituciji, ki je pooblaščen za zbiranje, hranjenje, vzdrževanje in omogočanje dostopa do podatkov.

V delovni nalogi smo zasnovali organizacijsko strukturo z naslednjimi bistvenimi nalogami:

- zbiranje,
- urejanje,
- harmonizacija
- interpretacija,
- prostorska obdelava in umestitev
- vizualizacija in dostop

Do podatkov je organiziran neposreden dostop preko spletne strani. Dostop do podatkov bi bil omogočen na dva načina: dostop do splošnega nivoja podatkov bo možen neposredno (sistem deloma odprt za javnost) oz. poln dostop do sektorsko urejenih podatkov avtoriziranim uporabnikom.

Dostop lahko poteka na podlagi avtorizacije z možnostjo neposrednega in trajnega dostopa do podatkov. Obseg v okviru posameznega uporabnika (gesla) se določi glede na naravo in potrebe uporabnika.

3.1.2.6 Izdaja predloga obveznega navodila za izvajanje analitike tal

Povzetek

Obvezana navodila za izvajanje analitike tal obsegajo napotke, ki se jih morajo spoštovati in uporabljati vsi laboratoriji, ki analizirajo tla v Sloveniji, držati, če želijo uporabiti rezultate analiz za nacionalni talni informacijski sistem. Rezultati krožne analize za talne vzorce, ki je bila izvedena v pedoloških laboratorijih Gozdarskega inštituta Slovenije (GIS), BF Oddelka za agronomijo (BF, agronomija) in Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS), so se nakazale nekatere razlike za iste vzorce med različnimi uporabljenimi metodami. Največje razlika je bila opažena pri analizi organskega ogljika, kjer se je pokazalo, da je metoda suhega sežiga edina relevantna, ter pri izmenljivih kationih, kjer je glavni vir razlik pri določitvi vsebnosti le-teh v ekstrakcijski raztopini. Ob uskladitvi tega vidika metode predvidevamo, da bi se izmerjene razlike zmanjšale. Glede odločitve o bolj in maj primernih metodah oz. pri določitvi neprimernih metod, bi morali krožno analize za tla ponavljati, povečati število določitev za posamezne parametre za vse laboratorije. Priporočljivo bi bilo povečati število sodelujočih laboratorijev.

3.2.1.1 Harmonizacija klasifikacije z WRB

Povzetek

Poznavanje WRB (World Reference Base for Soil Resources) klasifikacije za tla je v Sloveniji nezadovoljivo, hkrati pa narašča potreba po njeni uporabi.

V okviru delovne naloge smo pripravili teoretično primerjavo strukture, diagnostičnih kriterijev in kvalifikatorjev obeh klasifikacij in okviren prevod glavnih talnih enot Slovenske klasifikacije (SKT) in talnih enot Pedološke karte Slovenije merila 1:25000 v WRB. Pri primerjavi strukture obeh klasifikacij smo ugotovili, da razvrščanje SKT temelji predvsem na podlagi razvojne stopnje, medtem ko so talne lastnosti pomembne šele pri podtipu in nižjih nivojih; WRB pa razvršča na podlagi talnih lastnosti. Primerjava WRB in SKT na primeru evtričnih kambičnih tal je pokazala, da WRB z imenom objasni večje število talnih lastnosti v primerjavi s SKT. Talni tipi SKT se lahko razvrščajo v različne referenčne skupine po WRB. Največje neujemanje smo ugotovili pri rendzinah, ki so se po WRB 2006 razvrščale v skupine Leptosols, Phaeosems, Histosols in Cambisols. Pri WRB klasifikaciji ne obstajajo kvalifikatorji, ki bi značilno ločevali med rjavimi pokarbonatnimi tlemi, evtričnimi rjavimi tlemi in terra rosso. Podali smo sicer okviren prevod posameznih talnih sistematskih enot SKT v WRB, vendar bi za korektnije poimenovanje po WRB bil potreben ponoven pregled in upoštevanje diagnostičnih talnih lastnosti.

Konkretni rezultati naloge so:

- Primerjava strukture WRB in SKT;
- Primerjava talnih tipov SKT z referenčnimi skupinami WRB;
- Primerjava diagnostičnih horizontov WRB z SKT;

- · Primerjava površinskih horizontov;
- · Označbe organske snovi po WRB in SKT;
- · Primerjava podpovršinskih horizontov.
- · Okviren prevod vseh talnih sistematskih enot Pedološke karte Slovenije merila 1:25 000 v WRB klasifikacijo.

3.2.1.2 Publiciranje predloga obveznega navodila za klasifikacijo tal

Povzetek

Slovenska klasifikacija tal, ki izhaja iz Jugoslovanske klasifikaciji tal, se je razvijala in dopolnjevala tekom njene uporabe, predvsem v času priprave pedološke karte Slovenije (1961-1999). Njeno poznavanje je bilo bolj ali manj vezano na ožji krog pedologov, omejevala pa jo je tudi subjektivnost pri vrednotenju talnih lastnosti. V predstavljeni nalogi smo, na osnovi pregleda številnih neobjavljenih gradiv, ki so nastali v času pedološkega kartiranja Slovenije, zbrali izkušnje različnih pedologov in pripravili poenoteno navodilo za klasificiranje tal v skladu s Slovensko klasifikacijo tal. Navodilo zajema seznam in oznake diagnostičnih horizontov in pod horizontov, talne lastnosti, ki jih je potrebno upoštevati pri razvrščanju tal ter ključ za klasifikacijo tal znotraj avtomorfnega in hidromorfnega oddelka. Podan je tudi predlog enotnega šifriranja talnih sistematskih enot in njihov okvirni prevod v WRB referenčne skupine. Po recenziji in testiranju bo predlog publiciran kot obvezno navodilo za klasifikacijo tal. Delo bo omejilo subjektivnost pri opisovanju in razvrščanju tal in prispevalo k širši in korektniji uporabi slovenske klasifikacije tal.

3.2.2.5 Preverjanje in harmonizacija analitskih metod tal

Povzetek

V okviru naloge preverjanja in harmonizacije analitskih metod tal so sodelovali tri institucije: BF Agronomija, Kmetijski inštitut Slovenije in Gozdarski inštitut Slovenije. Na osnovi izkušenj skupnega krožnega testa pedološko-kemijskih parametrov se je pridobila informacija glede uporabljenih metodah v posameznih laboratorijih, njihove o njihovi natančnosti, točnosti in možnost medsebojne harmonizacije/uskladitve. Rezultati krožne analize je pokazala na razlike v uporabljenih metodah analiz posameznih parametrov. Najbolj kritične razlike med analiznimi rezultati so glede rastlinam dostopnih elementov kalija in fosforja), za kationsko izmenjalno kapaciteto in pri določanju teksture.

3.2.3.1a Izdelava obveznega navodila za terenske raziskave tal

Povzetek

Raba tal spreminja njihove naravne lastnosti, kar pogosto vodi v ogroženost tal kot naravnega vira, ustvarja konflikte v prostoru, znižuje kakovost naravnega okolja ipd. Za ljudi so tla nepogrešljiva saj omogočajo pridelavo hrane, krme in industrijskih surovin. So pomembna sestavina okolja oziroma ekosistemov ter poleg omenjenega omogočanja pridelave opravljajo še druge okoljske in za človeka pomembne funkcije. Raziskave tal in talnega okolja so namenjene predvsem zmanjševanju tveganj pri odločitvah, ki sicer lahko privedejo do nepovratnih degradacij tal. Za Slovenijo so te raziskave

zelo pomembne, saj imamo relativno malo površin tal, ki bi omogočale širšo izbiro med različnimi vrstami rabe in hkrati zagotavljala ostale okoljske funkcije. Raziskav tal se lotevamo tako v njihovem ohranjenem stanju, kakor tudi v primerih ko so tla degradirana.

Terensko delo raziskav tal je zamudno, drago in zahtevno. Predstavljena navodila v nalogi imajo namen olajšati in poenotiti postopke raziskav v vseh fazah (**Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**): priprave za delo, predogled (rekognosciranje) in priprave točkovnih raziskovalnih postopkov, kot so izkop talnega profila, polprofila ali sonde. Ustrezen opis opazovanja zabeležimo na Obrazcu za opis talnega profila, ki je podan v prilogi 3.2.3.1 b. Klasifikacijo tal izvedemo po postopku Navodila o klasifikaciji tal. V okviru terenskih raziskav pogosto izdelamo tudi pedološko karto, zato je tudi ta faza terenskega dela kratko predstavljena.

