



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

PRIROČNIK PROJEKTA EIP

MOBILNA ANALIZA TAL ZA REALNI VPOGLED V STANJE RODOVITNOSTI TAL

Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje

Projekt Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje se izvaja v okviru ukrepa M16 Sodelovanje iz Programa razvoja podeželja 2014–2020, podukrep 16.5 Podpora za skupno ukrepanje za blažitev podnebnih sprememb ali prilagajanje nanje ter za skupne pristope k okoljskim projektom in stalnim okoljskim praksam, in sicer s tematiko Trajnostna raba tal kmetijskih zemljišč z zagotavljanjem rodovitnosti in preprečevanje erozije ter degradacije tal.

Projekt sofinancirata Evropska unija iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja in Republika Slovenija v okviru Programa razvoja podeželja 2014–2020.

Obdobje izvajanja projektnih aktivnosti: 1. 12. 2020 – 30. 11. 2023

Št. odločbe o pravici do sredstev: 33133-3016/2019/12

Odstotek sofinanciranja: 100 %

Tip projekta: EIP ([Evropsko partnerstvo za inovacije](#))

V okviru projekta smo predstavili postopke mobilnih analiz tal in jih preverili na demonstracijskih kmetijskih gospodarstvih (5 kmetij), ki bodo skupaj z razvito funkcionalnostjo 'Mobilna analiza tal' in z računalniško bazo meritev in analiz omogočali vpogled v bolj realno stanje rodovitnosti tal. S tem projekt predvsem zaradi posledično prilagojenega gnojenja kmetij (na podlagi analiz, priporočil, vpogleda v stanje) in lažjega spremljanja stanja rodovitnosti tal kot tudi zaradi ostalih deležnikov projekta (predvsem naravovarstveniki, ekologi) zmanjša negativni vpliv na zemljo, preprečuje erozijo in degradacijo tal in ohranja njeno rodovitnost, kar pomeni ohranitev proizvodnega potenciala tal in njihovo trajnostno rabo. Baza opravljenih meritev in analiz bo možna podlaga za ureditev javno dostopnega monitoringa o stanju rodovitnosti tal in višini založenosti z glavnimi rastlinskimi hranili, z organsko snovjo in kislostjo tal, kar bo prispevalo k boljšemu odločanju kmetij pri kmetovanju in gnojenju ter bo s tem dodatno prispevalo k izboljšanju proizvodnega potenciala tal.

PROJEKTNI PARTNERJI:

- Vodilni partner Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma,
- Član partnerstva 1: Geološki zavod Slovenije,
- Član partnerstva 2: Kmetijsko gospodarstvo Matej Rifelj,
- Član partnerstva 3: Virc, storitve s kmetijsko mehanizacijo d.o.o. Novo mesto,
- Član partnerstva 4: Kmetijski inštitut Slovenije,
- Član partnerstva 5: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto,
- Član partnerstva 6: Larting, podjetje za inženiring, projektiranje in nadzor,
- Član partnerstva 7: Kmetijsko gospodarstvo Vinko Kepec,
- Član partnerstva 8: Kmetijsko gospodarstvo Milan Metelko,

- Član partnerstva 9: Kmetijsko gospodarstvo Simon Čretnik,
- Član partnerstva 10: Kmetijsko gospodarstvo Martin Starič.

Avtorji (po abecednem vrstnem redu): **Čretnik Simon, Jejčič Viktor, Junc Katja, Kepec Gregor, Kogovšek Mojca, Koroša Anja, Lenarčič Matej, Lenarčič Urša, Metelko Milan, Poje Tomaž, Rifelj Matej, Strgulec Mateja, Starič Martin, Urbanc Janko, Virc Janez, Tratar Roman, Zajc Marjana.**

Novo mesto, november 2023

UVOD

V slovenskem prostoru kljub relativno obsežnemu izvajanju analiz tal ostaja problem netransparentnega beleženja stanja rodovitnosti tal na posameznih kmetijskih gospodarstvih. Podatki o opravljenih analizah tal se ne zbirajo in vodijo sistematično niti na nivoju pedoloških laboratorijev, kar pomeni, da tudi na nivoju države nimamo urejenih podatkov o spremljanju stanja kakovosti tal. Opažamo, da se na kmetijskih površinah kljub vzorčenju tal in kljub izdelanim gnojilnim načrtom gnojenje ne izvaja v skladu s priporočili. Razlogov za neupoštevanje gnojilnih načrtov oziroma razlogov za prekomerno gnojenje je verjetno več, najpogosteje pa vidimo probleme v napakah pri vzorčenju tal, problem pa je tudi neustrezno urejen prenos podatkov iz gnojilnih načrtov do traktorista in predvsem še premalo vzorčenja tal na kmetijah. Preobsežno gnojenje pa povzroča večjo obremenjenost podzemnih voda z nitrati in s tem slabše stanje podzemnih in površinskih voda.

Vsebinsko s projektom rešujemo navedene probleme, kar pomeni, da zastavljeni cilji zahtevajo izvedbo relativno zahtevnih nalog. Projekt se zato izvaja v sodelovanju projektnih partnerjev iz znanstveno-raziskovalne sfere (Kmetijski inštitut Slovenije, Geološki zavod Slovenije), skupaj s strokovnjaki svetovalci (Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto), skupaj z izobraževalci (Grm Novo mesto), skupaj s sodelavci partnerskih kmetij (KMG Matej Rifelj, KMG Vinko Kepec, KMG Milan Metelko, KMG Simon Čretnik in KMG Martin Starič) ter skupaj z ekipo strokovnjakov podjetij Virco d.o.o. in Larting d.o.o.

Priročnik, ki je pred nami, razkrije številne realizirane projektne cilje. Projektni sodelavci so razvili inovativen pristop **vzorčenja** tal, ko se vsak podvzorec zavede v GPS oz. aplikacija 'Mobilna analiza tal' s klikom shrani georeferencirano lokacijo mesta odvzema, ob tem se avtomatično generira številka vzorca, kar omogoča sledljivost uporabniku (pod njegovim osebnim uporabniškim geslom) vse od odvzema vzorca do vnosa rezultatov analize. Vnos rezultata analize bo uporabnik vnesel v program izdelave gnojilnega načrta, ki bo preverjene kvalitete ali pa se bo izdelal v nadaljevanju v sklopu tega projekta ali katerega novega projekta. Do takrat pa bo iz aplikacije GERK na terenu s pomočjo link povezave vodila pot do znanih programov za izdelavo gnojilnih načrtov ali drugih zahtev in potreb posameznika se bo gnojilni načrt izdelal s pomočjo svetovalne službe. Pedološki laboratorij Kmetijskega inštituta Slovenije nato vzorce analizira in poda rezultate analiz, ki odražajo dejansko kemijsko oz. fizikalno stanje tal. Analiza je ustrezna osnova za izdelavo gnojilnega načrta in svetovanje pri optimalni rabi gnojil.

Novost za kmetijska gospodarstva je tudi pregled kmetijskih površin z neinvazivno georadarsko metodo, ki poda zvezne podatke o globini tal oziroma globini kamninske podlage, o razširjenosti glinastih horizontov v tleh. Na osnovi določenih podatkov lahko precej precizno ocenimo sposobnost zadrževanja vode in hranil na celotni njivski površini. Tridimenzionalni podatki o globini kamninske podlage ter sposobnosti tal v smislu zadrževanja vode in hranil predstavljajo podlago za izvajanje preciznega kmetijstva. Hkrati pa monitoring stanja založenosti tal s hranili in georadarska slika stanja tal ter matične podlage predstavljajo pomemben indikator stopnje ranljivosti območij za onesnaženje voda.

Projekt kmetom nudi boljše možnosti za prilagajanje gnojenja potrebam kmetijskih rastlin zaradi boljšega poznavanja stanja hranil v tleh, ki izhajajo iz analiz in napotkov iz gnojilnega

načrta. Lažje spremljanje stanja rodovitnosti tal pa je razen kmetom na voljo tudi ostalim deležnikom (naravovarstveniki, ekologi), kar prispeva k zmanjšanju negativnih vplivov na tla, k preprečevanje erozije in degradacije tal, prispeva k ohranitvi njihove rodovitnosti in proizvodnega potenciala tal za trajnostno rabo in je na ta način spremljanje stanja rodovitnosti tal širše dostopno javnosti. Baza opravljenih meritev in analiz bo lahko služila kot začetek ureditve javno dostopnega monitoringa o stanju rodovitnosti tal in o višini založenosti s ključnimi rastlinskimi hranili, organsko snovjo in o stanju nivoja kislosti tal.

Priročnik pritegne k branju predvsem zaradi za kmetovalca uporabnih znanj – kako oblikovati smernice optimalnega gnojenja posameznih kmetijskih kultur, kar ne prinaša le manjšega vpliva na okolje in stroškovno učinkovitejše pridelave – še pomembneje: optimalno gnojenje je pomembno povezano s povečano rodnostjo tal in z ohranjanjem proizvodnega potenciala kmetijskih gospodarstev.

Vljudno vabljeni k branju.

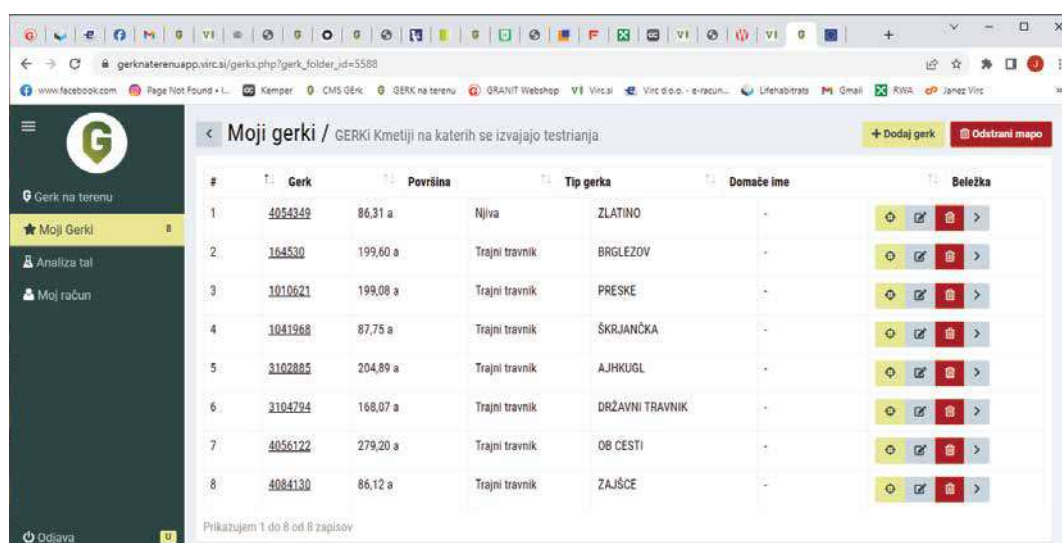
Mojca Kogovšek, vodja projekta

1 O PROJEKTU IN PROJEKTNIH PARTNERJIH

Avtorji (po abecednem vrstnem redu): Čretnik Simon, Jejčič Viktor, Junc Katja, Kepec Gregor, Kogovšek Mojca, Koroša Anja, Lenarčič Matej, Lenarčič Urša, Metelko Milan, Poje Tomaž, Rifelj Matej, Strgulec Mateja, Starič Martin, Urbanc Janko, Virc Janez, Tratar Roman, Zajc Marjana.

Namen projekta **Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje** je predstaviti tehnologijo in postopke, ki bodo pomenili prispevek k ustrezni rabi tal, ter nadgraditi aplikacijo 'GERK na terenu' s funkcionalnostjo 'Mobilna analiza tal' in vzpostaviti bazo podatkov, ki bosta omogočili večjo preglednost in hitrejša ter bolj učinkovito odločanje o pravilnem gnojenju rastlin.

Vzorčenje tal je zahteven in zamuden postopek, ki se ga prepušča doslednosti posameznega kmeta. Podatki analiz se nikjer sistematično ne zbirajo. Kmetje potrebujejo tehnično in strokovno podporo za lažje in bolj strokovno vzorčenje. S projektom smo reševali problem ne-transparentnosti, nedoseganja optimuma stanja rodovitnosti tal, kar ima lahko določene vplive na stanje kakovosti voda in tal. Raziskovali smo možnosti za vzpostavitev storitve 'mobilnih analiz tal', ki bodo strokovne in celovite ter po trajanju projekta stroškovno ugodne. Razvili smo funkcionalnost 'Mobilna analiza tal' v aplikaciji, ki omogoča sledljivost vzorcev, in vzpostavili računalniško bazo meritev za spremljanje stanja rodovitnosti tal. Nadgradili smo aplikacijo 'GERK na terenu' z novo funkcionalnostjo 'Mobilna analiza tal' za spremljanje teh meritev, ki bo uporabniku omogočala vpogled v opravljene meritve za zemljo na določeni georeferencialni lokaciji, ki smo jih najprej opravili na pilotnih kmetijah: analize vzorcev zemlje, izpopolnjeni gnojilni načrti in bilance hranil, rezultati hitrih nitratnih testov, izdelani 3-D modeli tal na podlagi skeniranja z georadarjem, meritve vlažnosti zemlje, izmerjene s senzorji. Vzpostavili smo računalniško bazo meritev za spremljanje stanja rodovitnosti tal.



#	Gerke	Površina	Tip gerke	Domače ime	Beležka
1.	4054249	86,31 a	Njiva	ZLATINO	
2.	164530	199,60 a	Trajni travnik	BRGLEZOV	
3.	1010621	199,08 a	Trajni travnik	PRESKE	
4.	1041988	87,75 a	Trajni travnik	ŠKRJANČKA	
5.	3102885	204,89 a	Trajni travnik	AJHKUGL	
6.	3104294	168,07 a	Trajni travnik	DRŽAVNI TRAVNIK	
7.	4056122	279,20 a	Trajni travnik	OB CESTI	
8.	4084130	86,12 a	Trajni travnik	ZAJŠČE	

Slika: Prikaz evidenc v aplikaciji "GERK na terenu" za pilotne kmetije

Vse rezultate v aplikaciji GERK na terenu in evidence za pilotne kmetije oziroma testirane gerke je mogoče pogledati v aplikaciji neposredno na tej link povezavi <https://virc.si/projekti/gerk-na-terenu/>.

Spodaj na tej povezavi so informacije, kako dostopate do rezultatov analiz in meritev. Bistveni rezultati se sicer nahajajo v tem priročniku.

V projekt je vključenih 11 partnerjev: vodilni partner Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma, Geološki zavod Slovenije, Kmetijsko gospodarstvo Matej Rifelj, Virč, storitve s kmetijsko mehanizacijo d.o.o. Novo mesto, Kmetijski inštitut Slovenije, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Larting, podjetje za inženiring, projektiranje in nadzor, Kmetijsko gospodarstvo Vinko Kepec, Kmetijsko gospodarstvo Milan Metelko, Kmetijsko gospodarstvo Simon Čretnik, Kmetijsko gospodarstvo Martin Starič.

2 OPIS PROJEKTNIH PARTNERJEV TER NJIHOV PRISPEVEK K PROJEKTU

Vodilni partner Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma (okrajšano Grm Nm)

Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma je center, ki ga sestavljajo Srednja kmetijska šola Grm in biotehniška gimnazija, Srednja šola za gostinstvo in turizem, Višja strokovna šola, Dijaški in študentski dom ter Medpodjetniški izobraževalni center, ki upravlja šolsko lastnino, pridelovalne površine, Hiša kulinarike in turizma ter trgovine z lokalno hrano. Znotraj Grma Novo mesto deluje tudi Razvojno-raziskovalni inštitut Grm, ki se ukvarja z vsebinami in projekti za regionalni razvoj na področju kmetijstva, razvoja podeželja, oskrbe in varstva narave ter turizma.

Grm Novo mesto spodbuja dijake in študente k iskanju možnosti za ustvarjanje lastnega delovnega mesta na podeželju ali k samozaposlitvi. Končni cilj je razvoj gospodarstva, podeželja in urbanih območij v najširši obliki, pa tudi napredek kmetijstva, živilstva, večja konkurenčnost v biotehniških sektorjih, varstvo narave ter ohranjanje kulturne in naravne dediščine, Grm Novo mesto pa razvija in izvaja tudi različne programe za vseživljenjsko izobraževanje.

Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma je vodilni partner, ki je vodil in koordiniral celotni projekt. Vodilni partner bo preko vodje projekta skrbel za nemoten potek predvidenih projektnih aktivnosti in za pravočasno zaključevanje posameznih faz projekta ter pravočasno zbiranje potrebnih dokumentov za oddajo vmesnih poročil, skladno s predvidenimi obdobji poročanja.

Največja dodana vrednost k projektu je prenos sistema mobilnih analiz tal na deležnike in vodenje izobraževalnih dogodkov ter priprava strokovnih izhodišč za poglobljeno predstavitev problematike analiz tal na kmetijskih zemljiščih v sklopu srednješolskega in višješolskega izobraževanja na področju kmetijstva ter prispevek k razvoju novih pristopov, vezanih na gnojilne načrte.

Član partnerstva 1: Geološki zavod Slovenije (okrajšano GeoZS)

Geološki zavod Slovenije je multidisciplinarni javni raziskovalni zavod, ki deluje na različnih področjih geoznanosti in svoje aktivnosti izvaja v prepletu temeljnega raziskovanja, aplikativnega delovanja na domačih in tujih trgih ter javne službe v podporo delovanja Republike Slovenije in Evropske unije. Zagotavlja poznavanje geološke zgradbe Republike Slovenije, kar pomeni podlago pri reševanju problemov nacionalnega pomena, kot so: varovanje zdravja in okolja, preskrba s pitno vodo in geoenergijo, zaščita pred naravnimi nesrečami, načrtovanje rabe prostora, odkrivanje in ocena rezerv ter načrtovanje trajnostnega izkoriščanja nahajališč mineralnih surovin. GeoZS pridobiva, hrani, interpretira in daje na voljo geološke podatke, ki jih potrebuje država in družba. Vključuje se v domačo in mednarodno znanstvenoraziskovalno dejavnost in se povezuje s sorodnimi organizacijami doma in v svetu. Zagotavlja vsestransko dostopnost in uporabo znanja v družbi in gospodarstvu, prenos raziskovalnih dosežkov v prakso, popularizacijo znanosti, širjenje znanstvene kulture in obveščanje javnosti.

Glavna dejavnost oddelka Podzemne vode – hidrogeologija so raziskave in zaščita podzemnih vod oziroma virov pitne vode, s čimer je GeoZS doprinesel k vsebini projekta, ki je orientirana tudi na problematiko zaščite površinskih in podzemnih vod.

Največja dodana vrednost k projektu je skeniranje tal z georadarjem. Georadar je neinvazivna geofizikalna metoda, s katero lahko določimo prisotnosti diskontinuitet v plitvem podpovršju ter jim tudi zvezno sledimo v prostoru. Tradicionalne študije tal dajejo podatke o določenih točkah na terenu, medtem ko georadar omogoča zvezno snemanje podpovršja brez samega poseganja v tla. Zaradi visoke učinkovitosti in nedestruktivne narave se tako georadar v kmetijstvu vse pogosteje uporablja za raziskovanje vlažnosti v tleh, določevanje horizontov tal ter debeline tal. Z uporabo georadarja je tako preko celotne kmetijske površine mogoče neprekinjeno slediti spremembam lastnosti tal, ki lahko bistveno vplivajo na hidrogeološko dinamiko podpovršja. Z georadarjem je bila opredeljena globina talnega profila oziroma globina kamninske podlage na celotni kmetijski površini.

Vzpostavitev baze podatkov merjenj in analiz, ki smo jih preizkusili na demonstracijskih površinah pilotnih kmetij, omogoča vpogled v stanje rodnosti tal.

Član partnerstva 2: Kmetijsko gospodarstvo Matej Rifelj

Kmetija leži na Dolenjskem in ker ima površine na dinarsko kraškem svetu, ne manjka razgibanega terena, kjer so tudi obdelovalne površine kmetije. Kmetija se ukvarja z govedorejo, natančneje z rejo govejih pitancev. Teh imajo 60 glav, predvsem mesne pasme simental, charolle in limuzin, nekaj pa je tudi križancev. Obdelujejo 32 ha površin, od tega 9 ha njiv in 23 ha travnikov. Polovico teh površin imajo v lasti, ostalo pa v najemu. Kmetija obsega še 5 ha gozda, v katerem so predvsem listavci, pa tudi nekaj iglavcev. Strojni park na kmetiji se zadnja leta zelo posodablja, saj je njihova temeljna usmeritev ta, da poizkušajo čim več narediti sami. Za kar pa bi bile investicije prevelike (npr. siliranje, žetev ...), najemajo strojne usluge.

Kmetija se posodablja, prilagaja in je pripravljena na vpeljavo novega in inovativnega znanja. Doprinos k projektu bo tudi ta, da se bo lahko mladi prevzemnik hitro naučil dela s funkcionalnostjo aplikacije 'Mobilna analiza tal' in jo bo znal tudi predstaviti drugim kmetijam.

Član partnerstva 3: Virc, storitve s kmetijsko mehanizacijo d.o.o. Novo mesto

Podjetje Virc d.o.o. je največji ponudnik storitev s kmetijsko mehanizacijo na Dolenjskem. Ustanovljeno je bilo l. 2007, družina Virc pa je preko strojnega krožka izvajala kmetijske storitve že od 1997, od 2005 preko dopolnilne dejavnosti Leopold Virc – storitve s kmetijsko mehanizacijo in opremo. Podjetje zaradi dolgoletnega tesnega sodelovanja z različnimi kmetijskimi gospodarstvi dobro pozna njihovo delovanje in potrebe. Aplikacija 'GERK na terenu' je bila izdelana prav na osnovi poznavanja dejavnosti in delovanja kmetij, in sicer z namenom nuditi tako svojemu podjetju kot tudi drugim kmetijskim gospodarstvom hiter, enostaven in relativno precizen vpogled v svoje GERK-e v vsakem trenutku. Zato bo svoje dolgoletne izkušnje s pridom uporabilo tudi pri zasnovi in nadgradnji omenjene aplikacije z novo funkcionalnostjo 'Mobilna analiza tal', ki bo služila kmetijskim gospodarstvom kot hiter in enostaven vpogled v analize tal na njihovih GERK-ih, na podlagi katerih se bodo lahko hitro

in bolj optimalno odločali. Podjetje ima zgrajeno že obsežno mrežo deležnikov, ki jo bo v okviru projekta lahko še nadgradilo, kar bo oboje doprineslo k hitrejšemu širjenju rezultatov projekta na nepartnerska kmetijska gospodarstva in tudi k učinkovitejši promociji projekta.

Član partnerstva 4: Kmetijski inštitut Slovenije (okrajšano KIS)

Kmetijski inštitut Slovenije je vodilna raziskovalna institucija na področju kmetijstva v Sloveniji. Celovito se ukvarja s problematiko sodobnega kmetijstva ter širi svoje delovanje na področje varstva okolja in ekologije.

Kmetijski inštitut Slovenije je javni raziskovalni zavod, ki izvaja temeljne, uporabne in razvojne raziskave ter strokovne naloge v kmetijstvu, objavlja rezultate znanstveno-raziskovalnega, strokovnega in kontrolnega dela, opravlja naloge na podlagi pooblastil in akreditacij, preverja kakovost kmetijskih pridelkov in izdelkov, ki se uporabljajo v kmetijstvu. Inštitut se ukvarja tudi z usposabljanjem pridelovalcev, z izobraževanjem mladih in s svetovanjem različnim uporabnikom v kmetijstvu. Največja dodana vrednost k projektu bo predvsem vzorčenje tal s prototipom za strojno vzorčenje tal in pa merjenje zbitosti tal. Pri strojnem vzorčenju tal se izognemo možnim subjektivnim napakam. Dodana vrednost bodo tudi analize vzorčev tal (zemlje).

Član partnerstva 5: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto (okrajšano KGZ NM)

KGZ Novo mesto izvaja dejavnosti javne službe kmetijskega svetovanja (Oddelek za kmetijsko svetovanje), strokovne naloge v živinoreji, naloge genske banke (Oddelek za živinorejo) in tržne dejavnosti v Oddelku za druge dejavnosti - enološki laboratorij. Naloge kmetijske svetovalne službe so: izvajanje tehnoloških ukrepov za dvig konkurenčne sposobnosti kmetij, spodbujanje pridobivanja dopolnilnega in dodatnega dohodka na kmetijah, izvajanje ukrepov kmetijske politike, združevanje in povezovanje na podeželju ter izvajanje drugih projektov in aktivnosti. Projektni partner je v projektu prispeval k dopolnitvi gnojilnih načrtov za pilotne partnerske kmetije, prav tako je bil odgovoren za izdelavo bilance hranil za pilotne partnerske kmetije, za opravljanje hitrih nitratnih testov na GERK-ih pilotnih partnerskih kmetij in za usmerjanje dela na pilotnih kmetijskih površinah.

Član partnerstva 6: Larting, podjetje in inženiring, projektiranje in nadzor, d.o.o.

Podjetje Larting d.o.o., ustanovljeno l. 2001, je ponudnik opreme za čiščenje in odvodnjavanje odpadnih voda. Je zastopnik globalnih ponudnikov opreme, in sicer podjetij Sulzer (Švica) in Nordic Water (Švedska) v Sloveniji, sodeluje pa še z nekaterimi drugimi dobavitelji, kot so Wetravent (Nemčija) in GLS tanks (Avstrija). Ukvarja se tako s prodajo omenjene opreme kot tudi z izvedbo (montaža, strojne in elektro-inštalacije).

Podjetje ima dolgoletne izkušnje na področju čiščenja odpadnih voda in avtomatizacije kot tudi z izdelavo različnih senzorjev na področju ekologije. V okviru projekta bo zasnovalo senzorje za opravljanje meritev oz. spremljanje vlažnosti zemlje, ki bodo nameščeni na demonstracijskih

površinah partnerskih pilotnih kmetij. Na podlagi teh meritev se lahko kmetovalec lažje in hitreje odloči, kdaj in koliko zalivati, in zato se izboljša učinkovitost kmetovanja. Hkrati ima ob tem vpogled v to, kako vremenski pogoji in lastnosti zemlje vplivajo na rast pridelkov.

Član partnerstva 7: Kmetijsko gospodarstvo Vinko Kepec

Kmetijsko gospodarstvo je manjša samooskrbna kmetija, ki obdeluje skupno 7 ha kmetijskih površin, od katerih je njiv dober hektar. Zaradi lege in kakovosti zemljišč, ki so na območju OMD, se ukvarjajo z živinorejo, njivske površine pa so za domačo uporabo. Redijo 6 krav molznic. Za prodajo oddajajo mleko zadrugi in teleta okoliškim kmetom. Živina se čez leto pase na okoliških pašnikih, v zimskem obdobju pa jo hranijo s senom in travno silažo - lucerno, ki jo gojijo na večji njivi. Kot dodatek krmi dodajajo še vitamine in koruzo v zrnju, ki jo kupujejo. Lansko leto 2019 so zgradili sušilnico za seno, ki jo imajo namen še povečati, saj razmišljajo o prehodu na seneno mleko in ekološko kmetovanje. Za gnojenje travnikov večinoma uporabljajo hlevski gnoj in le minimalno količino umetnih gnojil. Razmišljajo, da bi bilo v prihodnje dobro kompostirati hlevski gnoj. V letu 2017 so se prijaviili na razpis za pomoč majhnim kmetom, kjer so dobljena sredstva namenili za nakup traktorja in postavitev rastlinjaka.

Kmetijsko gospodarstvo spada v področje Osrednje Slovenije.

Kmetijsko gospodarstvo ima svoje kmetijske površine na območju OMD in mora svoje kmetovanje zato prilagoditi z več vidikov. Kmetija bo s tega vidika služila kot točka za demonstracije mobilnih analiz tal ter meritev in kot priporočilo za projekt, ki bo lahko koristil tudi ostalim kmetijam, ki delujejo na območjih z omejenimi možnostmi.

Član partnerstva 8: Kmetijsko gospodarstvo Milan Metelko

Kmetijsko gospodarstvo je na območju JV Slovenije. Vključeno je v ukrep Dobrobit živali. Ukvarjajo se s pridelavo mleka in mesa. Leta 1982 so začeli oddajati mleko v Ljubljanske mlekarne, 10 l dnevno. Danes pa imajo skupno 161 glav živine, od tega 75 molznic, ostalo pa je obnovitvena čreda. Do sedaj so v kmetijo vložili veliko denarja, energije in dela, da so z leti povečevali število živali na kmetiji in prišli na tako visoko količino mleka, za katerega se kontrolira kakovost 2-krat mesečno. Kmetijsko gospodarstvo ima površine na območju Nature 2000. Kmetijsko gospodarstvo predstavlja primer kmetijskega gospodarstva, ki deluje na zavarovanem območju in mora zaradi tega upoštevati določene omejitve kmetovanja, katerih cilj je zmanjšanje emisij škodljivih snovi iz kmetijske dejavnosti na okolje. Kmetija bo prispevala svoj delež k projektu tako, da bo služila kot primer za demonstracije mobilnih analiz tal ter meritev in priporočil in ta projekt bo uporaben tudi za ostale kmetije, ki delujejo na območjih Nature 2000 in morajo zato upoštevati podobne omejitve pri kmetovanju. Milan Metelko je mladi prevzemnik kmetije. Prispevek k projektu bo tudi to, da se bo lahko mladi prevzemnik hitro naučil dela z novo funkcionalnostjo aplikacije 'Mobilna analiza tal' in jo bo znal tudi predstaviti drugim kmetijam.

