

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Ksenija ŠKORNIK GRDINA

**LASTNOSTI TAL REKULTIVIRANIH ZEMLJIŠČ
POVRŠINSKIH KOPOV**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Ksenija ŠKORNIK GRDINA

**LASTNOSTI TAL REKULTIVIRANIH ZEMLJIŠČ POVRŠINSKIH
KOPOV**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

SOIL CHARACTERISTICS OF RECULTIVATED MINE AREAS

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija kmetijstvo – agronomija. Opravljeno je bilo na Centru za pedologijo in varstvo okolja in Centru za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer so bile opravljene vse analize. Vzorci so bili odvzeti na območju Slovenije.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico imenovala doc. dr. Vesno ZUPANC in za somentorja doc. dr. Roka MIHELIČA.

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednica: prof. dr. Zlata Luthar
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Članica: doc. dr. Vesna Zupanc
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Član: doc. dr. Rok Mihelič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Članica: prof. dr. Helena Grčman
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopanja do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Ksenija ŠKORNIK - GRDINA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 631.41:502.174:627.533(043.2)
KG	pedologija/rekultivacija/površinski kopi
AV	ŠKORNIK – GRDINA, Ksenija
SA	ZUPANC, Vesna (mentor)/MIHELIČ, Rok (somentor)
KZ	SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2016
IN	LASTNOSTI TAL REKULTIVIRANIH ZEMLJIŠČ POVRŠINSKIH KOPOV
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 33 str., [7] str., 15 pregl., 13 sl., 2 pril., 36 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Namen diplomskega dela je bil ugotoviti osnovne lastnosti tal rekultiviranih zemljišč štirih površinskih kopov na izbranih lokacijah v Sloveniji. Izbrali smo rekultiviran del glinokopa (Renče), peskokopa (Kamnik, Moravče) in gramoznice (Bilje), ki so bili rekultivirani za namen kmetijske rabe. Na teh lokacijah smo vzorčili tla in ovrednotili osnovne fizikalne in kemijske lastnosti. Talnim vzorcem smo določili pH, organsko snov, skupni dušik, lahko dostopna fosfor in kalij, teksturo, gostoto tal, poroznost, hidravlično prevodnost tal in vodno zadrževalne lastnosti tal (poljska kapaciteta in točka venenja). Kakovost tal rekultiviranih zemljišč na izbranih lokacijah se razlikuje po globini rekultivirane plasti tal ter kemijskih in fizikalnih lastnostih. Travnata površina v Moravčah (globina od 0–40 cm) omogoča kmetijsko rabo. Njivske površine v Kamniku so rekultivirane različno kakovostno; na delu, ki je bil rekultiviran pred letom 2000, gradbeni odpadki še danes ovirajo kmetijsko pridelavo. Tla rekultiviranega dela v Renčah so nasuta v globini vsaj 60 cm, da bi bila mogoča tako travniška kot njivska raba, vendar je območje zapuščeno. Zemljišče v Biljah je bilo rekultivirano v globino med 0–25 cm in se uporablja za pašništvo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du

DC UDC 631.41:502.174:627.533(043.2)

CX pedology/recultivation/surface mining

AU ŠKORNIK – GRDINA, Ksenija

AA ZUPANC, Vesna (supervisor)/MIHELIC, Rok (co-advisor)

PP SI – 1000 ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB Univesity of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

PY 2016

TI SOIL CHARACTERISTICS OF RECULTIVATED MINE AREAS

DT Graduation thesis (university studies)

NO XI., 33 p., [7] p., 15 tab., 13 fig., 2 ann., 36 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In the presented work basic soil characteristics of recultivated areas for four surface mines in Slovenia were evaluated. Recultivated area of a clay pit (Renče), sandpit (Kamnik, Moravče) and gravel pit (Bilje), which were recultivated back into agricultural land, were chosen for evaluation. Soil was sampled for analyses for basic soil physical and chemical characteristics. On soil samples pH, organic matter, total nitrogen, available phosphorous and potassium, texture, soil bulk density, porosity, saturated hydraulic conductivity and water retention characteristics (field capacity and wilting point) were determined. Soils of the recultivated areas of evaluated sites vary in soil depth, and chemical and physical characteristics. Grass area in Moravče enables agricultural use for grass production (soil depth 0-40 cm). Different quality of recultivation of arable areas in Kamnik reflects time of recultivation; on the areas recultivated prior to 2000, construction debris still obstructs soil tillage. Soil profile of recultivated area in Renče is sufficiently deep (>60 cm) to enable soil tillage, however the area has since been abandoned and overgrown. Recultivated area in Bilje can be used as a pasture (soil profile 0 – 25 cm).

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	X
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XI
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA IZDELAVO DIPLOMSKEGA DELA	1
1.2 NAMEN DIPLOMSKEGA DELA	2
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 POVRŠINSKI KOPI V SLOVENIJI	4
2.2 OSNOVNE LASTNOSTI TAL	5
3 MATERIAL IN METODE	8
3.1 OPIS LOKACIJ IN VZORČENJE	8
3.1.1 Lokacija Moravče	8
3.1.1.1 Vzorčenje tal na lokaciji Moravče	9
3.1.2 Lokacija Kamnik	10
3.1.2.1 Vzorčenje tal na lokaciji Kamnik	11
3.1.3 Lokacija Renče	12
3.1.3.1 Vzorčenje tal na lokaciji Renče	13
3.1.4 Lokacija Bilje	14
3.1.4.1 Vzorčenje tal na lokaciji Bilje	15
3.2 ANALIZA TAL	16
3.2.1 Določanje kislosti tal	16
3.2.2 Določevanje organske snovi v tleh	16
3.2.3 Določanje lahko dostopnega fosforja in kalija v tleh	17
3.2.4 Določanje skupnega dušika v tleh	18

3.2.5	Določanje teksture tal	18
3.2.6	pF vrednost in metoda izdelave pF krivulje	19
3.2.7	Meritev volumske gostote tal in poroznosti tal	19
3.2.8	Hidravlična prevodnost tal	20
4	REZULTATI	21
4.1	REZULTATI ANALIZ V MORAVČAH	21
4.2	REZULTATI ANALIZ V KAMNIK	22
4.3	REZULTATI ANALIZ V RENČAH	23
4.4	REZULTATI ANALIZ V BILJAH	25
5	RAZPRAVA	27
6	SKLEPI	29
7	POVZETEK	30
8	VIRI	31

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Alkalnost (bazičnost) ali kislost tal glede na pH vrednosti (Mihelič in sod., 2010)	16
Preglednica 2: Delitev kmetijskih tal glede na vsebnost organske snovi oz. humusa (Mihelič in sod., 2010)	16
Preglednica 3: Trendi za N-imobilizacijo oz. mineralizacijo pri različnem C/N razmerju v tleh (Husz, 1999)	17
Preglednica 4: Mejne vrednosti za fosfor po AL-metodi (Mihelič in sod., 2010)	17
Preglednica 5: Mejne vrednosti za kalij po AL-metodi (Mihelič in sod., 2010)	17
Preglednica 6: Razdelitev talnih delcev po velikosti (ameriška teksturna klasifikacija) (Zupan in sod., 1998)	18
Preglednica 7: Koeficient nasičene hidravlične prevodnosti tal (m/dan) (Zupanc in Pintar, 2004)	20
Preglednica 8: Kemijske analize tal za Moravče: globina odvzema vzorca (v cm), pH, delež organska snov (OS v %), dostopnost fosfor (P_2O_5 v mg/100g tal) in kalij (K_2O v mg/100g tal), delež dušika (N v %) in C/N razmerje	22
Preglednica 9: Fizikalne analize tal za Moravče: globina odvzema vzorca (v cm), gostota tal (ρ_b , v g/cm^3), poroznost tal (f, v %), hidravlična prevodnost tal (K, v m/dan), teksturni razred (TRZ), količina vode pri poljski kapaciteti (PK, v vol %) in točka venenja (TV, v vol %), rastlinam dostopna voda (RDV, v vol %)	22
Preglednica 10: Kemijske analize tal za Kamnik: globina odvzema vzorca (v cm), pH, delež organska snov (OS, v %), dostopnost fosfor (P_2O_5 v mg/100g tal) in kalij (K_2O v mg/100g tal), delež dušika (N, v %) in C/N razmerje	23
Preglednica 11: Fizikalne analize tal za Kamnik: globina odvzema vzorca (v cm), gostota tal (ρ_b , v g/cm^3), poroznost tal (f, v %), hidravlična prevodnost tal (K, v m/dan), teksturni razred (TRZ), količina vode pri poljski kapaciteti (PK, v vol %) in točka venenja (TV, v vol %), rastlinam dostopna voda (RDV, v vol %)	23
Preglednica 12: Kemijske analize tal za Renče: globina odvzema vzorca (v cm), pH, delež organska snov (OS, v%), dostopnost fosfor (P_2O_5 v mg/100g tal) in kalij (K_2O v mg/100g tal), delež dušika (N, v%) in C/N razmerje	24
Preglednica 13: Fizikalne analize tal za Renče: globina odvzema vzorca (v cm), gostota tal (ρ_b , v g/cm^3), poroznost tal (f, v %), hidravlična prevodnost tal (K, v	

m/dan), teksturni razred (TRZ), količina vode pri poljski kapaciteti (PK, v vol %) in točka venenja (TV, v vol %), rastlinam dostopna voda (RDV, v vol %) 25

Preglednica 14: Kemijske analize tal za Bilje: globina odvzema vzorca (v cm), pH, delež organska snov (OS, v %), dostopnost fosfor (P_2O_5 v mg/100g tal) in kalij (K_2O v mg/100g tal), delež dušika (N, v %) in C/N razmerje 26

Preglednica 15: Fizikalne analize tal za Bilje: globina odvzema vzorca (v cm), gostota tal (ρ_b , v g/cm³), poroznost tal (f , v %), hidravlična prevodnost tal (K , v m/dan), teksturni razred (TRZ), količina vode pri poljski kapaciteti (PK, v vol %) in točka venenja (TV, v vol %), rastlinam dostopna voda (RDV, v vol %) 26

KAZALO SLIK

Slika 1: Peskokop v Moravčah, rekultiviran v travnik (označeno z zeleno, z rdečo lokacija odvzetih vzorcev in z modro puščico odvzem vzorcev jalovine). (Kartna podlaga Geopedia, 2016)	9
Slika 2: Peskokop, rekultiviran v travnik (foto: Škornik Grdina K., 2010).	10
Slika 3: Moravče jalovina (foto: Zupanc V., 2010).	10
Slika 4: Odvzem vzorca (foto: Škornik Grdina K., 2010).	10
Slika 5: Skelet na globini 40 cm (foto: Zupanc V., 2010).	10
Slika 6: Peskokop v Kamniku, rekultiviran v njivo (označeno zeleno, z rdečo lokacija odvzetih vzorcev). (Kartna podlaga Geopedia, 2016)	11
Slika 7: Slabši del rekultivirane njive (foto: Zupanc V., 2010).	12
Slika 8: Odvzem vzorca (foto: Zupanc V., 2010).	12
Slika 9: Glinokop v Renčah, rekultiviran v travnik (označeno zeleno, z rdečo lokacija odvzetih vzorcev). (Kartna podlaga Geopedia, 2016)	13
Slika 10: Gramoznica v Biljah, rekultivirana v pašnik (označeno z zeleno, z rdečo lokacija odvzetih vzorcev). (Kartna podlaga Geopedia, 2016).	15
Slika 11: Pašnik in komunalna čistilna naprava v ozadju (foto: Škornik-Grdina K., 2016).	15
Slika 12: Proizvodnja gramoza v opuščanju (foto: Škornik-Grdina K., 2016).	15
Slika 13: Teksturni tikotnik ameriške teksturne klasifikacije in kako ga uporabljamo (Zupan in sod., 1998)	18

KAZALO PRILOG

Priloga A: Poročilo: Ocena kakovosti umetne zemljine (za TERMIT d.o.o.)	35
Priloga B: Poročila o preizkusih št. 00929/2014 in 00930/2014	37

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
N	dušik (v %)
P ₂ O ₅	fosfor (mg/100g tal)
K ₂ O	kalij (mg/100g tal)
pF	logaritem cm vodnega stolpca
pH	stopnja kislosti/bazičnosti
ρ _b	volumska gostota tal (g/cm ³)
m _s	masa suhih tal
V _b	celoten volumen oziroma volumen neporušenih tal (cm ³)
TRZ	teksturni razred tal
PK	poljska kapaciteta tal (masni ali volumski %)
TV	točka venenja (masni ali volumski %)
RDV	rastlinam dostopna voda (masni ali volumski %)
K	hidravlična prevodnost tal (cm/h, m/dan)
OS	organska snov
f	poroznost (%)
V _b	volumen por (cm ³)

1 UVOD

Rekultivacija pomeni obnovo prizadete krajine z odstranitvijo negativnih vplivov in vnašanjem takih sprememb, ki bodo dale krajini novo, pozitivno vlogo (Rokavec, 1999).