Poleg splošnih in v različne namene uporabnih raziskav tal sta kratko predstavljena tudi dva postopka posebnih raziskav tal: Raziskave onesnaženosti tal in Kontrola rodovitnosti tal.

Cilji terenskega raziskovanja tal so izdelati strokovno korekten posnetek dejanskega stanja na osnovi zbranih podatkov, terenskega pregleda raziskovanega območja, izvedenih in dokumentiranih opisov in odvzetih materialov za nadaljnje laboratorijske analitske postopke. Na osnovi zbranih podatkov mora uporabnik ali naročnik dobiti ustrezno predstavo o stanju in lastnostih tal raziskovanega območja.

3.2.3.1b Obrazec za opis in vzorčenje tal

Povzetek

V okviru projekta smo želeli pregledati in poenotiti način in postopek popisa talnega profila, ki se je do sedaj izvajal predvsem interno znotraj posameznih raziskovalnih institucij. Tako pridobljeni opisi zato dostikrat niso bili povsem primerljivi, ker opisovalci ne uporabljajo vedno enakih izrazov, opisujejo preskopo ali preobsežno itd. in ker gre pri opisu talnega profila v veliki meri za subjektivno oceno opisovalca. Obrazec določa obvezne kategorije opisa talnega profila, s pomočjo šifranta in drugih grafičnih pomagal pa podaja tudi metodologijo, ki poenoti tehniko opisovalca pri oceni posameznih talnih lastnosti.

Metoda temelji na uveljavljenih metodah po svetu in je bila hkrati usklajena med aktivnimi slovenskimi strokovnjaki pedologije.

3.2.3.2 Razvoj sistema in izdelava predloga medinstitucionalnega hranjenja in kodiranja vzorcev tal

Povzetek

Pregledali smo načine označevanja in hranjenja vzorcev v treh slovenskih inštitucijah, ki letno analizirajo največ vzorcev tal. Načini so relativno podobni, zato bi bila uvedba medinstitucionalno usklajenega označevanja mogoča. Na območju R Slovenije potekajo sistematične raziskave tal od 50. let preteklega stoletja. Rezultati so arhivirani v bolj ali manj dostopni obliki v glavnem na treh inštitucijah: Katedri za pedologijo in varstvo okolja (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo), Kmetijskem inštitutu Slovenije in Gozdarskem inštitutu Slovenije. Hranjenje talnih vzorcev pa je pomembno iz več razlogov:

1. Terensko delo je zamudno in drago.
2. Metode analitskih postopkov se spreminjajo oziroma postajajo natančnejše.
3. Preverjanje in potrjevanje dobljenih rezultatov

4. V tleh iščemo prisotnost snovi, ki jih v preteklosti nismo spremljali
5. Vstopanje in izhajanje nekaterih snovi v talni sistem se časovno spreminja

Pristopi k kodiranju so lahko zelo različni in kot vsak podoben sistem pravzaprav predmet ogovora. Oznaka ali šifra vzorca naj ne bo predolga. Predlagamo največ 10 do 15 mestno kombinacijo črk in števil. Začetek šifre naj bo smiseln in naj pove že nekaj o vzorcu. Mesto hranjenja vzorca oziroma inštitucije naj bo v zadnjem delu šifre. Za zajem vzorcev iz celotne Slovenije je morda smiselno uporabiti kot izhodišče krajevni princip. Le ta bi bil v kodi vzorca zajet kot statistična regija:

Predlog sheme šifre je tako sledeč:

R R X X X X(L) L L I I

R – regija (1-12 po šifrantu Statističnega urada RS)

X – zaporedna številka vzorca (letna)

L - leto (npr. 992 ali 009)

I - inštitucija: CP – Biotehniška fakulteta/Center za pedologijo, GI – gozdarski inštitut, Kikmetijski inštitut, EC- ERICO,

Predlagani način morda ne izpolnjuje vseh kriterijev iskanja, ima pa zanesljivo prednost, da je ga je mogoče hitro vpeljati. Za vzpostavitev sistema nacionalnega arhiviranja talnih vzorcev pa bo potrebno poleg organizacijske sheme zagotoviti tudi finančna sredstva (embalaža, klimatizirani prostori, vzdrževanje evidenc itd.).

3.2.5.1 Preverjanje in harmonizacija struktur baz podatkov tal in šifrantov

Povzetek

Redke institucije, ki se v Sloveniji ukvarjajo z zbiranjem pedoloških podatkov, so razvile svoje podatkovne strukture, zaradi česar so podatki med seboj mnogokrat težko ali celo neprimerljivi. Delovna naloga podaja predlog standardne strukture baz podatkov tal.

V bazi so tabele tematsko ločene na

- tabelo opisa lokacij pedoloških profilov,
- tabelo opisa morfoloških lastnosti horizontov,
- tabelo analitskih podatkov tal,
- tabelo interpretacije tal in
- tabelo interpretacije metod/opazovanj.

V dokumentu so predstavljene osnovne strukture baz podatkov tal. Osnovni nivo v večji meri zagotavlja uspešnejše zbiranje in združevanje ter predvsem bolj celovito vrednotenje in uporabo informacij o tleh. Enotne strukture bodo omogočile medresorsko uporabo sicer večnamenskih podatkov tal in s tem povečevale njihovo vrednost. S tem bodo bolj upravičeni stroški pridobivanja podatkov ter bolj racionalna uporaba javnih sredstev.

Pri izdelavi struktur smo zasledovali cilj večje preprostosti in univerzalnosti podatkov. Namen je bil izdelati obvladljiv sistem in strukture z bistvenimi podatki tal, ki se jih lahko večnamensko (med sektorsko) uporablja. Podatkovne strukture so enostavne in s tem obvladljive tudi organizacijam, ki podatke zgolj pridobivajo, v veliko manjši meri pa uvrščajo v informacijske sisteme.

Navedene in popisane podatkovne strukture predstavljajo osnovni nivo, ki ga je možno prilagajati in posodablјati oz. nadgrajevati v skladu s potrebami in spremembami zakonodaje, notranjih slovenskih potreb in mednarodnih obveznosti ali sodelovanj (npr. direktiva INSPIRE).

3.2.5.2 Predlog obveznega navodila za pripravo baz podatkov tal

Povzetek

Cilji naloge so harmonizacija osnovnih podatkov tal za namene skupnega zbiranja in medresorske uporabe podatkov in informacij o tleh. Harmonizacija v tej nalogi se nanaša na opredelitve števila podatkov, vrsto, obliko, dolžino, decimalna mesta, način zapisa, šifrante in analitske metode, kar zagotavlja medinstitucionalno združljivost podatkov o tleh. Vsebinska združljivost in povezlјivost podatkov je neposredno zagotovljena ko:

- so podatki določeni / pridobljeni po enotnih ali primerljivih metodologijah
- so enovito opredeljeni z enotami
- so enovito opredeljeni z:
 - dolžino pri vrstah podatkov z besedilom
 - zaporedjem znakov
 - zaporedjem izrazov / kod pri sestavljenih besedilnih podatkih
 - številom decimalnih mest in zaokroževanjem pri številnih podatkih
- so znani meta podatki (podatki o podatkih).

Potrebno je tudi uskladiti pridobivanje in vnos podatkov tal. Harmonizacija se nanaša na naslednje opredelitve:

- število podatkov;
- vrsto podatka;
- oblika podatka;
- dolžina;
- decimalna mesta.

Rezultat delovne naloge so vsebinske opredelitve podatkov tal za podatkovne baze:

1. Opisi lokacij opazovanja tal - baze podatkov:
 - a. Celovit opis lokacije opazovanja / vzorčenja tal **OpisLokCEL**
 - b. Delni opis lokacije opazovanja / vzorčenja tal **OpisLokDEL**
 - c. Opis lokacije potrebe ugotavljanja onesnaženosti tal **OpisLokOT**
 - d. Opis lokacije potrebe kontrole rodovitnosti tal **OpisLokKRT**
2. Morfološki opisi talnih horizontov (slojev) - za bazi:
 - a. Celovit opis horizonta - baza podatkov **OpisHorCEL**
 - b. Delni opis horizonta - baza podatkov **OpisHorDEL**
3. Analitski podatki talnih horizontov ali slojev - baze:
 - a. Standardna pedološka analiza (datoteka **AnaHorSPA**)
 - b. Kontrola rodovitnosti tal (datoteka **AnaHorKRT**)
 - c. Onesnaženost tal (datoteka **AnaHorOT**)
 - d. Voda v tleh (datoteka **AnaHorVT**)

3.2.6.1 Izdelava sistema QC/QA kakovosti zajema podatkov tal

Povzetek

Okoljske študije, npr. monitoringi posameznih segmentov okolja, zahtevajo pri pridobivanju podatkov **natančnost, zanesljivost, ponovljivost in objektivnost**. To omogoča nadaljnjo korektno geografsko in časovno interpretacijo pridobljenih rezultatov. Kakovost pridobljenih podatkov o tleh je odvisna od kakovosti in sledljivosti vseh posameznih nivojev dela: vzorčenja, transporta, analitskih postopkov, hranjenja podatkov. Vsak od navedenih nivojev zahteva upoštevanje obstoječe slovenske in evropske zakonodaje ter vzpostavljen nazoren sistem sledljivosti vzorcev in meritev, kar je del tako imenovane dobre laboratorijske prakse.