Član partnerstva 9: Kmetijsko gospodarstvo Simon Čretnik

Kmetijsko gospodarstvo je na območju Savinjske regije, natančneje v občini Žalec. Obdelujejo 29,98 ha kmetijskih zemljišč, od tega 15,7 ha njiv in 14,17 ha travnikov, ostalo so trajni nasadi. V l. 2018 je bilo na kmetiji povprečno 32 krav molznic in 29 glav mlade govedi. Specializirani so za govedorejo, usmerjeni v prirajo mleka. Mleko tržijo tudi na mlekomatu. Trenutno so v novogradnji hleva za rejo krav molznic, prosta reja High Welfare Floor s kapaciteto za 60 krav molznic in 26 glav mlade živine. Hlev bo prvi v Sloveniji imel High Welfare Floor, inovativna tla za hleve za prosto rejo, razvita na Nizozemskem, ki dosejajo visoke standarde. Gre za večplasten pod, ki pokriva ležalno površino in nudi suh in udoben prostor za bivanje, ki omogoča naravno obnašanje. Sestavljen je iz drenažne, mehke in separacijske plasti. Zaradi nadstandarda ta sistem imenujemo tudi pašnik pod streho.

Kmetijsko gospodarstvo predstavlja primer kmetije, ki deluje na vodovarstvenem območju in mora zaradi tega upoštevati določene omejitve kmetovanja, katerih cilj je zmanjšanje emisij škodljivih snovi iz kmetijske dejavnosti v vode. Zaradi velike prepustnosti vodonosnika in gladine podzemne vode blizu površja je vodonosnik zelo ranljiv ter dovzeten za negativne vplive tudi s kmetijskih površin. Ker je v Sloveniji podobno občutljivih vodonosnikov precej, bodo dobre okoljske prakse, ki bodo predstavljene na kmetiji, v prihodnosti lahko neposredno prenosljive tudi na ostale kmetije, ki tudi delujejo na vodovarstvenih območjih.

Član partnerstva 10: Kmetijsko gospodarstvo Martin Starič

Kmetijsko gospodarstvo je na območju JV Slovenije. Na kmetijskem gospodarstvu se ukvarjajo s prirajo mleka in govejega mesa. Imajo 60 glav živine, od tega 30 krav molznic. Obdelujejo 24 ha travnikov, 14 ha njiv. Trenutno obnavljajo strojni park z naložbami v kmetijsko mehanizacijo v skladu s trajnostnim in okolju prijaznim kmetovanjem. Vključeni so v shemo kakovosti za goveje meso in kakovost mleka. Kmetija se izobražuje, usposablja in pridobiva nova znanja (na Kmetijsko gozdarskem zavodu).

Kmetija bo prispevala svoj delež k projektu tako, da bo služila kot primer za demonstracije mobilnih analiz tal ter meritev in priporočil in ta projekt bo lahko uporaben tudi za ostale kmetije, ki delujejo na območjih z omejenimi možnostmi. Martin Starič je mladi prevzemnik, pri čemer bo korist projekta tudi ta, da se bo lahko mladi prevzemnik hitro naučil dela z dodatno funkcionalnostjo aplikacije 'Mobilna analiza tal' in jo bo znal tudi predstaviti drugim kmetijam.

3 CILJI PROJEKTA IN DOSEŽENI REZULTATI:

- omogočiti uporabniku enostaven in hiter monitoring izvedenih analiz vzorcev in ostalih meritev s pomočjo aplikacije 'Mobilna analiza tal',
- omogočiti uporabniku vpogled v bazo podatkov o opravljenih meritvah,
- demonstrirati ročno in strojno vzorčenje tal,
- ugotoviti zbitost tal s penetrometri,
- izdelati kemijske in fizikalne analize tal za odvzete vzorce,
- pripraviti oz. dopolniti gnojilne načrte za travnati svet in kulture v večletnih kolobarjih na kmetijah ter bilance hranil na kmetijah,
- ugotoviti, kako različni odmerki gnojenja z dušikom vplivajo na izpiranje dušika iz tal, s pomočjo hitrih nitratnih testov (N-min),
- spremljati vlažnost tal na pilotnih kmetijah,
- na podlagi merjenja z georadarjem podati 3D modele tal,
- povečati usposobljenost kmetijskih gospodarstev s svetovanji, praktičnimi prikazi, demonstracijami in predavanji,
- izdelati priporočila za nadaljnji razvoj in uporabo aplikacije in baze podatkov,
- nadgrajena aplikacija 'GERK na terenu' z dodatno funkcijo 'Mobilna analiza tal' za spremljanje meritev, ki uporabniku omogoča vpogled (preko mobitela ali računalnika) v opravljene meritve tal za določeno geolokacijo, na kateri je bila posamezna meritev opravljena,
- vzpostavitev demonstracijskih površin na kmetijskih površinah pri petih pilotnih partnerskih kmetijah,
- izvajanje ročnih vzorčenj tal na demonstracijskih površinah pri petih pilotnih partnerskih kmetijah,
- izvajanje potrebnih analiz vzeti vzorcev tal v laboratorijih Kmetijskega inštituta Slovenije,
- izdelani podrobni gnojilni načrti za glavne njivske kulture in travnati svet ter izdelane bilance hranil na petih pilotnih partnerskih kmetijah,
- razvita prototipska naprava za strojni odvzem vzorcev in hkratne meritve zbitosti tal,
- demonstracije strojnega odvzemanja vzorcev in meritev zbitosti, izdelane analize in gnojilni načrti na podlagi vzeti vzorcev,
- izdelani izvidi o stanju zbitosti tal s penetrometri na demonstracijskih površinah petih partnerskih pilotnih kmetij,
- opravljeni hitri nitratni testi (N-min) z RQ-flexom in izdelanimi nasveti za gnojenje z dušikom pred predvidenim dognojevanjem na demonstracijskih površinah vseh petih pilotnih partnerskih kmetij za potrebe spremljanja izpiranja hranil v tla,
- izdelani 3D modeli tal na podlagi opravljenih meritev z georadarjem na demonstracijskih površinah petih partnerskih pilotnih kmetij za ugotavljanje pedoloških značilnosti (globina, delež glin) s ciljem določiti sposobnost tal za zadrževanje vode in hranil za pripravo priporočil,
- razvit senzor za merjenje vlažnosti zemlje za pet pilotnih partnerskih kmetij za spremljanje meritev skozi leto.

4 IZVEDENE AKTIVNOSTI

V sklopu projekta smo izvedli različne aktivnosti, katerih namen je bil povečati usposobljenost članov kmetijskih gospodarstev za “mobilno analizo tal”, ki je za kmeta zelo uporabna tako z vidika enostavne uporabe, hitrega vpogleda v opravljene analize in meritve na svojih pridelovalnih površinah kot tudi z vidika nadaljnjega odločanja o kmetovanju, predvsem na področju gnojenja in namakanja. Znanja, pridobljena na projektu, smo preko različnih usposabljanj, praktičnih demonstracij, delavnic, strokovnih ekskurzij na partnerskih kmetijah in na organiziranem javnem dogodku prenesli na pilotna kmetijska gospodarstva in ostala kmetijska gospodarstva, ki niso člani partnerstva, ter na deležnike.

Rezultate projekta smo širili z uporabo različnih komunikacijskih sredstev:

- tiskani medij (objava člankov v reviji Sejalec, Kmetovalec, Kmečki glas, Dolenjski list),
- oddaje na radiu (radio Sraka, radio Gorenc),
- e-pošta,
- objave na spletnih straneh (vodilnega partnerja Grm Novo mesto, Kmetijsko gozdarskega zavoda Novo mesto, Geološkega zavoda Slovenije, Kmetijskega inštituta Slovenije, Virc d.o.o., Larting d.o.o.) in
- objave na družabnih omrežjih Facebook (Grm Novo mesto, Virc d.o.o.).



Slika: Strokovno usposabljanje na KMG Starič



Slika: Strokovno usposabljanje na KMG Starič



Slika: Strokovno usposabljanje na KMG Metelko



Slika: Strokovna ekskurzija na kmetiji Čretnik

5 OPIS OKOLJSKIH IN PEDOLOŠKIH LASTNOSTI OBRAVNAVANIH KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ

V projekt je vključenih pet kmetij z različnih območij Slovenije. Vse so živinorejske oz. govedorejske, a različnih intenzivnosti, od 1-1,8 GVŽ/ha. Kmetujejo na različnih geografskih območjih z omejenimi možnostmi za kmetovanje (na osnovi Elaborata območij z omejenimi naravnimi dejavniki) ter na naravovarstveno varovanih območjih. Vse kmetije ležijo na območju varovanja ptic v letu 2019. Na kmetiji Čretnik je še posebej izpostavljeno kmetovanje v okviru krajinskih značilnosti in naravnih vrednot ter na vodovarstvenem območju. Na gorski kmetiji Kepec, ki kmetuje na območju z omejenimi možnostmi za kmetovanje, upoštevajo omejitve habitata tudi na obravnavani njivi Preske. Podobne habitatne omejitve upoštevajo tudi na kmetiji Metelko, na obravnavanem trajnem travniku Pri Prajtanem. Pedološke analize kažejo, da imajo kmetije v projektu različna tla. Ob klimi, ki je tu bogata s padavinami (perhumidna klima), so se oblikovala najpogostejša evtrična tla in pokarbonatna tla, s stabilno nosilnostjo. Na gričevnatem kraškem območju prevladujejo strmine od 6 ° do 20 °. Talni tip rjava pokarbonatna tla na apnencu in dolomitu se najbolj pogosto pojavlja; na kmetijah Kepec, travnik, in Rifelj, travnik in njiva, evtrična rjava tla na ilovicah in glinah, na travniku in njivi na kmetiji Starič, distrična rjava tla na klastičnih kamninah, na njivi na kmetiji Čretnik, hipoglej-evtričen, travnik na kmetiji Čretnik, in hipoglej distričen na kmetiji Metelko, psevdoglej na njivi na kmetiji Metelko. Delež njivskih površin je glede na travnate površine manjši na štirih kmetijah. Le na eni kmetiji je delež njiv malenkost večji kot travnate površine.

Na vseh njivah se izvaja kolobarjenje, v katerega so vključene vsaj 3 različne poljščine. Z deležem koruze, ki nikjer ne presega 60 %, in žiti, ki ravno tako ne presegajo 60 %. Vseh pet kmetij ima v kolobar vključene tudi metuljnice, največkrat lucerno, deteljno-travne mešanice (DTM) ali krmni grah, v obsegu do 40 %. Najpogostejša pomanjkljivost večine kolobarjev je pomanjkanje setev dosevkov po spravi glavne kulture oz. preko zime. Vsi ostali parametri kažejo na visoko stopnjo kolobarjenja glede na kriterije skupne kmetijske politike. Večina kmetij gospodari tudi na travnatem svetu s kosno rabo, le na eni kmetiji košnjo kombinirajo s pašo živali.

KMG Čretnik

Travnik: hipoglej evtričen (57)

Tekstura tal: meljasto glinasta ilovica (MGI), strojno vzorčenje: 25. 2. 2022, ročno strojno vzorčenje: 6. 9. 2023

Raba: 4-5 kosni

Njiva: distrična rjava tla na klastičnih kameninah (29)

Tekstura tal: meljasta ilovica (MI), strojno vzorčenje: 5. 8. 2022

5-letni KOLOBAR: silažna koruza oz. ječmen, silažna koruza, krmni grah, silažna koruza

KMG Kepec

Travnik: rjava pokarbonatna tla na apnencu in dolomitu (37)

Tekstura tal: meljasta ilovica (MI), strojno vzorčenje: 25. 2. 2022, ročno, strojno vzorčenje: 6. 9. 2023

Raba: 4-5-kratna pašno-kosna raba



Slika: Vzorčenje in obravnava travnatega sveta Preske, kmetija Kepec

Njiva: obrečna tla oglejena evtrična (53)

Tekstura tal: ilovica (I), strojno vzorčenje: 25. 2. 2022

5-letni KOLOBAR: pšenica oz. ječmen, lucerna, lucerna, lucerna

KMG Rifelj

Travnik: rjava pokarbonatna tla na apnencu in dolomitu (37)

Tekstura tal: meljasta ilovica (MI), strojno vzorčenje: 4. 3. 2022, ročno vzorčenje: 19. 9. 2023, ročno in strojno vzorčenje: 4. 10. 2023

Raba: 4-kosna

Njiva: rjava pokarbonatna tla na apnencu in dolomitu (37)

Tekstura tal: meljasto glinasta ilovica (MGI), strojno vzorčenje: 4. 3. 2022

5-letni KOLOBAR: silažna koruza, silažna koruza, DTM, DTM oz. ječmen,

KMG Starič



Slika: Vzorčenje travnika Škrjančka na kmetiji Starič

Travnik: evtrična rjava tla na ilovicah in glinah (27)

Tekstura tal: meljasto glinasta ilovica (MGI), strojno vzorčenje: 28. 2. 2023, oz. glinasta, strojno in ročno vzorčenje: 20. 9. 2023

Njiva: evtrična rjava tla na ilovicah in glinah (27)

Tekstura tal: meljasto glinasta ilovica (MGI), strojno vzorčenje: 28. 2. 2022

5-letni KOLOBAR: silažna koruza, silažna koruza, lucerna, lucerna oz. ječmen

Trajni travnik 4 kosni.

KMG Metelko Travnik: hipoglej distričen (58)

Tekstura tal: meljasta ilovica (MI), strojno vzorčenje: 4. 3. 2022, strojno in ročno vzorčenje: 18. 7. 2023

Raba: 4 kosni travnik Njiva: psevdoglej – pobočni in ravninski evtrični (55)

Tekstura tal:

5-letni KOLOBAR: silažna koruza, silažna koruza, tritikala, DTM, DTM

6 NAVODILA ZA VZORČENJE TAL IN UGOTAVLJANJE RAZLIK

Z namenom, da se izvaja gnojenje, ki bo kar najbolj prispevalo k dvigu rodovitnosti tal in s tem k uspešni pridelavi krmnih in drugih rastlin, je potrebno izvesti pravilno vzorčenje tal. Ugotavljamo, da sistem kontrole rodovitnosti tal kot del aktivnosti, ki so vezane na samo vzorčenje tal, ne vzbujajo dovolj velike pozornosti in da se ne prepoznava pomena tega dela kot prispevka k izboljššanemu svetovanju glede gnojenja ter zmanjševanja toplogrednih plinov na nivoju pridelave kmetijskih rastlin. Ob neustreznem vzorčenju tal nastaja velika škoda in prihaja do neustreznih rezultatov v celotnem nadaljnjem procesu, ki zajema analiziranje in svetovanje ter izvajanje gnojenja tudi do 5 let. Dejstvo je, da 1 g tal iz vzorca določa sistem gnojenja več hektarskih površin v naslednjih 5 letih.

Težave nastopajo ne le zaradi neznanja posameznih kmetov glede pravilnega vzorčenja tal ali zaradi neustrezne izvedbe, ampak tudi zaradi fizične nemoči posameznih ostarelih kmetov, ki ne zmorejo naporenega vzorčenja na večjih površinah kmetij.

Na dan 8. 7. 2022 imamo podano metodologijo in način vzorčenja kmetijskih tal, kot jo določa priloga 1 Pravilnika o spremljanju stanja kmetijskih tal (UL RS 103/22) na povezavi: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV14232>.

O pravilnem vzorčenju tal smo imeli na razpolago precej navodil tudi že pred izdajo Pravilnika. Navodila so bila pripravljena s strani različnih strokovnih inštitucij (MKGP, KIS, KGZS, pedološki laboratoriji in drugi). Navodila zajemajo sledeče vsebine:

1. Število vzorcev, ki jih mora kmetijsko gospodarstvo dati v analizo

Število vzorcev tal, ki jih mora kmetijsko gospodarstvo obvezno oddati v analizo, je odvisno od kakovosti in tipa tal, načina in intenzivnosti rabe zemljišč ter strnjenezi oziroma razpršenosti zemljišč, ki jih upravlja posamezno kmetijsko gospodarstvo. Za vsako strnjeno območje kmetijskih zemljišč s podobnimi lastnostmi tal in z isto vrsto dejanske rabe je potrebno odvzeti ter analizirati en vzorec tal. Za strnjeno območje kmetijskih zemljišč štejemo grafične enote rabe zemljišč kmetijskega gospodarstva (GERK), ki se med seboj stikajo oziroma jih ločujejo le linijski objekti (ceste, manjši vodotoki, mejice ipd.). En vzorec tal lahko odvezamo tudi v primeru razpršenih GERKov, pri čemer morajo biti tudi ta zemljišča homogena v smislu rabe tal, zgodovine gnojenja in pedoloških lastnosti tal. Priporočena velikost območja, ki ga predstavlja en talni vzorec, naj ne bi presegala 5 ha.

2. Način odvzema povprečnega vzorca tal

Povprečni vzorec tal pripravimo z združevanjem podvorcev, ki jih odvezamo na več različnih odzemnih mestih. Število odzemnih mest mora biti od 15-20. Odzemna mesta enakomerno razporedimo preko celotnega vzorčnega območja. Vzorčimo s pomočjo sonde (slika 1) oziroma lopate (slika 2). Če vzorčimo z lopato, odvezamo 2-3 cm debel in ravno tako širok podvzorec tal preko celotne globine vzorčenja, kot je prikazano na sliki 2. Na vsakem vzorčnem mestu vzamemo približno enako količino tal. Tla jemljemo na ornih površinah do

globine 25 cm (globina ornice), na zatravljenih površinah do globine 6 cm in v trajnih nasadih do globine 40 cm. Pri jemanju tal se izogibamo robov zemljišč in drugih delov zemljišč (vozne poti ipd.), ki ne predstavljajo povprečnega stanja tal, ki jih želimo preiskati. Tla, odvzeta z vseh vzorčnih mest, v primerni posodi temeljito premešamo, nato odvezamemo 0,5 do 1 kg tal (povprečni vzorec) ter ga shranimo v plastično vrečko. Povprečni vzorec tal opremimo z vsemi potrebnimi podatki ter ga čim hitreje dostavimo v laboratorij, ki izvaja kemijske analize tal. Podatki naj bodo zapisani na etiketi na zunanji strani embalaže. (Nikakor jih ne vlagajte k vzorcu tal v vrečko, saj je vzorec tal vlažen, zaradi česar bodo oznake vzorcev postopoma postale nečitljive.) Če je vzorcev tal več, mora biti vsak od njih posebej označen z vsemi potrebnimi podatki. V primeru, da imamo vzorec tal namen odvzeti iz več GERK-ov, moramo povprečni vzorec tal pridobiti z vseh GERK-ov skupaj in ne le zgolj z enega GERK-a.

3. Čas vzorčenja

Najprimernejši čas za odvzem vzorcev tal je po spravi pridelkov (jesensko-zimski čas). Od zadnjega gnojenja mora obvezno preteči vsaj mesec dni.

Za izvedbo kemijske analize tal bi se praviloma morali odločiti vsakih 5 let. Vedno ob istem času, jeseni, po spravi pridelka.



Slika: Sonda za jemanje talnih vzorcev

Slika: Sonda za jemanje talnih vzorcev

4. Potrebni podatki ob oddaji vzorca tal v analizo

Ob oddaji vzorca tal v analizo morate za vsak oddani vzorec tal posredovati naslednje podatke, kot so:

- številka kmetijskega gospodarstva (KMG-MID),
- ime in priimek ter naslov naročnika analize (ulica, pošta in poštna številka),
- vrsta rabe tal (njiva, travnik, sadovnjak ...),
- tekstura tal (lahka, srednje težka, težka tla),
- številka GERK-a oziroma vseh GERK-ov v vzorčni enoti (GERK_PID) in domače ime vsakega GERK-a,

- površina vzorčne enote*,
- globina odvzema vzorca,
- datum odvzema vzorca,
- vrste zelenih kemijskih analiz.

* Če je bila raba tal (poljin) znotraj enega GERK-a v preteklosti različna, zaradi česar je potrebno odvzeti več vzorcev tal znotraj enega GERK-a, je potrebno to označiti na naslednji način:

Površina vzorčne enote:

a) celoten GERK

b) del GERKA (opis): _____

Navodila za jemanje vzorcev tal, ki so pripravljena s strani različnih strokovnih organizacij, lahko najdemo na sledečih povezavah:

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/KMETIJSTVO/RASTLINSKA-PRIDELAVA/GNOJILA/smernice-za-gnojenje_2011.pdf;

https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/druga_gradiva/zbirne_vloge/navodila-odvzem-vzorcev-tal-analiza_2014-2020.pdf;

https://www.mezica.si/files/other/news/88/48110Navodilo_za_odvzem_tal_copy.pdf;

http://www.ihips.si/wp-content/uploads/2019/02/Zakaj-analiza-tal-in-navodila-za-vzor%C4%8Denje-tal_spletna-stran.pdf;

https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Slovenia_Intl/Non_searchable/NavodilaZaVzorčenjeTal.pdf.

Med navodili za vzorčenje tal prihaja do razlik, ki lahko vplivajo na ustreznost rezultata. Navodila za vzorčenje so napisana za različne namene vzorčenja, kot na primer: kontrola rodovitnosti tal za izdelavo gnojilnih načrtov, spremljanje stanja kakovosti tal za potrebno spremljanje organske snovi in ogljika, spremljanje onesnaženosti tal in drugo.

Razlike med navodili za vzorčenje tal

Največje razlike med različnimi navodili za vzorčenje tal nastopajo pri sledečih določilih:

1. Doseganje reprezentativnosti talnega vzorca:

zagotovo z zbiranjem čim več podvzorcev tal po celotni površini (15-25), ki jih nato temeljito zmešamo v vedru. Razhajanja so pogosto pri tem, ali celotno zemljino odpremimo v laboratorij ali od nje odvezamemo 0,5-1 kg reprezentativne zemljine, ki se pošlje v laboratorij, ostalo pa zavržemo. To vprašanje je delno vezano tudi na različno opremo za vzorčenje. Priporočilo je, da se uporabijo čim bolj ozke sonde, s katerimi zberemo le do 1 kg zemljine, ki jo v celoti odpošljemo v laboratorij. Premalo je poudarka na homogenizaciji in pripravi vzorca.



Slika: Uporaba različnih orodij, različna velikost oz. količina vzorcev ter homogeniziranje vzorcev tal imajo pomemben vpliv na rezultate analize.

- **2. Razlike glede priporočenih največjih velikosti zemljišč** za posamezni vzorec glede na enote rabe. Največkrat so pisana priporočila, da en vzorec ustreza površinam do 5 ha njiv ali travnikov ter da za
- do 1 ha trajnih nasadov ali intenzivnega zelenjadarskega kolobarja zadostuje praviloma en vzorec oz.
- za **vsako strnjeno območje** kmetijskih zemljišč s podobnimi lastnostmi tal in z isto vrsto dejanske rabe lahko odvezamemo ter analiziramo en vzorec tal. Ravno slednje priporočilo v praksi pogosto povzroča večja odstopanja od priporočil.

Poenostavitev zahtev MKGP za potrebe izvajanja SKP pravi, da en vzorec tal lahko odvezamemo tudi v primeru razpršenih GERKov, pri čemer morajo biti tudi ta zemljišča homogena v smislu rabe tal, zgodovine gnojenja in pedoloških lastnosti tal. Priporočena velikost območja, ki ga predstavlja en talni vzorec, naj ne bi presegala 5 ha. V primeru, da

imamo vzorec tal namen odvzeti iz več GERK-ov, moramo povprečni vzorec tal pridobiti iz vseh GERK-ov skupaj in ne le zgolj iz enega GERK-a.

3. Čas vzorčenja ostaja različen v navodilih, s poudarki, da k ponovnemu vzorčenju pristopamo vedno ob istem času, po možnosti jeseni, po spravi pridelka. Od zadnjega gnojenja mora preteči vsaj mesec dni in ne neposredno po dežju. (Počakajte tri dni.)

4. Priporočene so različne globine za vzorčenje na njivah: do globine 25 cm oz. obdelave tal, toda važno je, da ne pregloboko. Vzorčenje v trajnih nasadih: 0-30 oz. 0-30 in 30-50 cm ali pa samo 0-30 cm.

5. Priporočeni oz. dopustni so različni pripomočki za vzorčenje: sonda, cilindri, lopate (ravne, ozke vrtno lopate).

7 MOBILNA NAPRAVA ZA VZORČENJE TAL

Za ustrezno gnojenje kmetijskih tal moramo upoštevati: kemijsko analizo tal, rabo tal, pričakovan pridelek, odvzem hranil s pridelkom, zakonske omejitve, vrste in način delovanja gnojil, fiziologijo rasti posameznih kmetijskih rastlin, kolobar, tehnologijo gnojenja, vremenske razmere. Za kemijske analize tal potrebujemo ustrezno odvzete vzorce tal. Ustrezno vzorčenje tal je pomembno, saj napačno odvzet vzorec tal pomeni neustrezen rezultat analize, kateremu sledita neustrezni gnojilni načrt in gnojenje.



Slika: Ročno vzorčenje tal s pomočjo sonde za jemanje talnih vzorcev

Ročno vzorčenje je dokaj zamudno, fizično relativno zahtevno. Prav tako vsi nimajo sonde za jemanje vzorcev tal, zato so se pojavile ideje o napravah za odzemanje vzorcev tal. V tujini smo v zadnjih letih na prireditvah, kot so sejmi in predstavitve mehanizacije, videli tudi naprave za avtomatiziran strojni odvzem vzorcev tal za kasnejše kemijske analize. Gre za specializirane naprave, ki omogočajo samo strojno vzorčenje tal. Naprava se lahko montira na avtomobilske prikolice, motorne širikolesnike (ATV), poltovornjake, traktorje itd. Te naprave razkazujejo ali njihovi proizvajalci ali pa tisti, ki izvajajo storitve z njimi. Tako take storitve v sosednji Avstriji med drugim ponujajo njihovi strojni krožki.



Slika: Naprava za odzemanje vzorcev tal Wintex na motornem štirikolesniku. Avstrijski strojni krožki s takimi napravami izvajajo storitve vzorčenja in analiz talnih vzorcev.

Večnamenska mobilna naprava KIS

V okviru EIP projekta »Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje« smo na Kmetijskem inštitutu Slovenije razvili večnamensko mobilno napravo, ki omogoča strojni odvzem vzorcev tal in meritve specifičnega upora tal.



Slika: Mobilna naprava za ugotavljanje specifičnega upora tal in odvzem vzorcev tal, razvita na Kmetijskem inštitutu Slovenije

Večnamenska mobilna naprava je namenjena priklopu na traktor. Osnovno nosilno ogrodje ima nastavljiv priklop, ki omogoča priključitev na dvizne ročice tritočkovnega hidravličnega drogovja traktorjev različnih kategorij. Zaradi tega lahko uporabljamo najrazličnejše traktorje, ki so na kmetijah. Traktor omogoča mobilnost naprave, saj jo prevaža po parcelah, kjer vzorčimo. Traktor tudi zagotavlja hidravlično energijo za pomikanje hidravličnega cilindra na sami napravi. Hidravlični sklop omogoča linearen pomik konice vertikalnega penetrometra in linearen pomik sond za odvzem vzorcev tal.

Napravo za odvzem neporušenih vzorcev tal in za ugotavljanje specifičnega odpora tal s penetrometranjem smo v letu 2023 nadgradili s hidravličnim sklopom lastne zasnove, ki je namenjen za hitro odstranjevanje odvzetih vzorcev tal iz sonde za odvzem neporušenih vzorcev tal. Omenjeni sklop deluje hidravlično, v povezi s hidravliko traktorja. Omogoča hitro izpraznitev sond za odvzem vzorcev tal v vrečko za vzorce, kjer se mešajo drugi odvzeti vzorci tal za fizikalno kemične laboratorijske analize tal. Omenjeno nadgradnjo naprave smo razvili po ugotovitvah, da bi se proces strojnega vzorčenja dalo še dodatno pospešiti, kar pomeni večji učinek strojnega vzorčenja tal. Sedaj vzorčenje tal poteka hitreje, kar pomeni, da lahko odvezamo večje število vzorcev tal.



Slika: Pogled na celotno napravo za vzorčenje tal, 1 - sklop za odvzem neporušenih vzorcev tal s sondo za neporušene vzorce tal (na sliki je sonda trenutno zamenjana s penetrometrom za ugotavljanje specifičnega odpora tal) ter GPS, 2 – pogled na sklop za hitro praznitev sonde z odvzetim vzorcem tal - sonda za vzorce tal je v delovnem položaju za odstranitev odvzetega vzorca tal v vrečko za vzorce tal.



Slika: Detajl prikazuje sklop za hitro praznitev odvzetih vzorcev tal iz sonde za zajem neporušenih vzorcev tal v vrečko za odvzete vzorce tal.

Meritve specifičnega upora tal

Meritve specifičnega upora tal se izvajajo tako, da se v tla potiska standardizirano konico. Ob tem se meri sila, potrebna za prodiranje konice, in pa pomik konice v tleh (globina prodiranja). Iz znane sile, izmerjene za prodiranje konice, in znanega preseka konice se izračuna specifični upor tal glede na pomik konice v tleh (glede na globino prodiranja konice).

Na koncu hidravličnega sklopa je pritrjen senzor sile, ki omogoča kontinuirano merjenje sil do 500 N. Senzor sile je nameščen na nosilni plošči, ki je pritrjena s hitro vpenjalnim sistemom na nosilni - pritrdilni del na hidravličnem sklopu. Na senzor sile je prek nosilne palice pritrjena penetrometerska konica. S tem je omogočeno, da penetrometerska konica deluje na večjih globinah. Hidravlični sklop (cilinder) omogoča, da penetrometerska konica prodira v tla s kontinuirano hitrostjo in vertikalno na podlago.