Poznamo različne vrste rekultivacij:

- popolna rekultivacija (vrnitev zemljišča v prejšnjo funkcijo ali vzpostavitev nove),
- delna rekultivacija (če popolna rekultivacija ni možna, se izvede biološka rekultivacija etažnih ravnin ob puščanju golih sten etaž, npr. v kamnolomih),
- sočasna ali fazna rekultivacija (na delu območja še poteka izkoriščanje).

V Sloveniji se površine kmetijskih zemljišč zmanjšujejo, kar je posledica pozidave ali zaraščanja. Zato je treba nameniti pozornost vsaki površini, ki jo želimo rekultivirati v kmetijsko površino. Površinski kopi znotraj kmetijskega prostora povečajo razdrobljenost, ki je v Sloveniji zelo velika (Hladnik, 2005). V diplomski nalogi obravnavamo rekultivacijo površinskih kopov, ki v našem okolju pustijo precejšnje opustošenje na območju, ki je bilo izkoriščano. Za ohranjanje kmetijskih površin je zelo pomembno, da območja vzpostavimo nazaj v urejeno celoto, ki je lahko namenjena kmetijski uporabi. Slovenija se po kmetijsko obdelovalnih površinah (njive in vrtovi) nahaja na dnu držav članic Evropske unije (uvršča se na 24. mesto). V Sloveniji je v uporabi 8,8 % kmetijsko obdelovalnih površin in 24,3 % kmetijskih površin na celotni površini države, medtem ko evropsko povprečje znaša 27,4 % kmetijsko obdelovalnih površin oziroma 45 % skupnih kmetijskih površin. Med leti 1991 in 2008 se je površina kmetijskih zemljišč zmanjšala za 68.870 ha oziroma za 12,3 %. Raziskave so pokazale, da smo od leta 2002 do 2007 izgubili približno 7 ha kmetijskih površin na dan. Zaskrbljujoč je podatek, da imamo v Sloveniji v uporabi le 2545 m² kmetijskih zemljišč na prebivalca in od tega le 884 m² kmetijsko obdelovalnih površin (Pintar in sod., 2012). Zaradi teh zaskrbljujočih podatkov je še toliko bolj pomembno, da se borimo za vsako obdelovalno površino. Zato smo v diplomski nalogi namenili pozornost analizi rekultivacije površinskih kopov, ki so se rekultivirali v kmetijska zemljišča. Pri tem nas je zanimalo, kako potekajo rekultivacijska dela, kakšna je kakovost tal po končani rekultivaciji in ali so rekultivirane površine primerne za kmetijsko dejavnost.

1.1 POVOD ZA IZDELAVO DIPLOMSKEGA DELA

Degradirana zemljišča, kjer se je s površinskim kopom (gramoznice, peskokopi, glinokopi, kamnolomi ...) izkoriščalo naravno bogastvo, morajo nosilci rudarske pravice po zakonodaji po zaključku izkopavanja urediti oz. rekultivirati (Zakon o rudarstvu, 2010). Rekultivacija oz. sanacija teh zemljišč se največkrat izvede tako, da se površina poravna, na to urejeno površino pa se nasuje plast zemljine. Zemljina bi morala biti izvorna, in sicer vrhnji rodovitni sloj tal. To zemljino naj bi nosilec rudarske pravice v času koriščenja površinskega kopa ustrezno deponiral. Tu se v praksi pogosto pojavljajo odstopanja od predpisov. Za sanacijo in rekultivacijo v kmetijsko rabo so po zaključku koriščenja površinskega kopa najprimernejši površinski kopi na ravninskih delih s plitvim odkopavanjem, kot so: peskokopi kremenovega peska, glinokopi in ponekod, če so suhe, gramoznice.

1.2 NAMEN DIPLOMSKEGA DELA

Namen diplomskega dela je izbrati rekultivirane površine površinskih kopov, ki se nahajajo znotraj kmetijskega prostora in ki so bile rekultivirane za namene kmetijske rabe. V diplomskem delu želimo ugotoviti osnovne lastnosti tal rekultiviranih zemljišč štirih površinskih kopov na izbranih lokacijah v Sloveniji, na katerih bi ovrednotili osnovne fizikalne in kemijske lastnosti profila tal rekultiviranega zemljišča.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

V nalogi želimo preveriti naslednjo hipotezo:

Ali je bila rekultivacija izbranega zemljišča (glinokopa, peskokopa in gramoznice) izvedena tako, da omogoča optimalno kmetijsko pridelavo.

2 PREGLED OBJAV

Pregled literature pokaže, da obstaja nekaj objav o obnovi degradiranih zemljišč površinskih kopov za vzpostavitev ali obnovo naravnih habitatov oz. za potrebe kmetijske pridelave. Vendar se opaža, da je objav za obnovo površinskih kopov za kmetijske potrebe manj kot za vzpostavitev ali obnovo naravnih habitatov. Nekaj primerov: v Indiji (severno-zahodni del indijske puščave blizu Barna) so se pri rekultivaciji površinskih kopov apnenca osredotočili na zasaditev okolju primerne vegetacije, ki bi koristila lokalni skupnosti. Analize lastnosti tal so bile le vodilo, da se je izbrala vegetacija, ki bi uspevala na rekultiviranem območju in ki bo v korist ljudem in živalim (Sharma in sod., 2004). V Nemčiji so površinski kop rjavega premoga rekultivirali v kmetijsko zemljišče (Krümmelbein in sod., 2010). Anthony Bradshaw v svojih objavah razmišlja, ali je bolje prepustiti rekultivacijo površinskega kopa naravnemu procesu, kjer se okvirno v 50 oziroma 100 letih tekom naravnih procesov vzpostavi prvotno stanje, ali je primernejša rekultivacija, ki jo opravi človek sam. Slednja je pogojena z velikimi stroški, ki temu botrujejo, in velikim vprašanjem, kako ravnati in kam deponirati zgornji odstranjeni sloj zemljine, ki se jo mora po končani rekultivaciji vrniti nazaj tja, kjer je bila odstranjena. Vendar nekako zaključuje, da je potrebno pri rekultivaciji, ki jo prepuščamo naravnim procesom, pomagati s primerno vegetacijo, da se lahko hitreje vzpostavi možnost naravnega rekultiviranja, ki je precej cenejša od rekultivacije, pri kateri mora nosilec rudarske pravice vzpostaviti prvotno stanje (Bradshaw, 2000a, 2000b). V ZDA v zvezni državi Ohio, so opravili rekultivacijo površinskega kopa v kmetijsko zemljišče (Shrestha in Lou, 2011).

Za slovenski prostor je vedno bolj pomembno, da se ohranja oziroma rekultivira čim več zemljišč, ki bi bila primerna za kmetijsko uporabo. Kljub Zakonu o varovanju kmetijskih zemljišč (Zakon o varstvu kmetijskih zemljišč pred spreminjanjem namembnosti, Ur. l. SRS št. 44-1892/82), ki je bil sprejet v 70. letih, se je precej (ne)načrtovano zidalo po dobrih kmetijskih zemljiščih, ki so sedaj izgubljena. Na podlagi tega se sedaj srečujemo z dejstvom, da se nahajamo povsem na repu držav članic Evropske unije glede povprečja in velikosti zemljišč, ki so namenjena kmetijski dejavnosti (Cof, 2005).

Pravno podlago za izkoriščanje in rekultivacijo površinskih kopov v Sloveniji omogočata:

- (a) »Zakon o rudarstvu (2010), ki določa pogoje za iskanje, raziskovanje in izkoriščanje mineralnih surovin ne glede na to, ali so v zemlji, na njeni površini ali v vodah, pogoje za opustitev njegovega izkoriščanja ter pogoje za zagotavljanje varstva in zdravja pri izvajanju del, ki so v zvezi z raziskovanjem, izkoriščanjem in opustitvijo izkoriščanja mineralnih surovin ter ureja inšpekcijski nadzor.«
- (b) »Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (2008) in Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (2011), ki določata, kakšen material lahko uporabimo za rekultivacijo, med drugim določata tudi največje vrednosti anorganskih in organskih parametrov v zemeljskem izkopu, namenjenem rekultivaciji tal na kmetijskem zemljišču, fizikalno-kemijske lastnosti zemeljskega izkopa, namenjenega nasipanju zemljišč in zapolnjevanju izkopov za globino vnosa

globlje od 2 m, fizikalno-kemijske lastnosti zemeljskega izkopa, namenjenega za rekultivacijo tal za globino vnosa do 2 m, ter največje vrednosti anorganskih in organskih parametrov umetno pripravljene zemljine, ki je namenjena rekultivaciji tal na kmetijskih zemljiščih.« Tu predvsem mislimo na tehnogena tla (to so tla, ki nastajajo na substratih iz tehnogenih odpadkov, kakršne so deponije, ki so nastajale z nasipavanjem pri zemeljskih delih (izkopi, planiranje) ali pa z odlaganjem materiala iz rudnikov (jalovina), iz termoelektrarn ipd. (Urbančič in sod., 2005).

2.1 POVRŠINSKI KOPI V SLOVENIJI

»Površinski kop je rudnik s površinskim izkoriščanjem mineralne surovine.« (Zakon o rudarstvu, 2010)

Površinske odkope mineralnih surovin delimo glede na obliko prizadete krajine na (Rokavec, 1999).

- nižinske površinske odkope (odkopi sipkih rudnin, kot so pesek, prod oz. gramoz, grušč in gline),
- pobočne površinske odkope (odkop trdnih hibrin, kot so sedimentne, magmatske in metamorfne kamnine); v to skupino sodijo kamnolomi tehničnega gradbenega kamna, surovin za cementno industrijo in naravnega kamna,
- nižinsko pobočne površinske odkope (pridobivanje iz rečnih strug, akumulacijskih jezer).