V okviru podsklopa 3.2.6.1: »Izdelava sistema QC/QA kakovosti zajema podatkov« smo pregledali obstoječe slovenske in evropske standarde ter obstoječo prakso (interna navodila) sodelujočih laboratorijev s področja **vzorčenja tal, gnojil in talnih izboljševalcev** ter s področja **priprave vzorcev in analize tal**. Navedli in utemeljili smo ukrepe s katerimi zagotavljamo kvaliteto podatkov na vseh nivojih od vzorčenja, transporta vzorcev, kemijskih in fizikalnih analiz do dokumentacije analitskih podatkov. Sistem kakovosti temelji na usposobljenem osebju, na standardiziranih in dokumentiranih postopkih od vzorčenja in sprejema vzorcev do analiznih postopkov in izdajanja poročil. Vse uporabljene metode morajo biti validirane, potrebno je poskrbeti, da so oprema in instrumenti dobro vzdrževani ter, da so uporabniki opreme in instrumentov ustrezno usposobljeni. Zagotovljena mora biti sledljivost vzorčenja, vzorcev, preskusov in poročil. Vsi podatki morajo biti dokumentirani, ustrezno hranjeni in varovani. Postopki dela morajo zagotavljati varovanje lastniških pravic stranke.

S ciljem zagotoviti čimbolj kakovostne rezultate v analitskih laboratorijih predlagamo postopke t.i. **'dobre laboratorijske prakse'** (DLP oziroma GLP), ki vključuje uporabo standardnih postopkov, validiranih ekstrakcijskih in merilnih metod, standardnih referenčnih materialov in kontrole delovnih pogojev ter merilnih naprav.

Priporočljivo je, da ima preizkusni laboratorij **'poslovnik kakovosti'**, kjer so opredeljeni organizacijski pogoji delovanja (odgovorne osebe, vodja kakovosti, itd) in navedeni vsi postopki, ki jih osebje preizkusnega laboratorija uporablja (SP – standardni postopek, SOP – standard operating procedure). Priporočljivo je, da laboratorij uporablja mednarodno primerljive **standardne metode** (EN, ISO, SIST EN, SIST ISO) oziroma, da za parametre, ki jih zahteva naročnik zagotovi primerno **validirano metodo**. Validacija pomeni, da preizkusni laboratorij razpolaga z vso potrebno dokumentacijo iz katere je razvidno pod kakšnimi pogoji validirana metoda daje ustrezne podatke, kakšna je **detekcijska meja** (LOD), **spodnja meja podajanja rezultatov** (LOQ) ter **merilna negotovost**.

3.2.6.2 Izdelava logičnih kontrol baz podatkov

Povzetek

Baze podatkov tal vsebujejo opisne (terenske) in analitske (laboratorijske) podatke. V procesu zbiranja in vnosa podatkov iz različnih virov in različnih delovnih skupin je večja možnost pojava napak pri vpisovanju podatkov in strukturiranju baz. Napake je možno v veliki meri preprečiti z ustreznim računalniškim vrednotenjem - z uporabo namenskih algoritmov.

Za odpravljanje takih nepravilnosti smo v okviru te delovne naloge izdelali primer SQL programske kode, ki omogoča navzkrižno preverjanje vpisanih pedoloških parametrov, tako opisnih kot analitskih. S tem je povečan nadzor nad kakovostjo baz podatkov. Algoritem z navzkrižnim primerjanjem mejnih vrednosti za posamezne analitske ali opisne podatke izdela kontrolno tabelo, v katerih se izpišejo vse nelogičnosti in opozorila s nakazano možnostjo preverjanja.

Kontrolne baze podatkov predstavljajo dober način za zagotavljanje pravilnosti podatkov o tleh in prispevajo k večji kakovosti baz podatkov.

Sistem (algoritem) je nadgradljiv in ga bo možno v prihodnje dopolnjevati z novimi navzkrižnimi vrednotenji. Dopolnitve bodo možne v smeri preverjanja pravilnosti interpretacije analitskih podatkov in predvsem skladnosti z opisnimi podatki pedoloških profilov.

V okviru laboratorijske analitike pa bo smiselno dopolniti podatke:

- mejnim vrednostim analitskih metod,
- mejnim vrednostim pri interpretaciji zakonodajnih mejnih vrednosti ter
- prilagajanju novim ISO analitskim metodam.

3.2.6.3 Testiranje harmoniziranih metod in postopkov na prevedbi vzorcev arhivskih podatkov

Povzetek

V nalogi je na kratko opisana problematika harmonizacije metod in postopkov, ki izhaja iz naloge preverjanja in harmonizacija analitskih metod tal ter predhodne krožne analize za tla. Rezultati analize so razkrili trenutno stanje talne analitike v Sloveniji in so osnova za izhodišča za nadaljnje postopke harmonizacije metod in postopkov. Od uspeha harmonizacije metod in postopkov je odvisna kakovost, uporabnost in večanja obsega bodočega nacionalnega talnega informacijskega sistema. Eden od elementov, ki omogoča vključevanje starejših podatkov, je tudi možnost prevedbe arhivskih podatkov na osnovi novejših, sprejetih in harmoniziranih metod in postopkov analiz tal. V nalogi je prikazan praktični primer na osnovi dela analitskih rezultatov monitoringa gozdnih tal v obdobju l. 1995/1996.

3.3.1 Izdelava predloga organizacijske strukture javne službe

Povzetek

Javna služba za podatke o tleh prestavlja sistem zbiranja, urejanja in hranjenja podatkov talnega informacijskega sistema (TIS).

TIS je večnamenska baza podatkov o tleh in zemljiščih nacionalnega pomena v katerem se zbirajo vsi podatki raziskav tal in zemljišč, pridobljeni v okviru strokovnega dela, raziskovalnih in aplikativnih projektov in drugih aktivnosti ter programov, ki so financirani z javnimi sredstvi.

V okviru naloge smo izdelali organizacijsko shemo javne službe Talnega informacijskega sistema Slovenije.

TIS je zasnovan kot dinamičen sistem, ki se v skladu z delovnimi nalogami/raziskovalnimi projekti resornih ministrstev dopolnjuje in osvežuje. TIS vzdržuje pooblaščen javna organizacija, ki od resornih ministrstev, pristojnih za okolje in prostor ter za kmetijstvo pridobi koncesijo za vzdrževanje TIS.

3.3.2 Izdelava predloga več nivojske on-line dostopnosti do podatkov tal

Povzetek

Nabor merjenih in interpretiranih podatkov tal je pester. Uporabnike podatkov tal je potrebno porazdeliti na skupine in tem prilagoditi vsebino in interpretacijo večnamenskih podatkov tal.

V delovni nalogi smo tako porazdelili uporabnike na štiri osnovne skupne – sektorje:

- okoljski ,
- kmetijski,
- javni ter
- upravljalni sektor.

Vsaki skupini smo predvideli smiselno prilagojen dostop do podatkov o tleh in prostoru glede na vsebino informacij, interpretacijo in funkcionalnost.

Dostop do podatkov je urejen preko uporabniških imen v sektorjih. Uporabniška imena po funkciji opredeljujejo dovoljenja / omejitve za dostop do posameznih informacij glede na druge uporabnike.