Hidravlični sklop omogoča tudi premikanje zobate letve, ki je povezana z inkrementalnim senzorjem, namenjenim za kontinuirano ugotavljanje pomika penetrometerske konice (za ugotavljanje globine prodiranja penetrometerske konice). Senzor sile in inkrementalni senzor sta povezana z merilnim ojačevalnikom Quantum, Hottinger Baldwin Messtechnik. Merilni

ojačevalnik omogoča zajem meritev sile in pomika ob prodiranju penetrometske konice v tla. Za vodenje meritev uporabljamo HMM Catman program na prenosnem računalniku. S tem programom definiramo senzorje, frekvenco meritev, izvedemo kalibracijo senzorjev, izvedemo meritve in shranimo rezultate meritev na disk v prenosnem računalniku. Rezultate meritev s HBM Catman programom izvozimo tudi v Excel format, meritve pa nato še ustrezno obdelamo s programom Excel.



Slika: Predstavitev penetrometske konice s senzorjem za silo

Vertikalni penetrometer omogoča ugotavljanje mehanskih lastnosti tal – specifičnega upora tal - zbitosti tal. Od mehanskih lastnosti tal je v veliki meri odvisno stanje vodno zračnega režima v tleh, poraba energije pri obdelavi tal in pri različnih delovnih operacijah, pri katerih delovni elementi strojev delujejo v tleh, ter možnost realizacije vlečne sile traktorja in priključnega stroja oziroma samohodnega stroja. Poleg tega so od mehanskih lastnosti tal odvisne tudi mehanske poškodbe tal ter nekateri drugi fizikalno kemični in biološki procesi v tleh.



Slika: Ugotavljanje specifičnega odpora tal z metodo vertikalnega penetrometriranja

Problematika zbitosti tal

Tla so heterogeni sistem, ki ga predstavlja mešanica organske snovi, mineralov, plinov, tekočin in organizmov (v tla je vključena trdna, tekoča in plinska faza). Trdna faza vsebuje minerale in organsko snov (talna matrika) ter organizme, plinska in tekoča faza pa se nahajata v poroznem delu tal. Zaradi kompleksne sestave so za tla značilne različne fizikalne, kemične in biološke lastnosti. Kmetijska tla so izpostavljena velikim površinskim obremenitvam med posamezno delovno operacijo v enem produkcijskem ciklu (npr. pridelave poljščin, pridelave v trajnih nasadih itn.). Velikokrat tla z nepravilnim pristopom glede uporabe mehanizacije izredno preobremenjujemo, kar lahko zelo zmanjša produktivnost tal za krajše ali tudi daljše časovno obdobje. Neustrezno stanje tal, npr., lahko dosežemo pri različnih načinih obdelave tal ali pri izvajanju številnih delovnih operacij pri preveliki vlažnosti tal. Zato moramo za doseganje trajnostne pridelave vzdrževati stanje tal med samo pridelavo na načine, ki omogočajo, da ne povzročimo trajne mehanske poškodbe tal. Zbijanje tal postaja poseben izziv za kmetijsko proizvodnjo v zadnjih desetletjih zaradi vse večjega naraščanja moči kmetijskih strojev ter posledično njihovih mas. Pri sodobnih kmetijskih traktorjih in strojih so zaradi doseganja velikih delovnih učinkov moč motorjev, dimenzije strojev in njihova teža dosegli ogromne vrednosti. Sodobni kmetijski traktorji, samovozni stroji ter priključni stroji imajo zelo visoke osne pritiske, kar je posledica prej omenjenega naraščanja moči in teže. Naraščanje moči kmetijskih strojev in njihove teže se je začelo bolj intenzivno v drugi polovici prejšnjega stoletja. Primer standardnega kombajna s konca petdesetih let prejšnjega stoletja, ki je imel

maso približno 4.000 kg v stanju, ko je bil naložen s požetim pridelkom, v današnjem času pa je prišel do mase približno 36.000 kg, naložen s požetim pridelkom. Prekomerna zbitost tal lahko povzroča škodljive vplive na pridelek rastlin, povečano porabo energije za obdelavo tal, pospešuje erozijo tal ter povzroča neučinkovito uporabo vode in hranil zaradi slabe dostopnosti vode do nižjih plasti tal. Poleg tega je zaradi vsakokratnega eliminiranja efekta zbitosti tal potrebno vnašati dodatno energijo za delovne operacije, ki so potrebne za eliminiranje omenjenega efekta.

Kaj je zbitost tal?

Zbitost tal je povzročena zaradi vpliva naravnih in umetnih vplivov:

- Naravni, na katere vplivajo fizikalno kemične lastnosti tal, tlak korenin, ki se prebijajo skozi tla, kinetična energija deževnih kapljic, ki padajo na tla, zime brez mraza, ki bi deloval na tla itn.
- Umetni, ki so povzročeni pod vplivom človeka, kot direktni zaradi vpliva različnih kmetijskih strojev, ki se gibljejo po tleh med opravljanjem delovnih operacij, zaradi njihovega tlačenja tal in zdrsa pogonskih koles traktorjev med delovanjem, ter indirektni, kot so zmanjševanje odpornosti tal proti zbijanju zaradi uporabe neadekvatnih agrotehničnih praks, kot so npr. napake v kolobarju, večletno gojenje enakih rastlin na istih površinah, nezadostno gnojenje z organskimi gnojili itn.

V tleh, lahko rečemo, se pojavljata tudi dva tipa sil, notranje sile ter zunanje sile:

- Notranje sile v tleh povzročajo krčenje tal, širitev tal, zmrzovanje tal itn. Na te sile ne moremo vplivati oziroma v nekaterih primerih minimalno.
- Med zunanje sile se uvrščajo sile, ki delujejo na mejnih plasteh tal, to so statične sile, kot npr. teža objektov ali dinamične sile (traktorji, priključni stroji, samovozni stroji, stroji za obdelavo tal itd.), ki se gibljejo po tleh med opravljanjem različnih delovnih operacij. Na te sile lahko vplivamo v večji meri.

Premiki traktorskih agregatov, samovoznih kmetijskih strojev in tovornih vozil predstavljajo primarni vir sil, ki tlačijo oziroma zbijajo kmetijska tla. Kot vir zbijanja tal se pojavljajo vse delovne operacije, ki se uporabljajo znotraj določene tehnologije (tudi take, ki imajo za cilj samo rahljanje tal, ker zahtevajo uporabo traktorskih agregatov - agregat predstavlja kombinacijo traktorja in povezanega priključnega stroja za opravljanje določene delovne operacije). Resen vzrok zbijanja tal so kolesa traktorjev, priključnih strojev, samovoznih strojev itn., ki povzročajo neželene obremenitve in deformacije tal. Pri konvencionalni obdelavi tal je celotna površina tal obremenjena z naključnimi prehodi koles traktorskih agregatov enkrat letno.

Vpliv zbijanja tal na fizikalne lastnosti tal

Glavni vpliv zbijanja tal je sprememba fizikalnih lastnosti tal. Najopaznejše spremembe so v prostorninski gostoti tal, trdnosti tal, poroznosti in hidravličnih lastnostih, kot sta stopnja infiltracije in hidravlična prevodnost (omenjene spremembe vplivajo na gibanje vode in zraka skozi tla). Do zbijanja tal pride, ko se talni agregati in delci tal stisnejo iz prejšnjega stanja tal z večjim volumnom v manjši volumen. Ko se tla stisnejo, se količina por oziroma praznih

prostorov v tleh drastično zmanjša, gostota ali masa tal na prostorninsko enoto pa se poveča. Gostota tal naravno narašča z globino tal, tla pod površjem so naravno bolj gosta kot površinska plast tal, ker podpirajo težo zgornjega dela tal. Prekomerno zbita tla povzročajo težave, kot so slabo prodiranje korenin rastlin, zmanjšana je drenaža tal, zmanjšana je infiltracija padavin in pomanjkanje prezračevanja tal iz večjih makropor. (Prostornina makropor je zmanjšana.) Tla se lažje stisnejo, ko je vlažnost tal enaka ali blizu poljske zmogljivosti tal.

Razmerje med trdnimi snovmi ter vodo in zrakom je odvisno od teksture tal. Ko se tla stlačijo oziroma zbijajo zaradi številnega prehoda traktorov (obdelava tal, setev, gnojenje z organskimi ali mineralnimi gnojili, škropljenje, žetev, interni transport pridelka itd.), se bo največja sprememba zgodila v sami nasipni gostoti tal, v kateri se zmanjša količina praznega prostora v tleh in na koncu se poveča sama nasipna gostota tal. Ko pride do te spremembe, se skupna poroznost tal zmanjša zaradi zbijanja talnih delcev, kar povzroči zmanjšanje prostora, ki ga voda in zrak v tleh lahko zavzmeta v normalnem stanju. Velike pore v tleh se bistveno zmanjšajo, kar omejuje gibanje vode in zraka v tleh (velike pore na splošno omogočajo gibanje vode in zraka v talnem sistemu). Ker so velike in večje pore pogosto napolnjene z zrakom in ne z vodo, lahko zmanjšanje velikosti por tudi bistveno zmanjša sposobnost korenin za pridobivanje kisika.

Glavni vpliv zbijanja tal je sprememba fizikalnih ter posledično na daljši rok tudi kemičnih lastnosti tal. Najopaznejše spremembe so v prostorninski gostoti tal, trdnosti tal, poroznosti in hidravličnih lastnostih, kot sta stopnja infiltracije in hidravlična prevodnost. Kot je omenjeno, te spremembe vplivajo na gibanje vode in zraka skozi tla. Pravo razmerje zraka in vode pa je ključnega pomena za zagotavljanje zdravega koreninskega sistema rastline v tleh. Vpliv zbijanja na fizikalne lastnosti tal in predvsem na gibanje vode je očiten skozi zmanjšanje hidravličnih lastnosti tal, kot je npr. infiltracija tal. (Infiltracija se nanaša na sposobnost tal, da omogočajo premikanje vode v talni profil in skozi njega, infiltracija oziroma stopnja infiltracije se ugotavlja s hitrostjo vstopa vode v tla, meri se kot hitrost pretoka vode na časovno enoto (cm/uro)). Zmanjšanje omenjene stopnje infiltracije ima resne posledice za dostopnost vode za rastline in za odtekanje talnih delcev v vodi, zlasti na nagnjenih tleh. Zbijanje lahko prispeva k zgodnejšemu in večjemu obsegu površinskega odtoka vode in k večji izgubi tal zaradi vodne erozije. Povečanje zbitosti tal na ravnih obdelovalnih površinah lahko povzroči znatne težave s tlemi. (Ob preveliki količini padavin bo voda ostajala na površini tal.) S tem se ustvarjajo težki pogoji na obdelovalnih tleh, zmanjšuje se razpoložljivost vode na nižjih globinah ter omejuje prodiranje korenin v profil tal. Sprememba gostote ali trdnosti tal je pomemben problem za rast rastlin, pa tudi za učinkovitost delovanja strojev za obdelavo tal. Zelo zbita tla zahtevajo večjo porabo energije, obstaja pa tudi možnost, da stroji za obdelavo tal in setev morda ne bodo delovali pravilno (npr. stroji za direktno setev itn.).

Glavni problem zbitosti kmetijskih tal pa je končni negativni vpliv na pridelek in produktivnost tal. Zmanjšanje pridelka pomeni tudi zmanjšanje proizvodnje suhe snovi ter količine žetvenih ostankov, ki ostanejo na površini tal po žetvi. (Žetvene ostanke se inkorporira v tla z različnimi izvedbami strojev za obdelavo tal, del žetvenih ostankov pa se lahko uporabi tudi za različne druge namene.) Slaba rast rastlin zaradi zbijanja tal je posledica negativnega vpliva na vlažnost tal in dostopnosti zraka do koreninskega sistema rastlin. Strokovnjaki ugotavljajo, da se v nekaterih letih na preveč zbitih tleh pridelek lahko zmanjša za 10 do 20 odstotkov. Vpliv zbitosti tal na pridelek in pokritost z žetvenimi ostanki morda ne bo opazen nekaj let (v primeru, da ugodni rastni pogoji, kot so razpoložljivost vlage, močne padavine in uporaba različnih gnojil,

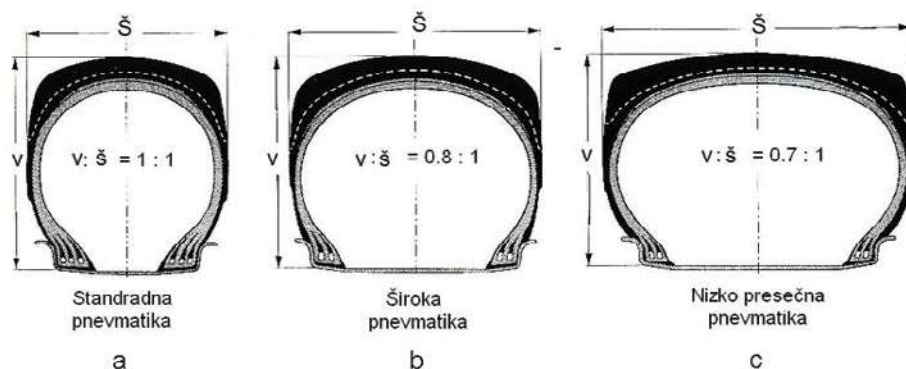
prikrijejo njegove učinke v določeni rastni sezoni). Po drugi strani, če obstajajo dobri rastni pogoji, pridelek pa ni ustrezen, bo potrebno raziskati zbitost tal kot potencialnega krivca za slab pridelek rastlin. Prvi opazen simptom prevelike zbitosti tal je pogosto nizka višina pridelka. Ker lahko druge agronomske težave povzročijo podobne simptome, bo potrebno narediti temeljito analizo stanja tal. Previdno izkopljite rastlino/e in preglejte globino in strukturo korenin, da ugotovite, ali težavo povzroča prekomerno zbijanje tal. Kopičenje vode na površini tal zaradi počasnejše stopnje infiltracije lahko kaže tudi na preveliko zbitost tal. Ker so učinki zbijanja tal lahko v nekaterih primerih zavajajoči, je najbolje primerjati rezultate meritev zbitosti tal z rezultati meritev zbitosti tal na površinah, ki imajo drugačen promet traktorskih agregatov po obdelovalnih površinah oziroma se uporabljajo drugi načini obdelave tal. Za ugotavljanje zbitosti kmetijskih tal se uporabljajo metode horizontalnega in vertikalnega penetrometiranja tal. (V naših raziskavah zbitosti tal na partnerskih kmetijah smo uporabili metodo vertikalnega penetrometiranja tal.)

Možnosti zmanjševanja zbitosti tal

Če je mogoče, se moramo izogibati uporabi traktorjev s priključnimi stroji (traktorski agregat), samovoznih strojev in tovornih vozil na tleh, ko so tla v stanju prevelike vlažnosti. Na primer, če je deževje povzročilo prekomerno količino vlage v tleh (razmočenost tal) v sezoni žetve, se poskusimo v čim večji meri izogibati naključni vožnji traktorjev z naloženimi traktorskimi prikolicami s pridelkom po strniščih. Če se prometu traktorjev s prikolicami ni mogoče izogniti, za traktorje s prikolicami obstaja možnost, da se uporabi sistem kontroliranega prometa kmetijskih strojev s prehodi traktorskih agregatov na stalnih, za prehod namenjenih površinah, oziroma kontrolirano gibanje strojev v stalnih kolesnicah (angl. controlled traffic farming, kratica CTF).

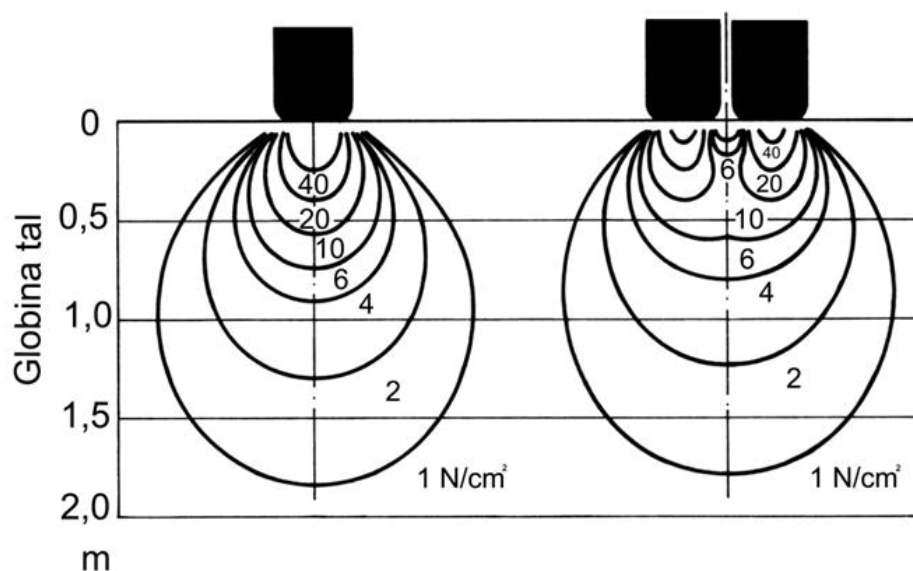
Večina poškodb zaradi zbijanja tal nastane pri prvem ali drugem prehodu traktorskega agregata, samovoznega stroja ali tovornega vozila na kmetijskih obdelovalnih površinah. V primeru, da ne uporabljamo za kontrolirani promet traktorskih agregatov po stalnih površinah z definiranimi kolesnicami, poskusimo ugotoviti, kako bi z obstoječo mehanizacijo oziroma z določenimi modifikacijami na mehanizaciji lahko v prihodnosti uporabili omenjeni sistem kontroliranega prometa mehanizacije po stalnih površinah – kolesnicah (ujemanje koloteka koles traktorjev ter ujemanje delovnih širin priključnih strojev in samovoznih strojev s prometom po kolesnicah). So pa tudi primeri, ko promet traktorjev s prikolicami ali promet samovoznih strojev (kombajni, silokombajni) mogoče ne bo povzročil večje zbitosti tal (npr., če so tla suha ali zmrznjena). Poleg tega lahko zimski cikli zmrzovanja in odmrzovanja zmanjšajo ali odpravijo škodo, ki je bila povzročena pri večkratnih naključnih prehodih kmetijskih strojev.

Kot je bilo že povedano, tveganje za prekomerno zbitost tal je mogoče zmanjšati z izogibanjem uporabi traktorskih agregatov, samovoznih strojev in tovornih vozil na obdelovalnih površinah, ko so tla prekomerno mokra. Tlak v pnevmatikah traktorskih agregatov in statična ter dinamična obremenitev koles sta prav tako znana ključna dejavnika zbijanja tal. Zato je drugi učinkovit način za zmanjšanje zbitosti tal uporaba pnevmatik z večjo kontaktno površino pnevmatike (površina pnevmatike, ki je v stiku s tlemi) in nizkim polnilnim tlakom.



Slika: Tipi traktorskih pnevmatik, a – standardna pnevmatika, razmerje višine in širine je 1 : 1, b – široka pnevmatika, razmerje višine in širine je 0,8 : 1, c – nizko presečna pnevmatika, razmerje višine in širine je 0,7 : 1, zadnja izvedba pnevmatike omogoča največjo kontaktno površino pnevmatike s tlemi in manjše poškodbe tal zaradi tlačjenja.

Upoštevati moramo tudi, da so dinamične obremenitve koles traktorskih agregatov večje od statičnih obremenitev koles traktorskih agregatov. Na primer, dinamična obremenitev kolesa traktorja se lahko poveča za 25 % med oranjem v primerjavi s samo statično obremenitvijo kolesa. Dodatna teža nastane zaradi vlečne sile, potrebne za vleko npr. pluga ali drugega stroja za obdelavo tal, in dinamične prerazporeditve teže na zadnjo premo traktorja. Povečanje obremenitve zadnjih koles traktorja med konvencionalno obdelavo tal pa po ugotovitvah nekaterih strokovnjakov znaša tudi do 45 %, kar povzroči veliko večjo zbitost tal pod površjem kot sama statična obremenitev koles traktorja.



Slika: Tlak traktorskih pnevmatik (N/cm^2) na različnih globinah tal (m) za primer enojne in dvojne traktorske pnevmatike, vidno je, da je tlak na enaki globini tal pri dvojni traktorski pnevmatiki nižji, enak efekt dosežemo z enojno pnevmatiko z večjo kontaktno površino pnevmatike s tlemi.

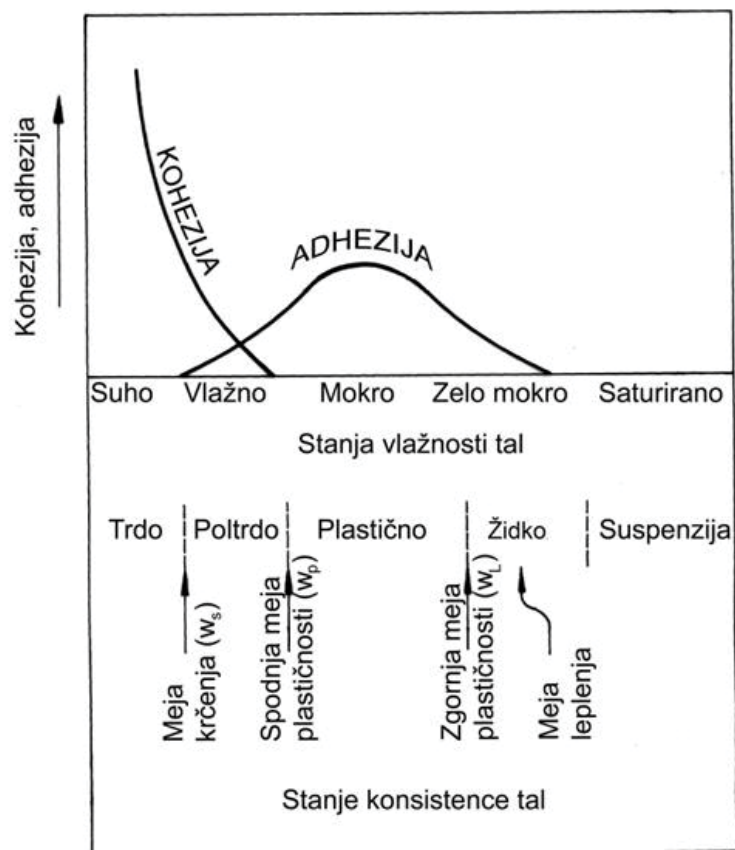
Trdnost tal predstavlja zmožnost tal, da se upirajo prekomernemu tlačenju s strani traktorskih agregatov, odvisna je v največji meri od treh faktorjev:

- **Vlažnost tal:** v zelo vlažnih tleh se delci tal medsebojno lažje premikajo v primerjavi s tlemi, ki niso vlažna, v vlažnih in zelo vlažnih tleh narašča možnost zbivanja tal v globino.
- **Lastnosti tal:** težka, glinasta tla imajo večje tveganje, da se zbijejo v primerjavi z lažjimi peščenimi tlemi.
- **Struktura tal:** tla z dobro strukturo in delci, ki so odporni na vlago, zmanjšujejo tveganje za zbivanje tal.

Realizirana vlečna sila, zmanjšanje prevožene poti zaradi zdrsa pogonskih koles ter kotalni upor prikazujejo učinkovitost traktorskih agregatov med opravljanjem osnovne in dopolnilne obdelave tal itn. Rebra na traktorskih pnevmatikah večinoma prodrejo globoko v plast tal pri delu na deformabilni podlagi oziroma na tleh, kar je večinoma značilno za večino kmetijskih delovnih operacij na tleh. Rebra na traktorskih pnevmatikah stiskajo tla tudi v vodoravni smeri, nasproti smeri gibanja traktorja, ko se vkopljejo v tla. Posledično se zmanjša hitrost gibanja traktorja. Ta izguba relativne hitrosti traktorja je ocenjena kot koeficient zdrsa. Največji oprijem lahko povzroči zdrs koles traktorja, kar poveča tudi poškodbo strukture tal.

Obdelava tal za zmanjšanje zbitosti tal

Preden se odločimo za ustrezn način obdelave tal za lajšanje težav s prekomerno zbitostjo tal, moramo razmisliti o primarnem vzroku težave. Z izbiro različnih načinov obdelave tal in z upravljanjem prometa traktorskih agregatov po obdelovanih površinah lahko značilno zmanjšamo probleme, ki nastajajo zaradi prekomernega zbivanja tal. Praksi konzervacijske obdelave tal in upravljanja prometa traktorskih agregatov na obdelovalnih površinah sta glavni strategiji za preprečevanje zbivanja tal in izboljšanje količine pridelka. Če so razmere dovolj suhe, da se tla razrahljajo ter razdrobijo pod podrahljalnikom ali dletastim plugom, lahko obdelava tal učinkovito zmanjša nasipno gostoto tal in njihovo zbitost. Tla v zbiti globini ne smejo biti v stanju prekomerne vlažnosti oziroma v plastičnem stanju, ker bo mehanska obdelava tal zelo malo ali nič pripomogla k rahljanju tal. Obdelujte tla do globine, ki je potrebna za uspešno razbijanje zbite plasti tal. Poskušajte oceniti tudi delovne operacije, ki so morda povzročile zbivanje, in se jim poskušajte v prihodnosti izogniti (v nasprotnem primeru lahko tla ponovno zbijete do globine obdelave). Potrebno je opraviti tudi izbiro primernih strojev za globinsko obdelavo (različne izvedbe podrahljalnikov), da dosežete želeno mešanje in prekrivanje rastlinskih ostankov.



Slika: Konsistenca tal pri različnih stanjih vlažnosti tal

Konsistenca tal je odvisna od vlažnosti tal. Ločimo suha, vlažna, mokra, zelo mokra in saturirana tla. Vidno je, da kohezija tal pri prehodu iz suhega stanja tal v vlažno stanje tal upada, (kohezijske sile medsebojno držijo delce tal skupaj), adhezija pa narašča pri prehodu iz vlažnega stanja tal in dosega maksimum pri mokrem stanju tal (adhezijska sila je privlačna sila med kontaktno površino predmeta in tlemi, npr. sila med kontaktno površino plužne deske in samih tal med obdelavo tal, pri veliki adheziji prihaja do lepljenja delcev tal na kontaktne površine strojev za obdelavo tal, kar v veliki meri povečuje upor tal pri obdelavi tal in porabo energije za obdelavo tal, posebej problematični so stroji za obdelavo tal z velikimi kontaktnimi površinami), pri plastičnem stanju tal se ne sme opravljati obdelava tal zaradi velike porabe energije in slabih efektov glede obdelave tal.

Kontrolirani promet kmetijskih strojev po obdelovalnih površinah (angl. controlled traffic farming, kratica CTF) je mehanizirani sistem, namenjen za zmanjševanje zbitosti tal z omejevanjem prometa kmetijskih strojev (traktorski agregati, samovozni kmetijski stroji) v stalne prometne pasove - stalne kolesnice. Omenjeni sistem omogoča, da je območje rastlin permanentno ločeno od območja prometa traktorskih agregatov, in to leto za letom. V tem sistemu imajo vsi stroji enako (ali modularno) oziroma približno enako kolotečno širino, tako da je promet na poljskih površinah omejen na najmanjšo možno površino stalnih prometnih pasov in poteka zmeraj po stalnih kolesnicah. Predstavlja eno od rešitev za zmanjšanje zbitosti tal, ker zagotavlja, da traktorski agregat vozi po stalnem pasu, ki ima trdnejšo strukturo tal kot tla v konvencionalnem načinu kmetovanja. Poleg tega obstojnost površine stalne kolesnice

olajša vzdrževanje tal brez zbitosti, s čimer se zmanjšajo tudi energetske potrebe med delovanjem traktorskih agregatov. Zmanjšano porabo energije pri gibanju traktorskih agregatov na stalnih pasovih po obdelovalnih površinah je mogoče pripisati tudi manjšemu kotalnemu upor in zdrsu traktorskih pnevmatik. Stopnja zdrsa traktorskih pnevmatik in učinkovitost vleke priključnega stroja sta kritična parametra za delovne operacije, kot so obdelava tal (osnovna in dopolnilna).

Penetrometrске meritve tal

Penetrometrске meritve temeljijo na podlagi zaznavanja sile, ki je potrebna za potiskanje standardnega jeklenega stožca v tla. Prednost teh meritev je velika hitrost izvajanja meritev ter možnost za interpretiranje podatkov meritev po celotnem profilu tal, ki jih preučujemo. Jekleni stožec pri meritvah prodira v tla s konstantno hitrostjo. Pri penetrometriranju je vedno potrebno upoštevati tudi vlažnost tal, na katerih opravljamo meritve. Podatki za specifični upor tal so izmerjeni v MPa oziroma v N/mm^2 ($Pa = N/m^2$, $MPa = 10^6 Pa$).

Tabela 1: Območja različnih vrednosti upora kmetijskih tal pri merjenju specifičnega odpora tal z metodo vertikalnega penetrometriranja (vir: United States Department of Agriculture, 1993)

Območja vrednosti	Upor penetrometriranja (MPa)
Majhno	< 0,10
Ekstremno majhno	< 0,01
Zelo majhno	0,01 – 0,10
Vmesno	0,10 – 2,0
Majhno	0,10 – 1,00
Zmerno	1,0 – 2,0
Veliko	> 2,0
Visoko	2,0 – 4,0
Zelo visoko	4,0 – 8,0
Ekstremno visoko	> 8,0

Odvzem talnih vzorcev z mobilno napravo KIS

Za odzemanje vzorcev tal z mobilno napravo KIS so namenjene štiri sonde. Te sonde se s hitro vpenjalnim sistemom pritrdi na spodnji del na hidravličnem sklopu. Hidravlični cilinder potisne sondo v tla na predpisano globino. Nato se sonda dvigne, sname iz hitro vpenjalnega sistema in vzorec tal prenesemo (potisnemo) v vedro ali vrečko. Že vmes pa se na hidravlični sistem pritrdi nova sonda. S traktorjem se premaknemo na novo mesto vzorčenja tal. Na tej novi poziciji se ponovi vzorčenje tal. Tako se nato nabere potrebnih 20 do 25 podvzorcev tal. Naprava omogoča hitro in enostavno odzemanje vzorcev tal na različnih (predpisanih) globinah glede na vrsto kmetovanja. 20 do 25 podvzorcev se združi, dobro premeša, pravilno označi in preda v laboratorij za nadaljnje kemijske analize.