Seveda zahteva vsaka od teh oblik kopov svoj pristop k rekultivaciji. Nižinski odkopi so z vidika rekultiviranja neprimerljivo enostavnejši in jih je moč z zasipanjem vrniti v prejšnjo podobo in rabo. Rekultivacija gramoznic in glinokopov je tako praviloma cenejša in enostavnejša kot rekultivacija kamnolomov v karbonatih (apnenec, dolomit) in drugih trdnih kamninah. Rekultivacija pobočnih odkopov je mnogo bolj tehnično zahtevna in vrnitev reliefa v prejšnjo obliko večkrat ni možna.

Za obnovo poškodovanih zemljišč so potrebna rudarsko-krajinska dela v procesu rekultivacije (Rokavec, 1999).

- obnova ali sprememba reliefa degradiranega dela krajine (oblikovanje reliefa, ureditev brežin),
- priprava oz. regeneracija tal (humusiranje in biološka usposobitev tal),
- ozelenitev ali biološka sanacija, ki ima poleg estetskega tudi praktičen namen preprečevanja erozije.

Vsak odkop je možno po prenehanju izkoriščanja na določen način (z določenimi tehničnimi ukrepi) pripraviti za določeno rabo. Izbira najustreznejše rabe strokovno rekultiviranega odkopa je odvisna od značilnosti oz. vrste odkopa (le-ta je pogojena z vrsto mineralne surovine), od naravnih danosti, kot so morfologija in geološka zgradba ozemlja, ter od socialno ekonomskih potreb ožjega in širšega zaledja nekdanjega odkopa.

V praksi ni problematična rekultivacija opuščanih površinskih odkopov na urbanih območjih znotraj ali v neposredni bližini mestnih središč, temveč na odročnih lokacijah izven urbanih naselij, kjer je bitka za vsak kvadratni meter prostora, se v opuščanih

gramoznicah in glinokopih zgradijo stanovanjske soseske (npr. Zupančičeva jama v Ljubljani) in obrtne cone (npr. obrtno-trgovska cona v opuščenem glinokopu Črnuče) ter industrijski objekti (npr. asfaltna baza v opuščenem glinokopu Smodinovec pri Ljubljani). Lahko pa se odkop koristno uporabi za odlaganje komunalnih odpadkov (glinokop Sinja Gorica pri Vrhniki) ali gradbenih odpadkov in nevgradljivih zemljin (gramozne jame med Fužinami in Dobrunjami, peskokop Podutik) (Rokavec, 1999).

Tako dobi s pridobivanjem mineralnih surovin razvrednoten prostor koristno funkcijo in ostanejo neprizadete površine krajine rezervirane za ekološko bolj sprejemljive namene (Rokavec, 1999).

Osnovni kriteriji rekultivacije so naslednji (Rokavec, 1999).

- preprečena mora biti nadaljnja degradacija prostora (erozija, plazenje, zdrs, rušenje brežin);
- prostor mora biti varen za človeka in živali, prehoden ter brez umetnih ograj;
- vzpostaviti je treba izgled, ki je skladen z okoljem (predvsem podoba reliefa in morfologije terena);
- zagotoviti možnost rasti avtohtone vegetacije (naravna ozelenitev s posaditvijo primarnih vrst).

Moderno rudarsko projektiranje ni le izdelava dodatnega rekultivacijskega programa, temveč je potrebna bistveno višja stopnja projektiranja. Ta v svoje tehnično-rudarske rešitve že vkomponira rekultivacijske zahteve oziroma predvidi takšno rudarjenje, ki ob odjemu rudnine hkrati že zagotavlja končno obliko in kvaliteto zemljišča. Tak primer je lahko projektiranje gramoznice, kjer je končna brežina odkopavanja že tudi končna brežina bodočega jezera, z vsemi pristopi, nakloni, polotočki in otočki. Tako prilagojeno rudarjenje takoj zagotovi končni standard prostora, za katerega niso potrebna rekultivacijska dela in stroški. Rešitev je smiselna tam, kjer je to mogoče, hkrati pa skrajša čas od začetka do konca rudarjenja, denarno razbremeni rudnik, naredi surovine konkurenčne in zmanjšuje strah, da območje ne bi bilo rekultivirano (Salobir, 1999).

2.2 OSNOVNE LASTNOSTI TAL

Tla so trifazni sistem, sestavljena so iz trdne, tekoče in plinaste faze. Trdno fazo tal sestavljajo mineralni delci različnih velikosti (pesek, melj, glina) in organska snov. Teksturo tal sestavlja delež mineralnih delcev, ki so različnih velikosti. Od tega, kakšna je velikost mineralnih delcev, je odvisna specifična površina delcev in velikost por v tleh. Velikost delcev vpliva na kemične in fizikalne lastnosti tal (gibanje vode v tleh, zračnost, kationska izmenjevalna kapaciteta tal). Če imamo v tleh veliko glinenih delcev, so tla gosta in zbita in so zato slabo prepustna in zračna. Vendar imajo tla v takšnem primeru veliko kationsko izmenjevalno kapaciteto, kar pomeni, da imajo sposobnost zadrževanja vode in hranil. Če pa v tleh prevladujejo peščeni delci, so tla zračna in topla, vendar slabše zadržujejo vodo in imajo manjšo kationsko izmenjevalno kapaciteto. Pesek tako izboljša prepustnost in zračnost glinastih tal. Peščena tla pa imajo zaradi prisotnih glinastih delcev izboljšano kationsko izmenjevalno kapaciteto in sposobnost zadrževanja vode. Ugodnejši so tisti teksturni razredi, ki zajemajo vse velikostne skupine mineralnih delcev v sorazmerno primerljivih deležih (Zupan in sod., 1998).

Talne lastnosti so pokazatelj nespremenljivih (matična podlaga, relief) in spremenljivih (klimatske razmere) okoljskih dejavnikov in rabe tal. Določene lastnosti tal popisujemo neposredno ob vzorčenju: skeletnost, prekoreninjenost, oblika strukturnih agregatov, konzistenca, barva. Z opisnimi in laboratorijsko določenimi meritvami dobimo informacije, kako človek in okolje vplivata na talne lastnosti in na stanje tal. Pri tem so pomembni naslednji parametri: pH, delež organske snovi, tekstura in kationska izmenjevalna kapaciteta tal vse to pa vpliva na vezanost (adsorpcijo) snovi na talne delce ter njihovo dostopnost organizmom in mobilnost v talnem profilu (Zupan in sod., 2008).

Med fizikalne lastnosti tal uvrščamo barvo, teksturo in strukturo, gostoto tal, poroznost, vodno-zadrževalne lastnosti tal in hidravlično prevodnost nasičenih tal, medtem ko so kemične lastnosti tal odvisne od matične kamnine, vlage, teksture (gline), organo-mineralnega kompleksa tal in vnosov v tla (npr. mineralnih ali organskih gnojil).

Barva tal je lastnost, s pomočjo katere lahko ugotovimo, kako so tlotvorni procesi in klimatske razmere vplivali na nastanek tal. Barva je tudi lastnost tal, ki jo najprej opazimo. Vsi talni horizonti so sestavljeni iz mineralnih delcev in organske snovi. Barva tal je torej seštevek barv njenih sestavin. Za barvo tal je pomembna specifična površina talnih delcev, manjši ko so delci, večji vpliv imajo na barvo tal (Zupan in sod., 1998).

Struktura tal označuje način/vrsto povezovanja osnovnih (pesek, melj, glina) delcev tal v skupke. Če so povezani med seboj do take stopnje, da nastanejo enote z jasno ločenimi mejami, govorimo o strukturnih agregatih. Struktura tal je ena bistvenih morfoloških značilnosti tal in vpliva na številne talne lastnosti: povezanost tal, razmerje med makro in mikroporami, dostopnost rastlinskih hranil, delovanje mikroorganizmov, razvoj in rast korenin. Na povezovanje talnih delcev med seboj in tvorbo strukturnih agregatov vplivajo številni procesi, najpomembnejši so: koagulacija koloidov, elektrostatično povezovanje glinenih delcev, vlaženje in izsuševanje, zmrzovanje in taljenje, delovanje rastlinskih korenin in talne favne (Zupan in sod., 1998).

Prekoreninjenost je pokazatelj razmer, ki jih tla nudijo rastlini za rast in razvoj. Gost koreninski splet je pokazatelj primerno rahlih, humoznih in primerno vlažnih tal v daljšem časovnem obdobju. Ostra meja med prekoreninjenim in manj oz. neprekoreninjenim horizontom nakazuje prisotnost motečega dejavnika (prepreka, zbitost, talna voda ipd.) (Zupan in sod., 1998).

Organsko snov v tleh sestavljajo živi organizmi in odmrli rastlinski in živalski ostanki. V obdobju enega leta se razkroji (mineralizira) približno 70–90 % organskih ostankov do osnovnih rastlinskih hranil. Nekje 10–30 % organskih ostankov v tleh ne razpade do osnovnih rastlinskih hranil, ampak iz njih po delnem razkroju nastane humus (Leskovšek, 1993, cit. po Zupan in sod., 1998). Organska snov v tleh ni samo vir rastlinskih hranil, ampak je pomembna tudi pri tvorbi polisaharidov, ki v tleh delujejo kot cementni material in sodelujejo pri tvorbi strukturnih agregatov. Organska snov je pomembna pri zadrževanju vode v tleh. Te pozitivne lastnosti so zelo pomembne pri peščenih tleh, ki imajo majhno kationsko izmenjevalno kapaciteto in nizko sposobnost zadrževanja vode v tleh (Miller in Donahue, 1990, cit. po Zupan in sod., 1998). Razgradnja in tvorba organske snovi je odvisna od klimatskih (temperatura, vlaga) in talnih dejavnikov (vsebnost hranil, talni pH,

tekstura tal). Nizka temperatura upočasni tvorbo in razgradnjo organske snovi, medtem ko visoka temperatura in primerna vlažnost pripomoreta k hitrejši razgradnji organske snovi. Zelo suha ali zelo mokra tla ne vplivajo ugodno na rast rastlin in življenje mikroorganizmov. Na razgradnjo organske snovi vpliva vsebnost hranil v tleh (predvsem dušika in C/N razmerje) in ugoden pH, ki med 6 in 8 pomembno vpliva na razvoj mikroorganizmov (Zupan in sod., 1998).

pH tal je lastnost, ki vpliva na fizikalno kemijske procese v tleh in na fiziološke procese v rastlinah. Reakcija tal je pokazatelj številnih dejavnikov in procesov, ki se odvijajo v tleh. pH posredno prikazuje, kakšno je ravnovesje med mineralnimi delci, ioni v talni raztopini in kationsko izmenjavo med talno raztopino in adsorpcijskim kompleksom. Vsebnost bazičnih kationov v matični podlagi določa razvoj pH v tleh. Na pH tal poleg matične podlage vplivajo še vsebnost organske snovi, rastlinske korenine in talna favna in seveda človek s talnimi posegi- gnojenje (Zupan in sod., 1998).

Poroznost tal je odvisna od teksture, strukture in deleža organske snovi. Glinasti delci ob večji količini vode v tleh nabreknejo in s tem vplivajo na obliko in velikost por v tleh. Obstojnost strukturnih agregatov vpliva na poroznost tal. Če je obstojnost strukturnih agregatov nizka, bodo strukturni agregati ob povečani vsebnosti vode razpadli in s tem se bo spremenil sistem talnih por. Organska snov pripomore k poroznosti tal. Talne pore poleg vode zadržujejo tudi zrak. Rodovitnost tal je v veliki meri odvisna od razmerja med vodo in zrakom v porah. Na vodno zadrževalne lastnosti tal vplivata oblika in velikost por. Zato pore delimo na nekapilarne- makropore in kapilarne- mikropore. Makropore se predvsem nahajajo v peščenih in grobo strukturnih tleh. Takšne talne pore so po navadi zapolnjene z zrakom; voda iz njih hitro odteče. Mikropore se nahajajo v drobno strukturiranih tleh, ki imajo manjše strukturne delce (Zupan in sod., 1998).