3.4.1 Algoritmi za prevedbo in prevedbe pedoloških podatkov v nov državni projekcijski sistem

Povzetek

Geodetska uprava Republike Slovenije je v Strategiji osnovnega geodetskega sistema sprejela odločitev za začetek postopkov za vzpostavitev novega državnega koordinatnega sistema, ki bo del ESRS – Evropskega prostorskega referenčnega sistema (European Spatial Reference System). Odločitev je potrdila Vlada Republike Slovenije v letu 2004. Od 01.01.2008 je v Sloveniji poleg dosedanjega D48/GK (ki počasi zamira) v uporabi tudi nov državni horizontalni koordinatni sistem D96/TM, ki ga uvaža 139. člen Zakona o evidentiranju nepremičnin (ZEN, UL RS, št. 47/2006 in 65/07 – odl. US). Nov državni horizontalni koordinatni sistem temelji na skupnem evropskem prostorskem koordinatnem sistemu ESRS in se je najprej pričel uporabljati v zemljiškem katastru, kar je podrobneje opredeljeno s Pravilnikom o urejanju mej ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru (UL RS, št. 8/2007). V času tega projekta je večina podatkov še vedno zapisanih v D48/GK.

S strani Geodetske uprave RS so bili predlagani postopki in parametri za natančno datumsko transformacijo z natančnostjo od nekaj centimetrov do 10 cm ter poenostavljeno ravninsko podobnostno transformacijo v enem koraku, z natančnostjo okoli 1 m. Vsa dognanja, ki se upoštevajo pri transformacijah so empirično določena.

Matematično gledano je prehod med starim in novim koordinatnim sistemom niz pretvorb med različnimi komponentami koordinatnega sistema ter transformacije v ožjem smislu, ki predstavlja spremembo geodetskega datuma. Prehod med starim D48/GK in novim D96/TM koordinatnim sistemom lahko razčlenimo v korake, shematično pa prikazemo tako:

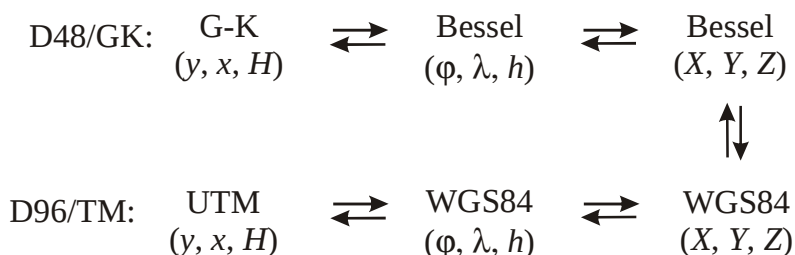


Diagram pretvorbe iz starega državnega koordinatnega sistema v ETRS89, ki velja v obeh smereh (reverzibilnost) in je hkrati pretvorba med D48/GK in novim D96/TM.

Izvajali smo poenostavljen neposredni prehod med starim in novim koordinatnim sistemom: neposredna datumska transformacija v 2D. Če želimo doseči natančnost transformacije vsaj 25 cm (v povprečju za vso državo 4 cm) za celotno Slovenijo, potem uporabimo t. i. ploskev premikov na osnovi trikotniške transformacije.

Ta dosego natančnosti v najslabšem primeru 4 m za območje celotne Slovenije lahko uporabimo enostaven premik (translacijo) koordinat v nov koordinatni sistem. V tem primeru gre za premik -370 m po Y in 485 m po X. To je uporabno za merila, manjša od 1 : 25.000.

3.6.1 Implementacija struktur podatkovnih baz TIS v Oracle SQL sistemu

Povzetek

Podatki Talnega informacijskega sistema so zbrani v različnih tematskih tabelah. V nalogi smo izdelali podatkovne strukture in jih s pomočjo SQL algoritmov za opis tabel implementirali v sistemu.

Izdelali smo deset različnih tabel:

1. Celotni opis lokacije opazovanja / vzorčenja tal (OpisLokCEL)
2. Delni opis lokacije opazovanja / vzorčenja tal (OpisLokDEL)
3. Opis lokacije potrebe ugotavljanja onesnaženosti tal (OpisLokOT)
4. Opis lokacije potrebe kontrole rodovitnosti tal (OpisLokKRT)
5. Celovit opis horizonta (OpisHorCEL)
6. Delni opis horizonta (OpisHorDEL)
7. Standardno pedološko analizo (AnaHorSPA)
8. Kontrolo rodovitnosti tal (AnaHorKRT)
9. Onesnaženost tal (AnaHorOT)
10. Vodo v tleh (AnaHorVT)

3.6.2 Posodobitev DEMO spletne strani talnega informacijskega sistema

Povzetek

V okviru spletne strani Kmetijskega inštituta Slovenije (<http://www.kis.si/pls/kis/!kis.web>) smo vzpostavili demo spletne strani Talnega informacijskega sistema eTLA. (<http://www.kis.si/pls/kis/!kis.web?m=146&j=SI&e=1#nav>).

Omenjena stran služi kot vhodni spletni portal do pedoloških vsebin, od katerih je najvažnejši GIS portal s pedološkimi podatki.

Do drugih informacij o tleh je možen dostop preko demo spletne strani Centra za tla in okolje (<http://www.kis.si/pls/kis/!kis.web?m=108>). Demo spletna stran je namenjena informiranju o ciljih in področjih raziskovalnega dela Centra za tla in okolje. Uporabnik lahko dostopa tudi do številnih informacij o projektih, ki se izvajajo v raziskovalni skupini. Prav tako pa preko tega spletnega naslova lahko dostopa do drugih spletnih strani ali spletnih aplikacij, ki so povezane z delom Centra za tla in okolje.

Spletna stran TIS je ena izmed učinkovitih in enostavnih poti do informacij o tleh Slovenije za potrebe strokovne in laične javnosti. Za čim boljše informiranje uporabnikov o tleh je smiselno zagotoviti stalno posodabljanje in nadgrajevanje podatkov spletne strani z informacijami zainteresiranih inštitucij, ki raziskujejo tla v Sloveniji.

3.6.3 Posodobitev DEMO spletnega strežnika kart

Povzetek

V okviru naloge smo s sodobnejšo programsko opremo MapGuide vzpostavili in razširili spletno aplikacijo *eTLA*. *eTLA* je orodje, ki omogoča preiskovanje geokodiranih podatkov tal. Z osrednjim prikazovalnim oknom, orodnimi vrsticami ter naborom podatkovnih slojev omogoča uporabniku pregledovanje tako grafičnih kot atributnih podatkov. Uporabniku je preko aplikacije *eTLA* dostopnih več skupin grafičnih podatkov prostora Slovenije:

1. Podatki pedoloških profilov
2. Pedološke karte,
3. Podatki izvedenih / ocenjenih lastnosti tal, itd.,
4. Administrativne enote (npr. državna meja),
5. Ozadja kot sta na primer relief in aeroposnetki.

Z izbiranjem in označevanjem na karti uporabnik dobi dodatne informacije iz podatkovne tabele posameznega sloja, iz podatkovnih baz preko sistema ORACLE ter dostopa lahko do različnih poročil / izpisov v PDF obliki (npr. za pedološke profile). Na sami karti lahko uporabnik meri tudi razdalje ter ustvari različno široko območje vplivanja okoli izbranih enot. Vse želene in prikazane podatkovne sloje lahko uporabnik pripravi tudi za tiskanje.

Spletno orodje *eTLA* je pregledno in enostavno za uporabo. Pri delu z aplikacijo se uporablja veliko število podatkov. Da bi zagotovili hitro in nemoteno delovanje je v fazi končevanja projekta v dobavi visoko zmogljiv strežnik, ki bo omogočil dostopnost portala večjemu številu uporabnikov hkrati.

3.6.4 Testiranje Funkcionalnosti Strežnika In Podatkovnih Struktur TIS

Povzetek

Spletna aplikacija *eTLA* je sistem, s katerim lahko uporabnik preko internetnih povezav pregleduje podatkovne sloje s podatki tal in s tlemi povezanimi podatki območja Slovenije. Funkcionalnost in uporabnost spletnega GIS sistema je odvisna predvsem od številnosti in vrste podatkov, interpretacije in načina predstavitve podatkov; funkcionalnosti samega uporabniškega vmesnika ter zmogljivosti sistema.

V okviru naloge smo vzpostavili več portalov s podatki tal, ki jih uvrščamo v skupino *eTLA*. Ti se med seboj razlikujejo glede na vsebino podatkov, obseg, namen ter ciljne uporabnike. Dostopanje v samo aplikacijo in s tem do različnega nabora podatkov je mogoča z vpisom uporabniškega imena ter gesla.