Slika: Sonda za odvzem vzorcev tal

Geolokacija vzorčenja

Vsaka lokacija posameznih odvzemov podvzorcev tal in meritev specifičnega upora tal je geolocirana s pomočjo dveh GPS sprejemnikov. Sprejemnik Garmin GPS 18x – 5Hz je povezan s prenosnim računalnikom in se podatki sproti shranjujejo na prenosni računalnik. Drugi GPS sprejemnik pa je Qstarz Bluetooth GPS Travel Recorder BT-Q1000X. Ta omogoča prenos podatkov v interni spomin GPS sprejemnika in se podatki kasneje prenesejo na računalnik. Možen je tudi neposreden prenos GPS podatkov preko Bluetootha na pametni telefon ali preko USB kabla na računalnik. Ta GPS senzor ima še posebni gumb, ki aktivira POI točko (Point of Interest). To POI točko smo aktivirali ob lokacijah posameznega vzorčenja tal ali ob meritvah specifičnega upora tal.



Slika: Dva GPS sprejemnika za določanje geolokacije za posamezni odvzem podvzorca tal in meritve specifičnega upora tal

Podatki iz GPS sprejemnikov so lahko prikazani na različne načine. GPS sprejemnik zagotavlja več različnih parametrov. Glede na naše potrebe smo prikazali le zemljepisno dolžino in zemljepisno širino točk, kjer smo odvzemali posamezne podvzorke tal ali izvajali meritve specifičnega upora tal. Te točke pa lahko prikažemo na različne načine, tabelarično ali grafično. Poznavanje geolokacij posameznega odvzema vzorcev omogoča ob ponovnem vzorčenju tal (čez pet let ali prej) odvzem vzorcev na istih lokacijah.

Tabela 2: GPS lokacije za posamezne odvzeme podvorcev tal in meritve specifičnega odpora tal na KG Čretnik. Izmerjeno 14. 7. 2022.

	INDEX	RCR	ČAS	ZEMLJEPISNA ŠIRINA	N/S	ZEMLJEPISNA DOLŽINA	E/W
1	188	B	10:30:48	46.27610308	N	15.18733564	E
2	208	B	10:32:28	46.27591528	N	15.18751027	E
3	219	B	10:33:23	46.27572836	N	15.18764750	E
4	224	B	10:33:45	46.27572709	N	15.18764790	E
5	230	B	10:34:15	46.27557448	N	15.18775901	E
6	240	B	10:35:05	46.27543303	N	15.18787540	E
7	253	B	10:36:07	46.27523882	N	15.18803429	E
8	264	B	10:37:00	46.27505385	N	15.18820928	E
9	280	B	10:38:17	46.27479612	N	15.18843386	E
10	301	B	10:39:59	46.27483839	N	15.18911359	E
11	313	B	10:40:56	46.27497558	N	15.18896742	E
12	323	B	10:41:45	46.27511098	N	15.18883536	E
13	333	B	10:42:35	46.27523373	N	15.18873574	E
14	344	B	10:43:26	46.27535547	N	15.18863014	E
15	354	B	10:44:14	46.27548851	N	15.18851941	E
16	364	B	10:45:02	46.27562977	N	15.18839866	E
17	373	B	10:45:46	46.27574388	N	15.18833428	E
18	475	B	10:54:14	46.27576653	N	15.18793274	E
19	535	B	10:59:13	46.27569138	N	15.18798087	E
20	563	B	11:01:31	46.27556001	N	15.18808227	E
21	604	B	11:04:55	46.27540975	N	15.18820483	E
22	642	B	11:08:04	46.27525130	N	15.18833159	E
23	688	B	11:11:52	46.27527725	N	15.18840668	E



Slika: Prikaz vseh GPS lokacij na KG Čretnik z aplikacijo Google Earth Pro. Datum vzorčenja: 14. 7. 2022.

Rezultat

Na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo razvili mobilno napravo, ki omogoča geolociran strojni odvzem vzorcev tal za kasnejše kemijske analize tal. Mobilna naprava je večnamenska, saj omogoča tudi meritve specifičnega upora tal s pomočjo penetrometerske konice. Meritve specifičnega odpora tal z metodo vertikalnega penetrometriranja so pokazale, da je zbitost tal na partnerskih kmetijah v razponu od zmerne do visoke zbitosti, v nekaterih primerih pa smo zabeležili tudi telo visoke zbitosti. (Mejne vrednosti so podane v tabeli 1.) Npr., specifični odpor tal (travnik), KG Rifelj, izmerjeno 3. 10. 2023, je znašal povprečno od 1,68 MPa do 3,43 MPa oziroma maksimalna vrednost specifičnega odpora tal je znašala 4,55 MPa.

8 PRIMERJAVA ROČNEGA IN STROJNEGA VZORČENJA TAL IN UGOTOVLJENE RAZLIKE V GNOJILNIH NAČRTIH

V letu 2021 smo v februarju začeli z ročnim vzorčenjem tal, v skladu z navodili za vzorčenje, kot so podana in usklajena s strani več strokovnih inštitucij. Vzorčenje smo izvedli na vseh izbranih enotah rabe oz. na vsaki kmetiji, na eni njivski in na trajnem travnatem svetu. Za takojšen odvzem vzorca tal so bile primerne vse površine razen ene njive, kjer smo bili zaradi posejane ozimine prisiljeni vzorčenje prestaviti na jesenski čas, po spravi kulture. Vsi vzorci so bili odpremljeni in analizirani na Kmetijskem inštitutu Slovenije. Analiziranje tal je potekalo po standardni AI metodologiji, na vrednosti pH, fosforja, kalija, organske snovi in na teksturo tal. V letu 2022 se je začelo vzorčenje tal z inovacijskim strojnim vzorčenjem v rastni dobi. Vzorčenje se je izvedlo pred obdelavo tal na njivah, po odkosih travnatega sveta oz. po spravi pridelkov. V letu 2023 se je ponovilo vzorčenje tal na travnatem svetu. Tokrat je bilo izvedeno sočasno ročno vzorčenje in vzorčenje s strojno napravo.

V letu 2022 smo na vseh projektnih kmetijah, v letu 2023 pa na eni kmetiji, izvajali tudi ročno vzorčenje tal za hitre nitratne teste s pomočjo RQ flexa (N-min) pred planiranim dognojevanjem z dušikom spomladi in jeseni, po spravi pridelkov, s čimer smo preverjali ostanke dušika oz. nitrata po zadnji rabi jeseni, ki bi lahko zašel iz območja korenin v globlje plasti tal. Rezultati vzorčenj so prikazani v tabeli v poglavju Gnojilni poskusi.

Standardne pedološke analize tal (AI-metoda) so pokazale, da se je na njivah vsebnost glavnih hranil, fosforja in kalija po ugotovljenem stanju tal in uvajanju gnojenja izboljšala v smeri zmanjšanja prekomerne zaloge hranil na treh kmetijah, na dveh kmetijah je ostala zaloga hranil v tleh enaka, na eni kmetiji pa se je znižala. Na travnatem svetu pa se na treh kmetijah stanje ni bistveno spremenilo, na dveh kmetijah so se visoke zaloge hranil znižale v ustreznem razmerju. Ocenjujemo, da je poznavanje stanja v tleh bistveno vplivalo na spremembo agrotehnike in doprineslo k ekonomskim in okoljskim učinkom na kmetijah. Ugotavljamo, da prihaja pri različnih načinih vzorčenja do razlik v analizah tal in tudi v gnojilnih nasvetih. Najbolj verodostojne razlike se lahko ugotavlja ob sočasnem vzorčenju, ki je bilo izvedeno za vse kmetije na travnatem svetu. V tem primeru ugotavljamo, da so bile enake meritve oz. meritve v enakih razredih na kmetijah Čretnik in Kepec. Na kmetiji Starič je bila razlika za 1 kakovostni razred za kalij.

KMETIJA STARIČ

Razlike v analiziranih vrednostih med ročnim in strojnim vzorčenjem tal so se na njivi pokazale v vsebnosti fosforja in kalija za en kakovostni razred. Analiza tal je pri strojnem vzorčenju, ki se je izvedla v naslednjem letu, ko se je začelo uvajati gnojenje po gnojilnem načrtu, pokazala izboljšano in nižjo vrednost ter izboljšano razmerje med fosforjem in kalijem v B in C razredu, medtem ko je bilo v prvotnem vzorčenju razmerje bolj neugodno: A, D razred. Opazne so bile tudi razlike v izmerjeni kislosti tal in organski snovi, a ne toliko, da bi bistveno spremenile svetovane ukrepe na področju izvajanja apnenja ali na področju ukrepov za povečevanje dviga organske snovi.

Na travniku so bile razlike v analizah tal manjše. Meritve določenih zalog fosforja in kalija ostajajo znotraj istega razreda (fosfor: C, kalij: E). V gnojilnem načrtu ni sprememb v priporočenih količinah gnojil. Pri sočasnem vzorčenju v letu 2023 pa se je vrednost fosforja pri strojnem vzorčenju spustila na B razred, medtem ko določitev kalija ostaja v E razredu tako kot v vseh ostalih meritvah. V gnojilnem načrtu prinaša to manjše spremembe v priporočenih količinah gnojil.

KMETIJA ČRETNIK

Razlike v analiziranih vrednostih med ročnim in strojnim vzorčenjem tal so se na njivi pokazale v vsebnosti fosforja in kalija za en kakovostni razred. Analiza tal je pri strojnem vzorčenju, ki se je izvedla v naslednjem letu, ko se je začelo uvajati gnojenje po gnojilnem načrtu, pokazala nižje vrednosti in izboljšano razmerje med fosforjem in kalijem v C in D razredu, medtem ko je bilo v prvotnem vzorčenju razmerje bolj neugodno: D, E razred. Opazne so bile tudi razlike v izmerjeni kislosti tal in organski snovi, a ne toliko, da bi bistveno spremenile svetovane ukrepe na področju izvajanja apnenja ali ukrepov za ohranjanje organske snovi.

Na travniku so se pokazale razlike pri vzorčenju kalija, ki se je pri strojnem vzorčenju povečal kar za dva kakovostna razreda (iz C na razred E), medtem ko je vsebnost fosforja ostala enaka (razred D). Pri sočasnem vzorčenju v letu 2023 pa se je vsebnost fosforja znižala na prvotni C razred pri obeh načinih vzorčenja. V gnojilnem načrtu prinašajo različne meritve spremembe v priporočenih količinah gnojil.

KMETIJA METELKO

Razlike v analiziranih vrednostih med ročnim in strojnim vzorčenjem tal so se na njivi pokazale v vsebnosti fosforja in kalija za dva kakovostna razreda. Analiza tal je pri strojnem vzorčenju, ki se je izvedla v naslednjem letu, ko se je začelo uvajati gnojenje po gnojilnem načrtu, pokazala nižje vrednosti in izboljšano razmerje med fosforjem in kalijem v B in C razredu, medtem ko je bilo v prvotnem vzorčenju razmerje bolj neugodno: D, E razred. Opazne so bile tudi razlike v izmerjeni kislosti tal in organski snovi, a ne toliko, da bi bistveno spremenile svetovane ukrepe na področju izvajanja apnenja ali ukrepov za ohranjanje organske snovi.

Na travniku so se pokazale razlike pri vzorčenju kalija, ki se je pri strojnem vzorčenju povečal za en kakovostni razred (iz B na razred C), medtem ko je vsebnost fosforja ostala enaka (razred B). Pri sočasnem vzorčenju v letu 2023 pa so bile vrednosti fosforja in kalija enake kot v letu

2022, strojno vzorčenje je pokazalo višji razred fosforja (C). V gnojilnem načrtu to ne prinaša bistvene spremembe v priporočenih količinah gnojil.

KMETIJA RIFELJ

Razlik v analiziranih vrednostih med ročnim in strojnim vzorčenjem tal na njivi ni bilo v vsebnosti fosforja in kalija, vrednosti ostajajo znotraj istih za en kakovostni razred. Opazne so manjše razlike v izmerjeni kislosti tal, a ne toliko, da bi spremenile svetovane ukrepe na področju izvajanja apnenja ali na področju ukrepov za povečevanje organske snovi.

Na travniku so ostale analize tal enake, meritve določenih zalog fosforja in kalija ostajajo znotraj istega razreda (fosfor: A, kalij: B). V gnojilnem načrtu ni sprememb v priporočenih količinah gnojil.

KMETIJA KEPEC

Razlike v analiziranih vrednostih med ročnim in strojnim vzorčenjem tal so se na njivi pokazale le v vsebnosti fosforja za en kakovostni razred. Analiza tal je pri strojnem vzorčenju, ki se je izvedla v naslednjem letu, ko se je začelo uvajati gnojenje po gnojilnem načrtu, pokazala še nižjo vrednost, enako kot kalij (A razred), medtem ko je bilo v prvotnem vzorčenju razmerje fosfor kalij: B, A razred. Bistvenih razlik ni bilo niti v izmerjeni kislosti tal in organski snovi. Svetovalni ukrepi na področju gnojenja in ohranjanja organske snovi ostajajo enaki.

Na travniku so se pokazale razlike v vrednostih kalija šele leta 2023, pri strojnem in ročnem vzorčenju se je znižal za en razred in tako izboljšal razmerje med fosforjem in kalijem; D, C razred. V gnojilnem načrtu različne meritve ne prinašajo bistvenih sprememb v priporočenih količinah gnojil.

Točnejši podatki izdelanih analiz tal za obravnavana kmetijska zemljišča (njive in travnate površine), pridobljeni iz ročnega in strojnega vzorčenja tal, so podani v spodnjih tabelah.

Tabela 3: Rezultati kemijskih analiz tal na njivah, ročno in strojno vzorčenje

Ime njive	Način vzorčenja	Datum	Organska snov (%)	pH KCl	Ca acetat	P2O5 mg/100g tal	K2O mg/100g tal
V žičnici	Ročno	24.02.2021	4	6,7		26 (D)	46 (E)
	Strojno	5.08.2022	4,8	6,3		20 (C)	38 (D)
Vrba	Ročno	24.02.2021	4,3	7,1		8,2 (B)	4,0 (A)
	Strojno	11.03.2022	4,4	7,2	/	4,8 (A)	7,1 (A)
Franckovo	Ročno	24.02.2021	3,9	5,5	6,7	1,6 (A)	14,0 (B)
	Strojno	24.03.2022	3,9	5,2	6,6	1,1 (A)	11,0 (B)
Pri ulicah	Ročno	24.02.2021	3	5,1	6,7	5,2 (A)	35,0 (D)
	Strojno	22.03.2022	3,6	5,6	6,7	7,6 (B)	26 (C)
Pri pisti	Ročno	3.09.2021	4,7	4,8		31 (D)	46 (E)
	Strojno	24.03.2022	12,9	5,1	6,5	11(B)	30 (C)

Tabela 4: Rezultati kemijskih analiz tal trajnega travinja, ročno in strojno vzorčenje

Ime travinja	Način vzorčenja	Datum	Organska snov (%)	pH	KCl	Ca acetat	P2O5	K2O
Ajhkugel	Ročno	25.02.2021	7,8	5,9		6,7	21 (D)	24 (C)
	Strojno	11.03.2022	10,8	6,2	/		31 (D)	46 (E)
	Ročno	7.09.2023	9,5	6,1			24 (C)	30 (C)
	Strojno	7.09.2023	10	6,2			21 (C)	29 (C)
Preske	Ročno	25.02.2021	6,9	6,4	/		28 (D)	31 (D)
	Strojno	11.3.2022	8,4	6,1	/		30 (D)	34 (D)
	Ročno	7.09.2023	8,2	6,5			27 (D)	24 (C)
Zajsce	Strojno	7.09.2023	8,2	6,2			31 (D)	28 (C)
	Ročno	25.02.2021	4,3	5	6,5	1,5 (A)	12,0 (B)	
	Strojno	24.3.2022	6,2	5,6	6,7	2,8 (A)	19 (B)	
	Ročno	19.9.2023	4,9	5,4		2,7 (A)	10 (B)	
Škrjančka	Strojno	3.10.2023	5,2	5,1		2,1 (A)	12 (B)	
	Ročno	3.10.2023	4,9	4,9		1,9 (A)	12 (B)	
	Ročno	25.2.2021	7,6	5,9	6,7	15 (C)	48 (E)	
	Strojno	22.3.2022	8,4	5,9	6,7	19 (C)	46 (E)	
Na prajtanem	Ročno	20.09.2023	8,2	5,8		17 (C)	58 (E)	
	Strojno	20.09.2023	6,6	5,8		13 (B)	47 (E)	
	Ročno	25.2.2021	9,8	4,7	6,3	6,7 (B)	22,0 (B)	
	Strojno	24.3.2022	12,9	5,1	6,5	11 (B)	30 (C)	

9 GNOJILNI POSKUSI

(zdelava bilance hranil na kmetijah, opravljanje hitrih nitratnih testov)

V začetku izvajanja projekta smo izbrali ustrezne enote rabe (GERKe) njivskega in travnatega sveta za vsako vključeno kmetijo. Začeli smo proučevati izbrana zemljišča v smeri pedoloških in okoljskih lastnosti ter načina rabe, v skladu s problematikami in načinom pridelave na zemljiščih. V ta namen smo želeli čimprej spoznati fizikalne in kemijske lastnosti tal oz. stanje rodovitnosti. V začetku leta 2021 (24. 2. 2021) smo **ročno vzorčili** vsa izbrana kmetijska zemljišča na partnerskih kmetijah, kjer je stanje tal omogočalo vzorčenje. Na eni kmetiji to ni bilo mogoče, saj je tam že raslo žito, zato smo vzorčenje izvedli jeseni (3. 9. 2021). Vzorčenje se je izvedlo po obstoječih strokovnih priporočilih. Analize so se izvedle po standardni Al metodologiji; na parametre tal: pH, fosfor, kalij, organska snov in tekstura tal. Na podlagi teh analiz smo izdelali gnojilne načrte 22. 3. 2021 oz. 23. 9. 2021 za kulture v 5-letnem kolobarju in za travnati svet.

Ob pregledu izvajanja gnojenja na kmetijah, vključenih v projekt, smo ugotovili, da se na vseh kmetijah travnati svet gnoji na podlagi tradicionalnega gnojenja in z razpoložljivimi domačimi živinskimi gnojili. Na zelo podoben način kmetije izvajajo tudi gnojenje na njivah. Le ena kmetija prakticira gnojenje na podlagi gnojilnih načrtov.

Glede na analizo stanja izvajanja gnojenja na obravnavanih kmetijah smo se odločili za gnojilni poskus, ki ugotavlja razlike med obstoječimi, tradicionalnimi gnojilnimi praksami na njivah in travnatem svetu ter med priporočenimi gnojilnimi nasveti, ki izhajajo iz gnojilnih načrtov. Pri izvajanju poskusa smo preverjali:

- vnos hranil za posamezne kulture na njivah in v travnatem svetu z običajnim gnojenjem in ga primerjali s priporočenimi hranili iz 5-letnih oz. 1-letnih gnojilnih načrtov za njive oz. travnati svet,
- ugotavljali smo učinke gnojenja na pridelkih, travni ruši ter okolju,
- za natančnejše dognojevanje z dušikom smo vpeljali na vseh kmetijah N-min oz. hitre nitratne teste s pomočjo RQ-flex, ki pokaže trenutno stanje nitrata na območju korenin oz. v rastlinah pravih žit, v letih 2021, 2022 in delno v letu 2023, in predstavljali ročno vzorčenje tal za potrebe te hitre analize,
- krogotok hranil na kmetijah z rabo domačih živinskih gnojil, ki je značilna za vse kmetije, in ugotavljanje ustreznosti rabe z vidika ustreznih količin, časa in načina rabe,
- izbor in ustrezno kombiniranje z dokupljenimi mineralnimi gnojili in ugotavljanje ustreznih količin, vrst in načina rabe,
- po spravi pridelkov smo kontrolirali ostanke dušika v tleh s pomočjo hitrih nitratnih testov (N-min),
- ugotavljali smo razlike med rezultati analiz tal, ki so bile ročno odvzete, in analizami tal, ki so bile strojno vzete, ter ugotavljali, kaj to pomeni pri svetovanju glede gnojenja,
- ves čas smo kmete seznanjali z rezultati analiz, jim predstavljali gnojilne načrte ter izvajali svetovanje o pomenu ustreznega gnojenja.

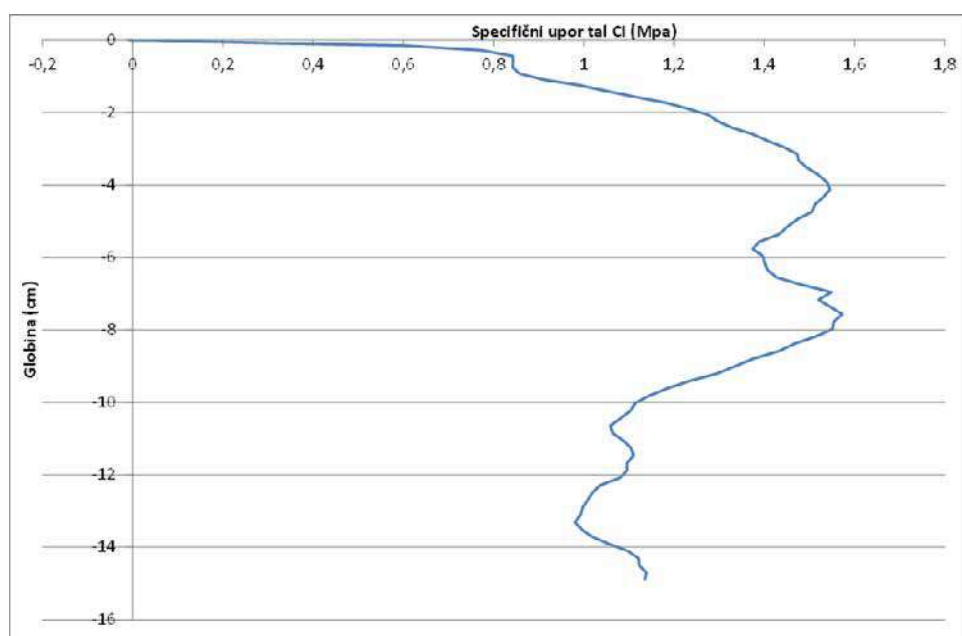
V letu 2021 smo po spravilu pridelkov (25. 11. 2021) izvedli ročno **vzorčenje zbitosti tal**. Vzorčenje smo izvedli z napravo penetrometer BRAU. Meritev smo izvedli na 5 mestih posamezne obravnavane enote rabe in nato izračunali povprečno zbitost. Najvišjo zbitost smo izmerili na njivi Pri ulicah, le do globine 6,2 cm, v višini 216 psi in na trajnem travniku Preske s pašno kosno rabo, na globini 8,8cm, v višini 256 psi. Višje vrednosti zbitosti ugotavljamo v povezavi s tipom tal, stanjem organske snovi, z gojeno kulturo na njivi (lucerna drugo leto), z obdelavo tal, s tehnologijo pašno-kosne rabe na trajnem travniku, s časom meritve in drugimi parametri. Točnejši podatki o zbitosti tal na posameznih globinah so razvidni iz tabele spodaj.

Tabela 4: Rezultati meritev zbitosti tal (v psi/bar)

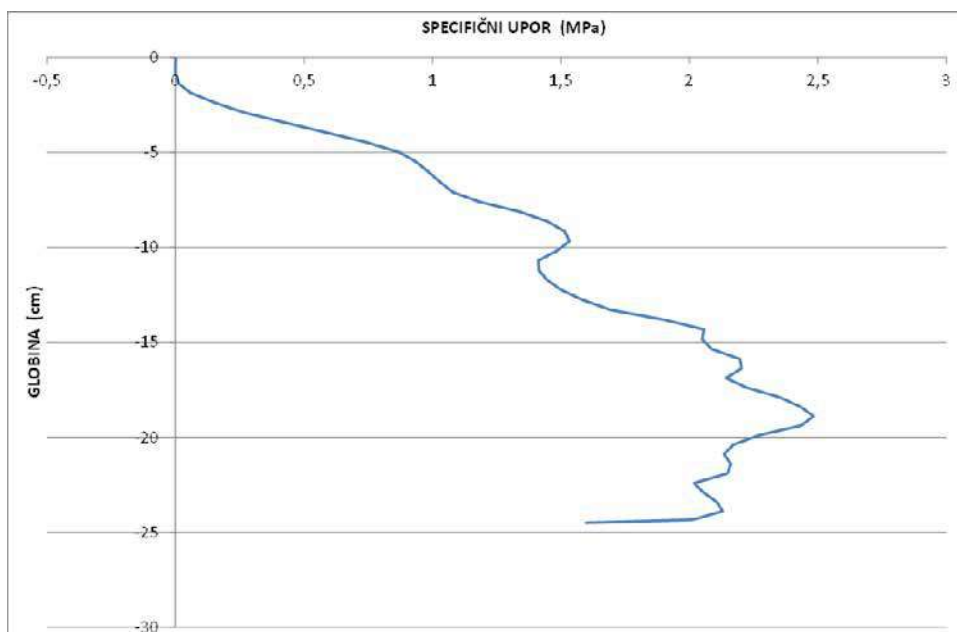
Enote rabe, dne 25.11.2021	povprečna vrednost (psi)	na globini (cm)
V žičnici, njiva	188	22
Ajhkuggel, trajni travnik	142	16,6
Vrba, njiva	196	22
Preske, trajni travniki	256	8,8
Franckovo, njiva	152	9
Zajsce, trajni travniki	188	5,6
Škrjančka, trajni travnik	190	4,4
Pri ulicah, njiva	216	6,2
Pri pisti, njiva	0*	
Na prajtanem, trajni travnik	200	11,6

Ipec rezultati povprečna

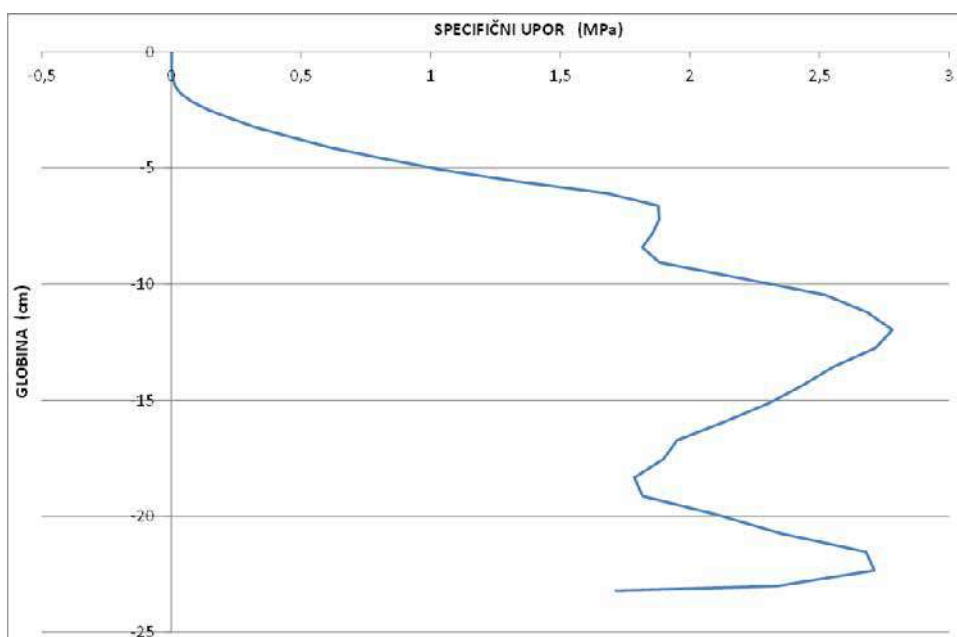
Meritve specifičnega odpora tal z metodo vertikalnega penetriranja z mobilno napravo, razvito na Kmetijskem inštitutu Slovenije, so pokazale, da je zbitost tal na partnerskih kmetijah v razponu od zmerne do visoke zbitosti, v nekaterih primerih pa smo zabeležili tudi zelo visoke zbitosti tal. Grafično prikazujemo nekaj posameznih meritev na KG, vključenih v projekt.



Slika: Specifični odpor tal (CI) na travniku Preske, GPS pozicija 16 (46.136309173 N, 14.68028264 E). Izmerjeno 24. 2. 2022.



Slika: Specifični odpor tal (CI) na njivi z lucerno, Pri ulicah, GPS pozicija 24 (45.84942420 N, 15.09083188 E). Izmerjeno 25. 2. 2022.



Slika: Specifični odpor tal (CI) na njivi z lucerno, Pri ulicah, GPS pozicija 21 (45.84931660 N, 15.09328007 E). Izmerjeno 25. 2. 2022.

V spodnji tabeli so predstavljene tradicionalne gnojilne prakse na njivah (praksa) in priporočila za gnojenje iz gnojilnih načrtov. Spodaj so podani preračuni glavnih hranil: dušik (N), fosfor (P) in kalij (K), ki se vnašajo v tla v okviru 5-letnih kolobarjev, ki se izvajajo na posameznih kmetijah. Iz tabele je razvidna tudi razlika (Razlika) v količini dodanih hranil med priporočilom iz gnojilnega načrta in tradicionalno gnojilno prakso na kmetijah ter odstopanja v presežek (+) ali manko (-) posameznega hranila.