Hidravlična prevodnost tal nam opiše, kolikšen je pretok vode skozi zemljino. Tok vode skozi tla opišemo z Darsijevim zakonom, ki izraža tok tekočine skozi zasičen porozni prostor. Dejanska hitrost vode v poroznem mediju je hitrejša od izmerjene povprečne hitrosti vode v tleh, saj se voda giblje le v porah, ki so med seboj povezane in s tem aktivno prispevajo k toku vode (t.i. efektivna poroznost) (Zupanc in Pintar, 2004).

Grafično prikazan odnos med silo vode, s katero je voda vezana v tleh, ter količino vode se imenuje krivulja vodno zadrževalnih lastnosti tal. Hkrati prikazuje tudi dostopnost vode za rastline. Če je sila, s katero je voda vezana, izražena v logaritmičnih centimetrom vodnega stolpca, se ta krivulja imenuje pF krivulja. Pri določanju pF vrednosti simuliramo pogoje zadrževanja vode, tako pF krivulja prikaže vodno zadrževalne lastnosti tal (Zupanc in Pintar, 2004).

Volumsko gostoto tal (ρ_b) definiramo z razmerjem med maso trdne snovi tal in volumnom celotnega neporušenega vzorca tal. Odvisna je od razmerja med količinama organskih in mineralnih delcev v tleh. Tla, ki vsebujejo veliko mineralne in organske snovi ter imajo velik porni volumen, imajo majhno volumsko gostoto tal (primer je surovi humus z volumsko gostoto okoli $0,2 \text{ g cm}^{-3}$, povprečna poljska tla pa imajo volumsko gostoto približno $1,5 \text{ g cm}^{-3}$). Volumsko gostoto tal določajo struktura, tekstura in delež organske snovi v tleh (Ogorevc, 2008).

3 MATERIAL IN METODE

Na štirih izbranih lokacijah v Sloveniji smo popisali in ovrednotili fizikalne in kemijske lastnosti tal rekultiviranega zemljišča (glinokopa, peskokopa in gramoznice), in sicer gostoto tal, poroznost, teksturo, vodno retenzijske lastnosti tal, pH, založenost tal s hranili (fosfor in kalij) in organsko snovjo.

3.1 OPIS LOKACIJ IN VZORČENJE

Lokacije smo izbirali tako, da smo zajeli vse tipe površinskih kopov razen kamnolomov. Pri izbiri lokacije smo upoštevali naslednja izhodišča:

- površinski kop je nekdanje kmetijsko zemljišče;
- površinski kop je rekultiviran nazaj v kmetijsko zemljišče.

Izbrane so bile naslednje lokacije:

- peskokop – kremenovega peska v Moravčah (nosilec rudarske pravice je podjetje Termit d.d.),
- peskokop v Kamniku (nosilec rudarske pravice je podjetje SGP Graditelj d.d.),
- glinokop v Renčah (nosilec rudarske pravice so Goriške opekarne d.d.),
- gramoznica v Biljah (nosilec rudarske pravice je gradbeno podjetje Primorje d.d.).

Na podlagi terena in vizualnega profila tal smo se odločili za točkovno vzorčenje tal. Vzorčenje tal je potekalo v nekultiviranem sloju tal. Kjer je bilo mogoče, smo odvzeli vzorce na dveh globinah, na nekaterih lokacijah, kjer to ni bilo mogoče, pa samo na eni globini. Globine so bile prilagojene stanju na terenu glede na vizualno oceno rekultivacije.

3.1.1 Lokacija Moravče

Moravče se nahajajo blizu središča Slovenije in so od Ljubljane oddaljene približno 30 km. V Moravški dolini je pokrajinski videz predvsem kmetijsko naravnan kljub dejstvu, da se aktivno prebivalstvo predvsem zaposluje v industrijskih in drugih panogah, ki se nahajajo zunaj občine Moravče. Moravče v nižinskem predelu oblikuje okrog 30 manjših naselij (Občina Moravče, 2016).

Izkoriščanje tal v Moravčah v velikosti približno 5,12 ha se je začelo leta 1960. Nosilec rudarske pravice je družba Termit d.d., ki se ukvarja s proizvodnjo in predelavo kremenovih peskov ter izdelavo pomožnih livarskih sredstev za livarne in železarne. Začetna rekultivacija (peskokopa, na katerem smo odvzeli vzorce) se je pričela leta 1985 in nadaljevala do leta 1993, dokončna rekultivacija je bila zaključena v letu 2007 (slika 1). Sama zemeljska dela so potekala v suhem vremenu. Ob izvajanju rekultivacije je bilo prisotno nadzorno osebje. Za rekultivirano zemljišče je bila leta 1993 uporabljena naplavina iz ribnikov, kasneje umetno pripravljena zemljina, ki je v skladu z Uredbo o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (2008) in Uredbo o spremembah in dopolnitvah Uredbe o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (2011), ki določa, kakšna mora biti sestava materialov za rekultivacijo in na koncu deponirani humus. Sama talna masa je bila pred samim začetkom izkoriščenja tal deponirana in kasneje uporabljena za rekultivacijo.

Lokalna civilna iniciativa v občini Moravče je mnenja, da podjetje Termit d.d. z rekultivacijo peskokopov onesnažuje okolje z vnosom nevarnih, okolju in zdravju škodljivih odpadkov (Kočar, 2005). Regijsko društvo ekološkega gibanja Ivančna Gorica je prejelo anonimni klic o nepravilnostih, ki naj bi se dogajale pri rekultivacijah. Z namenom, da preverijo prijavo, so po predhodni najavi obiskali podjetje Termit d.d. in prišli do zaključka, da ima podjetje Termit d.d. po zakonski plati vse urejeno tako, kot se v praksi zahteva (Hegler, 2005).



Slika 1: Peskokop v Moravčah, rekultiviran v travnik (označeno z zeleno, z rdečo lokacija odvzetih vzorcev in z modro puščico odvzem vzorcev jalovine). (Kartna podlaga Geopedia, 2016)

3.1.1.1 Vzorčenje tal na lokaciji Moravče

V Moravčah je nosilec rudarske pravice podjetje TERMIT d.d. (Drtija 51) peskokop rekultiviralo v travnik (slika 2). Na rekultiviranem zemljišču smo 19.10.2010 odvzeli vzorce na globinah:

- 5–10 cm: odvzeta dva porušena vzorca tal za določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal; šest neporušenih vzorcev (tri vzorce smo obdržali v Kopecky-evem cilindru) za določitev hidravlične prevodnosti, preostale tri vzorce smo prenesli v papirnate vrečke in jim določili gostoto in poroznost tal (slika 4)
- 0–40 cm: odvzet samo porušen vzorec tal in določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal (slika 5).

Del rekultiviranega zemljišča v Moravčah (poimenovali smo ga Jalovina) (slika 3) ni namenjen kmetijski dejavnosti, zato niso bili opravljeni dodatni meliorativni ukrepi (gnojenje, apnenje). Vzorci so bili odvzeti samo do globine 10 cm zaradi prisotnega skeleta. Na rekultiviranem zemljišču smo odvzeli vzorce na globini:

- 5–10 cm: odvzeta dva porušena vzorca tal za določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal: šest neporušenih vzorcev (tri vzorce smo obdržali v Kopecky-evem cilindru) za določitev hidravlične prevodnosti, preostale tri vzorce smo prenesli v papirnate vrečke in jim določili gostoto in poroznost tal.



Slika 2: Peskokop, rekultiviran v travnik (foto: Škornik Grdina K., 2010).



Slika 3: Moravče jalovina (foto: Zupanc V., 2010).



Slika 4: Odvzem vzorca (foto: Škornik Grdina K., 2010).



Slika 5: Skelet na globini 40 cm (foto: Zupanc V., 2010).

3.1.2 Lokacija Kamnik

Kamnik se nahaja južno od Kamniško-Savinjskih Alp in je središče istoimenske občine Kamnik. Staro mestno jedro Kamnika je upravno, kulturno, turistično in industrijsko središče, ki se nahaja ob južnem delu kamniških Alp (Občina Kamnik, 2015).

Izkoriščanje tal v Kamniku v velikosti približno 5 ha (slika 6) se je začelo leta 1971. Nosilec rudarske pravice je podjetje SGP Graditelj d.d. Rekultivacija se je začela približno deset let po izkoriščanju tal (1981) in je trajala do leta 2000, vendar so nekaj zemlje navozili še leta 2005. V kakšnem vremenu so bila opravljena rekultivacijska dela, se točno ne ve. Pri rekultivaciji niso bili prisotni lastniki zemljišča, imeli pa so sklenjen dogovor o

zemeljskih delih. Izkazalo se je, da rekultivacija ni bila izvedena po načrtih, tudi dogovori z odgovornimi niso veljali, razen v zaključnem delu leta 2005, ko so zaradi pridobitve novega dovoljenja črpanja gramoza morali že izkoriščena zemljišča urediti v prvotno stanje, takrat so se začele zadeve bolj in hitreje urejati.

Za rekultivacijo leta 1981 je bil uporabljen odpadni gradbeni material in odpadna zemlja raznih izkopov. Po dogovoru so izvedli še nekaj drenaž zaradi neprepustnosti tal, pri podlagi pod zemljo je bil navožen mulj- blato od pranj gramoza in težka ilovica. Pri nasipanju zemlje (leta 2005) na že izkoriščeno zemljišče je bila zemlja navožena iz naslednjih odkritih zemljišč oz. površinskih kopov, v večini primerov je bila to zelo slaba zemlja, celo mrtvica. Talno maso, ki je bila na vrhu zemljišča, so odstranili na kup, vendar se je sčasoma uporabila za ureditev okolice okoli blokov in tudi delno za ureditev raznih vrtičkov. Je pa precej zemlje z vrha pri odkrivanju pristalo na dnu jame, deset metrov pod nivojem današnje površine.



Slika 6: Peskokop v Kamniku, rekultiviran v njivo (označeno zeleno, z rdečo lokacija odvzetih vzorcev). (Kartna podlaga Geopedia, 2016)

3.1.2.1 Vzorčenje tal na lokaciji Kamnik

V Kamniku je bivši peskokop rekultiviran v njivo (slika 6), na kateri sejejo ječmen, koruzo itd. Meliorativni ukrepi (gnojenje s hlevskim gnojem) se izvajajo v skladu z gnojilnim načrtom. Tla so precej vlažna in slabo prepustna. Na rekultivirani površini je precej kamenja in ostankov odpadnega gradbenega materiala, ki je pomešan z zemljo.

Del zemljišča v Kamniku je precej slabo rekultiviran, zato smo na tem delu lahko odvzeli samo porušene vzorce tal do globine 30 cm (slika 7). Za odvzem neporušenih vzorcev tal je bilo zemljišče neprimerno zaradi prisotnosti odpadnega gradbenega materiala (ostanki odpadnega asfalta in betonskih plošč) in skeleta v velikosti do 60 cm. Na isti lokaciji, vendar samo nekaj metrov naprej, je bila izvedena nekoliko boljša rekultivacija, kjer smo odvzeli vzorce na globinah (slika 8):

- 5–10 cm: odvzeta dva porušena vzorca tal za določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal; šest neporušenih vzorcev tal (tri vzorce smo obdržali v Kopecky-evem cilindru) za določitev hidravlične prevodnosti tal, preostale tri vzorce smo prenesli v papirnate vrečke in jim določili gostoto in poroznost tal.
- 25–30 cm: odvzeta dva porušena vzorca tal za določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal; šest neporušenih vzorcev tal (tri vzorce smo obdržali v Kopecky-evem cilindru) za določitev hidravlične prevodnosti tal, preostale tri vzorce smo prenesli v papirnate vrečke in jim določili gostoto in poroznost tal.