Razdelitev spletne aplikacije *eTLA* na večje prikazovalno okno in manjša okna z zbirom podatkovnih slojev ter prikazovalno karto omogoča uporabniku učinkovito in enostavno uporabo. V osrednjem prikazovalnem oknu lahko uporabnik pregleduje več izbranih podatkovnih slojev naenkrat, ki jih oblikuje s pomočjo funkcij v orodnih vrsticah. Poleg osnovnih lastnosti podatkovnih slojev, ki so izpisane na karti lahko uporabnik z označevanjem dostopa tudi do ostalih podatkov iz atributnih tabel. Vizualizirane podatkovne sloje pa uporabnik lahko pripravi tudi za tiskanje.

V nadaljevanju predvidevamo vzdrževanje in nadgradnjo vzpostavljenega sistema ter širitev vsebin z dodajanjem novih skupin informacijskih slojev.

3.3 Angleški povzetki vsebin delovnih nalog

1.1.2 Definicija geomorfoloških in pedogenetskih posebnosti prostora Slovenije

Abstract

Slovenia is located in small area with highly diverse geology, relief and climate. The processes of pedogenesis and geomorphological conditions essentially affect the direction and the development of methods of digital soil mapping. In Slovenian context, all three factors are considered as the main pedogenetic factors which, while interacting with each other, create a variety of soil types and shapes. These occur in specific sequences, which are specific to each area of soil and landscape units. Methods of digital soil mapping should that for be designed and tailored in a way to appreciate this specific properties of each landscape soil unit or its group.

In terms of selection of adequate soil mapping methodology, this report provides an overview of methodologically interesting areas of Slovenia. It additionally elaborates the three essential pedogenetic factors, describes their specific roles within these areas and their influence on the formation and spatial distribution of different soil types. The report further more presents different possibilities of use of data related to these factors and the development of digital soil mapping methods using the alternative spatial information analysis solutions such as remote sensing.

1.1.3 Podatkovne in informacijske možnosti Slovenije

Abstract

The information derived from the soil data are essential tool for public administration. These are needed at all levels and fields of economy, agriculture, spatial development, research and educational activities. Such information is also interesting for various NGOs and environmental conservationists, sometimes even for the average taxpayer. Slovenia's soil data is largely derived from the various projects which are being funded using substantial public funding. After the project completion, the data stays within the different institutions and is predominantly poorly maintained and archived, often even forgotten. Harmonization and unification of such fragmented and disperse soil data using a modern accessible information system, would to a large extent ennoble further the previously used resources. A common database would also facilitate and ease the implementation of various environmental protection activities and aid any future planning of sustainable natural resources use in Slovenia. A modern and up-to-date access to organised and interpreted soil data is that for essential.

This report describes the importance of data integration and creation of new information, significant functionalities of appropriate soil information system, user groups and their needs, different level access based on the data nature and organisation of a system.

1.2.1 Pedogenetske in morfometrične opredelitve KTE Slovenije

Abstract

The working segment 1.2.1 includes the division of Slovenia in to the 13 ecological landscape units. For every ecological landscape unit, a soil landscape unit has been chosen and its soil forming and morphometric factors. A cartographic presentation is provided for ecological landscape units. Soil forming and morphometric factors of soil landscape units are given in a description and in a table.

1.2.2 Ekspertna opredelitev pedogenetskih in morfometričnih krajinsko-talnih enot (KTE) Slovenije

Abstract

Approximately $\frac{3}{4}$ of all pedogenetic indicators are associated with relief. With using a digital elevation model is to obtain simple layer of terrain slopes, or much more complex layer, which takes into account the climate, and very accurately illustrates the exposure to sun in the certain area. The primary objectives of the improvements are increasing the quality of soil maps, with a scale of 1:25,000 to scale about 1:5000. We used the current geomorphological best layers DMV and 12.5 and DMV 25th. The methodology is based on the extraction of (independent) variables based on DEM's, describing and mapping soil characteristics. We chose the significant variables that describe the slope, the integrated quasi-slope, integrated relative relief, curvature, curvature perpendicular to the direction of inclination, visible sky in percentage, edges or roughness of the slope, humidity index, the standard deviation of the continuous aspect, energy of quasiglobal radiation for the whole year, ridge composition, percentile as percentage of elevation range.

1.2.3 Numerična opredelitev, izdelava in verifikacija morfometričnih pedogenetskih kazalcev KTE

Abstract

In this part of the project is a detailed analysis of individual indicators based on estimation which variables correspond to certain relief features, such as convex / concave surface, or even to details, where with morphometric analysis greater details are determined. For example, shapes of the sinkholes or different fans. The methods are based on expert definitions because of the lack of reference data, and the complexity of the problem. It follows an attempt of analysis of variables based on unsupervised classification. In our case we used the method of ISOcluster of modified iterative optimization for clustering or grouping similar data that is also known as the moving average technique. We calculate 17-20 classes according to ISO cluster algorithm and dendrogram with distances between 17-20 classes (for the 12 variables), where relationship is apparent in 20 defined classes. Then we classify with the Maximum Likelihood Classification method for the entire territory of Slovenia and for the KTE regions. We generated versions for different numbers of variables. The classifications provides the areas that are geomorphologic and consequently also geological and pedological different. Thus in homogeneous areas are obtained the KTE subcategories.

1.2.4 Numerična opredelitev, izdelava in verifikacija nemorfometričnih pedogenetskih kazalcev KTE

Abstract

The working segment 1.2.4 consists of expert chosen the most important three non-morphometric factors of soil formation within soil landscape units. They are parent material, land use and climate. For every factor a numerical code system has been made and verified. Numerical code system can be used in further GIS modelling.

1.3.1 Modeliranje tal v nekarbonatnih sistemih

Abstract

Within this task assignment we designed and tested the prediction model for; soil properties and distribution of soil types in uniform lithological substrate and climatic factors. The result is the transformation of expert knowledge into the algorithms for predicting the occurrence of soil horizons on the basis of significant and the most important factors for modelling area/plot. The method includes functions that in two steps evaluate essential pedogenetic characteristics of the area. Based on the same lithological parent material - solid non-carbonate rocks (grandiorit / tonalite) and climate conditions we in the first stage designed a predictive model for prediction of typical soil horizons and in the second stage an algorithm for classification of soil types by which we created raster soil map.

The results of the model are a) the translation function for predicting presence / depth / thickness of individual pedogenetic horizons Ol, Of, Oh, Ah, AB, Bv, T and Gr and b) an algorithm to produce raster soil map.

1.3.2 Modeliranje tal v karbonatnih sistemih

Abstract

Soils are formed under the influence of pedogenetic factors according to severity and the contribution of each factor to pedogenesis. The result of pedogenesis is the soil profile, which is a function of individual pedogenetic factors.

We have designed and tested the method to improve the geometry of soil maps. The method enables improvement of soil maps or soil data in terms of increased resolution of geo-coded data, distribution of soil types in space and in terms of content for the implementation of physical data to evaluate soil properties for soil water retention.

In the context of a single lithological base (parent rock) of solid carbonate rocks (Cretaceous limestones) and virtually the same climatic conditions, we designed a predictive model of soil types with the aim of producing higher-resolution soil map and more substantive accuracy of soil map 1:25.0000. There were following significant pedogenetic factors of relief or relief forms in the model: slope, concavity / convexity and altitude. The presence of organic horizons is determined by land use.

Model results are: predicting the presence / depth / thickness of individual pedogenetic horizons Oh, A, Ab, Brz; predicting the presence of soil types and algorithm model with the parameters.

1.3.3 in 1.3.4 Prevedba metod v geoinformacijsko okolje in razvoj in operacionalizacija GIS algoritmov

Abstract

This report presents the implementation of models used for prediction of soil horizons in two different pedosequences: a) hard carbonate rocks (limestone and dolomite) of the test area Jurišče and b) the non-carbonate rocks hard (grandiorit) of the second test area on Pohorje. For each pedosequence two software applications were produced; the first one, based on the spatial databases of key pedogenetic factors, predicts the spatial distribution / presence of different soil horizons within the test area. Another application on the basis of distribution is forecast horizons soil types in the area. The result of both layers is a raster - grid. Program lines are written in Arc Macro Language and utilised in the Arc Info GIS environment.

1.4.1 Primerjalna analiza obstoječe vektorske karte Slovenije srednjega merila in kart tal izdelanih z numerično metodo

Abstract

This report deals with the user comparison of soil map created by traditional mapping methods and a maps created by using a numerical - digital soil mapping method.. Comparison outlines the strengths and weaknesses of both approaches and addresses issues of accuracy of information obtained in such manner and its general informative value. Finally it indicates the potential of such an alternative approach for spatial soil properties evaluation in cases where for various reasons (lack of time, resources, etc.) traditional approaches are not possible.