Tabela 5: GNOJILNI POSKUSI na njivah projektnih kmetij. Tradicionalna praksa gnojenja (oznaka: praksa) njiv in priporočeno gnojenje po gnojilnem načrtu (oznaka: GN) in razlike (oznaka: razlika) med različnimi gnojenji: presežek rabe hranila (oznaka:+), primanjkljaj (oznaka:-)

V žičnici			Vrba			Franckovo			Pri ulicah			Pri pisti		
KOL	PRAKSA (enota /ha)	GN (enota /ha)	KOL	PRAKSA (enota /ha)	GN (enota /ha)	KOL	PRAKSA (enota /ha)	GN (enota /ha)	KOL	PRAKSA (enota /ha)	GN (enota /ha)	KOL	PRAKSA (enota /ha)	GN (enota /ha)
2023 silažna koruza	35 t HG*	20 t HG	2023 lucerna	15 t HG	16 t kompost	2023 sil. koruza	40 m ³ gnojevke	9 m ³ gnojevka	2023 sil. koruza	40 m ³ gnojevka	20 m ³ gnojevka	2023 sil. koruza	40 m ³ gnojevka	20 m ³ gnojevka
	300 kg UREA	250 kg UREA		20 gnojnica 300 kg NPK 7:20:30	80 kg P26% 200 kg KAN		300 kg UREA	400 kg 26% P 200 kg UREA		125 kg NPK 15:15:15 300 kg KAN	200 kg 26% P 200 kg KAN		300 kg NPK 15:15:15 150 kg UREA	100 kg P26% 400 kg UREA
2022 Oz. ječmen/ mn. ljulka	20 t HG	100 kg 26% P	2022 lucerna	15 t HG	15 t kompost	2022 sil. koruza	40 m ³ gnojevke	39 m ³ gnojevka	2022 sil. koruza	40 m ³ gnojevka	39 m ³ gnojevka	2022 sil. koruza	40 m ³ gnojevka	20 m ³ gnojevka
	100 kg KAN	300 kg KAN		20 gnojnica 300 kg NPK 7:20:30	200 kg K40%		300 kg UREA	250 kg P26% 150 kg UREA		125 kg NPK 15:15:15 300 kg KAN	200 kg 26%P 200 kg UREA		300 kg NPK 15:15:15 150 kg UREA	100 kg P26% 400 kg UREA
2021 silažna koruza	35 t HG	20 t HG	2021 lucerna	15 t HG	15 t kompost	2021 DTM	gnojevka 35m ³ x 4 (=140 m ³)	39 m ³ gnojevka	2021 lucerna	42 m ³ gnojevke	28 m ³ gnojevka	2021 tritikala	20 m ³ gnojevka	100 kg P 26%

PRIROČNIK PROJEKTA EIP Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje

	300 kg UREA	250 kg UREA		20 gnojnica 300 kg NPK 7:20:30	200 kg K40%		1 kurjeki		120 kg NPK 7:20:30	150 kg NPK 15:15:15		250 kg NPK 15:15:15	400 kg KAN		
2020 krmni grah	14 m ³ gnojevka	100 kg 26% P	2020 ječmen	300 kg NPK 15:15:15	15 t kompost	2020 DTM	gnojevka 35m ³ x 4 (=140 m ³) gnojevka	39 m ³ gnojevka	120 kg NPK 7:20:30	42 m ³ gnojevke	28 m ³ gnojevka	2020 DTM	50 m ³ gnojevka 250 kg NPK 15:15:15 150 kg KAN	100 kg P 26% 200 kg KAN	
2019 silažna koruza	35 HG 300 kg UREA	20 HG 250 kg UREA	2019 pšenica	300 kg NPK 15:15:15	6 t kompost 400 kg NPK 7:20:30 250 kg KAN	2019 oz. ječmen	30 m ³ gnojevka 250 kg KAN	10m ³ gnojevka 250 kg NPK 7:20:30	2019 oz. ječmen	40 m ³ gnojevke (ob setvi) 40 m ³ gnojevke (1.dognoj.) 200 kg 26%P 200 kg UREA	39 m ³ gnojevka	2019 DTM	50 m ³ gnojevka 250 kg NPK 15:15:15 150 kg KAN	100 kg P 26% 200 kg KAN	
Skupaj razlika:	Skupaj:	Skupaj:	Skupaj razlika:	Skupaj:	Skupaj:	Skupaj razlika:	Skupaj:	Skupaj:	Skupaj razlika:	Skupaj:	Skupaj:	Skupaj razlika:	Skupaj:		
N	-22	827	849	-31	489	520	1016	1787	771	374	1137	763	513	1165	652
P	139	341	202	-40	396	436	216	741	525	137	586	450	392	546	154
K	488	848	360	154	1200	1097	1675	2730	1055	560	1568	1008	1466	1566	100

*HG-hlevski gnoj

Ugotovitve glede izvajanja gnojenja na njivah projektnih kmetij

- Na travnikih se kaže še večje neskladje med potrebo po hranilih in tradicionalno gnojilno prakso. Na 2 kmetijah smo ugotovili presežno gnojenje z dušikom, na 3 kmetijah pa imamo nižje gnojenje z dušikom, kot so dejanske potrebe travne ruše. Od tega sta na dveh kmetijah negativni bilanci še posebej izraziti, kar vpliva na močno zmanjšan pridelek in pojav zapleveljenosti travne ruše. Takšno stanje je delno zaradi travnika, ki leži na območju varovanja habitata (Pri prajtanem). Na obeh travnikih z ugotovljenim presežnim gnojenjem z dušikom, ki se dopolnjuje še z neustreznim razmerjem med fosforjem in kalijem, ko je slednjega v presežku in so tla prekomerno zakisana, so ugotovljeni slabša kakovost krme, nižji pridelki ter zapleveljenost ruše.



Slika: Propad detelje v travni ruši in pojav plevelov (Škrjančka)

- V letu 2022 je bil zaradi sušnih razmer pričakovani pridelek koruze zmanjšan povprečno za 50-60 %, na kmetiji Čretnik pa je lokalna nevihta s točo posevek uničila skoraj v celoti. Zmanjšani pridelek ima vpliv tudi na manjšo porabo hranil, ki so bila dodana z gnojenjem, oz. ima vpliv na nastanek večje zaloge fosforja in kalija v tleh.
- Najbolj pogosto se izvaja gnojenje le na podlagi izkušenj na kmetijah, z razpoložljivim domačim živinskim gnojem, in
- neustrezen izbor NPK gnojil, količine N gnojil in nepoznavanje dejanskih potreb rastlin po hranilih.
- Nizek izkoristek domačih ŽG (po sistemu: gnojil se želimo znebiti, ne pa tudi izkoristiti hranila, ki so v njih, fitotoksičnost na rastlinah, krajše rastne dobe rastlin). Poraba gnojil v nepravem času, v nepravih količinah in razvoz na gola tla namesto na ozelenjena.
- Neizvajanje apnenja zmanjšuje izkoristek gnojil in slabše vpliva na škode na pridelkih ob sušah, poplavah ter slabša teksturo tal.
- Vlaganje v izdelavo analize tal in gnojilnih načrtov (ATGN) je pokazalo tako ekonomsko kot okoljsko prednost pred gnojenjem po ustaljeni praksi oz. tradiciji.
- V letu 2022 smo vzorčenje tal nadaljevali z inovacijskim **strojnim vzorčenjem** v marcu in juliju. Vzorčenje se je izvedlo pred obdelavo tal oz. po spravilu pridelkov. Analiziranje tal je potekalo po AI metodologiji, na vrednosti pH, fosforja, kalija, organske snovi in teksture tal.
- V tem letu smo nadaljevali z **ročnim vzorčenjem tal za hitri N-min test** pred planiranim dognojevanjem z dušikom, v aprilu in maju.
- V letu 2022 in 2023 je bilo izvedeno tudi **ročno vzorčenje tal za hitri N-min test** na ostanke nitratov, po spravilu pridelkov, kar smo preverjali v juliju in oktobru.

10 GNOJENJE Z DUŠIKOM IN BILANCA DUŠIKA NA KMETIJAH

Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje navajajo, da kažejo podatki o kmetijskih območjih v Sloveniji (Mihelič in sod., 2000), ki ležijo nad podzemnimi vodami in lahko vplivajo na širšo okolico zajetij pitne vode, izračunano bilanco dušika, ki je razlika med vnosom dušika iz mineralnih in/ali organskih gnojil ter odvzemom dušika s kmetijskimi pridelki. V strokovni literaturi so se pojavila priporočila, da naj bi bila bilanca dušika izravnana ali rahlo pozitivna (+ 45 kg N/ha letno) (Isermann in Isermann, 2001). Podatki za Slovenijo pa kažejo, da je za celo Slovenijo bilančni presežek sorazmerno majhen, v povprečju do + 40 kg N/ha letno. Po letu 2004 se presežek večinoma zmanjšuje, do leta 2008 je znašal le še +24 kg N/ha (Sušin, Verbič, 2010).

Glede bilančnega presežka dušika izstopa med poljščinami v našem kolobarju predvsem koroza. Praviloma so presežki dušika povezani s pretiranim gnojenjem tako z mineralnimi, še bolj pa z živinskimi gnojili (hlevski gnoj, gnojevka in drugi). Krmne rastline na njivah in travinje imajo bilanco dušika izravnano. Bilanca dušika je izravnana ali negativna tam, kjer prevladuje trajno travinje in je kmetijska pridelava slabo rentabilna.

Za določitev potencialnega onesnaževanja je pomembna komponenta tudi bilanca hranil, še posebej dušika na nivoju posameznih kmetij, posamezne parcele ali pokrajine oz. države.

V spodaj navedenih tabelah predstavljamo količino dušika z živinskih ^{gnojil} kmetij na posameznih kmetijah. Količina dušika je odvisna od intenzivnosti živinoreje oz. števila živali, ki jih redijo na obsegu kmetijskih zemljišč v uporabi (KZU) posamezne kmetije. Giblje se od 69-128 kg dušika/ha.

Tabela 6: Podatki posameznih kmetij o intenzivnosti živinoreje (GVŽ/ha), o ugotovljeni višini dušika iz ŽG (kg N/ha)

KMG	KZU	GVŽ /ha	N iz ŽG/ha (kg N/ha)
STARIČ	23,9	1,8	128
METELKO	73,4	1,74	121
ČRETNIK	30	1,42	100
KEPEC	7,1	1,02	73
RIFELJ	23,3	0,97	69

Bilanco dušika smo izdelali tudi na nivoju obravnavanih parcel. Pri tem smo upoštevali razmerje med vnesenim dušikom iz domačih organskih gnojil in iz dokupljenih mineralnih ter med odvzemom dušika. Podatke o vnesenih gnojilih oz. o dušiku smo pridobili s strani nosilcev kmetij in so vezani na čas pred začetkom izvajanja gnojilnih poskusov. Za odzem smo vzeli podatke za posamezne kulture v 5-letnem kolobarju na njivah oz. za določeno intenzivnost travnatega sveta. Podatki izhajajo iz navedenih odzvemov rastlin iz Smernic za strokovno utemeljeno gnojenje, ki se upoštevajo tudi v gnojilnih načrtih.

Tabela 7: BILANCA N na nivoju obravnavanih zemljišč pred izvedbo gnojilnega poskusa

Njiva	Vnos N-odvzem N (kg N/ha)	Bilanca N/5 let (kg N/ha)	Bilanca N/leto (kg N/ha)
Franckovo	1787-771	+1016	+203
Pri pisti	1165-652	+513	+103
Pri ulicah	1137-763	+374	+75
V žičnici	827-849	-22	-4
Vrba	489-520	-31	-6

Trajno travinje	Vnos N-odvzem N (kg N/ha)	Bilanca N/leto (kg N/ha)
Škrjančka	472-162	+310
Zajsce	296-115	+181
Preske	16-33	-17
Na prajtanem	148-250	-102
Ajhkugel	133-251	-118

Ugotovitve:

- Največji presežek dušika je bil ugotovljen na travnatem svetu, intenzivnem več-kosnem travniku v višini 310 kg N/ha. Sledi njiva Franckovo z ugotovljenim presežkom dušika 203 kg N/ha.
- Največji primanjkljaj dušika se kaže na trajnem več-kosnem travniku Ajhkugel.
- Presežki ali primanjkljaji dušika na posameznih parcelah so bolj verjetno povezani s slabšim poznavanjem potreb rastlin po hranilih kot pa z intenzivnostjo kmetij.
- Po izvedenem gnojilnem poskusu in uvedbi gnojenja v skladu z gnojilnim načrtom se pričakuje, da se bilanca dušika izravna oz. se približa nič (0).
- Z namenom natančnejšega dognojevanja in spremljanja ostankov dušika na njivah in travnatem svetu po spravi pridelkov smo v letih 2022 in 2023 na vseh projektnih kmetijah izvajali ročno vzorčenje tal za hitri N-min test. Rezultati na nobeni kmetiji niso pokazali previsokih vrednosti nitrata med rastjo niti po spravi.
- V času pred dognojevanjem rastlin smo na podlagi rezultatov N-min podali nasvet glede potreb po količini dognojevanja. V fazah po spravi kultur smo kmetijam izdali obvestilo o stanju nitrata v tleh.

Tabela 8: Rezultati izračunov vsebnosti N-min v tleh na podlagi analize z RQ-flexom na njivah kmetij v projektu

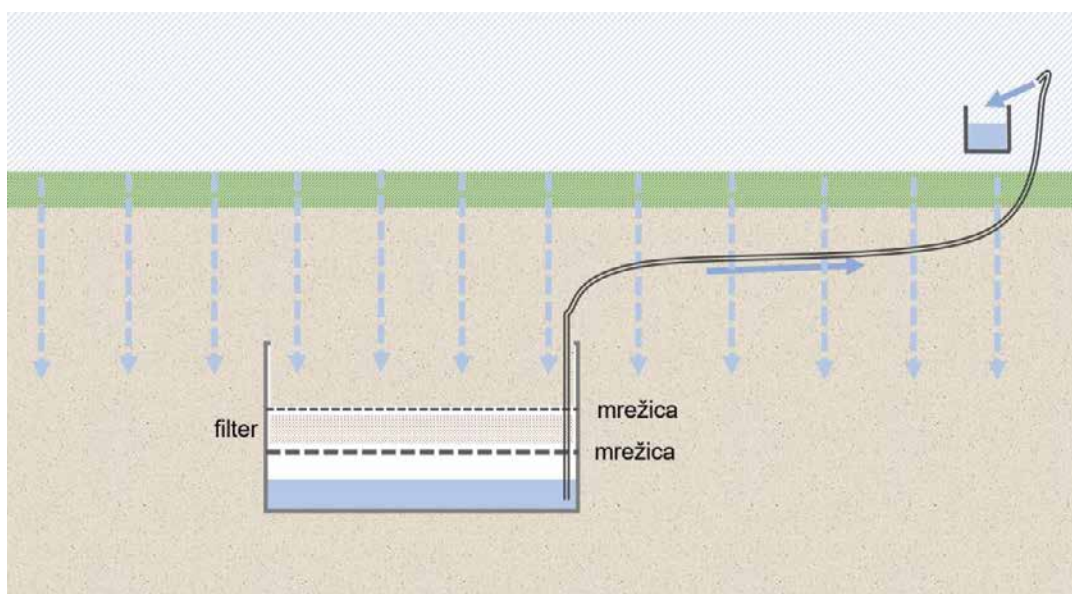
Domače ime	V ŽIČNICI		VRBA		FRANCKOVO		PRI ULICAH		PRI PISTI	
N-min	20.5.		20.05.		21.05.		21.05.		25.05.	Rastl.test: srednje visoki odmerek N: 20-75 g NO3/l
2021	Pred setvijo koruze	9 kg N/ha	Pred 1. košnjo	9 kg N/ha	Po 1. odkosu DTM	9 kg N/ha	Po 1. odkosu lucerne	9 kg N/ha	Tritikala, klasenje	
N-min					24.05.		20.05.		24.05.	
2022					Po 1. odkosu	21 kg N/ha	Vznik koruze, po gnoj	64 kg N/ha	Koruzna v fazi 2-4 liste	243 kg N/ha
N-min	14.07.		16.5.		13.10.		13.10.		19.10.	
2022	Po spravilu ječmena	9 kg N/ha	Po 1. košnji	9 kg N/ha	Pred zadnjo košnjo	9 kg N/ha	Po spravilu koruze	43 kg N/ha	Po spravilu koruze	51,3 kg N/ha
N-min	12.10.		14.07.							
2022	pred zadnjo košnjo	9 kg N/ha	Pred 2. košnjo	38 kg N/ha						
N-min	12.10.		12.10.							
2022	Pred zadnjo košnjo	9 kg N/ha	Po zadnji košnji	9 kg N/ha						
N-min					6.06.		7.06.		7.06.	
2023					Koruzna v fazi 4 listov	21,4 kg N/ha	Koruzna v fazi 4 listov	89,7 kg N/ha	Koruzna v fazi 4 listov	42,7 kg N/ha

Tabela 9: Rezultati izračunov vsebnosti N-min v tleh na podlagi analize z RQ-flexom na trajnem travinju kmetij v projektu

Domače ime	AJHKUGEL		PRESKE		ZAJŠČE		ŠKRJANČKA		NA PRAJTANEM	
	datum	vrednost	datum	vrednost	datum	vrednost	Datum	vrednost	datum	vrednost
N-min	25.5.		20.05.		27.5.		21.05.		14.7.	
2021	po 1. košnji	9 kg N/ha	Pred 1. košnjo	9 kg N/ha	Po 1. odkosu	9 kg N/ha	Po odkosu	8 kg N/ha	Po odkosu	158 kg N/ha
N-min	21.04.		16.05.				20.05.		24.05.	
2022	Pred odkosom (foliar)	9 kg N/ha	Po obhodu	38 kg N/ha			Po odkosu in gnojenju	34 kg N/ha	Po odkosu	25,6 kg N/ha
N-min	16.05.		14.7.							
2022	Po 1. košnji	9 kg N/ha	Po 2. košnji	55 kg N/ha						
N-min	14.07.									
2022	po 2. košnji	38 kg N/ha								
N-min	12.10.		12.10.		13.10.		13.10.		19.10.	
2022	Pred zadnjo košnjo	17 kg N/ha	Po zadnji košnji	9 kg N/ha	Pred zadnjo košnjo	9 kg N/ha	Pred zadnjo košnjo	9 kg N/ha	Po zadnji košnji	9 kg N/ha
N-min					24.5.					
2023					Po košnji	21,4 kg N/ha				

11 NADZOR IZPIRANJA DUŠIKA IZ KMETIJSKIH TAL V VODONOSNIK Z MALIMI LIZIMETRI

Nadzor izpiranja dušika iz kmetijskih tal v vodonosnik izvajamo s pomočjo malih lizimetrov. Pod kmetijsko površino izcedne vode ujamemo v lizimetrsko posodo in v izcedni vodi izmerimo količino nitratov. Tu gre za vodo, ki se s površja dejansko steka v vodonosnik in ga lahko seveda tudi onesnažuje. Slika spodaj prikazuje shematični načrt malega lizimetra:



Slika: Shema malega lizimetra

Ohišje lizimetra predstavlja enostaven plastičen zaboj ali vedro, v katerega se stecka prenikajoča voda. Mrežica in filtrirni material preprečujejo prehod drobcev kamnin v lovilno posodo lizimetra.



Slika: Izvedba malega lizimetra

Cev za črpanje vzorca je speljana na rob njive.



Slika: Cevi za črpanje vzorca, speljani na rob njive

Vzorec prenikajoče vode črpamo s posebej prirejeno črpalko v steklenico za laboratorijsko analizo. V laboratoriju v prenikajoči vodi izmerimo količino dušika oziroma nitratov.

Lizimeter vkopljemo tako globoko, da ne ovira obdelave tal, zgornji del lizimetra mora biti vsaj 0,5 m pod površjem. Izkop najlažje izvedemo strojno z malim bagerjem.

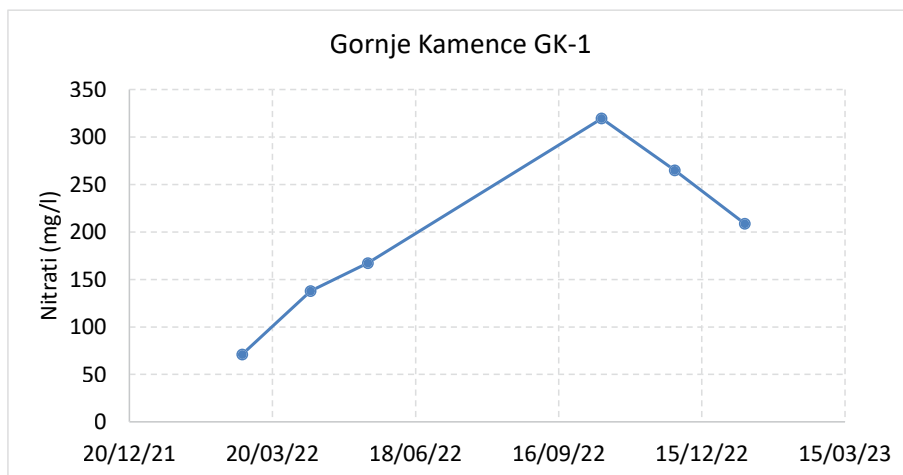


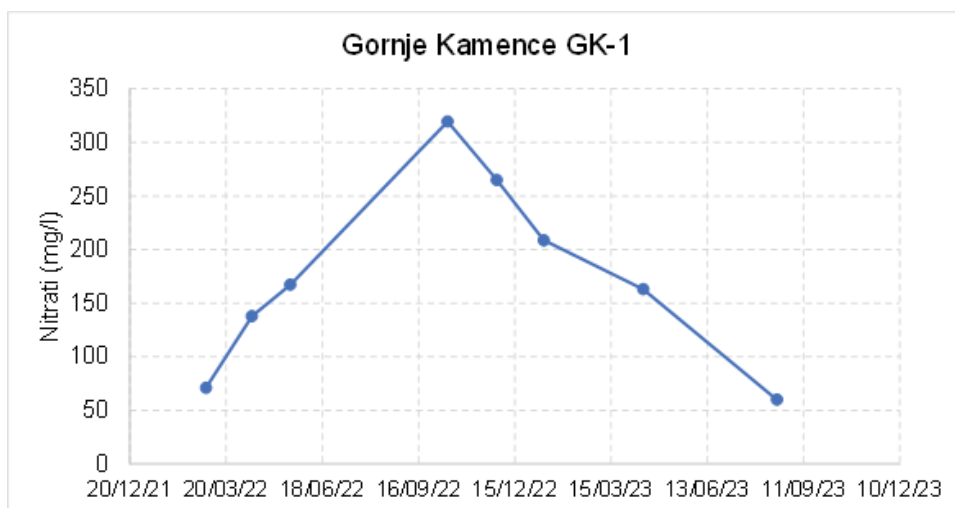
Slika: Izkop lizimetske jame

V večini lizimetrov opazujemo največjo intenzivnost izpiranja hranil iz tal v poletnem in jesenskem času, najmanjšo pa v zimskem času. Pri interpretaciji rezultatov lizimeterskih meritev je potrebno upoštevati veliko razliko v količini padavin med letoma 2022 in 2023. Leto 2022 je bilo izrazito sušno, tako v pomladanskem kot poletnem času. Prve bolj izrazite padavine so padle šele v septembru.

Za razliko od leta 2022 je bilo leto 2023 mnogo bolj namočeno, poletne vročine so bile mnogo manj izrazite.

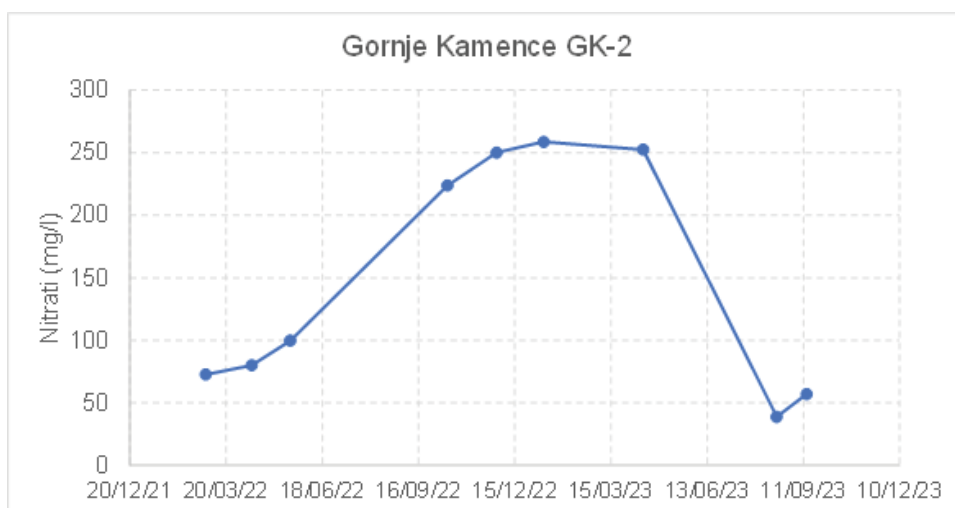
Na sliki spodaj je prikazan primer meritev koncentracij nitratov v izcedni vodi lizimetra GK-1 v Gornjih Kamencah.





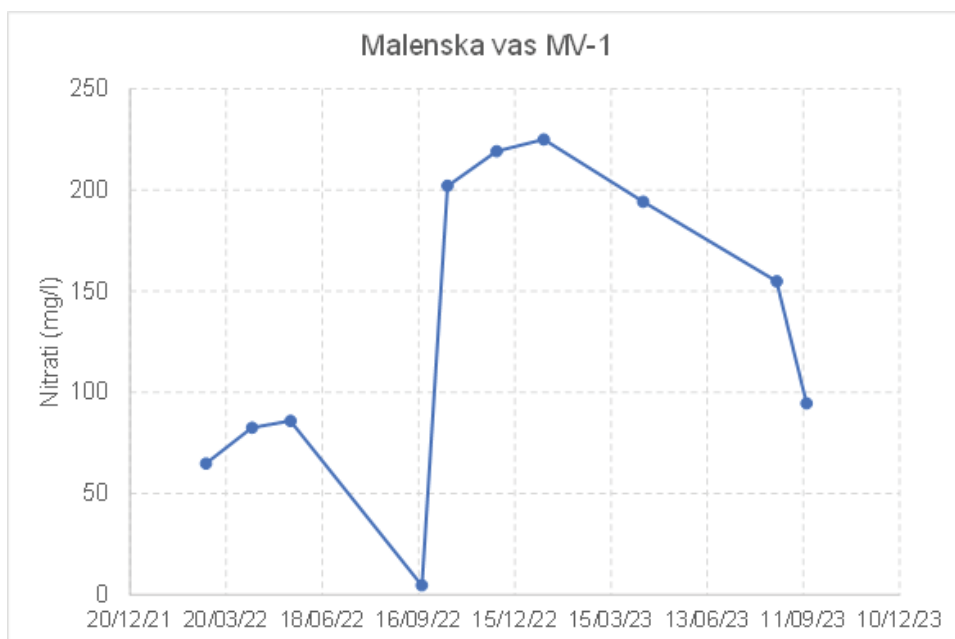
Slika: Nitrati v izcedni vodi lizimetra GK-1 v Gornjih Kamencah (kmetija Rifelj)

Slika spodaj kaže izrazito naraščanje količine nitratov v talni vodi vse do septembra oziroma oktobra, ko so padavine pričele izpirati nakopičeni dušik iz tal. Tako smo preko leta 2023 opazovali postopno zniževanje koncentracij nitratov v izcedni vodi.

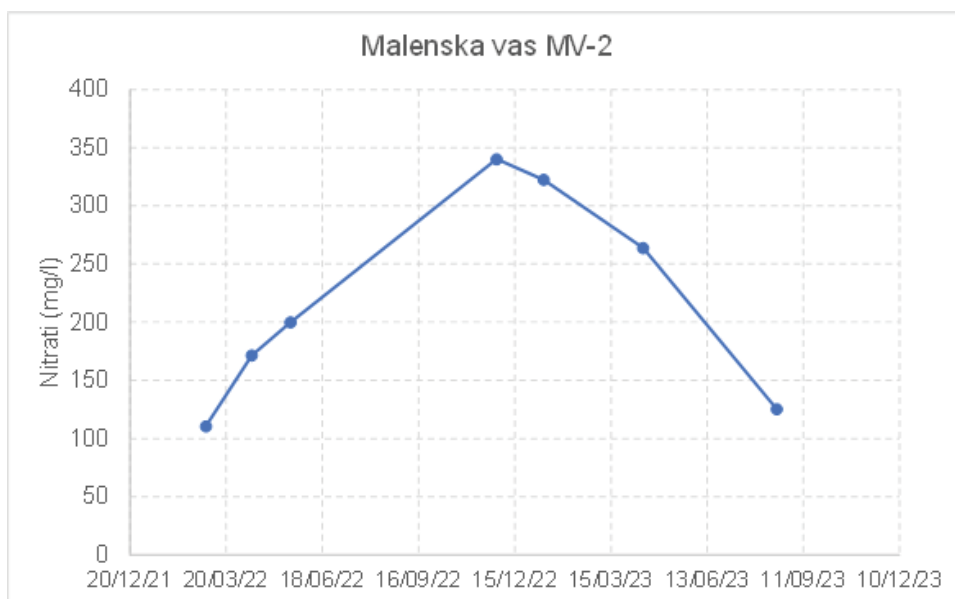


Slika: Nitrati v izcedni vodi lizimetra GK-2 v Gornjih Kamencah (kmetija Rifelj)

Podobne značilnosti izpiranja nitratov smo opazovali tudi v lizimetru GK-2, kjer je bilo zniževanje koncentracij nitratov v letu 2023 še bolj izrazito.