Slika 7: Slabši del rekultivirane njive (foto: Zupanc V., 2010).



Slika 8: Odvzem vzorca (foto: Zupanc V., 2010).

3.1.3 Lokacija Renče

Renče so naselje v Občini Renče – Vogrsko. Razprostirajo se na 22,5 km² spodnje Vipavske doline, na levem bregu reke Vipave, približno 10 km južno od Nove Gorice (Renče, 2015).

Izkoriščanje tal v Renčah v velikosti približno 8,53 ha se je začelo leta 1968. Nosilec rudarske pravice je podjetje Goriške opekarne d.d., ki so vodilni proizvajalec celovitega programa opečnih izdelkov. Rekultivacija se je začela leta 1970. Sama rekultivacija površinskega kopa, kjer smo vzeli vzorce, še traja (slika 9). Zemeljska dela rekultivacije so potekala v lepem vremenu. Po letu 1978 je bil vedno prisoten tehnični vodja izmene. Zemeljska dela so bila opravljena v skladu z rudarsko zakonodajo in občinskim odlogom. Po letu 1985 je rekultivacija (sanacija) potekala tako, kot je bila predpisana, saj brez

rekultiviranih površin ni bilo dovoljenja za črpanje in izvajanje del. Za rekultivacijo so se uporabljale zemljine raznih gradbenih izkopov in odpadna glina, ki je bila neuporabna za proizvodnjo. Humus, ki je razgrnjen na rekultivirani površini, je bil predhodna odkrivka na površinah, predvidenih za izkoriščanje, in ves porabljen za rekultivacijo.



Slika 9: Glinokop v Renčah, rekultiviran v travnik (označeno zeleno, z rdečo lokacija odvzetih vzorcev). (Kartna podlaga Geopedia, 2016)

3.1.3.1 Vzorčenje tal na lokaciji Renče

Ena izmed lokacij, na kateri smo vzorčili dne 4.8.2011, je bila v Renčah, kjer imajo rudarsko pravico Goriške opekarne d.d. Rekultivirano zemljišče je bivši glinokop, ki ga je podjetje na podlagi Občinskega odloka moralo rekultivirati v kmetijsko zemljišče- njivo. Ker s strani uporabnika ni več interesa za nadaljevanje kmetijske dejavnosti, je zemljišče v opuščanju in zaraščanju. Meliorativni ukrepi niso znani. Tla niso sušna, na določenih delih rekultivirane površine se celo zadržuje voda.

V Renčah smo odvzeli vzorce tal na globinah:

- 25–30 cm: odvzeta dva porušena vzorca tal za določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal; šest neporušenih vzorcev tal (tri vzorce smo obdržali v Kopecky-jevem cilindru) za določitev hidravlične prevodnosti tal, preostale tri vzorce smo prenesli v papirnate vrečke in jim določili gostoto in poroznost tal.

- 55–60 cm: odvzeta dva porušena vzorca tal za določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal; šest neporušenih vzorcev tal (tri vzorce smo obdržali v Kopecky-jevem cilindru) za določitev hidravlične prevodnosti tal, preostale tri vzorce smo prenesli v papirnate vrečke in jim določili gostoto in poroznost tal.

3.1.4 Lokacija Bilje

Bilje leži ob reki Vipavi, 9 km južno od Nove Gorice. Zahodni del naselja leži na naplavinah Soče, vzhodni pa na glinastih tleh, ki prehajajo proti severu in vzhodu v flišno gričevje imenovano Biljenski griči. Ob Vipavi so nasadi sadnega drevja, predvsem hrušk, na Biljenskih gričih pa obsežni vinogradi (Krajevna skupnost Bilje, 2015).

Izkoriščanje tal površinskega kopa v Biljah se je začelo med letoma 1960 in 1970. Nosilec rudarske pravice je bilo gradbeno podjetje Primorje d.d., ki je izkoriščalo površinski kop-gramoznico tja do leta 1980–1990, ko so lastniki kmetijskih zemljišč zahtevali zaustavitev širjenja površinskega kopa in izkoriščanje le-tega in ureditev rekultivacije površinskega kopa v kmetijsko zemljišče. Kdaj se je začela rekultivacija, koliko časa je trajala, v kakšnem vremenu so potekala zemeljska dela in kdo od odgovornih je bil prisoten pri izvajanju zemeljskih del, ni bilo moč ugotoviti, ker se je zaradi stečajnih postopkov in prenosa lastništev izgubil del dokumentacije.

Leta 1990 je podjetje Agrogorica prejelo v upravljanje del rekultiviranega kmetijskega zemljišča v njivo v velikosti 9 ha (slika 10). Podjetje je na celotnem zemljišču uredilo namakalni sistem in trajni nasad koščičarjev (breskve, nektarine). Trajni nasad koščičarjev zaradi plitvega rodovitnega sloja tal 20–25 cm ni uspeval. Zato se je obdelovanje nasada opustilo. V letu 2010 je s strani sklada kmetijskih zemljišč Nova Gorica Šolski center Nova Gorica, Biotehniška šola v zakup sprejela zemljišče, ki je bilo v zapuščenem stanju. Zato so med letoma 2010 in 2011 zemljišče čistili (izkopavanje in odstranjevanje štorov starega sadnega drevja in mulčenje ostankov) in urejali (postavitev električne ograje), da so lahko med letoma 2011 in 2012 na rekultivirani površini izvajali pašništvo. Na pašniku v velikosti 9 ha se je paslo 12 glav goveda (dojilj). V oktobru 2012 se je Srednja Biotehniška šola odločila, da del pašnika spremeni v njivo (naredili so tudi analizo vzorcev tal, priloga B) v velikosti 2,5 ha, ki so jo preorali in posejali z ječmenom (sedaj na njivi poleg poljščin sadijo tudi zelenjadnice). Oktobra 2015 se je Srednja Biotehniška šola odločila, da bodo pašnik skrčili še za 1,7 ha in ga spremenili v njivo, na kateri so posejali ječmen. Sedaj uporabljajo pašnik v velikosti 4,8 ha, na katerem imajo od pomladi do jeseni približno 10 glav goveda (dojilj), in njive v velikosti 4,2 ha.

Preostanek zemljišča, ki je bilo izkoriščeno kot gramoznica, nikoli ni bil rekultiviran. Na delu zemljišča je nastala proga za kros, zdaj je na tem mestu komunalna čistilna naprava (slika 11). Na drugem delu je gradbeno podjetje Primorje Ajdovščina še naprej izkopavalo gramoz, to podjetje je zdaj nadomestilo Cestno podjetje Nova Gorica, ki je na zemljišču postavilo še asfaltno bazo, izkop gramoza počasi opuščajo (slika 12). Na tretjem delu zemljišča, ki ga od preostalega zemljišča zdaj ločuje cesta, se nahaja odlagališče gradbenih odpadkov, ki je v upravljanju Splošnega gradbenega podjetja Nova Gorica.



Slika 10: Gramoznica v Biljah, rekultivirana v pašnik (označeno z zeleno, z rdečo lokacija odvzetih vzorcev). (Kartna podlaga Geopedia, 2016).



Slika 11: Pašnik in komunalna čistilna naprava v ozadju (foto: Škornik-Grdina K., 2016).



Slika 12: Proizvodnja gramozja v opuščanju (foto: Škornik-Grdina K., 2016).

3.1.4.1 Vzorčenje tal na lokaciji Bilje

Dne 4.8.2011 smo obiskali Bilje. V Biljah so gramoznico rekultivirali v pašnik. Sedaj ima pašnik v uporabi srednja Biotehniška šola v Šempetru pri Gorici.

V Biljah nismo odvzeli neporušenih vzorcev tal zaradi prisotnega skeleta v velikosti 2–6 mm, 6 mm–2 cm in 2 cm–6 cm. Porušene vzorce tal smo lahko odvzeli na globinah:

- 0–15 cm: odvzeta dva porušena vzorca tal za določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal.

- 20–25 cm: odvzeta dva porušena vzorca tal za določitev pH vrednosti, organske snovi, fosforja, kalija, dušika, teksture tal ter vodno zadrževalne lastnosti tal.

3.2 ANALIZA TAL

Vzorec tal smo posušili do zračne suhosti (pri 40 °C). Porušenim vzorcem smo določali pH, organsko snov, fosfor, kalij, dušik ter pF. Neporušenim vzorcem tal smo določali gostoto, poroznost in hidravlično prevodnost tal.

3.2.1 Določanje kislosti tal

Kislost (pH) smo določali elektrometrično (ISO 10390, 1996). S to metodo se približamo koncentraciji in razmeram v tleh. Metoda je zelo dobro ponovljiva in komaj kaj občutljiva na majhna nihanja koncentracije in volumna suspenzijske raztopine ter razmerja z vzorcem (različna vsebnost vlage vzorca, različna volumska gostota). Tla po pH vrednosti delimo v pet razredov (preglednica 1).

Preglednica 1: Alkalnost (bazičnost) ali kislost tal glede na pH vrednosti (Mihelič in sod., 2010)

Kislost tal	pH vrednost
alkalna (bazična)	> 7,2
nevtralna	6,8–7,2
zmerno kislá	5,6–6,7
kislá	4,5–5,5
močno kislá	< 4,5

3.2.2 Določevanje organske snovi v tleh

Organsko snov v tleh smo določili po metodi Walkley – Black. Določanje organskega ogljika z oksidacijo v kromžveplove kislini; modificiran brez zunanjega segrevanja (ISO 14235, 1999). Metoda poteka s pomočjo spontane oksidacije organske snovi v raztopini kromove in žveplove kisline. V tej metodi je oksidacija nepopolna in prav to je prednost metode, saj ne določamo manj aktivnih snovi. S to metodo ne zajamemo elementarnega ogljika ampak le humus in slabše razkrojene organske ostanke. Njivska tla glede vsebnosti humusa razvrščamo v pet razredov (preglednica 2).

Preglednica 2: Delitev kmetijskih tal glede na vsebnost organske snovi oz. humusa (Mihelič in sod., 2010)

% humusa v kmetijskih tleh	Oznaka
< 1	siromašna s humusom
1–2	zmerno humozna
2–4	humozna
4–8	močno humozna
8–15	zelo močno humozna

Na razgradnjo organske snovi v tleh vpliva vsebnost hranil, predvsem vsebnost dušika in razmerje med ogljikom in dušikom v tleh (C/N razmerje) (preglednica 3), ki ga izračunamo s pomočjo enačbe (Zupan in sod., 1998):

$$C/N = \%C/\%N \quad \dots (1)$$

Preglednica 3: Trendi za N-imobilizacijo oz. mineralizacijo pri različnem C/N razmerju v tleh (Husz, 1999)

C/N razmerje pašnika	C/N razmerje njive	Trend
<7,5	<8	N-sproščanje izrazito
7,5-8,5	8-9	N-sproščanje
8,5-9,5	9-11	Ravnotežje
9,5-10,5	11-14	N-vezava
>10,5	>14	N-vezava izrazita

3.2.3 Določanje lahko dostopnega fosforja in kalija v tleh

Izmenljivi fosfor in kalij v tleh smo določali po modificirani metodi avstrijskega standarda (ÖNORM L 1089:1993 Sprememba: amon laktatna ekstrakcija Vajnberger, 1996 in Hoffman, 1991). »Rastlinam dostopni« fosfor in kalij smo ekstrahirali z amon-laktatno raztopino. Fosfor smo določili spektrofotometrično (Perkin Elmer, Lambda 2), kalij s plamensko fotometrijo (FLAPO 40) (cit. po Hodnik, 2008).