1.4.2 Kartiranje pedoloških kart tal v merilu 1:10.000 dveh testnih območij s klasično ekspertno metodo

Abstract

Soil maps in scale 1 : 10 000 have been elaborated for two test areas of 2km². Selected areas are different in soil properties, parent material, topography and land use. Test area Palčje lies SE from settlement Jurišče on karst landscape in Notranjska region. Topography is typical undulating with dolinas and hills from 704 up to 865 m above sea level. Parent material is limestone, predominating land use is pasture. Test area Pohorje lies on central part of Pohorje Mountain on altitude between 1100 and 1335 m. Parent material is tonalite, lenad use is forest. Soil maps have been elaborated according to soil map data in scale 1: 25 000 origin with additional field survey using soil auger borings. Ten new soil map units (SMU) in detail scale have been recognized from 1:25.000 map origin, as homogenous (one soil typological unit -STU) or composite (two or three STU) for test area Palčje. On test area Pohorje 7 new SMU (singe or composite STU) have been derived from original 1:25.000 map with 3 composite SMU.

1.4.3 in 1.4.4 Ekspertna primerjava pedoloških kart in Validacija modela z uporabo semiavtomatskih računalniških postopkov pedometrike

Abstract

Working paper deals with expert comparison of classical vector soil maps with those produced by numerical digital soil mapping method. We compared soil map resolutions, that means its fragmentation, number of units (polygons) and areas. We also examined the informative value and number of attributes in each soil map. Advantages and disadvantages of each map were estimated at different scales. Especially we estimated their usage at large scales (< 1:10.000). Numerically elaborated soil map is more objective than classic vector based soil maps. It is also more accurate when defining geographical distribution of soil types within the landscape. Soil types logically follow landscape and ecological units. Numerical method gave better results when implemented in carbonate system (Palčje) than in non-carbonate system (Pohorje).

2.1.1 Nevarnost prehajanja težkih kovin v kmetijske in gozdne rastline

Abstract

The aim of this part of the project was to establish models for predicting metal concentration in plant on the base of different soil characteristics. The most comprehensive database was found for Cd in vegetables (endive, chicory, tomato, cucumber and carrots) and for Cd, Pb and Zn in two different grasslands plants (narrow leaf plantain, dandelion). Methods of multivariate regression was used for development soil – plant relationship models using several independent soil characteristics (pH, organic matter content, texture,...). Models differ in number of involved independent soil parameter and in coefficient of regression. Strong relationships was found for Cd in chicory ($R^2 = 0,824$), carrot ($R^2 = 0,629$) and plantain ($R^2 = 0,6$). Other relationships: for Cd in tomato and cucumber or Pb and Zn in grasslands plants were less strong and should be improved with additional data including phytoavailability of metals with various extraction methods.

2.1.2 PTF Sposobnost tal za zadrževanje vode

Abstract

Soil conversion functions are mathematical models based on which we can from available soil information quantify, analyse and assume new data, which would normally require complex, time and cost-demanding measurements. The soil water retention capacity is one of the fundamental and the most complex soil/soil horizon's properties. Combined with other parameters, it reflects the primary production potential hence soil fertility. The soil water retention capacity is estimated based on the field capacity (FC) and point of withering (PW) from which the plant accessible water is calculated (PAW). These values are then used in the next step evaluating drought risk in calculations of evapotranspiration. In Slovenia there are very limited systematic measurements of FC and PW for specific horizons available.

For the development of soil information system we have implemented and tested the two functions on a small/limited number of measurements and statistically tested their accuracy based on the available soil horizon data. Both functions were built into an information system, the values for FC, PW and PAW were calculated, linked with the digital soil map database and visualised. For more accurate forecasting of these values, more targeted and systematic measurements would be needed.

2.1.3 PTF Nevarnost izpiranja N-spojnin v podzemne vode

Abstract

The work package 2.1.3 presents the main components which are important for determination of nitrogen balance in the system of field agricultural production. The array of the elements is presented for two levels: "statistical" model for a level of a pedosystematic unit, and more detailed computer assisted simulation deterministic model GLEAMS for a field level. Some examples of model results are given for a soil sequence formed on gravel and sand.

2.1.4 PTF Zaloge C v talnih horizontih

Abstract

The data of 45 soil profiles from 16×16 km grid across Slovenia was analysed to develop a local pedotransfer function PTF for bulk density ρ_b estimation. In total, 106 soil horizons were considered. Concentration of organic carbon OC was found to be well correlated (negative correlation, $p < 0.001$) with bulk density ρ_b . Log-Lin model was used for predict soil bulk density; organic carbon, pH value and cation exchange capacity were found as significant exploratory variables. Nearly 83 % of variability in ρ_b is explained with multiple regression model. Local pedotransfer function PTF was compared with published PTFs and four validation indices (MPE, SDPE, RMSPE and R^2) confirmed the highest prediction quality of local PTF. The differences of carbon stock C_{pool} estimation, based on usage of different PTFs could be higher than 160 t OC per hectare. Prediction of carbon stock could be improved with calibration of coefficients in the models with data on the level of each unique soil type.

2.1.5 Validacija modelov PTF z arhivskimi podatki raziskav

Abstract

In the subset 2.1.5 "Validation of models with historical data research," we have evaluated the models and conversion functions, which were presented in the subset 2.1.1.-2.1.4. Of all the relationships in the soil metal-metal in the plant archive data, we can only evaluate the content of Cd in endive and radicchio. We found out that the databases are statistically different, so we have calculated a new relationship ($R^2 = 0.77$) based on pooled data and validated them by random culling of 20% of the data. We found out significant influence of individual values (outlier) due to insufficient data in the higher concentration range. Model for predicting volume of the soil density was calculated and validated only for the forest land because there are practically no data for agricultural land. In a small number of data we have also calculated the conversion function to calculate the field capacity and wilting point based on texture and organic matter, and compared them with foreign models. Preliminary results confirmed that the measured data are more adaptable to the calculated in the case of local conversion functions, as in the case of foreign models, which confirms the reasonableness of the development of conversion functions.

2.3.1 Operacionalizacija PTF v SQL algoritmihi

Abstract

The use of Toad for Oracle program for production of databases in ORACLE environment has enabled the production of data tables with desired parameters, where pedotransfer functions (PTF) are already included. Created tables with spatial information are linked with the desired vector layer in the GIS tool (soil profiles, soil map). By following this procedure we obtain a new vector data layer, by which various parameters of the soil can be viewed, new thematic maps can be created and new data interpretation can be made.

2.3.2 Testiranje PTF v GIS

Abstract

Within the task, we have implemented, tested and visualized in GIS the selected algorithms of pedo-transfer functions (PTF) by using the DKT TIS WEB portal. The algorithm validation was done for four PTF; 'The risk of heavy metal absorption in agricultural and forestry plants', 'The water retention abilities of soil', 'risk of Nitrogen leaching into the groundwater' and 'C stocks in the soil horizons'. The interpretation of content and the results of each PTF was compared and verified.

3.1.1 Definicija funkcionalnosti in ciljev talnega informacijskega sistema Slovenije

Abstract

The information derived from the soil data are essential tool for public administration. These are needed at all levels and fields of economy, agriculture, spatial development, research and educational activities. Such information is also interesting for various NGOs and environmental conservationists, sometimes even for the average taxpayer. Slovenia's soil data is largely derived from the various projects which are being funded using substantial public funding. After the project completion, the data stays within the different institutions and is predominantly poorly maintained and archived, often even forgotten. Harmonization and unification of such fragmented and disperse soil data using a modern accessible information system, would to a large extent ennoble further the previously used resources. A common database would also facilitate and ease the implementation of various environmental protection activities and aid any future planning of sustainable natural resources use in Slovenia. A modern and up-to-date access to organised and interpreted soil data is that for essential.

This report describes the importance of data integration and creation of new information, significant functionalities of appropriate soil information system, user groups and their needs, different level access based on the data nature and organisation of a system.

3.1.2 Zasnova medsektorskih in medinstitucionalnih povezav baz podatkov tal

Abstract

In the past Slovenia collected various soil related data from which many unfortunately are not generally accessible and therefore rarely used. The value of these data is that for reduced and the cost of invested by the state and the community not fully justified. Subsequently and due to inadequate information, this results in poor and less optimal solutions in spatial planning and development. These are reflected in the environmental and economic problems. In terms of environmental topics we could highlight; groundwater pollution, landslides, permanent loss of ecological functions of the soil with large and uncontrolled developments, loss of soil organic matter in agricultural soils and transition of pollutants in plants and food ... just to mention some threatening the soils and environment.