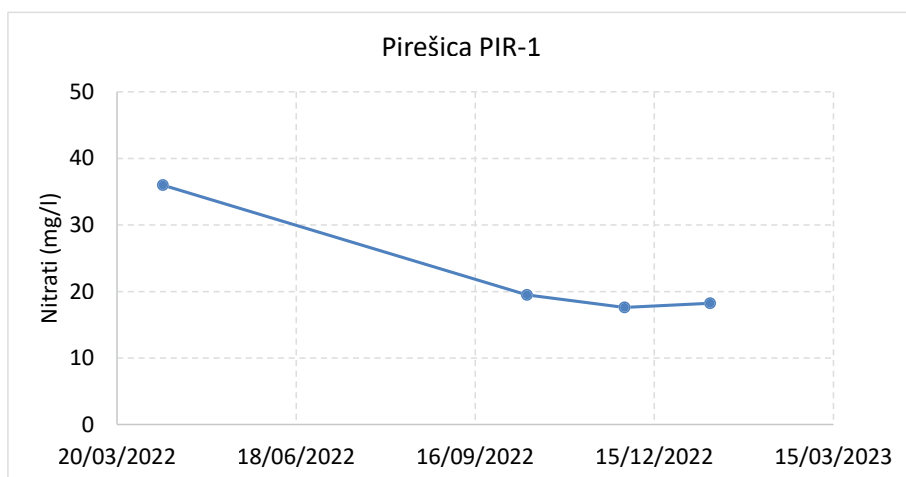


Slika: Nitrati v izcedni vodi lizimetra MV-1 v Malenski vasi (kmetija Starič)

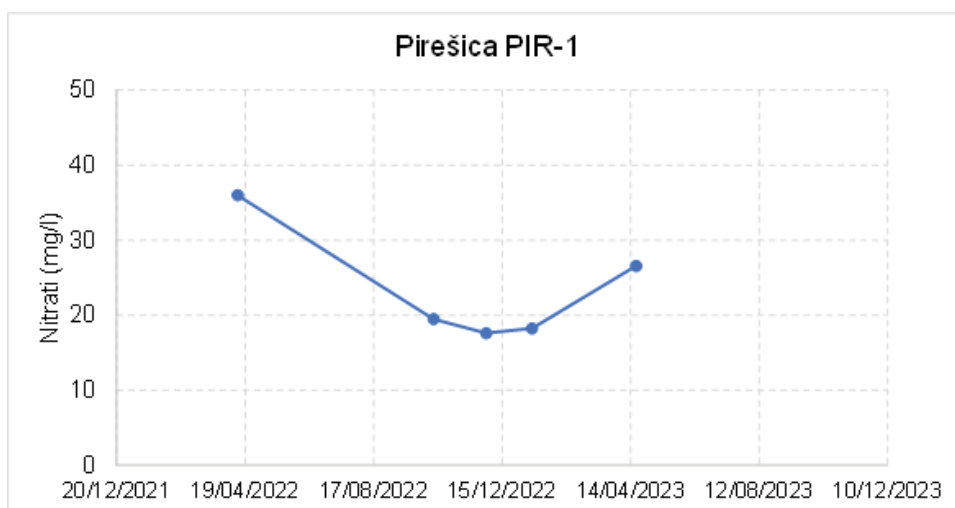


Slika: Nitrati v izcedni vodi lizimetra MV-2 v Malenski vasi (kmetija Starič)

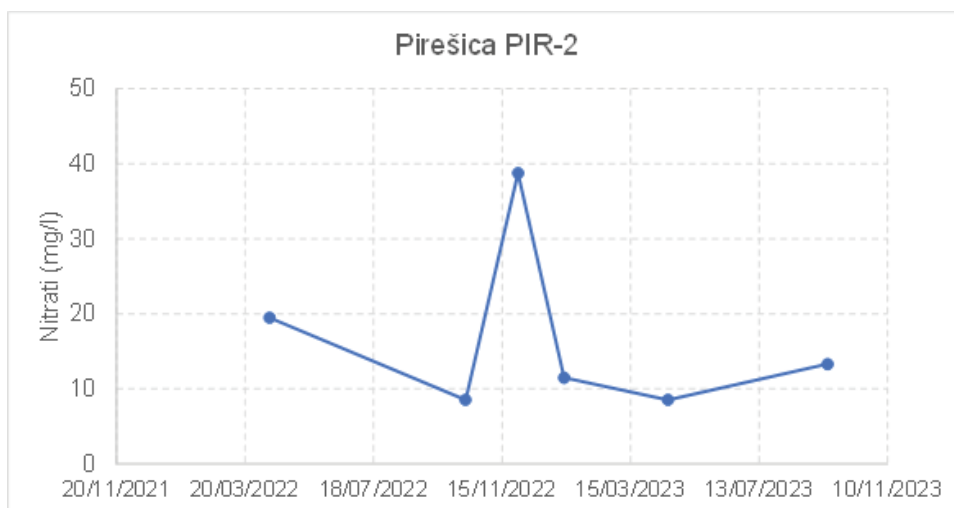
Tudi lizimetra na kmetiji Starič v Malenski vasi sta zabeležila izrazit porast koncentracij nitratov v sušnem letu 2022 ter njihovo postopno zniževanje v bolj namočenem letu 2023.



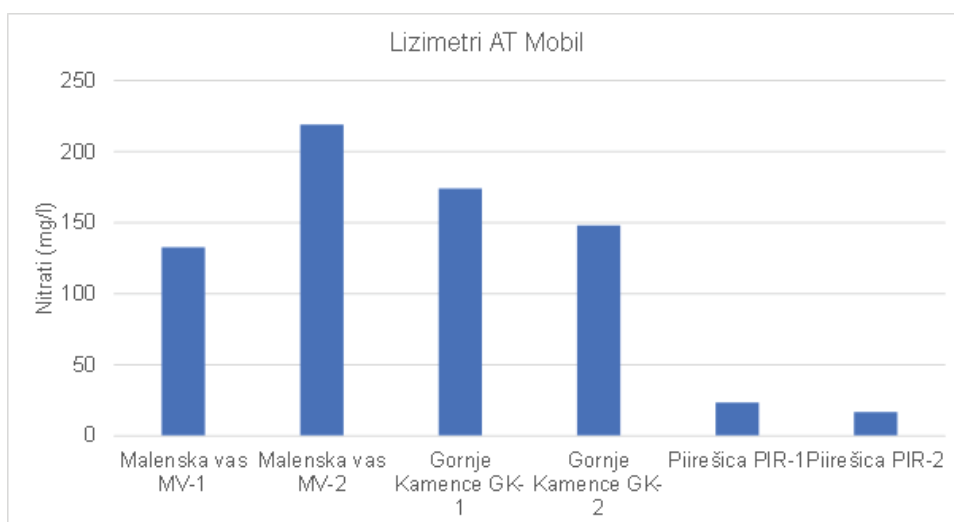
Za razliko od lizimetrov v Gornjih Kamencah in Malenski vasi so koncentracije nitratov v lizimetrih testnega travnika v Pirešici na kmetiji Čretnik mnogo nižje. Sliki zgoraj in spodaj kažeta, da koncentracije nitratov v izcedni vodi niso dosegle niti 50 mg/l, kar je standard kakovosti za pitno vodo. Minimum koncentracij nitratov je bil dosežen v zimskem obdobju 2022/23.



Slika: Nitrati v izcedni vodi lizimetra PIR-1 v Pirešici



Slika: Nitrati v izcedni vodi lizimetra PIR-2 v Pirešici



Slika: Povprečne koncentracije nitratov v lizimetrih na testnih poljih

Slika kaže, da je izpiranje nitratov s kmetijskih površin mnogo večje v primeru poljedelske rabe kot pa v primeru travnika. Na testnih njivah smo izmerili povprečne koncentracije nitratov med 132–219 mg/l, medtem ko sta povprečni koncentraciji nitratov pod travnikom 16 in 23 mg/l. Prikazani rezultati torej kažejo, da je s stališča zaščite vode travniška raba tal mnogo ugodnejša kot njivske površine.

12 UGOTAVLJANJE LASTNOSTI TAL Z GEORADARJEM

Georadar je neinvazivna geofizikalna metoda, s katero lahko določimo prisotnosti različnih razpok, jam in sprememb v sestavi tal plitvo pod površjem ter jim tudi zvezno sledimo v prostoru. Tradicionalne študije tal dajejo podatke o določenih točkah na terenu, medtem ko georadar omogoča zvezno snemanje podzemlja brez samega poseganja v tla. Vsa oprema je namreč vgrajena na terenski voziček (slika 1), ki ga potiskamo po zemljišču, pri tem pa se v tla oddajajo elektromagnetni signali z različnimi frekvencami.

Zaradi visoke učinkovitosti in nedestruktivne narave se georadar v kmetijstvu vse pogosteje uporablja za raziskovanje vlažnosti v tleh, določevanje glavnih horizontov tal ter debeline tal. Z uporabo georadarja je tako preko celotne kmetijske površine mogoče neprekinjeno slediti spremembam v tleh, ki lahko bistveno vplivajo na hidrogeološko dinamiko območja.

Določimo lahko območja, ki so zaradi plitvejših tal bolj podvržena izsuševanju ter imajo tudi manjšo kapaciteto zadrževanja vode in hranil v tleh. Prav tako je možno določiti območja talnih profilov, kjer nastopa večji delež glinenih mineralov, ki so pomembni za vezavo hranil in vode v tleh.

V ta namen preko celotne njive posnamemo vzporedne georadarske profile, ki so med sabo oddaljeni po nekaj metrov, odvisno od situacije na terenu. Te nato združimo v trodimenzionalni model posameznih kmetijskih površin, ki lahko služi tudi kot ena od prostorskih osnov za izvajanje preciznega kmetijstva. Ker pri tem z georadarsko opremo prehodimo celotno njivo, je takšne meritve potrebno izvajati v času, ko na njivi ni rastja (slika 2). Z meritvami tako ne povzročamo škode pri pridelku, poleg tega pa zagotovimo boljši stik georadarske antene s tlemi, kar zagotavlja dober prehod signala v tla in zmanjša možnost izgube signala na meji med anteno in tlemi.

Meritve je najbolje izvajati v sušnem obdobju, ko tla vsebujejo čim manj vlage, saj voda povzroča dušenje georadarskega signala, zaradi česar dobimo slabši globinski doseg. Dobljene rezultate primerjamo in umerimo s podatki iz pedološkega izkopa (slika 3).

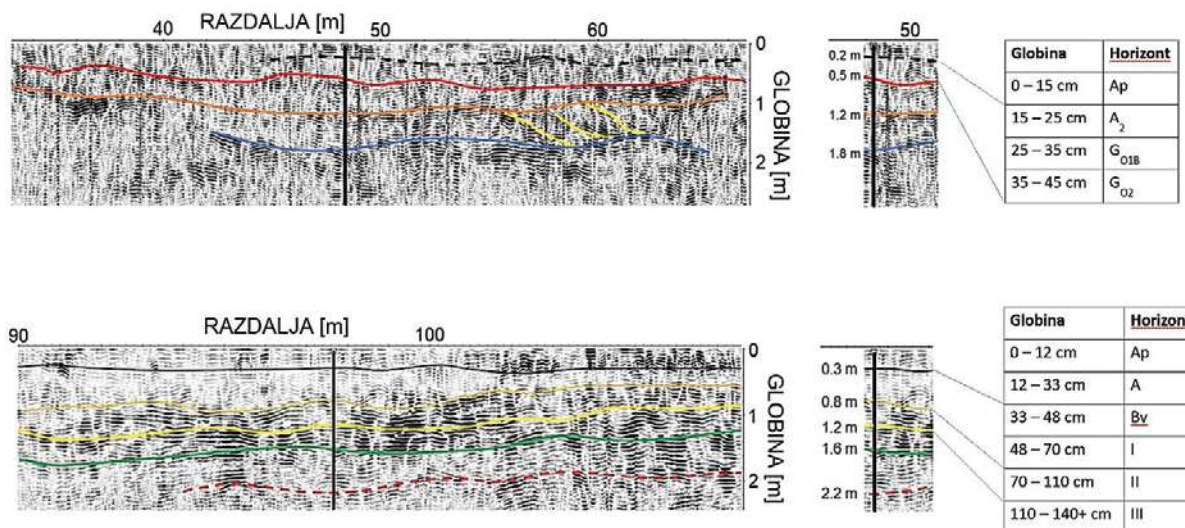
Trodimenzijski model njive (slika 4) nam omogoča, da celotno njivo do dobljene globine pregledamo s horizontalnimi prerezi (slika 5) in tako opazujemo, kako se z globino spreminjajo lastnosti tal. Z uporabo georadarja lahko lastniki kmetijskih zemljišč pridobijo zvezne prostorske informacije o strukturnih lastnostih tal, ki vplivajo na dinamiko zadrževanja in odtekanja vode s hranili.



Slika: Georadarska oprema – terenski voziček s kontrolno enoto, anteno in monitorjem

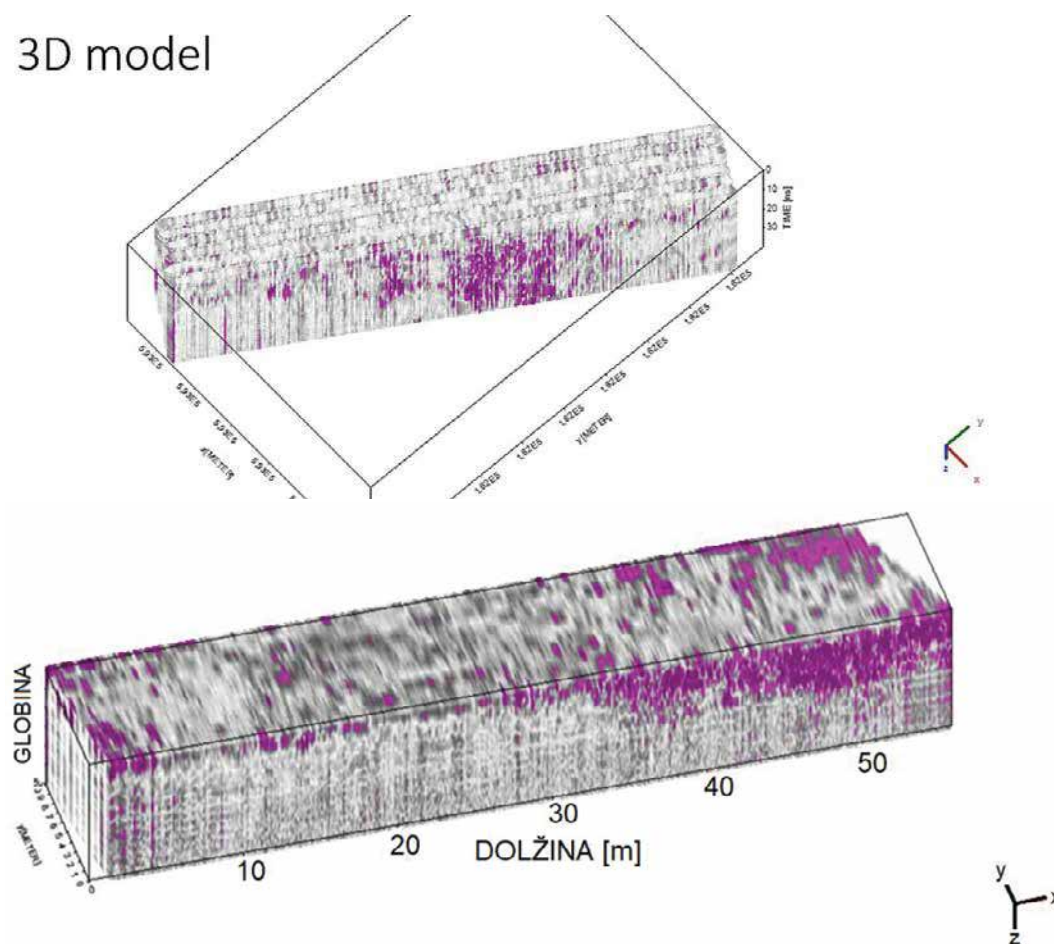


Slika: Georadar na različnih tipih kmetijskih zemljišč



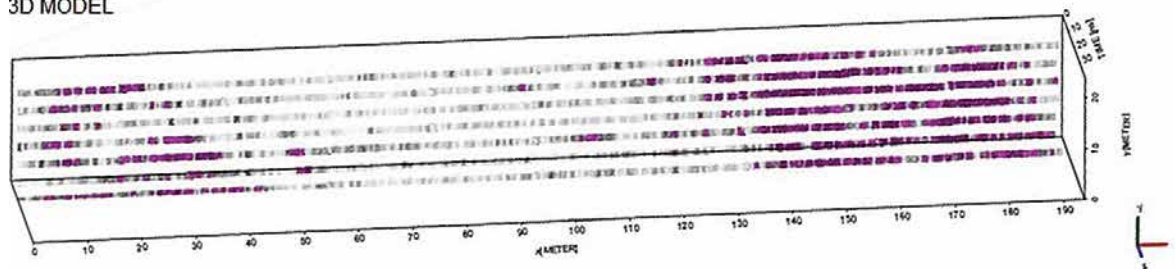
Slika: Primerjava georadarskega profila s podatki iz pedološkega izkopa (Zajc et al., 2019)

3D model



Slika: Primera georadarskega 3D modela kmetijskega zemljišča (zgoraj njiva, spodaj travnik)

3D MODEL



Slika: Horizontalni prerez njive na globini 0,6 m. Na vsaki strani njive nastopajo močnejši odboji, v osrednjem delu pa so odboji šibkejši. Razlika v odbojih kaže na spreminjanje lastnosti tal in razmer na območju obravnavane njive (Zajc et al., 2019).

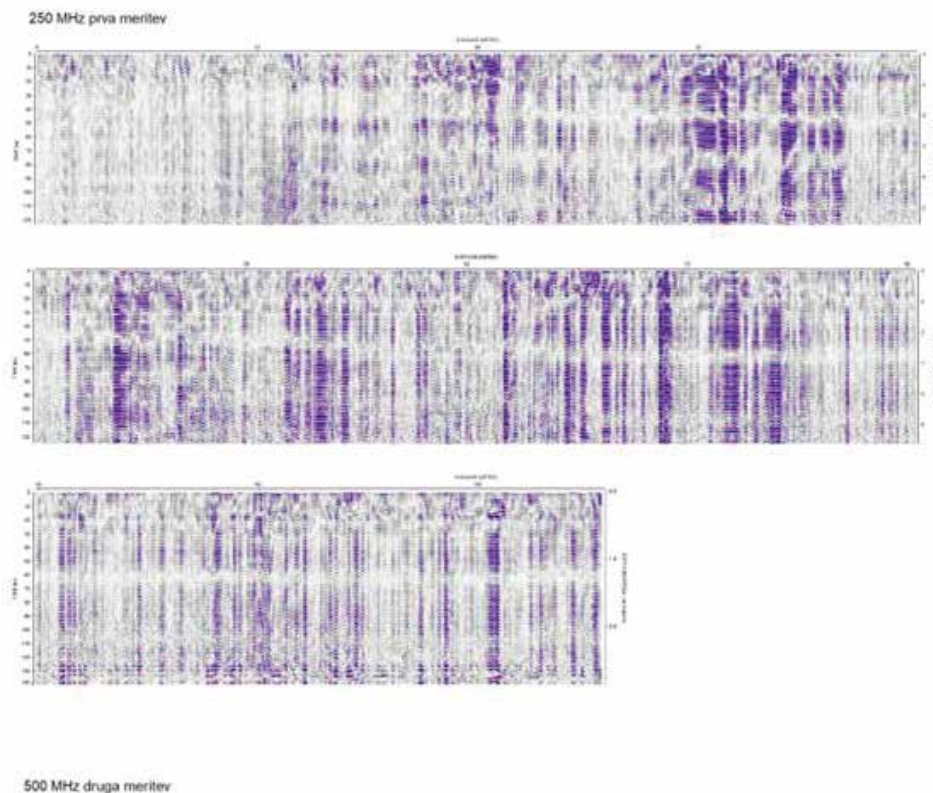
Meritve na travniku kmetije Čretnik – primerjava rezultatov v vlažnem in suhem stanju

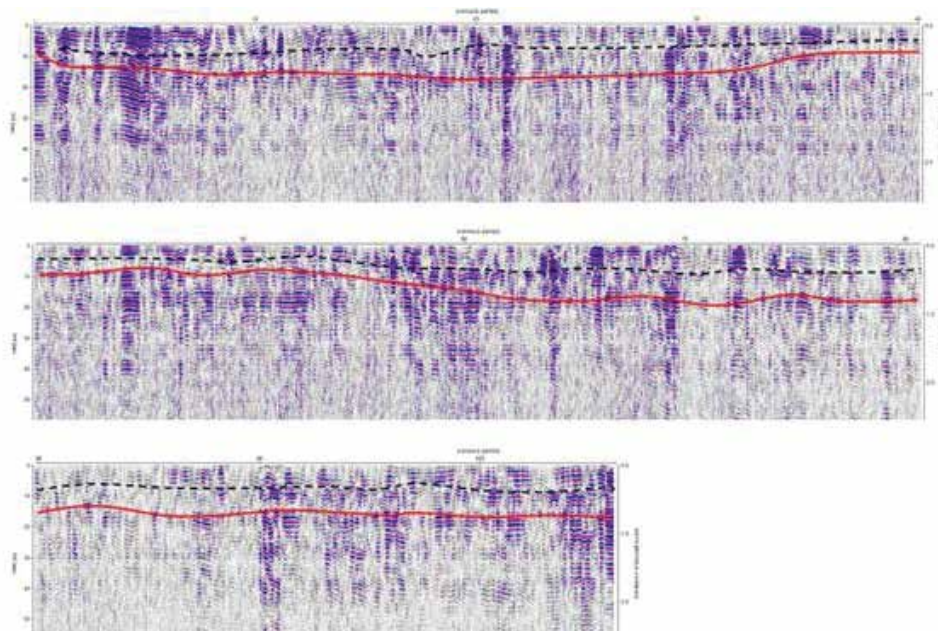
Prve meritve na tem travniku so bile izvedene v času vkopavanja lizimetra. Takrat je bila vlažnost v tleh visoka, kar je pokazal tudi izkop in kasneje rezultati georadarskih meritev. Ponovne meritve so bile izvedene po daljšem sušnem obdobju (slika spodaj).



Slika: Lokacija ponovnih georadarskih meritev (levo) in končna točka prvega profila (desno)

Na sliki spodaj sta prikazana profila, posneta po skrajno južnem robu travnika v smeri od ceste navzgor do ograje s sosednjo parcelo (slika zgoraj). Zgornji profil je posnet z 250 MHz anteno v vlažnih pogojih, spodnji pa s 500 MHz anteno po sušnem obdobju. Iz primerjave obeh profilov je razvidno, da slednji daje boljše rezultate, saj je mogoče določiti mejo s trdno podlago (rdeča linija) ter tudi mejo znotraj vrhnjega sloja tal, ki lahko kaže na spremembo v sedimentaciji (črtkana črna linija). Ti dve liniji v profilu, posnetem v vlažnih pogojih, nista tako izraziti in na nekaterih predelih profila sploh nista vidni, saj je kvaliteta rezultatov precej slaba. Trdna podlaga se v osrednjem delu profila dvigne in nastopa plitveje kot na skrajnih delih profila, kar je zaradi topografije terena tudi za pričakovati, saj profil poteka navzgor preko vrha in se kasneje spet nekoliko spusti. Zaradi odnašanja sedimenta z vrhnjega dela terena v nižje ležeče predele je debelina sedimenta tako na vrhu najmanjša.





Slika: Primerjava profila, posnetega v vlažnih pogojih z 250 MHz anteno (zgoraj), s profilom, posnetim po sušnem obdobju s 500 MHz anteno (spodaj). Rdeča linija predstavlja mejo s trdno podlago, črna črtkana linija pa mejo znotraj vrhnjega sloja.

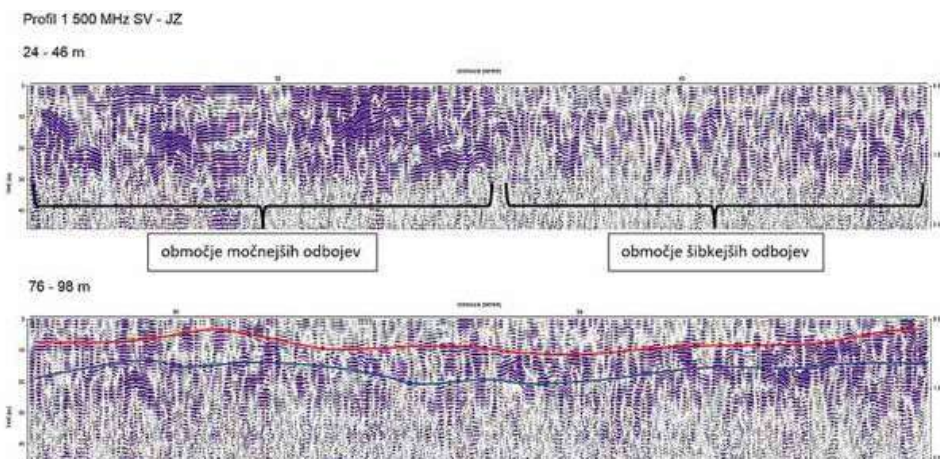
Meritve na kmetijskem zemljišču kmetije Starič:

Georadarske meritve so bile opravljene na travniku ob cesti v Malenski vasi pri Mirni Peči. Tu je bilo skupaj posnetih 10 vzporednih profilov med cesto in njivo, in sicer na medsebojni razdalji 3 m. Slika spodaj prikazuje območje travnika (desno), lokacijo začetka profila 1 s končno točko na SV delu parcele (sredina) ter linijo s končnimi točkami profilov na SV delu parcele (desno).



Slika: Območje meritev (levo), začetek profila 1 (sredina) in linija s končnimi točkami profilov (desno)

Tudi tukaj je test s tremi antenami pokazal, da je najprimernejša uporaba antene s frekvenco 500 MHz. Na profilih je mogoče določiti več linij, katerih globina se vzdolž profilov spreminja (slika spodaj). Na profilih nastopajo tudi območja z več in območja z manj odboji, kar lahko kaže na spremembe v frakciji sedimenta (slika zgoraj). Drobnozrnata frakcija namreč zaduši signal in na teh predelih ne dobimo odbojev iz večjih globin.



Slika: Profil 1, posnet po robu parcele vzporedno s cesto

Meritve na zemljišču kmetije Kepec:

Enako kot pri prejšnjih dveh georadarskih meritvah je tudi tukaj test anten na istem profilu pokazal, da je najprimernejša antena za meritve tista s frekvenco 500 MHz. Tukaj namreč trdna podlaga, ki je karbonatna kamnina, nastopa zelo plitvo in globok doseg ni potreben. Območje meritev je označeno na sliki 5.



Slika: Območje georadarskih meritev

Preko travnika je bilo posnetih skupaj 15 vzporednih profilov na razdalji 3 m. Profili so bili posneti od Z dela parcele proti V, kolikor so to dopuščali okoliški električni pastirji in ograje. Linije skrajnih točk profilov so prikazane na sliki spodaj.

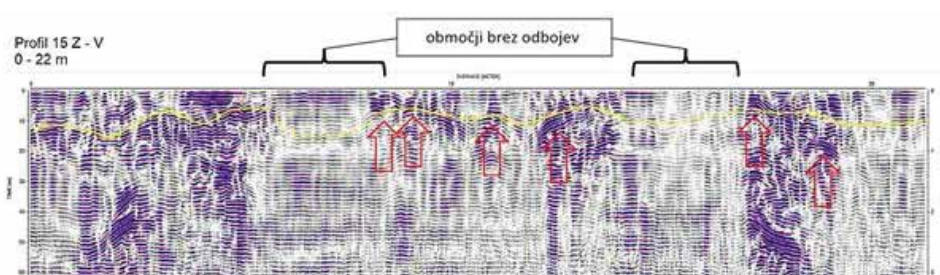


Slika: Linije skrajnih točk georadarskih profilov

Vzdolž parcele ter ob Z robu parcele so karbonatne kamnine vidne že na površju (slika 7). S kmetijskega zemljišča so bili v preteklosti odstranjeni večji kosi kamnin, da je zemljišče lahko postalo uporabno kot travnik. To, da še vedno nastopajo posamezni kosi kamnin na površju in tudi plitvo pod površjem, je v obliki močnih točkovnih odbojev vidno tudi na posnetih georadarskih profilih (slika 8). Vidna so tudi območja brez odbojev, kjer lahko gre za pretrtost kamnine in/ali bolj drobnozrnate sestave vrhnje plasti, ki zaduši signal. Zvezne linije močnih odbojev predstavljajo mejo s spodaj ležečo trdno podlago.



Slika: Karbonatna kamninska podlaga na Z delu parcele (levo) in kosi karbonatnih kamnin, vidnih na površju (desno)



Slika: Prvih 22 m profila 15, kjer so vidni: območji brez odbojev, posamezni kosi kamnin (rdeče puščice) in meja s tršo podlago (rumena linija).