V preglednicah 4 in 5 so mejne vrednosti rezultatov AL-metode za P₂O₅ in K₂O razdeljene v pet skupin.

Preglednica 4: Meje vrednosti za fosfor po AL-metodi (Mihelič in sod., 2010)

Oznaka	mg P ₂ O ₅ /100g tal	Stanje preskrbljenosti tal
A	< 6	siromašno
B	6–12	srednje preskrbljeno
C	13–25	dobro (cilj dosežen)
D	26–40	čezmerno
E	> 40	ekstremno

Preglednica 5: Meje vrednosti za kalij po AL-metodi (Mihelič in sod., 2010)

Oznaka	mg K ₂ O/100g tal		Stanje preskrbljenosti tal
	Lahka do srednja tla	Težka tla	
A	< 10	< 12	siromašno
B	10–19	12–22	srednje preskrbljeno
C	20–30	23–33	dobro (cilj dosežen)
D	31–40	34–45	čezmerno
E	> 40	> 45	ekstremno

3.2.4 Določanje skupnega dušika v tleh

Skupni dušik smo določali po Kjeldahlovem postopku s TiO_2 kot katalizatorjem (ISO 11261, 1995).

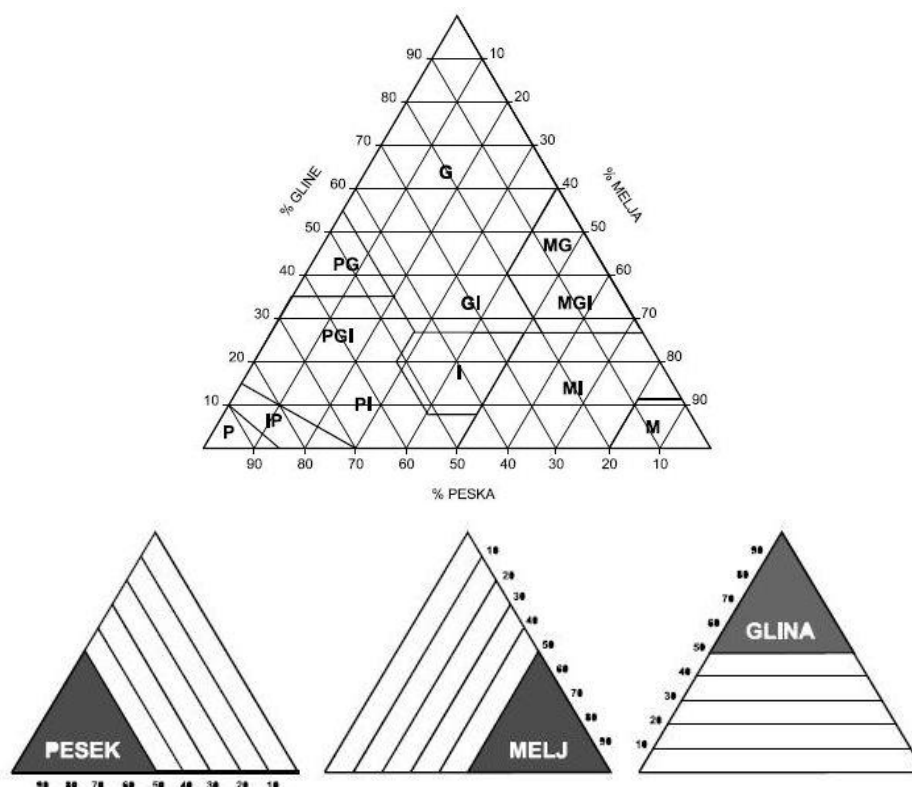
3.2.5 Določanje teksture tal

Teksturo tal smo določali po modificirani metodi: (ISO 11277, 1998); brez odstranjevanja organske snovi in karbonatov. S pomočjo te metode lahko določimo delež mineralnih delcev različnih velikostnih skupin. Pri tej metodi zajamemo talne delce, ki so manjši od 2 mm.

Različne velikostne skupine mineralnih delcev v tleh lahko razdelimo v več skupin (preglednica 6).

Preglednica 6: Razdelitev talnih delcev po velikosti (ameriška teksturna klasifikacija) (Zupan in sod., 1998)

Talni delci	Ameriška teksturna klasifikacija
	velikost delcev mm
grobi pesek	2–0,2
fini pesek	0,2–0,05
grobi melj	0,05–0,02
fini melj	0,0–20,002
glina	< 0,002



Slika 13: Teksturni trikotnik ameriške teksturne klasifikacije in kako ga uporabljamo (Zupan in sod., 1998)

3.2.6 pF vrednost in metoda izdelave pF krivulje

Vsebnost vode v tleh in silo, s katero je le-ta vezana na talne delce, določamo z različnimi metodami, odvisno od matričnega potenciala, pri katerem želimo določiti vsebnost vode (SIST ISO 11274, 2014).

Za matrične potenciale med poljsko kapaciteto (−33kPa oz. 0,33 bara) in točko venenja (−1500 kPa oz. 15 bara) lahko uporabljamo metodo plina pod pritiskom in tlačnega ekstraktorja s poroznimi keramičnimi ploščami (SIST ISO 11274, 2014).

Meritve se bile izvedene s pomočjo tlačnega ekstraktorja (Richardova posoda). Merili smo na dveh različnih pritiskih: 0,33 bar (PK) in 15 bar (TV).

$$RDV = PK - TV \quad \dots (2)$$

RDV predstavlja masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal, PK predstavlja masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal pri poljski kapaciteti tal, TV predstavlja masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal pri točki venenja.

Rastlinam dostopna voda v tleh se nahaja med PK in TV in jo razvrščamo v pet razredov (zelo velika > 230 mm, velika 151–230 mm, srednja 81–150 mm, majhna 31–80 mm in zelo majhna < 30 mm) (Zupan, 2007). To vodo lentokapilarna točka deli na težje in lažje gibljivo. Kritična točka (KT) je za posamezno vrsto in sorto rastlin različna. V območju pod to kritično točko je rastlina v sušnem stresu (Kozelj, 2007).

3.2.7 Meritev volumske gostote tal in poroznosti tal

Pri odvzemu vzorcev na terenu pazimo, da zajamemo poln volumen sonde, s katero vzorce jemljemo. Po odvzemu vzorce pravilno označimo ter nemudoma stehtamo, preden se osušijo. Če te možnosti nimamo, pazimo, da vzorce zavarujemo pred izsušenjem, kar bi lahko povzročilo napačne rezultate.

- Volumsko gostoto tal smo določali po standardu (ISO 11272, 1998). Vzorec mineralnih tal sušimo v sušilniku 24 ur na 105 °C.

Volumsko gostoto tal smo izračunali po naslednji enačbi:

$$\rho_b = \frac{m_s}{V_b} \quad \dots (3)$$

kjer je ρ_b volumska gostota tal (g/cm^3), m_s je masa suhih tal (g) in V_b volumen neporušenih tal (cm^3).

Poroznost tal je v neposredni povezavi z volumensko gostoto tal. Poroznost tal izračunamo po naslednji enačbi:

$$f = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}\right) \times 100 \% \quad \dots (4)$$

kjer je f poroznost (%), ρ_b je gostota tal (g/cm^3) in ρ_s gostota talnih delcev (g/cm^3).

3.2.8 Hidravlična prevodnost tal

Hidravlično prevodnost tal določamo s konstantnim pritiskom; če je vzorec zelo slabo prepusten in če po metodi s stalnim pritiskom meritve niso mogoče, uporabimo metodo z variabilnim pritiskom (padajoči pritisk). Prepustnost tal po nasičeni hidravlični prevodnosti delimo v pet razredov (preglednica 7).

S sondo za odvzem neporušenih talnih vzorcev na izbrani lokaciji vzamemo vzorce tal. Vzorce pustimo v kovinskih cilindrih ter jih namestimo v okovje aparature. Tak cilinder postavimo v bazen, napolnjen z vodo. Počakamo, da voda iz bazena prodre skozi talni vzorec v cilindru. To lahko traja več dni ali celo tednov, če so tla slabo prepustna.

Za vsak vzorec smo pomerili pretok vode v petih ponovitvah in izračunali povprečje.

Preglednica 7: Koeficient nasičene hidravlične prevodnosti tal (m/dan) (Zupanc in Pintar, 2004)

Oznaka prevodnosti	K (m/dan)
praktično neprepustna	10^{-4} – 10^{-5}
zelo nizka prepustnost	10^{-2} – 10^{-3}
nizka prepustnost	1 – 10^{-1}
srednja prepustnost	10^2 – 10^1
visoka prepustnost	10^4 – 10^3

4 REZULTATI

Tla smo vzorčili v zgornjem rodovitnem sloju do globine 30 cm. Samo v Biljah smo odvzeli vzorce do globine 60 cm.

4.1 REZULTATI ANALIZ V MORAVČAH

Rekultivirana površina je dobro dostopna z avtomobilom in kmetijsko mehanizacijo. Zemljišče obdaja gozd in grmičevje, zato ni celodnevnega sonca. Rekultivacija peskokopa je izvedena v travnik.

Vzorec, odvzet v Moravčah na globini 5–10 cm (preglednica 8), je nevtralen, humozen, siromašno preskrbljen s fosforjem (A), srednje preskrbljen s kalijem (B). Glede na C/N razmerje (9,1) sklepamo, da je sproščanje dušika v ravnotežju z vezavo. Vzorec (preglednica 9) je ilovnat, ima nizko do srednjo prevodnost za vodo. Poljska kapaciteta je 24,3 %, točka venenja 10,7 % in rastlinam dostopne vode 13,6 %.

Vzorec, odvzet na globini 0–40 cm (preglednica 8), je rahlo alkalen, zmerno humozen, srednje preskrbljen s fosforjem (B), siromašno preskrbljen s kalijem (A). Glede na C/N razmerje (10,0) sklepamo, da je sproščanje dušika v ravnotežju z vezavo. Vzorec (preglednica 9) je ilovnat. Vzorca za določitev gostote, poroznosti in hidravlične prevodnosti tal nismo mogli odvzeti s Kopecky-evim cilindrom zaradi prisotnega skeleta v velikosti 0,6–2 cm. Poljska kapaciteta je 20,1 %, točka venenja je 9,8 % in rastlinam dostopne vode je 10,3 %.

Ker je pH vrednost nevtralna do rahlo alkalna so razmere za mikrobno aktivnost in dostopnost hranil optimalne. Vsebnost organske snovi je optimalna. Potrebno bi bilo izboljšati preskrbljenost tal s fosforjem in kalijem. Fosfor je pomemben za razvoj korenin, cvetov, plodov in semen. Rastline, ki jim primanjkuje fosforja, imajo slabše razvit koreninski sistem in rast rastlin je nekoliko zavrta. Če rastlinam primanjkuje kalija, imajo slabšo trdnost in so bolj občutljive na bolezni ter škodljivce. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je majhna (48 mm).