3.1.2.6 Izdaja predloga obveznega navodila za izvajanje analitike tal

Abstract

The obligatory instructions for analyses of soil include instructions, which must be observed and applied by all laboratories in Slovenia, which perform analysis of soil, if they want to use the results of analysis for the national soil information system. The results of the ring test of soil samples was carried out in soil laboratories within Slovenian Forestry Institute (SFI), the Department of Agronomy, BF (BF, agronomy) and the Agricultural Institute of Slovenia (AIS). They have indicated some differences for the same samples between the different methods used. The largest difference was observed in the analysis of organic carbon, where it was shown that the method of dry ashing is the only one relevant. The other difference was with the exchangeable cations, where the main source of differences in determining the content thereof is in the extraction solution. Coordination of this aspect of the method we assume that the measured differences would have been decreased. To decide on more or less appropriate methods and / or to determine the inappropriate methods, the circular analysis of soil should be repeated and the number of repeated determinations of the parameters for all laboratories should be increased. It would be advisable to increase the number of participating laboratories.

3.2.1.1 Harmonizacija klasifikacije z WRB

Abstract

Knowledge of WRB soil classification (World Reference Base for Soil Resources) in Slovenia is insufficient, at the same time the need of its use increases. The aim of this study was to compare structure and diagnostic criteria of Slovenian and WRB classifications and to translate the main group of soils from Slovenian classification (SKT) and Soil Map 1:25000 into WRB. Structure and concept of WRB and SKT differ: WRB classify according soil characteristics while SKT classify according development of soil horizons (genetic approach). In the case of eutric brown soils the WRB name of soil explain more soil characteristics then SKT. Soil units of SKT could be classified in different reference group of WRB: for example rendzinas of SKT could be classified as Leptosols, Phaeosems, Histosols in Cambisols. WRB does not distinguish between brown soils on limestone, eutric brown soils and terra rossa. The translation of main soil units of SKT into WRB was prepared, but for more correct translation the reclassification of soils on the base of detailed soil characteristics should be done.

3.2.1.2 Publiciranje predloga obveznega navodila za klasifikacijo tal

Abstract

Slovenian soil classification, based on Yugoslav soil classification, was developed and modified with its use during Slovenian soil mapping (1961-1999). It was actually known in a small group of pedologists. Subjective criteria for valuation soil properties were distinctive as well. The aim of this task was to collect unpublished written records and experiences of different pedologists and to prepare uniform guidelines for classification according to Slovenian soil classification. Guidelines included the list and signs of characteristic soil horizons and sub horizons, soil properties which has to be considered by soil classification and the key for classification automorphic and hydromorphic soils. The direction for uniform soil coding is proposed as well. The main soil units of SKT are translated to WRB reference groups where possible. After the review and testing the proposal will be published

as obligatory guidelines for soil classification. Guidelines will minimize subjective criteria for soil classification and enable its broad use.

3.2.2.5 Preverjanje in harmonizacija analitskih metod tal

Abstract

The verification and harmonization of soil analyses methods involved three institutions: BF Agronomy, Agricultural Institute of Slovenia and the Slovenian Forestry Institute. Based on the experience of ring test of pedochemical parameters has obtained information concerning the methods used in individual laboratories, their precision, accuracy and the possibility of mutual harmonization. Ring test results showed the differences in the methods of analysis for each parameter. The most critical differences between the analyzed results were on components available to plants (potassium and phosphorus) for the cation exchange capacity (CEC), and setting the soil texture.

3.2.3.1a Izdelava obveznega navodila za terenske raziskave tal

Abstract

Soil survey as a special field work is time consuming, expensive and exacting. Presented instructions are meant to facilitate and to make uniform all procedures of field research: preparative work, territory preview (reconnaissance) and preparations of research point procedures as excavation of profile pit, half pit and sound. The description of observation should be entered into a Form for soil profile description available in part 3.2.3.1 b. Soil classification should be carried out due to Guidelines for soil classification. A part of soil survey is often a soil map as well, so the basic instructions for soil mapping are added.

Beside common and to different purposes applicable soil research procedures, two special procedures are presented as well: Survey of contaminated soils and Control of soil fertility.

3.2.3.1b Obrazec za opis in vzorčenje tal

Abstract

As part of the project we wanted to review and standardize the method and procedure for soil profile inventory, which has so far been mainly, practised internally, within individual research institutions. The resulting descriptions of soil profiles were therefore often not fully comparable, because they were to a large extent based on a subjective assessment of soil surveyor and because the soil surveyors don't use the same terms, their descriptions are words sparing or to extensive etc. Form which is in front of us sets the mandatory categories of soil profile description using the code list with graphical presentations and charts, and also sets out a methodology that would unify the assessment technique of individual surveyor.

The method is based on established methods and was also consistent and harmonised between the active Slovenian soil science experts.

3.2.3.2 Razvoj sistema in izdelava predloga medinstitucionalnega hranjenja in kodiranja vzorcev tal

Abstract

The ways of soil samples designation and the way of their storage has been reviewed in three Slovenian institutions in which most soil samples are yearly analyzed. The ways of designation and storage are relatively similar so an introduction of inter institutionally system of soil samples designation can be possible. A suggestion for such a system has been proposed, but a consensus between institutions has to be achieved as well.

3.2.5.1 Preverjanje in harmonizacija struktur baz podatkov tal in šifrantov

Abstract

Soil data is often stored in databases. Many institutions in Slovenia collect soil data using their own database structure and naming the soil parameters, which often makes the data incomparable with each other. The working paper provides a proposal for a structure of the standard database. The database tables are or should be thematically separated on table containing the soil profile location data, table containing morphological properties of soil horizons, analytical soil data table, interpretational table and table containing information about methods used in collecting data.

3.2.5.2 Predlog obveznega navodila za pripravo baz podatkov tal

Abstract

This paper presents the definitions of soil data in the database:

1. Descriptions of soil observation sites - the database:
 - a. A comprehensive description of the observed location/soil sampling **OpisLokCEL**
 - b. A partial description of the location of observation/soil sampling **OpisLokDEL**
 - c. Description of the site needs to determine soil contamination **OpisLokOT**
 - d. Description of the site needs soil fertility control **OpisLokKRT**
2. Morphological descriptions of soil horizons – databases:
 - a. A comprehensive description of each horizon - the database **OpisHorCEL**
 - b. A partial description of the horizon - the database **OpisHorDEL**
3. Analytical data for soil horizons - database:
 - a. Standard pedology analysis (**AnaHorSPA** file)
 - b. Control of soil fertility (**AnaHorKRT** file)
 - c. Soil Contamination (**AnaHorOT** file)
 - d. Soil hydrology (**AnaHorVT** file)

3.2.6.1 Izdelava sistema QC/QA kakovosti zajema podatkov

Abstract

In this working assignment we reviewed the current Slovenian and European standards and current practice (internal guidance) in the participating laboratories that are dealing with soil sampling, fertilizers, soil »improvers« and preparation of soil samples and soil analysis. We stated and justified the measurements by which we guarantee the quality of data at all levels from sampling, transportation of samples, chemical and physical analysis to the documentation of analytical data. We note that the existing practice of the participating laboratories in terms of QC / QA data acquisition is appropriate.

3.2.6.2 Izdelava logičnih kontrol baz podatkov

Abstract

Existing soil databases contain a large amount of information which are the result of both field and laboratory work. Due to the complexity of the entire process of creating databases errors can occur in the sampling site, as well as further when entering into the database. To eliminate such anomalies SQL code has been created. It allows us to verify existing databases and it creates new control data base in which all illogical information appear. Implementation of risk control measures from the database helps us to improve the accuracy of existing soil databases.

3.2.6.3 Testiranje harmoniziranih metod in postopkov na prevedbi vzorcev arhivskih podatkov

Abstract

The project briefly describes the problem of harmonization of methods and procedures arising from the verification and harmonization of analytical methods and preliminary ring test of soil analysis. The results of the analysis revealed the current status of soil analysis in Slovenia and are the basis for the starting point for further harmonization of methods and procedures. The success of the harmonization of methods and processes depends on the quality, utility and expanding the future of the national soil information system. One of the elements that enable the integration of older data is also the possibility of translating archival data on the most recent adopted and harmonized methods and procedures of soil analysis. The thesis also shows a practical example on the basis of analytical results from monitoring of forest soil in the period 1995/1996.