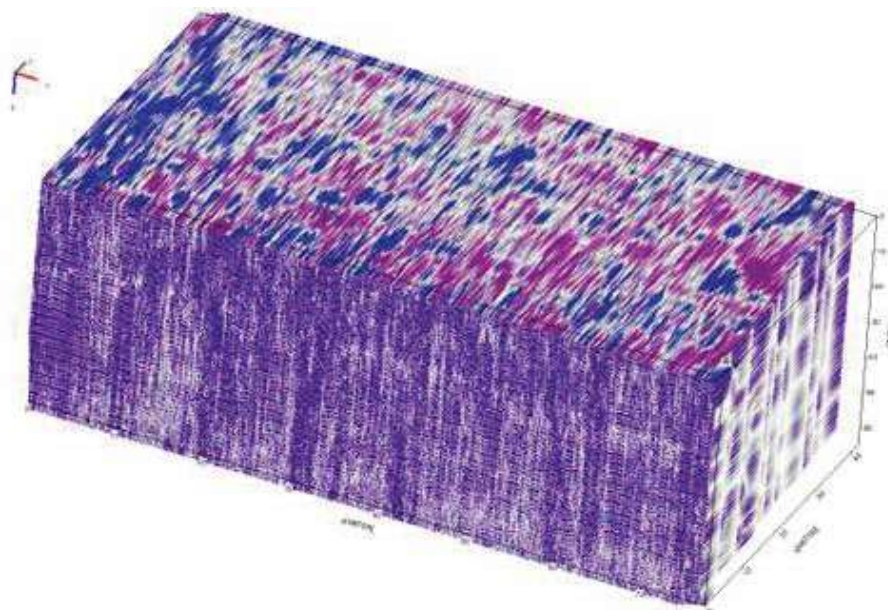
Georadarski 3D model zemljišča

Po ustrezni pripravi posameznih georadarskih profilov smo vse vzporedne profile s kmetijskega zemljišča združili v 3D model. Profili so posneti z enako medsebojno oddaljenostjo (določena glede na razmere na terenu), 3D model pa se prikaže kot zaprto geometrijsko telo, kjer se med sosednjimi profili izvede interpolacija. Tako se prazni prostori med profili zapolnijo, model pa analiziramo s t. i. horizontalnimi rezi. S pomočjo le-teh smo lahko opazovali, kako se z globino spreminjajo lastnosti tal. Zaporedje posameznih horizontalnih rezov od površja v globino lahko posnamemo in kasneje posnetek ustavimo na željeni globini.

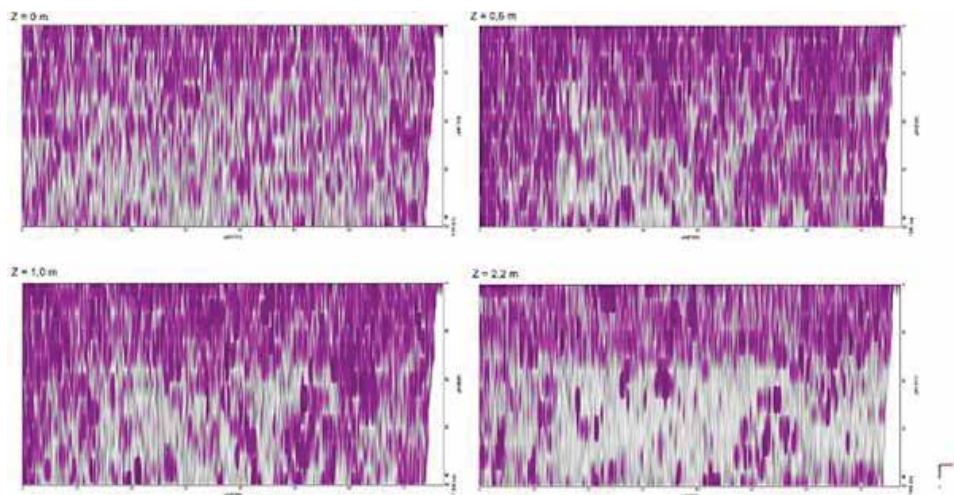
Pri interpretaciji horizontalnih rezov smo uporabili t. i. envelope filter, ki prikaže moč odbitega signala. Pri uporabi tega filtra so jasno vidna območja brez odbojev oz. območja povečanega

dušenja signalov. Slednja območja predstavljajo predele, kjer so tla bolj zaglinjena, vsebujejo več vode ali pa je kamnina močno pretrta.

Po predhodni interpretaciji posameznih 2D profilov so bili le-ti združeni v 3D model z interpolacijo med sosednjimi profili ter pred aplikacijo envelope filtra (slika 9, celotna globina modela 3,2 m). Slika 10 prikazuje horizontalne reze posnetega modela z apliciranim envelope filtrom na različnih globinah, in sicer 0 m, 0,6 m, 1 m ter 2,2 m. Jasno je vidno spreminjanje jakosti georadarskih odbojev in prisotnost območij brez odbojev. Na površju ($Z = 0$ m) lahko razločimo območja močnih odbojev, ki predstavljajo večje kose karbonatnih kamnin ali izdanjanje trdne kamninske podlage na površju (črni okvirji). Globlje ($Z = 0,6$ m ter $Z = 1$ m) so razvidna svetla območja brez odbojev oz. z močnim dušenjem signala (znotraj rumene črtkane linije), ki se z globino večajo. Tukaj gre najverjetneje za bolj zaglinjen sediment, ki ima zaradi višje vsebnosti glinene frakcije večjo sposobnost zadrževanja vode. Še globlje (2,2 m) pa se prikaže velika razlika med severnim in južnim delom zemljišča. Na severni strani je na tej globini prisotnih več odbojev, kar kaže na to, da je bil nad to globino signal manj zadušen in je posledično dosegel globlje predele. Južni del travnika na tej globini več ne vsebuje skoraj nič odbojev, kar je posledica močnejšega dušenja signalov v plitvejšem predelu. Le-to kaže na večjo vsebnost glinene frakcije v vrhnjem sloju tal na tem delu travnika, kar potrjujejo tudi območja brez odbojev v plitvejših horizontalnih presekih.



Slika: Georadarski 3D model z interpolacijo med sosednjimi profili



Slika: Horizontalni rezi 3D georadarskega modela na globinah 0, 0,6, 1 ter 2,2 m

13 SENZOR ZA MERJENJE VLAŽNOSTI TAL

V okviru projekta AT-MOBIL so bili razviti senzorji za merjenje vlažnosti zemlje in nameščeni na demonstracijske površine pilotnih partnerskih kmetij. Meritve vlažnosti zemlje so se izvajale s senzorji ameriškega proizvajalca Irrometer, ki merijo vlažnost zemlje na podlagi tenzimetrične meritve, s katero se meri dejanski tlak, ki drži vodo v zemlji. Izvedene meritve se pošiljajo preko mobilnega omrežja na strežnik in so dostopne preko spletne strani. Tako se lahko spremlja stanje vlažnosti zemlje na GERK-ih čez celo leto. Na podlagi merjenj lahko kmetijska gospodarstva ocenijo, kakšna je splošna povprečna vlažnost njihovih polj, kako padavine vplivajo na vlažnost in kdaj je večja potreba po zalivanju.

Razvoj

V prvem šestmesečju smo naredili analizo ustreznih tehnologij in primerne strojne opreme za razvoj prototipa. Za izvedbo meritve in pošiljanje rezultatov preko GPRS omrežja smo izbrali Arduino modularni sistem s komunikacijskim modulom. Za električno napajanje vezja smo se odločili za sončne celice s polnilno-napajalnim modulom in baterijo. Razvili smo programsko opremo za izvajanje meritev in pošiljanje rezultatov preko GPRS omrežja na strežniško aplikacijo. Vso strojno opremo smo sestavili v pilotno enoto in jo postavili na kmetijsko zemljišče.



Slika: Senzor za merjenje vlažnosti

V drugem šestmesečju smo izdelali še en prototip in ga postavili na kmetijsko zemljišče. Preizkušali smo pravilno delovanje obeh prototipov in odpravljali napake. Nadaljevali smo z razvojem programske opreme na prototipih. Razvili in vzpostavili smo strežniško aplikacijo za sprejemanje in prikaz rezultatov meritev.

V tretjem šestmesečju smo nadaljevali z razvojem strežniške aplikacije. Izdelali smo 5 končnih prototipov merilne enote ter temeljito preizkusili njihovo delovanje. Prototipe smo nato montirali na demonstracijske površine pilotnih kmetij, in sicer na sledečih GERK-ih:

- Kmetija Kepec: GERK 1010621
- Kmetija Metelko: GERK 3104794
- Kmetija Starič: GERK 1041968
- Kmetija Rifelj: GERK 4084130
- Kmetija Čretnik: GERK 3102885



Kmetija Metelko



Kmetija Starič



Kmetija Rifelj



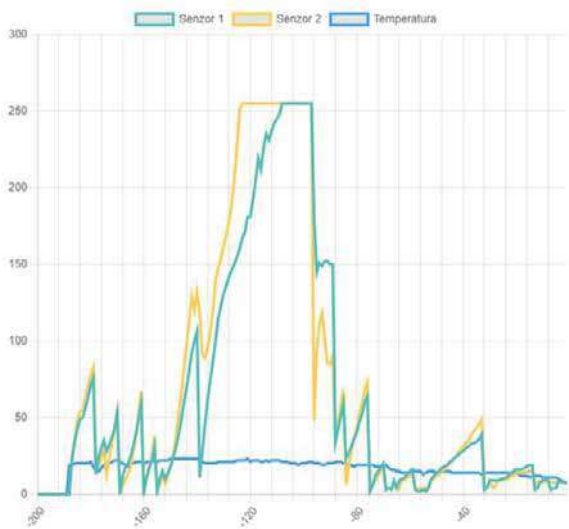
Kmetija Kepec



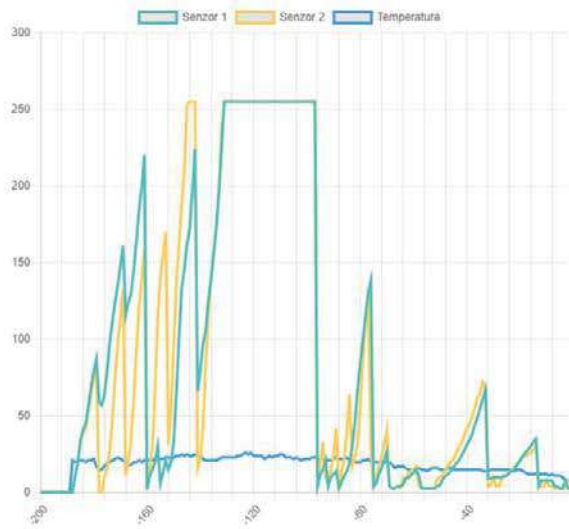
Kmetija Čretnik

V četrtem šestmesečju smo spremljali pravilno delovanje pilotnih enot in izvajali sprotne analize prejetih podatkov. Izdelani prototipi so se izkazali za zelo zanesljive, saj med 6-mesečnim obratovanjem ni prišlo do nikakršnih napak v delovanju pilotnih enot. Prototipe smo na koncu šestmesečja tudi odstranili z demonstracijskih površin pilotnih kmetij.

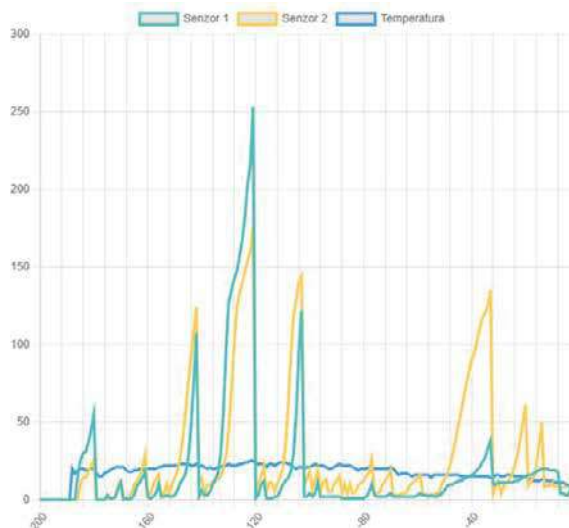
Grafi prikazujejo meritve s prototipov v obdobju od 10. 6. 2022 do 24. 11. 2022. Vsak prototip ima dva senzorja vlažnosti in en senzor temperature.



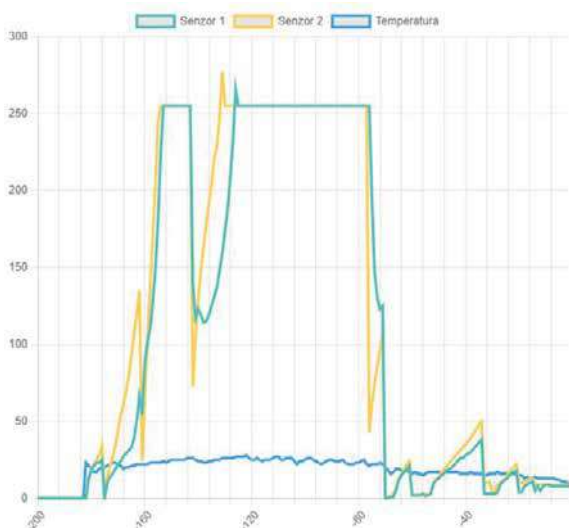
Kmetija Metelko



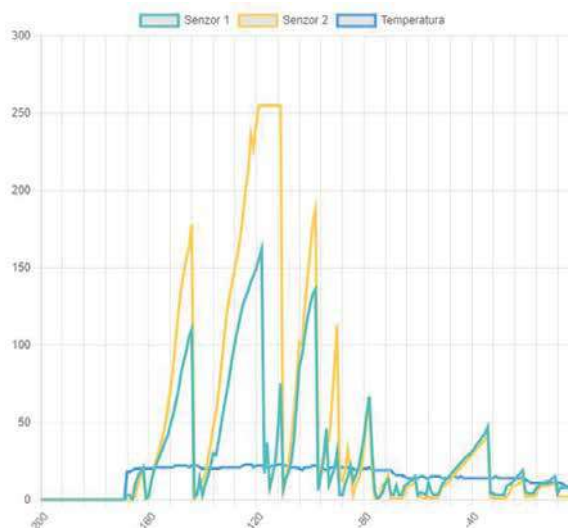
Kmetija Starič



Kmetija Rifelj



Kmetija Kepec



Kmetija Čretnik

Senzor

WATERMARK senzor proizvajalca Irrometer je »granularni matrični senzor«, ki elektronsko zaznava količino absorbirane vlažnosti preko kompozitnega materiala – granularne matrice. Ta je sestavljena tako, da se zmanjša vpliv slanosti zemlje in ima daljšo življenjsko dobo kot običajni merilniki iz gipsa. Pričakovana življenjska doba je 5 + let in je lahko trajno v zemlji. Senzorji rabijo minimalno električno energijo za odčitavanje meritev.

Uporaba meritev

Meritev vlažnosti zemlje se v splošnem lahko izvaja na dva načina:

- volumetrična meritev (meritve odstotka vode v količini zemlje),
- tenziometrična meritev (meritev fizične sile, ki drži vodo v zemlji, merjena v centibarjih cB oz. kilopascalih kPa).

Razvit sistem merjenja vlažnosti temelji na tenziometrični meritvi, saj je količina vode manj pomembna kakor težavnost, s katero jo rastlina pridobi iz zemlje. To napetost mora rastlina premagati, da lahko premakne vodo v svoje korenine. Različne vrste zemlje imajo različne napetosti tudi pri enakih volumetričnih meritvah. Zaradi tega je potrebno volumetrične senzorje kalibrirati na lokalne pogoje. Pri tenziometrični meritvi kalibracija senzorjev ni potrebna.



Tenziometrični senzorji se uporabljajo že dolgo časa, zato obstaja veliko informacij, raziskav in člankov o priporočenih referenčnih vrednostih za pogosto uporabljene rastline in različne vrste zemlje. Sledeče vrednosti se uporabljajo kot splošne smernice:

0-10 kPa -> Nasičena zemlja

10-30 kPa -> Zemlja je dovolj mokra

30-60 kPa -> Običajno območje za zalivanje pri večini vrst zemlje

60-100 kPa -> Običajno območje za zalivanje glinene zemlje

100-200 kPa -> Zemlja je presuha

Poleg splošnih smernic so za interpretacijo meritev pomembni tudi sledeči koncepti:

Kapaciteta polja: količina vode v zemlji, ko je odvečna voda odtekla in se je hitrost spuščanja meritve zmanjšala.

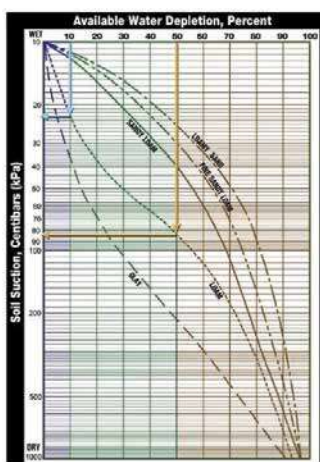
Permanentna točka venenja: minimalna količina vode v zemlji, ki jo rastlina potrebuje, da ne oveni. Ta je običajno definirana kot 1500 centibarov/kPa.

Razpoložljiva voda: količina vode, ki se lahko shrani v zemeljskem profilu in je razpoložljiva za rast rastlin. Običajno definirana kot razpon med kapaciteto polja in točko venenja.

Dovoljena izčrpanost: procent razpoložljive vode, ki se lahko izčrpa, preden je potrebno zalivanje, da se prepreči stres na rastlinah.

Za ugotavljanje dovoljene izčrpanosti se uporabljajo referenčne točke zgornje in spodnje meje izčrpanosti. Ta razpon je odvisen od vrste zemlje, rastline in izkušenj. Tipična začetna točka je med 10 % na mokri strani in 40-50 % na suhi strani dovoljene izčrpanosti.

Vrste zemlje se razlikujejo v svoji sposobnosti shranjevanja vode, zato razpoložljiva voda ustreza različnemu razponu napetosti za vsako vrsto zemlje. Na primer: 50 % izčrpanost v čisti ilovici bi bilo 84 kPa napetosti, medtem ko v peščeni ilovici bi to bilo 40 kPa. Tabela prikazuje razmerje med dovoljeno izčrpanostjo in napetostjo vode v zemlji. Za uporabo tabele izberete krivuljo, ki najbolj ustreza vaši zemlji:



Loamy sand – ilovnat pesek

Fine sandy loam – ilovica z drobnim peskom

Sandy loam – ilovica s peskom

Loam – ilovica

Clay – glina

Narišete vertikalno črto od 10 % dovoljene izčrpanosti vode (Available Water Depletion) do izbrane krivulje zemlje in nato narišete horizontalno črto na levo os. S tem dobite referenčno vrednost na mokri strani. Nato narišete vertikalno črto pri 50 % dovoljene izčrpanosti vode do izbrane krivulje in zopet horizontalno črto na levo os. S tem dobite referenčno vrednost na suhi strani. Dovoljen referenčni razpon med tema dvema vrednostma je 50 %, dovoljena izčrpanost vode je splošno priporočilo, pogosto se uporabljajo vrednosti med 30 % in 50 %, odvisno od izkušenj in lokalnih pogojev.

14 PREDSTAVITEV APLIKACIJE GERK NA TERENU

Aplikacija GERK na terenu deluje preko spletne povezave oziroma mobilnih podatkov link povezava, zapisano skupaj gerknaterenu.si. Aplikacija se je pričela razvijati v letu 2015 predvsem za pomoč pri izvajanju kmetijskih storitev, da ima izvajalec storitve informacijo o velikosti GERKa in da ima informacijo, kje se določeni GERK nahaja.

S pomočjo pametnih telefonov je bila aplikacija smiselna, ko so telefoni omogočali oddajanje lokacije. Namreč, s tem ko oddaja naš telefon lokacijo, se v aplikaciji lahko prikaže, na kateri zemljepisni širini in dolžini se nahajamo in kateri GERK je tam, in sicer s kakšno velikostjo in rabo.

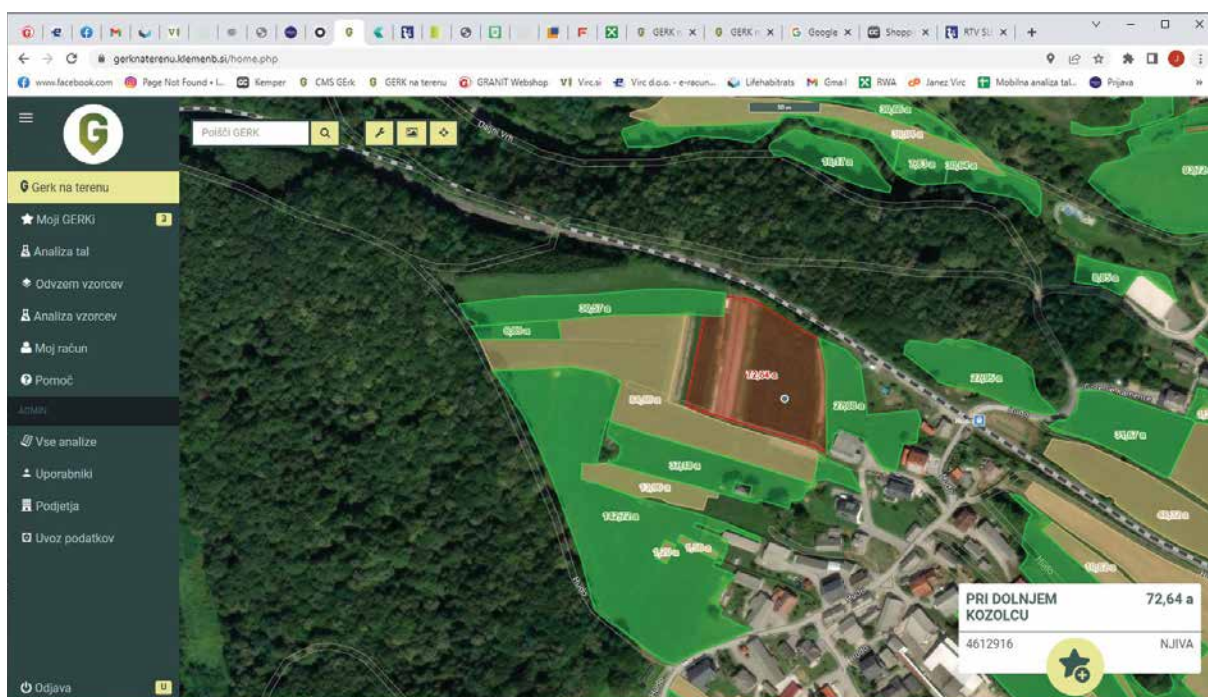
Z leti smo aplikaciji dodajali funkcije, recimo shranjevanje v mapo naših gerkov, seštevanje površin gerkov, lasten izris površine in dolžine na zemljevidu.

Uporabnikov aplikacije je blizu tisoč, cena za aplikacije pa je simbolična, saj je bila aplikacija v prvi vrsti razvita za lastne potrebe podjetja Virc d.o.o., ki se ukvarja s storitvami s kmetijsko mehanizacijo. Kmalu se je ugotovilo, da je aplikacija uporabna za vse, ki se srečujejo z GERKi, tako so med uporabniki aplikacije zavarovalni agenti, cenilci in kmetijska gospodarstva za lastne potrebe in evidence, četudi se ne ukvarjajo s storitvami. Cena je vezana na napravo. To pomeni, da če imate en mobilni 3 ali 5 let, vam aplikacija ves čas deluje za 3,66 €, seveda pa je potrebno biti previden pri aktivaciji piškotkov oziroma, če gre telefon na servis, se običajno ti piškotki zgubijo in potem je potrebno aplikacijo dokupiti, saj velja, da gre za novo napravo. No, če se to zgodi v nekaj mesecih od prvega nakupa, potem dostopnost uporabniku podaljšamo brezplačno.

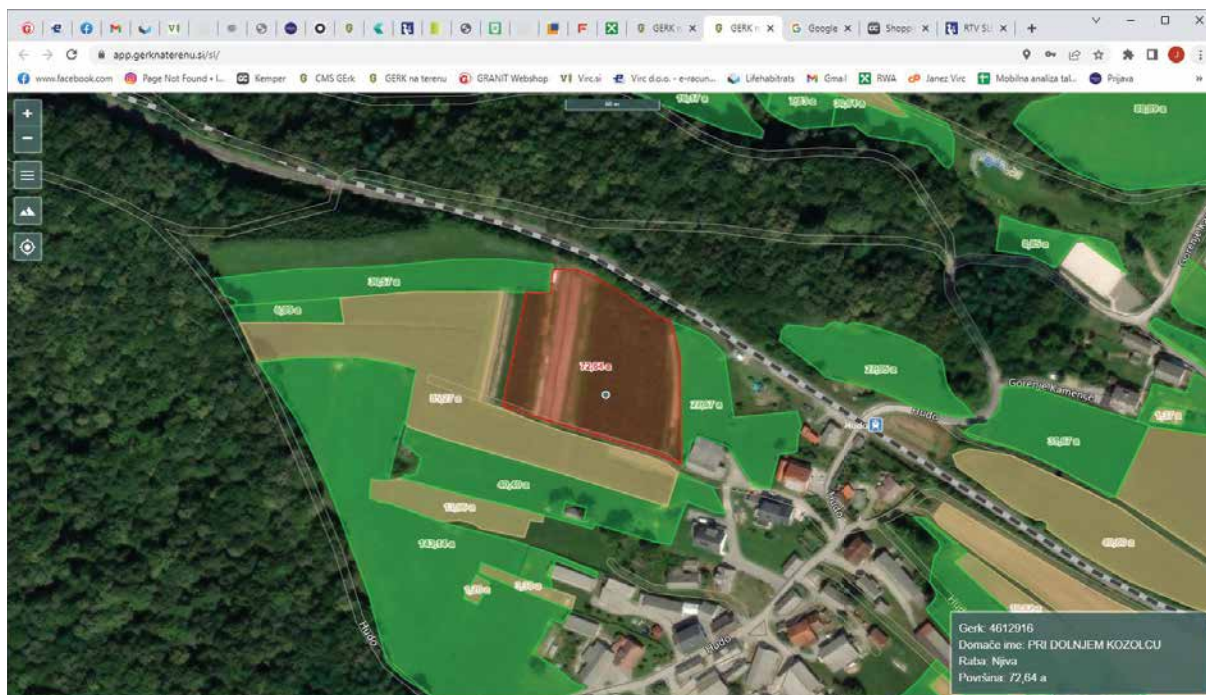
Vsakemu novemu uporabniku omogočimo 5-dnevno brezplačno uporabo aplikacije, torej testno obdobje, ko vsak uporabnik lahko aplikacijo testira na različnih napravah. Ob dostopu vsak uporabnik pridobi svoje uporabniško ime in geslo, tako so vsi podatki samo njegovi, saj so vezani na njegovo uporabniško ime. Tak način uporabe tudi omogoča, da podatki nikoli niso izgubljeni, saj se ob prijavi z druge naprave do njih znova lahko dostopa. Leta 2020 smo bili s partnerji uspešni na razpisu EIP, kjer smo se prijavi s projektom Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje. Pri tem projektu aplikacija GERK na terenu nastopa kot možnost prikazovanja podatkov rezultatov projekta kot tudi sicer in v nadaljevanju za prikazovanje podatkov vsakega uporabnika posebej. S pomočjo EIP projekta smo dodali nove bistvene spremembe aplikaciji, in sicer izboljššan izgled. Predvsem pa dodatne funkcije, kot so evidentiranje analize tal z vključevanjem celotnega procesa analize tal, kar pomeni, da bo kmetijsko gospodarstvo lahko v aplikaciji naročilo storitev analize tal za določen GERK. Lahko bo naročilo analizo skupaj s storitvijo odvzema vzorca ali pa na način, da bo vzorce odvzelo samo. V aplikaciji bo lahko spremljalo potek vzorca. Z lastnim uporabniškim imenom bo vsako kmetijsko gospodarstvo lahko spremljalo, kaj se dogaja z njihovim naročilom vzorca za analizo tal. Vidno bo, ali je vzorec v postopku odvzema ali v postopku analize. Pri odvzemu vzorca bo aplikacija tudi določala shranjevanje GPS lokacije, torej podatek, ki nam bo ob naslednjem odvzemu v

prihodnosti prišel prav, da bomo vzorce vzeli na približno istem mestu in tako lahko ocenili napredek ali manko hranil v tleh glede na poljščine, ki smo jih gojili, in glede na gnojenje, ki smo ga izvajali. Ko je analiza vzorca zaključena, se bo podatke analize vneslo v obrazec za izdelavo gnojilnega načrta.

Z leti, ko se izboljšuje pokritost mobilnega prenosa podatkov in ko se izboljšujejo telefoni ter število satelitov v vesolju, ki določajo našo lokacijo, se posredno izboljšuje tudi izkušnja uporabe aplikacije Gerk na terenu. Aplikacija GERK na terenu ni narejena za določanje mej, ampak je njen glavni namen informacija na doseg roke, namreč, trenutna točnost, ki je pogojena tudi s kvaliteto naprave (telefona), je do 3,00 m.