Na isti lokaciji nekoliko nižje, na delu travnika, ki se ne kosi redno in smo ga poimenovali jalovina, smo odvzeli vzorec na globini 5–10 cm (preglednica 8), ki je nevtralen, zmerno humozen, siromašno preskrbljen s fosforjem (A), srednje preskrbljen s kalijem (B). Glede na C/N razmerje (7,9) sklepamo, da se dušik sprošča. Vzorec (preglednica 9) je peščeno ilovnat, ima srednjo prevodnost za vodo. Poljska kapaciteta je 20,2 %, točka venenja 11,9 % in rastlinam dostopne vode je 8,3 %.

Ker je pH vrednost nevtralna, so razmere za mikrobno aktivnost in dostopnost hranil optimalne. Vsebnost organske snovi je dobra. Potrebno bi bilo izboljšati preskrbljenost tal s fosforjem in kalijem. S tem bi se izboljšali pogoji za rast in razvoj rastlin. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je zelo majhna (8,3 mm).

Preglednica 8: Kemijske analize tal za Moravče: globina odvzema vzorca (v cm), pH, delež organska snov (OS v %), dostopnost fosfor (P_2O_5 v mg/100g tal) in kalij (K_2O v mg/100g tal), delež dušika (N v %) in C/N razmerje

Mesto vzorčenja	Globina (cm)	pH	OS (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	N (%)	C/N
				mg/100g tal			
Travnik	5–10	6,7	2,8	0,9	10,3	0,17	9,1
Travnik	0–40	7,6	1,2	6,6	7,2	0,07	10,0
Jalovina	5–10	6,8	1,4	1,4	12,6	0,10	7,9

Preglednica 9: Fizikalne analize tal za Moravče: globina odvzema vzorca (v cm), gostota tal (ρ_b , v g/cm³), poroznost tal (f, v %), hidravlična prevodnost tal (K, v m/dan), teksturni razred (TRZ), količina vode pri poljski kapaciteti (PK, v vol %) in točka venenja (TV, v vol %), rastlinam dostopna voda (RDV v vol %) in RDV mm

Mesto vzorčenja	Globina (cm)	ρ_b (g/cm ³)	f (%)	K (m/dan)	Pesek (%)	Melj (%)	Glina (%)	TRZ	Vol %		RDV (vol %)	RDV mm
									PK (0,33 bar)	TV (15 bar)		
Travnik	5–10	1,53	0,42	4,87	47,7	32,2	20,1	I	24,3	10,7	13,6	48
Travnik	0–40	N	N	N	59,3	22,8	17,9	PI	20,1	9,8	10,3	
Jalovina	5–10	1,24	0,53	11,86	55,5	25,7	18,8	PI	20,2	11,9	8,3	

N – vzorca ni bilo mogoče odvzeti na terenu

4.2 REZULTATI ANALIZ V KAMNIKU

Pot, ki vodi do rekultiviranega zemljišča, je dobro dostopna z avtomobilom in kmetijsko mehanizacijo. Zemljišče je preskrbljeno s celodnevno osončenostjo. Rekultivacija peskokopa je izvedena v njivo. V Kamniku smo odvzeli vzorce z dveh mest. Z dela njive, ki je bil bolje in kasneje rekultiviran, in iz dela njive, kjer je rekultivacija slabše izvedena.

Vzorec, odvzet na delu njive, ki je bolje rekultiviran na globini 5–10 cm (preglednica 10), je nevtralen, humozen, srednje preskrbljen s fosforjem (B), siromašno preskrbljen s kalijem (A). Glede na C/N razmerje (7,5) sklepamo, da se dušik izrazito sprošča ter da lahko prihaja do izgub le-tega. Vzorec (preglednica 11) je ilovnat, ima nizko do srednjo prevodnost za vodo. Poljska kapaciteta tal je 20,1 %, točka venenja je 8,8 % in rastlinam dostopne vode je 11,3 %.

Vzorec, odvzet na globini 25–30 cm (preglednica 10), je nevtralen, močno humozen, siromašno preskrbljen s fosforjem (A) in kalijem (A). Glede na C/N razmerje (7,9) sklepamo, da se dušik izrazito sprošča ter da lahko prihaja do izgub le-tega. Vzorec (preglednica 11) je ilovnat, ima nizko do zelo nizko prevodnost za vodo.

Ker je pH vrednost nevtralna so razmere za mikrobno aktivnost in dostopnost hranil optimalne. Vsebnost organske snovi je optimalna. Potrebno bi bilo izboljšati preskrbljenost tal s fosforjem in kalijem. S tem bi se izboljšali pogoji za rast in razvoj rastlin. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je majhna (33,9 mm).

Na delu njive, ki je slabše rekultivirana, smo lahko odvzeli samo porušene vzorce tal na globini 0–30 cm. Vzorec, odvzet na globini 0–30 cm (preglednica 10), je rahlo alkalen, humozen, srednje preskrbljen s fosforjem (B), siromašno preskrbljen s kalijem (A). Glede

na C/N razmerje (8,0) sklepamo, da se dušik sprošča. Vzorec (preglednica 11) je ilovnat. Ker nismo mogli odvzeti neporušenih vzorcev tal, nismo določili gostote, poroznosti in hidravlične prevodnosti tal.

Kljub temu da so tla rahlo alkalna, so razmere za mikrobo aktivnost in dostopnost hranil dobre. Vsebnost organske snovi je optimalna. Potrebno bi bilo izboljšati preskrbljenost tal s fosforjem in kalijem, da bi rastlinam omogočili lažjo rast in razvoj koreninskega sistema. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je majhna (53,1 mm). Največjo oviro na zemljišču predstavljajo odpadni gradbeni material in skelet, ki otežujeta obdelovanje njive s kmetijsko mehanizacijo.

Preglednica 10: Kemijske analize tal za Kamnik: globina odvzema vzorca (v cm), pH, delež organska snov (OS, v %), dostopnost fosfor (P_2O_5 v mg/100g tal) in kalij (K_2O v mg/100g tal), delež dušika (N, v %) in C/N razmerje

Mesto vzorčenja	Globina (cm)	pH	OS (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	N (%)	C/N
				mg/100 g tal			
dober del njive	5–10	7,2	3,9	9,5	8,3	0,30	7,5
dober del njive	25–30	7,2	4,2	3,2	7,6	0,33	7,9
slab del njive	0–30	7,3	3,7	11,0	8,3	0,26	8,0

Preglednica 11: Fizikalne analize tal za Kamnik: globina odvzema vzorca (v cm), gostota tal (ρ_b , v g/cm³), poroznost tal (f, v %), hidravlična prevodnost tal (K, v m/dan), teksturni razred (TRZ), količina vode pri poljski kapaciteti (PK, v vol %) in točka venenja (TV, v vol %), rastlinam dostopna voda (RDV, v vol %)

Mesto vzorčenja	Globina (cm)	ρ_b (g/cm ³)	f (%)	K (m/dan)	Pesek (%)	Melj (%)	Glina (%)	TRZ	Vol %		RDV (vol %)	RDV mm
									PK (0,33 bar)	TV (15 bar)		
dober del njive	5–10	1,34	0,49	8,34	40,9	41,9	17,3	I	20,1	8,8	11,3	33,9
dober del njive	25–30	1,11	0,58	0,67	41,7	44,3	14,1	I				
slab del njive	0–30	N	N	N	45,4	41,5	13,2	I	32,6	14,9	17,7	53,1

N – vzorca ni bilo mogoče odvzeti na terenu

4.3 REZULTATI ANALIZ V RENČAH

V Renčah imajo sedež Goriške opekarne d.d., ki so glinokop rekultivirale v njivo. Dostopnost do zemljišča, kjer smo odvzeli vzorce, je bila možna z avtomobilom samo do določene točke, naprej smo morali pot nadaljevati peš. Zemljišče je obdano z grmičevjem, zato zemljišče nima celodnevne sonca. Obdelovanje njive se je opustilo, zato je sedaj zemljišče v zaraščanju. Vzorci so bili odvzeti na globinah 15–20 cm, 25–30 cm, 45–50 cm, 55–60 cm. Vzorci za določitev gostote, poroznosti in hidravlične prevodnosti tal niso bili odvzeti na vseh globinah.

Vzorec, odvzet na globini 15–20 cm (preglednica 12), je zmerno kisel, humozen, siromašno preskrbljen s fosforjem (A), srednje preskrbljen s kalijem (B). Glede na C/N razmerje (7,6) sklepamo, da se dušik izrazito sprošča. Vzorec (preglednica 13) je meljasto ilovnat. Ker nismo mogli odvzeti neporušenih vzorcev tal, nismo določili gostote, poroznosti in hidravlične prevodnosti tal. Poljska kapaciteta je 32,0 %, točka venenja je 16,1 in rastlinam dostopne vode je 15 %.

Vzorec, odvzet na globini 25–30 cm (preglednica 12), je kisel, zmerno humozen, siromašno preskrbljen s fosforjem (A), srednje preskrbljen s kalijem (B). Glede na C/N razmerje (5,6) sklepamo, da se dušik izrazito sprošča. Vzorec (preglednica 13) je meljasto ilovnat, ima srednjo do visoko prevodnost vode. Poljska kapaciteta tal je 32,5 %, točka venenja je 16,8 % in rastlinam dostopne vode je 15,7 %.

Vzorec, odvzet na globini 45–50 cm (preglednica 12), je kisel, zmerno humozen, siromašno preskrbljen s fosforjem (A), srednje preskrbljen s kalijem (B). Glede na C/N razmerje (6,0) sklepamo, da se dušik izrazito sprošča. Vzorec (preglednica 13) je meljasto ilovnat. Ker nismo mogli odvzeti neporušenih vzorcev tal, nismo določili gostote, poroznosti in hidravlične prevodnosti tal. Poljska kapaciteta tal je 32,9 %, točka venenja je 17,8 % in rastlinam dostopne vode je 15,1 %.

Vzorec, odvzet na globini 55–60 cm (preglednica 12), je kisel, zmerno humozen, siromašno preskrbljen s fosforjem (A), srednje preskrbljen s kalijem (B). Glede na C/N razmerje (5,3) sklepamo, da se dušik izrazito sprošča. Vzorec (preglednica 13) je meljasto glinasto ilovnat, ima srednjo do visoko prevodnost vode. Poljska kapaciteta tal je 31,8 %, točka venenja je 16,4 % in rastlinam dostopne vode je 15,4 %.

Ker je pH vrednost tal kislja, so razmere za mikrobno aktivnost in dostopnost hranil nekoliko »otežene«. Vsebnost organske snovi je dobra. S primernim gnojilnim načrtom bi bilo potrebno izboljšati pH tal ter preskrbljenost s fosforjem in kalijem, ker bi s tem izboljšali rast in razvoj koreninskega sistema. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je srednja (92,4 mm).