3.3.1 Izdelava predloga organizacijske strukture javne službe

Abstract

Public Service represents a system of collecting, managing and storing Soil Information System (SIS). SIS is a multipurpose database on soil and land of national importance in which all data is collected from soil surveys and land acquired under professional work, applied research projects and other activities and programs funded with the public funds. This report describes the design and the structure of such public service and the national award of custody rights.

3.3.2 Izdelava predloga več nivojske on-line dostopnosti do podatkov tal

Abstract

(SIS) is a multipurpose database on soil and land of national importance in which all data is collected from soil surveys and land acquired under professional work, applied research projects and other activities and programs funded with the public funds. This report describes the design of multiple level access to data.

3.4.1 Algoritmi za prevedbo in prevedbe pedoloških podatkov v nov državni projekcijski sistem

Abstract

Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia in its strategy of basic geodetic system decided to start the procedures for the establishment of a new national coordinate system that is consistent with the ECG - European Spatial Reference System. In 2004 the decision was confirmed by the Government of the Republic of Slovenia (SMA 2008).

In light of the new state plane coordinate system marked D96/TM (where TM means Mercator transversal projection) conversion of all soil data was required. Existing Slovenia's soil databases were originally in the D48/GK system (where D48 means the date, that is 1948 and GK-Gauß Krüger cartographic projection). During the transformation it was not only important the required quality for data transformation, but also the accuracy of the data themselves.

3.6.1 Implementacija struktur podatkovnih baz TIS v Oracle SQL sistemu

Abstract

Information compiled in Soil Information System are collected in various tables. These tables are described using unique algorithm in Oracle / SQL system. There are ten different tables to describe; observed locations/soil sampling points, fertility control, description of soil horizons, results of standard pedology analysis, soil fertility control, soil pollution and the ground water.

3.6.2 Posodobitev DEMO spletne strani talnega informacijskega sistema

Abstract

Demo site is intended for information about the objectives and areas of research work of the Centre for Soil and Environment. The user can also access a wealth of information on projects undertaken in the research group. Through the demo site user can access other web sites or web applications that are associated with the work of the Centre for Soil and Environment.

3.6.3 Posodobitev DEMO spletnega strežnika kart

Abstract

The Web application as a tool allows a user to view various data layers. Through the central display window, toolbars and a set of data layers, user can easily view desired data, review soil maps at

different scales, GERKs, geological maps, landscape... By selecting and labelling the map user receives additional information from the data tables for each unit. On the map user is able to measure the distance and create a various impact areas around the selected units. All data layers may also be prepared for printing.

3.6.4 Testiranje Funkcionalnosti Streznika In Podatkovnih Struktur TIS

Abstract

The report describes the functionality of the Soil information system server (TIS). Division of web application eTLA on major display window and smaller windows with listed data layers and overview map gives the most effective and easy way to use.

Accessing the application with different number of data is possible by entering a username and password. In the central display window the user can review several selected data layers at one time which can be additionally formed by using functions in the toolbar. Besides the basic properties of data layers, which are listed on the map, the user can access additional data from attribute tables by selecting features on the map. Visualized data layers can also be prepared for printing.

4 SEZNAM DATOTEK

Celotno poročilo zajema poleg tega krovnega dokumenta¹ naslednje dokumente:

1. DKTTIS.112.Definicija geomorfoloških in pedogenetskih posebnosti prostora Slovenije.docx
2. DKTTIS.113.Podatkovne in informacijske možnosti Slovenije.docx
3. DKTTIS.121.Pedogenetske in morfometrične opredelitve KTE Slovenije.docx
4. DKTTIS.122.Ekspertna opredelitev pedogenetskih in morfometričnih krajinsko-talnih enot (KTE) Slovenije.docx
5. DKTTIS.123.Numerična opredelitev, izdelava in verifikacija morfometričnih pedogenetskih kazalcev KTE.docx
6. DKTTIS.124.Numerična opredelitev, izdelava in verifikacija nemorfometričnih pedogenetskih kazalcev KTE.docx
7. DKTTIS.131.Modeliranje tal v nekarbonatnih sistemih..docx
8. DKTTIS.132.Modeliranje tal v karbonatnih sistemih.docx
9. DKTTIS.133in134.Prevedba metod v geoinformacijsko okolje in razvoj in operacionalizacija GIS algoritmov.docx
10. DKTTIS.141.Primerjalna analiza obstoječe vektorske karte Slovenije srednjega merila in kart tal izdelanih z numerično metodo
11. DKTTIS.142.Kartiranje pedoloških kart tal v merilu 1_10000 dveh testnih območij s klasično ekspertno metodo.docx
12. DKTTIS.143in144.Ekspertna primerjava pedoloških kart_in_Validacija modela z uporabo semiavtomatskih računalniških postopkov pedometrike.docx
13. DKTTIS.211.Nevarnost prehajanja težkih kovin v kmetijske in gozdne rastline.docx
14. DKTTIS.212.PTF Sposobnost tal za zadrževanje vode.docx
15. DKTTIS.213.PTF Nevarnost izpiranja N-spojnih v podzemne vode.docx
16. DKTTIS.214.PTF Zaloge C v talnih horizontih.docx
17. DKTTIS.215.Validacija modelov PTF z arhivskimi podatki raziskav.docx
18. DKTTIS.231.Operacionalizacija PTF v SQL algoritmihi.docx
19. DKTTIS.232.Testiranje PTF v GIS.docx
20. DKTTIS.311.Definicija funkcionalnosti in ciljev talnega informacijskega sistema Slovenije.docx
21. DKTTIS.312.Zasnova medsektorskih in medinstitucionalnih baz podatkov tal.docx
22. DKTTIS.3126.Izdaja predloga obveznega navodila za izvajanje analitike tal.docx
23. DKTTIS.3211.Harmonizacija klasifikacije z WRB.docx
24. DKTTIS.3212.Publiciranje predloga obveznega navodila za klasifikacijo tal.docx
25. DKTTIS.3225.Preverjanje in harmonizacija analitskih metod tal.docx
26. DKTTIS.3231a.Izdelava obveznega navodila za terenske raziskave tal.docx
27. DKTTIS.3231b.Obrazec za opis in vzorčenje tal.docx
28. DKTTIS.3232.Razvoj sistema in izdelava predloga medinstitucionalnega hranjenja in kodiranja vzorcev tal.docx
29. DKTTIS.3251.Preverjanje in harmonizacija struktur baz podatkov tal in šifrantov.docx
30. DKTTIS.3252.Predlog obveznega navodila za pripravo baz podatkov tal.docx
31. DKTTIS.3261.Izdelava sistema QC/QA kakovosti zajema podatkov.docx
32. DKTTIS.3262.Izdelava logičnih kontrol baz podatkov.docx
33. DKTTIS.3263.Testiranje harmoniziranih metod in postopkov na prevedbi vzorcev arhivskih podatkov.docx
34. DKTTIS.331.Izdelava predloga organizacijske strukture javne službe.docx
35. DKTTIS.332.Izdelava predloga več nivojske on-line dostopnosti do podatkov tal.docx
36. DKTTIS.341.Algoritmi za prevedbo in prevedbe pedoloških podatkov v nov državni projekcijski sistem.docx
37. DKTTIS.361.Implementacija struktur podatkovnih baz TIS v Oracle SQL sistemu.docx
38. DKTTIS.362.Posodobitev DEMO spletne strani talnega informacijskega sistema.docx
39. DKTTIS.363.Posodobitev DEMO spletnega strežnika kart.docx
40. DKTTIS.364.Testiranje Funkcionalnosti Strežnika In Podatkovnih Struktur TIS.docx

¹DKTTIS.000.CRPV2-511.KrovnoKoncnoPorocilo.November2010.docx

5 ZAHVALE

Najprej se zahvaljujemo naročnikom / financerjem, Agenciji za raziskovalno dejavnost RS, Ministrstvu za okolje in prostor RS ter Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, ki so omogočili izvedbo projekta.

Nadalje pa se zahvaljujemo tudi vsem sodelujočim partnerjem pri projektu, Biotehniški fakulteti v Ljubljani (Oddelek za agronomijo), Filozofski fakulteti v Ljubljani (Oddelek za geografijo), ZRC SAZU (Inštitut za antropološke in prostorske študije) ter Gozdarskemu inštitutu Slovenije, s katerimi smo pri tem obsežnem delu dobro sodelovali, se dopolnjevali ter skupaj širili znanje na področju digitalnega izboljševanja prostorsko opredeljenih podatkov tal.