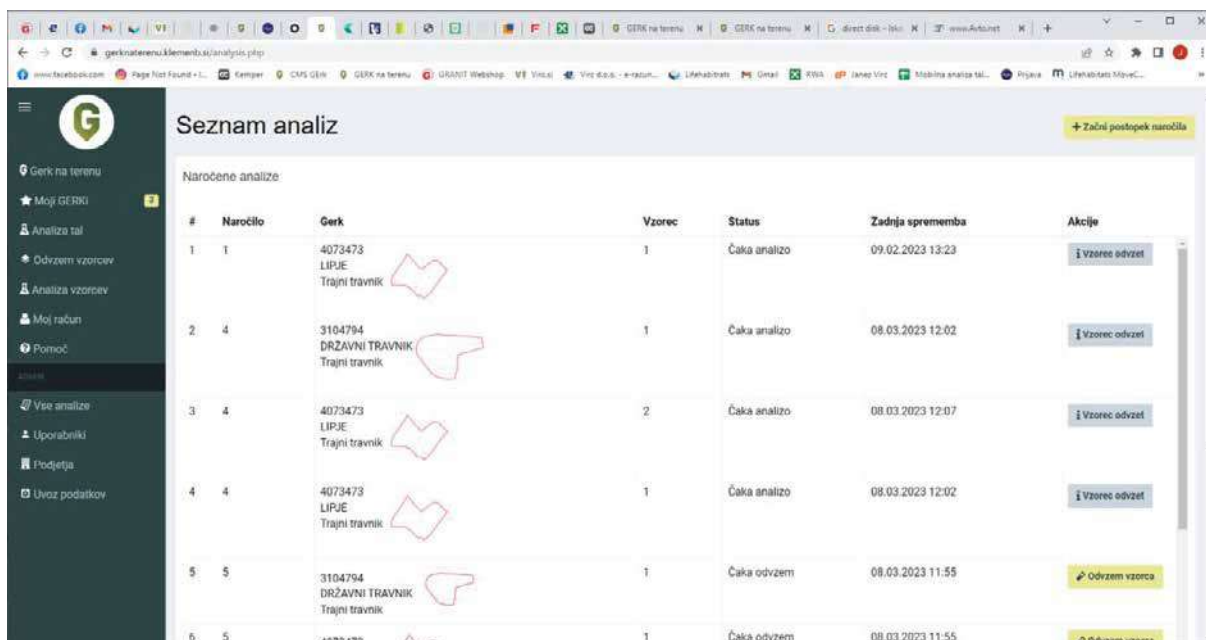


Slika: Novi dizajn in funkcionalnosti aplikacije



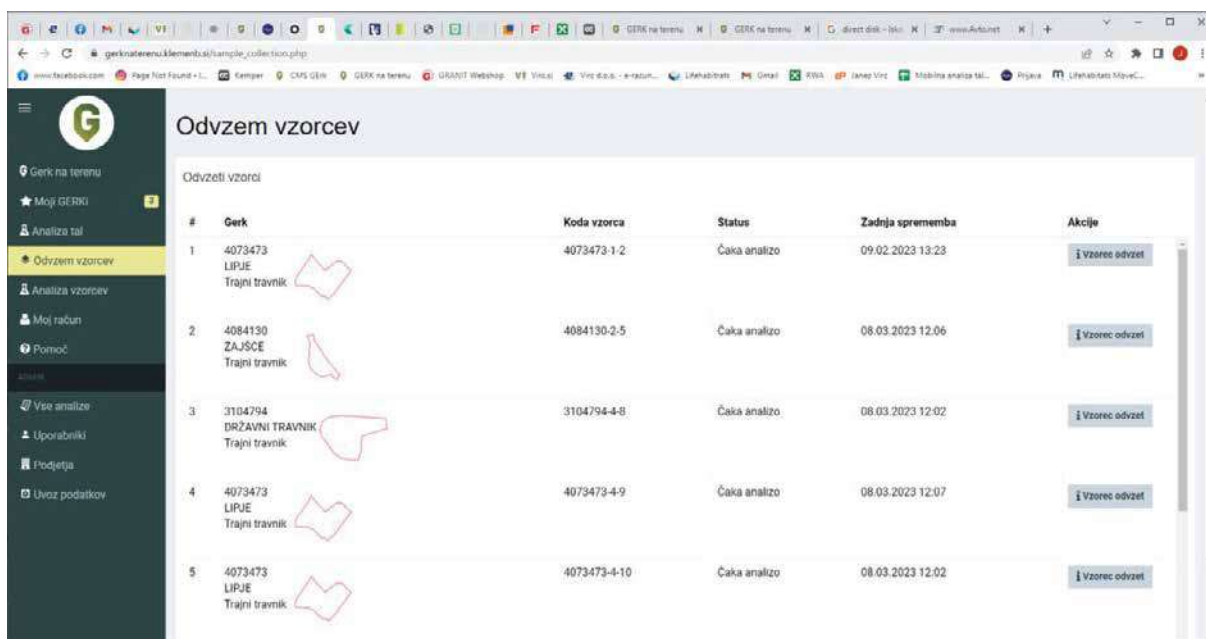
Slika: Obstoječi pogled, stari dizajn

Novе funkcije v aplikaciji GERK na terenu:



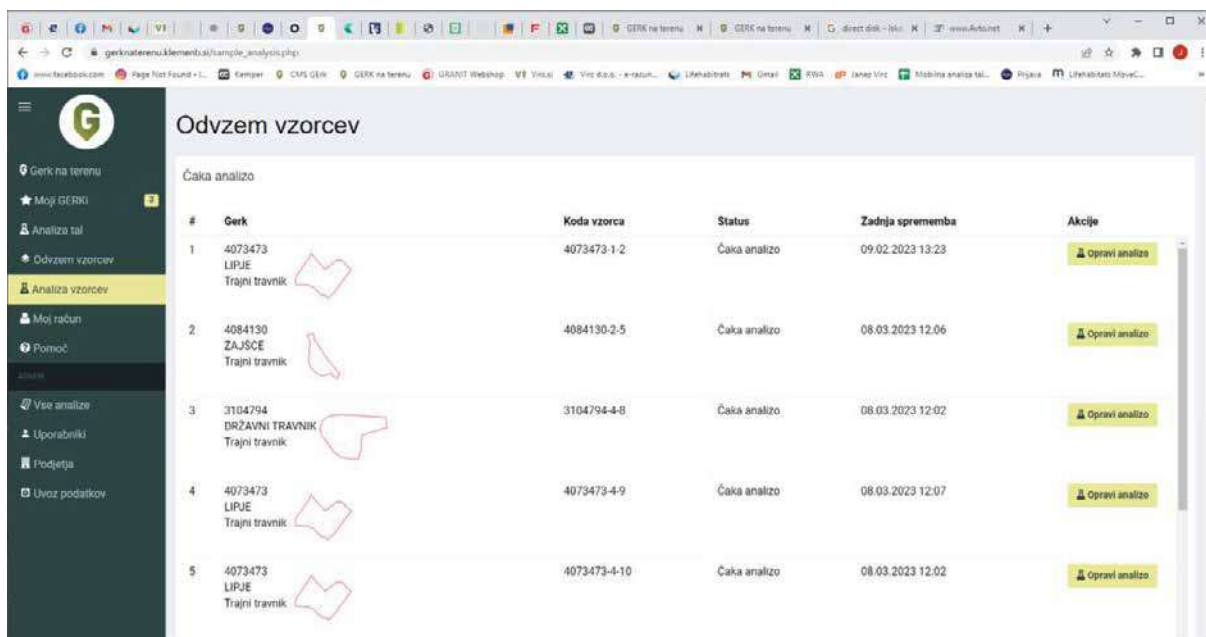
Slika: Uporabnik naroči v aplikaciji seznam GERK-ov, na katerih želi analizo tal.

Zbornik projekta EIP Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje (AT-MOBIL)



#	GerK	Koda vzorca	Status	Zadnja sprememba	Akcije
1	4073473 LIPJE Trajni travnik	4073473-1-2	Čaka analizo	09.02.2023 13:23	Vzorec odvzet
2	4084130 ZAJSCJE Trajni travnik	4084130-2-5	Čaka analizo	08.03.2023 12:06	Vzorec odvzet
3	3104794 DRŽAVNI TRAVNIK Trajni travnik	3104794-4-8	Čaka analizo	08.03.2023 12:02	Vzorec odvzet
4	4073473 LIPJE Trajni travnik	4073473-4-9	Čaka analizo	08.03.2023 12:07	Vzorec odvzet
5	4073473 LIPJE Trajni travnik	4073473-4-10	Čaka analizo	08.03.2023 12:02	Vzorec odvzet

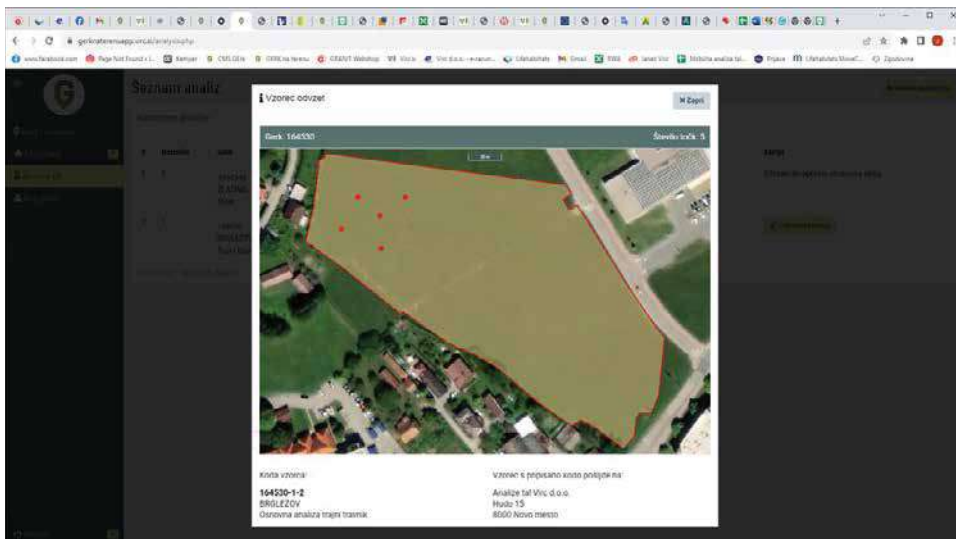
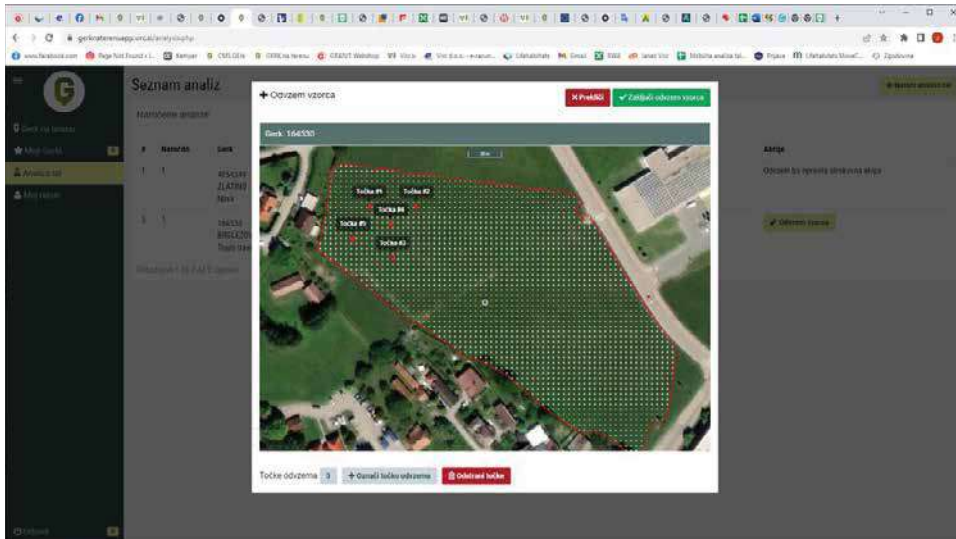
Slika: Evidenca GERK-ov, kjer se je odvzelo vzorce.



#	GerK	Koda vzorca	Status	Zadnja sprememba	Akcije
1	4073473 LIPJE Trajni travnik	4073473-1-2	Čaka analizo	09.02.2023 13:23	Opravi analizo
2	4084130 ZAJSCJE Trajni travnik	4084130-2-5	Čaka analizo	08.03.2023 12:06	Opravi analizo
3	3104794 DRŽAVNI TRAVNIK Trajni travnik	3104794-4-8	Čaka analizo	08.03.2023 12:02	Opravi analizo
4	4073473 LIPJE Trajni travnik	4073473-4-9	Čaka analizo	08.03.2023 12:07	Opravi analizo
5	4073473 LIPJE Trajni travnik	4073473-4-10	Čaka analizo	08.03.2023 12:02	Opravi analizo

Slika: Vzorce čakajo na analizo. Glej seznam laboratorijev (Kmetijski inštitut Slovenije), ki bodo opravili analizo.

Zbornik projekta EIP Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje (AT-MOBIL)



Slika: Postopek odvzema vzorca, beleženje točk odvzema

15 PREDPISI, KI UREJAJO GNOJENJE KMETIJSKIH POVRŠIN, ŠE POSEBEJ Z ORGANSKIMI (ŽIVINSKIMI) GNOJILI

Področje uporabe gnojil na ravni Evropske unije (EU) ureja Direktiva Sveta 91/676/EGS (UL L 375, 31.12.1991) o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. Direktiva državam članicam nalaga določitev občutljivih območij in vpeljavo operativnih programov in ukrepov za zmanjšanje onesnaženosti z nitrati iz kmetijstva na teh območjih. V Sloveniji v skladu z omenjeno direktivo to področje ureja nitratna uredba (Ur.l. RS, št. 113/2009), ki določa mejne vrednosti letnega vnosa rastlinskih hranil v tla, stopnje zmanjševanja vnosa in druge ukrepe v zvezi s tem. Zaradi varstva voda pred onesnaženjem z nitrati se celotno območje Slovenije šteje za občutljivo območje, zaradi česar mora za strokovno utemeljeno gnojenje in skladiščenje živinskih gnojil kmetija izdelati letni gnojilni načrt. Na splošno prav gnojenje (mineralno in organsko) največ prispeva k povečevanju pridelkov in kvalitete hrane. Gnojenje kot agrotehnični ukrep ima velik vpliv na gospodarnost kmetovanja in kakovost pridelkov. Iz tega razloga lahko nastopijo situacije, ko se gnojenje izvaja tudi prekomerno. Ob tem nastopi več problemov, ki ogrožajo kmeta in okolje.

Z gnojenjem se rastlinam zagotovijo pomembna hranila za rast in razvoj. Za ustrezno in učinkovito gnojenje moramo poznati stanje tal in zagotavljati čim boljše razmere v tleh za dobro aktivnost korenin. Poznati je treba potrebe rastlin po hranilih, imeti na razpolago ustrezna gnojila, ki jih dodajamo v pravem času in količinah. Za normalno rast rastlin in zelen pridelek v kmetijski pridelavi nobenega od potrebnih hranil ne sme primanjkovati. Rastlinska hranila, ki smo jih odvzeli s pridelkom, z gnojili vračamo v tla. Poleg mineralnih gnojil, ki so pridobljena v industrijskem postopku, se spodbuja uporaba predvsem **organskih gnojil**, kamor sodijo poleg rastlinskih podorov tudi živinska gnojila (hlevski gnoj, gnojevka, gnojnica, razni komposti itd.).

Rabi organskih gnojil dajemo prednost predvsem z namenom, ker ohranjajo ali povečujejo tudi delež humusa oz. organske snovi v tleh ter zato povečujejo vezavo ogljika v tleh. Prednostna raba živinskih gnojil izhaja tudi iz spodbujanja kroženja hranil na kmetiji (rastline, tla, živali) in predstavlja **temelj trajnostnega kmetovanja**.

Podlaga za svetovanje glede gnojenja je poleg izkušenj tudi upoštevanje dobre kmetijske prakse oz. smernic za strokovno utemeljeno gnojenje in obsežna veljavna zakonodaja. Poleg usmerjanja k doseganju optimalnih pridelkov težimo tudi k preprečevanju in zmanjševanju onesnaženje tal in vode, predvsem z nitrati. Tu je navedenih nekaj glavnih zakonskih podlag:

[Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov](#) (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15, 12/17 in 44/22 – ZVO-2), [Zakon o mineralnih gnojilih \(ZMinG-1\)](#), [Pravilnik o kakovosti mineralnih gnojil](#). Upoštevajo pa se tudi vse omejitve pri gnojenju, ki izhajajo iz uredb skupne kmetijske politike (SKP) in vodovarstvenih območij.

Vsako kmetijsko gospodarstvo, ki izvaja gnojenje, mora izvajati obvezne zahteve glede varstva voda pred onesnaževanjem z nitrati. Pri tem mora upoštevati:

- obdobja, v katerih je vnos določenih gnojil v tla ali na tla prepovedan;
- pravila gnojenja na strmih zemljiščih;
- pravila gnojenja na tleh, ki so nasičena z vodo, na poplavljenih tleh, zamrznjenih tleh ali tleh, prekritih s snežno odejo;
- pravila gnojenja v bližini vodotokov;
- najmanjše zmogljivosti skladišč za živalska gnojila, ki morajo presegati potrebe po skladiščenju preko najdaljšega obdobja, ko je vnos živalskih gnojil v tla ali na tla prepovedan;
- ukrepe za preprečevanje onesnaževanja voda z izcedki iz skladiščenja hlevskega gnoja;
- postopke pri gnojenju (odmerki, homogeno raztrosenje gnojil), ki bodo vzdrževali izgube dušika v vode na sprejemljivi ravni, in
- omejitve vnosa gnojil v tla na ranljivih območjih.

V Sloveniji velja več pravil glede raztrosa gnoja in gnojevke po kmetijskih površinah. Najpomembnejša pravila so sledeča:

Časovne prepovedi gnojenja, ki so jih dolžni upoštevati vsi kmetje v Sloveniji, imajo namen preprečiti uporabo gnojil, ki vsebujejo dušik, v času, ko rastline hranil ne potrebujejo, in s tem zmanjšati izpiranje dušika v površinske in podzemne vode. Praviloma je to čas od spravila pridelka v jeseni do začetka rasti spomladi. Časovne prepovedi gnojenja so opredeljene posebej za celinsko in posebej za submediteransko podnebje. Za celinsko podnebje velja splošna prepoved uporabe tekočih organskih gnojil od 15. novembra do 1. marca, izjemoma se lahko obdobje skrajša na 15. februar, kadar pripravljamo zemljišče za setev jarih žit, trav in TDM ali dognojujemo ozimine in sejano travinje. Hlevski gnoj, kompost in digestat je prepovedano uporabljati od 1. decembra do 15. februarja. Za mineralna gnojila, ki vsebujejo dušik, velja prepoved uporabe od 15. oktobra do 1. marca, kadar gnojimo ozimine ali sejano travinje, pa je obdobje prepovedi od 1. decembra do 15. februarja. Na vseh območjih je od začetka septembra do obdobja prepovedi dovoljeno dodati le 40 kg dušika iz mineralnih gnojil na hektar. V zaščiteneh prostorih (rastlinjaki) glede uporabe gnojil ni časovnih omejitev.

Preglednica 5: Shema časovnih prepovedi gnojenja v celinskem podnebjju

Vrsta gnojila		September	Oktober	November	December	Januar	Februar	Marec
Tekoča organska gnojila	Splošna časovna prepoved				15.nov			1.mar
	Izjema: Priprava zemljišč za setev jarih žit, trav in TDM ter dognojevanje ozimin (vključno s sejanim travinjem)				15.nov			15.feb
Hlevski gnoj	Splošna časovna prepoved				1.feb			15.feb
	Zaščiteni prostori (rastlinjaki ipd.)							
Mineralna gnojila, ki vsebujejo N	Splošna časovna prepoved			15.okt				1.mar
	Izjema: gnojenje ozimin (vključno s sejanim travinjem)				1.okt			15.feb
	Zaščiteni prostori							

Legenda: Dovoljena uporaba
Časovna prepoved
Največji dovoljen vnos: 40 kg N/ha
Podaljšanje MKGP za največ 30 dni, a najdlje do 15. decembra

Vsi kmetje morajo upoštevati **t. i. varovalne pasove ob površinskih vodah**, ki merijo v širino 15 m ob vodah 1. reda (Krka, Sotla, Sava, Kolpa ...) oz. v širino 5 m ob ostalih vodotokih 2. reda ter v širini 3 m ob nekaterih osuševalnih jarkih. V tem območju nista dovoljena gnojenje in raba FFS (fitofarmaceutskih sredstev).

Strokovna priporočila za različne načine pridelave, še posebej v novem programskem obdobju SKP 2023-2027

Gnojenje je ukrep, ki ima največji vpliv na količino in kakovost pridelka in pomeni osnovo za ohranjanje trajne rodovitnosti tal ter ima določen vpliv tudi na okolje. Za kmetije, ki se bodo v okviru nove SKP vključile v intervencije t. i. **zelene arhitekture**, kot je shema za podnebje in okolje (SOPO) in kmetijsko-okoljska-podnebna plačila (KOPOP) ter **ekološko kmetovanje**, pa veljajo še dodatne omejitve.

OMEJITVE PRI GNOJENJU V SHEMAH SOPO: Ekstenzivno travinje: dovoljuje le gnojenje z organskimi gnojili, ki so na kmetiji pridelana; **Tradicionalna raba travinja (izven Nature):** dovoljuje le gnojenje s 40 kg N iz organskih gnojil; **Gnojenje z organskimi gnojili z majhnimi izpusti v zrak (NIZI):** na trajnem travinju dovoljuje le gnojenje s 40 kg N/ha iz organskih gnojil. **Uporaba le organskih gnojil v trajnih nasadih:** dovoljuje le gnojenje z organskimi gnojili ali nič.

OMEJITVE PRI GNOJENJU V KOPOP-BIOTSKA RAZNOVRSTNOST IN KRAJINA, NATURA 2000: Integrirana pridelava, kot je opisana v Tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo: **poljščine:** za natančno dognojevanje zahteva izvedbo hitrih nitratnih testov (N-min) na vsaj 20 % površin in 25 % dušika je potrebno pokriti z živinskimi gnojili ali z dosevki; **zelenjava:** obvezna analiza tal na 4 leta, v rastlinjakih analiza na 2 leti ter org. snov na 4 leta, N-min testi pred gnojenjem, N-min testi po spravi, določanje vsebnosti hranilnih snovi v vodi za namakanje; **sadje:** potrebe po dušiku se določijo na podlagi gnojilnih načrtov

ali N-min, mejne vrednosti dušiku so do 150 kg/ha za sadje in oljke ter 55 kg dušika/ha za jagodičje; **grozdje**: mejna vrednost vnosa dušika je 60 kg/ha;

Precizno gnojenje: potreben je gnojilni načrt, kjer je razvidna zmanjšanja raba gnojil;
Posebni traviščni habitati: uporaba min. gnojil ni dovoljena, le 40 kg dušika/ha iz organskih gnojil;
Strmi travniki: uporaba min. gnojil ni dovoljena, le 40 kg dušika/ha iz organskih gnojil
Steljniki: gnojenje ni dovoljeno;
Grbinasti travniki: uporaba min. gnojil ni dovoljena, le 40 kg N/ha iz organskih gnojil;
Traviščni habitati metuljev: gnojenje ni dovoljeno;

Mokrotni travniki: gnojenje ni dovoljeno;
Ohranjanje mokrišč in barij: gnojenje ni dovoljeno;
Suhi kraški travniki in pašniki: gnojenje ni dovoljeno;
Obvladovanje invazivnih tujerodnih rast. vrst: gnojenje ni dovoljeno;
Habitati ptic vlažnih ekstenzivnih travnikov: gnojenje ni dovoljeno. Kmetije, ki so vključene v katerega od podukrepov KOPOP, morajo pri gnojenju upoštevati še dodatne zahteve. Vse kmetije, ki uporabljajo mineralna gnojila, morajo gnojiti na podlagi letnega ali večletnega gnojilnega načrta. Ta mora biti izdelan po GERKih in kulturah na podlagi analize tal, ki jo je potrebno narediti vsaki dve, štiri ali pet let (odvisno od podukrepa KOPOP), preden zapade datum stare analize. Ne smejo proizvajati presežkov živinskih gnojil. Pri izračunu skupne bilance dušika se upoštevajo tudi ustrezna pisna dokazila o prejeti ali oddani količini živinskih gnojil. Ne smejo uporabljati blata iz čistilnih naprav, mulja in ostankov iz ribogojnic, uporabljajo lahko le kompost, pridelan na KMG-jih. Voditi morajo evidenco o uporabi živinskih gnojil. Iz evidenc morajo biti razvidni najmanj količina in vrsta živinskega gnoja, čas gnojenja ter podatki o površini, kjer se ta gnojila uporabljajo.

OMEJITVE PRI GNOJENJU V EKOLOŠKEM KMETOVANJU

Za gnojenje kmetijskih površin je potrebno prednostno upoštevati lastna gnojila, deficite hranil pa uravnati z živinskimi gnojili z drugih kmetij ali z dovoljenimi gnojili v ekološkem kmetovanju. Uporaba gnojil izven kmetije je dovoljena le na osnovi izkazanih potreb (analiza zemlje, gnojilni načrt). [Seznam dovoljenih gnojil in izboljševalcev tal](#) iz točke (b) člena 24(1) Uredbe (EU) 2018/848 in izvedbene uredbe komisije (EU) 2021/1165, priloga II, na povezavi:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1165&from=SL>, kar je razvidno tudi v publikaciji Sredstva in smernice za ekološko kmetijstvo, FKBV, UM, na strani Inštituta za ekološko kmetijstvo, Inštituta za kontrolo in certificiranje (www.kon-cert.si) in v tujih bazah dovoljenih ekoloških gnojil. V primeru nejasnosti ali drugih potreb je potrebno predhodno preveriti uporabo pri kontrolni organizaciji.

GNOJENJE NA VODOVARSTVENIH OBMOČJIH (VVO), kjer so že sprejete državne uredbe, je omejeno s sledečimi zahtevami: gnojenje kmetijskih rastlin mora biti izvedeno na podlagi gnojilnih načrtov in analiz tal na vseh VVO območjih; na VVO je prepovedano shranjevanje organskih gnojil, razen uležanega hlevskega gnoja. Uležan hlevski gnoj se lahko shranjuje na kmetijskih zemljiščih največ 2 meseca, 100 m vstran od zajetja ter 25 m vstran od tekočih voda, vendar nikakor ne na VVOI. **Na najožjem vodovarstvenem območju - VVOI je prepovedano:**

- gnojenje z gnojnico in gnojevko;
- preoravanje trajnega travinja, razen travinja (trave, detelje, deteljno-travne mešanice in travno-deteljne mešanice), ki je vključeno v kolobar;
- uporabljati mineralna gnojila, ki vsebujejo dušik, od spravila pridelka do 1. marca;
- uporabljati kompost in pregnito blato 1. razreda okoljske kakovosti;
- namakanje z vodo, ki so ji dodana rastlinska hranila.
- Dovoljeno je gnojenje z uležanim hlevskim gnojem do 140 kg N/ha (1 tona hl. gnoja ima 4,4 kg dušika, max. 35 t/ha hl. gnoja, priporočamo do 20 t/ha).
- OZIMINE (žita, trave, ogrščica ...), enkratni vnos dušika z dognojevanjem ne sme presegati 60 kg N/ha (220 kg KAN-a/ha);
- za trajne nasade enkratni vnos dušika z dognojevanjem ne sme presegati 60 kg N/ha (220 kg KAN-a/ha);
- za zelenjadnice največja dovoljena količina dušika pri začetnem gnojenju ne sme presegati 40 kg N/ha (148 kg KAN-a/ha).
- Enkratni vnos dušika za dognojevanje zelenjadnic ne sme presegati 60 kg N/ha (220 kg KAN-a/ha).

Podobne omejitve priporočamo tudi kmetijam, ki imajo zemljišča na VVO, ki so varovane s starejšimi občinskimi odloki in kjer so uredbe šele v pripravi.

LITERATURA IN VIRI

Čeh, Barbara, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije: Zakaj analiza tal? Naj jo naredimo tudi mi? (URL: http://www.ihps.si/wp-content/uploads/2019/02/Zakaj-analiza-tal-in-navodila-za-vzor%C4%8Denje-tal_spletna-stran.pdf).

Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja UL, Biotehniška fakulteta in Pioneer Semena Holding GmbH: Navodilo za odvzem talnih vzorcev za kontrolo rodovitnosti tal

(URL:

https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Slovenia Intl/Non_searchable/NavodilaZaVzorcenjeTal.pdf).

Mihelič, Rok et al.: Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2010, 182 str.

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: Navodila za odvzem vzorcev tal, namenjenih za kemijsko analizo

(URL: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/druga_gradiva/zbirne_vloge/navodila-odvzem-vzorcev-tal-analiza_2014-2020.pdf).

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja: Navodilo za odvzem talnih vzorcev na vrtovih v Zgornji Mežiški dolini

(URL:

https://www.mezica.si/files/other/news/88/48110Navodilo_za_odvzem_tal_copy.pdf).

ZAJC, Marjana, URBANC, Janko, PEČAN, Urša, GLAVAN, Matjaž, PINTAR, Marina. Using GPR for determining soil horizons on different types of agricultural fields. V: ROŽIČ, Boštjan (ur.). *Razprave, poročila = Treatises, reports*. 24. posvetovanje slovenskih geologov = 24th Meeting of Slovenian Geologists, Ljubljana, November 2019. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 2019, [št.] 25, str. 155. Geološki zbornik, 25. ISSN 0352-3802. [COBISS.SI-ID [2987861](#)]

ZBORNİK PROJEKTA EIP VZPOSTAVITEV GEO-REFERENCIRANEGA MOBILNEGA VZORČENJA ZA ANALIZE TAL S CILJEM OPTIMALNE RABE GNOJIL IN ZMANJŠANJA NEGATIVNIH VPLIVOV NA OKOLJE (AT MOBIL)

Zbornik je nastal v sklopu projekta **Vzpostavitev geo-referenciranega mobilnega vzorčenja za analize tal s ciljem optimalne rabe gnojil in zmanjšanja negativnih vplivov na okolje (AT-MOBIL)**.

Avtorji (po abecednem vrstnem redu): **Čretnik Simon, Jejčič Viktor, Junc Katja, Kepec Gregor, Kogovšek Mojca, Lenarčič Matej, Lenarčič Urša, Metelko Milan, Poje Tomaž, Rifelj Matej, Strgulec Mateja, Starič Martin, Virc Janez, Tratar Roman.**

Jezikovno pregledala: dr. Alenka Divjak

Fotografije so nastale v času trajanja projekta pri projektnih partnerjih: vodilni partner Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma, Geološki zavod Slovenije, Kmetijsko gospodarstvo Matej Rifelj, Virc, storitve s kmetijsko mehanizacijo d.o.o. Novo mesto, Kmetijski inštitut Slovenije, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Larting, podjetje za inženiring, projektiranje in nadzor, Kmetijsko gospodarstvo Vinko Kepec, Kmetijsko gospodarstvo Milan Metelko, Kmetijsko gospodarstvo Simon Čretnik, Kmetijsko gospodarstvo Martin Starič.

Oblikovanje: Roman Tratar, Katja Junc

Tisk: Art 32.d.o.o

Število izvodov: 50