Preglednica 12: Kemijske analize tal za Renče: globina odvzema vzorca (v cm), pH, delež organska snov (OS, v%), dostopnost fosfor (P_2O_5 v mg/100g tal) in kalij (K_2O v mg/100g tal), delež dušika (N, v%) in C/N razmerje

Globina (cm)	pH	OS (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	N (%)	C/N
			mg/ 100g tal			
15-20	5,7	2,2	2,2	10,8	0,17	7,6
25-30	5,4	1,8	0,5	11,6	0,18	5,6
45-50	5,2	1,5	0,3	10,6	0,15	6,0
55-60	5,4	1,3	0,5	10,6	0,15	5,3

Preglednica 13: Fizikalne analize tal za Renče: globina odvzema vzorca (v cm), gostota tal (ρ_b , v g/cm³), poroznost tal (f, v %), hidravlična prevodnost tal (K, v m/dan), teksturni razred (TRZ), količina vode pri poljski kapaciteti (PK, v vol %) in točka venenja (TV, v vol %), rastlinam dostopna voda (RDV, v vol %)

Globina (cm)	ρ_b (g/cm ³)	f (%)	K (m/dan)	Pesek (%)	Melj (%)	Glina (%)	TRZ	Vol %		RDV (vol %)	RDV mm
								PK (0,33 bar)	TV (15 bar)		
15-20	N	N	N	16,5	57,6	25,9	MI	32,0	16,1	15,9	92,4
25-30	1,52	0,43	244,0	16,1	56,2	27,7	MI	32,5	16,8	15,7	
45-50	N	N	N	9,7	65,1	25,2	MI	32,9	17,8	15,1	
55-60	1,47	0,44	435,28	14,5	54,7	30,8	MGI	31,8	16,4	15,4	

N – vzorca ni bilo mogoče odvzeti na terenu

4.4 REZULTATI ANALIZ V BILJAH

V Biljah je zemljišče dostopno z avtomobilom. Zemljišče je na takšni legi, da je preskrbljeno s celodnevno osončenostjo. Gramoznica se je rekultivirala v pašnik, ki ga uporablja srednja Biotehniška šola v Šempetru pri Gorici. Vzorci so bili odvzeti na globini 0–15 cm, 20–25 cm, 25–30 cm.

Vzorec, odvzet na globini 0–15 cm (preglednica 14), je nevtralen, močno humozen, čezmerno preskrbljen s fosforjem (D), ekstremno preskrbljen s kalijem (E). Glede na C/N razmerje sklepamo, da je sproščanje dušika v ravnotežju z vezavo. Vzorec (preglednica 15) je ilovnat do meljasto ilovnat (slika 11, 12). Ker nismo mogli odvzeti neporušenih vzorcev tal, nismo določili gostote, poroznosti in hidravlične prevodnosti tal. Poljska kapaciteta tal je 27,3 %, točka venenja 16,3 % in rastlinam dostopne vode je 11,0 %.

Vzorec, odvzet na globini 20–25 cm (preglednica 14), je nevtralen, humozen, dobro preskrbljen s fosforjem (C), ekstremno preskrbljen s kalijem (E). Glede na C/N razmerje (8,8) sklepamo, da je sproščanje dušika v ravnotežju z vezavo. Vzorec (preglednica 15) je ilovnat do meljasto ilovnat. Ker nismo mogli odvzeti neporušenih vzorcev tal, nismo določili gostote, poroznosti in hidravlične prevodnosti tal. Poljska kapaciteta tal je 25,9 %, točka venenja je 14,2 % in rastlinam dostopne vode je 11,7 %.

Vzorec, odvzet na globini 25–30 cm (preglednica 14), je nevtralen, humozen, dobro preskrbljen s fosforjem (C), čezmerno preskrbljen s kalijem (D). Glede na C/N razmerje (5,5) sklepamo, da se dušik izrazito sprošča. Vzorec (preglednica 15) je ilovnat. Ker nismo mogli odvzeti neporušenih vzorcev tal, nismo določili gostote, poroznosti in hidravlične prevodnosti tal. Poljska kapaciteta tal je 28,0 %, točka venenja je 4,5 % in rastlinam dostopna voda je 23,5 %.

Ker je pH vrednost tal nevtralna, so razmere za mikrobo aktivnost in dostopnost hranil optimalne. Založenost tal z organsko snovjo je optimalna. Tla so dobro preskrbljena s fosforjem in kalijem. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je majhna (40,0 mm). Rastline imajo optimalne pogoje za rast in razvoj.

Preglednica 14: Kemijske analize tal za Bilje: globina odvzema vzorca (v cm), pH, delež organske snovi (OS, v %), dostopnost fosfor (P_2O_5 v mg/100g tal) in kalij (K_2O v mg/100g tal), delež dušika (N, v %) in C/N razmerje

Globina (cm)	pH	OS (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	N (%)	C/N
			mg/ 100 g tal			
0–15	7,1	4,6	32,2	45,7	0,30	9,0
20–25	7,2	3,7	24,9	40,2	0,24	8,8
25-30	7,2	2,1	20,5	38,3	0,22	5,5

Preglednica 15: Fizikalne analize tal za Bilje: globina odvzema vzorca (v cm), gostota tal (ρ_b , v g/cm³), poroznost tal (f , v %), hidravlična prevodnost tal (K , v m/dan), teksturni razred (TRZ), količina vode pri poljski kapaciteti (PK, v vol %) in točka venenja (TV, v vol %), rastlinam dostopna voda (RDV, v vol %)

Globina (cm)	ρ_b (g/cm ³)	f (%)	K (m/dan)	Pesek (%)	Melj (%)	Glina (%)	TRZ	Vol %		RDV (vol %)	RDV mm
								PK (0,33 bar)	TV (15 bar)		
0–15	N	N	N	30,1	49,0	20,9	I-MI	27,3	16,3	11,0	40,0
20–25	N	N	N	32,6	47,9	19,5	I-MI	25,9	14,2	11,7	
25–30	N	N	N	33,5	44,9	21,6	I	28,0	4,5	23,5	

N – vzorca ni bilo mogoče odvzeti na terenu

5 RAZPRAVA

Pri izvedbi rekultivacije površinskega kopa v kmetijsko površino je zelo pomembno, da nosilec rudarske pravice že v naprej načrtuje, v kakšno kmetijsko površino bo površinski kop rekultiviran, ali bo to njiva, travnik, pašnik, gozd itd., in se temu primerno loti načrtovanja ter izvajanja rekultivacije. V nasprotnem primeru prihaja do slabega izvajanja in s tem posledično do otežene uporabe zemljišča.

V Moravčah se je podjetje TERMIT d.d. zelo potrudilo pri izvedbi rekultivacije peskokopa v travnik. Že pred samim začetkom rekultivacije so naredili načrt izvedbe rekultivacije v travnik in tako sledili načrtu do konca. To je razvidno iz tega, da je zemljišče primerno za kmetijsko dejavnost. S skeletom se srečujemo šele na globini 40 cm, umetno pripravljeno zemljino, ki so jo uporabili pri zasipavanju, so dali v analizo (Inštitutu za ekološke raziskave, ERICo Velenje, priloga A). Na zemljišču ni težav z zastajanjem vode in dostopnost do zemljišča s kmetijsko mehanizacijo je dobra. Dodatno izboljšavo kmetijskega zemljišča bi lahko opravili s sajenjem primerne travne ruše in ustreznim gnojilnim načrtom, ki bi izboljšal preskrbljenost tal s fosforjem, kalijem in organsko snovjo.

V Kamniku je rekultivacijo peskokopa v njivo opravljalo podjetje SGP Graditelj d.d., ki je hkrati tudi nosilec rudarske pravice. Rekultivacija je bila opravljena v več fazah in v različnih časovnih obdobjih, rezultat tega vidimo v slabi izvedbi in neprimernosti kmetijskega zemljišča za uporabo. Ko so leta 1981 začeli z rekultivacijo peskokopa v njivo, se izvajalci niso obremenjevali s tem, kako in na kakšen način bo potekala izvedba rekultivacije. Uporabili so neprimeren odpadni gradbeni material (odpadni asfalt, odpadne betonske plošče, ...) in mrtvico, ki je neprimerna za kmetijsko zemljišče. S tem so naredili škodo zemljišču, ki je zdaj skoraj neuporabno za obdelovanje in gojenje kulturnih rastlin. Na zemljišču je bilo in je še precej odpadnega gradbenega materiala (kljub interesu, ki ga je imel lastnik zemljišča, se je na zemljišču odstranjevalo skelet in odpadni gradbeni material) in skeleta, ki otežujejo obdelovanje s kmetijsko mehanizacijo in sajenje. Zaradi neprepustnosti tal so imeli problem z zastajanjem vode. V kasnejših letih, ko so nosilci rudarske pravice imeli interes izboljšati izvedbo rekultivacije, da so lahko med drugim nadaljevali z dejavnostjo, so na zemljišču uredili drenažo za lažje odvodnjavanje vode z zemljišča in nasuli še dodatno nekaj zemljine. Vendar zaradi že začetnih napak niso mogli izboljšati zemljišča v tolikšni meri, da bi bilo primerno za izvajanje kmetijske dejavnosti. Že na samem začetku izvajanja rekultivacije bi zemljišče morali nasipati s primernim materialom, kot je na primer skelet v velikosti do 6 cm, primerni ostanki gradbenega materiala in primerno pripravljena umetna zemljina. Zadnjih 50 cm pa bi morali uporabiti rodovitno zemljino, ki so jo predhodno deponirali, ko so začeli z izkoriščanjem površinskega kopa ali od drugod pripeljano zemljino.

V Renčah je podjetje Goriške opekarne d.d. glinokop rekultiviralo v njivo. Zemljišče je primerno za kmetijsko dejavnost. S primernim gnojilnim načrtom bi lahko le še izboljšali razmere za rast in razvoj kulturnih rastlin. Vendar pa je zaradi pomanjkanja interesa za obdelovanje zemljišča sedaj le-to v zaraščanju.

V Biljah je imelo rudarsko pravico gradbeno podjetje Primorje d.d., ki je gramoznico rekultiviralo v njivo, ki jo je podjetje Agrogorica uredilo v nasad koščičarjev z namakalnim sistemom, ki pa zaradi plitvega rodovitnega sloja tal žal ni uspeval. Kasneje je v uporabo zemljišče dobila Srednja Biotehniška šola v Novi Gorici, ki je na rekultivirani površini uredila pašnik in je kasneje del pašnika spremenila še v njivo. Zemljišče je sicer primerno za kmetijsko dejavnost, vendar bolj ali manj samo za pašništvo, ker je namreč problem pri zemljišču, da ima plitev rodovitni sloj tal, in če zemljišče obdelujemo s kmetijsko mehanizacijo, spravljamo na površje skelet. S tem ko imamo plitva tla, prihaja do spiranja le-teh. Zemljišče bi lahko izboljšali z nasipom rodovitne zemljine, da ne bi prihajalo do spiranja le-te in spravljanja skeleta na površje. Vsebnosti hranil so sicer primerne za optimalno rast in razvoj rastlin, zemljišče je opremljeno z namakalnim sistemom. Na zemljišču ni težav z zastajanjem vode.

Velik problem pri rekultivaciji predstavlja rodovitni sloj zemljine, ki jo odstranijo, ko začnejo s pričetkom izkoriščanja površinskega kopa. Nosilci rudarskih pravic bi morali pred izkoriščanjem površinskih kopov zgornji rodovitni sloj zemljine ustrezno deponirati in zaščititi, da bi ga kasneje uporabili za dokončanje rekultivacije površinskega kopa. Praksa je pokazala, da le redki deponirajo zemljino in jo kasneje uporabijo za rekultivacijo. Izkušnje v praksi so, da se zemlja odpelje na lokacije, ki so v zaključnih fazah in potrebujejo še zadnji rodovitni sloj zemljine, da uredijo okolico (npr. ozelenitev okoli naselij, igrišč ...).

Težko je izvesti rekultivacijo površinskega kopa v kmetijsko zemljišče, ki bi omogočala takojšno optimalno kmetijsko pridelavo. V danih situacijah se lahko tem pogojem le približamo.

6 SKLEPI

Na podlagi rezultatov analiz in terenskih ugotovitev ob obisku izbranih štirih lokacij rekultiviranih površinskih kopov lahko zaključimo:

Podjetje TERMIT d.d. iz Moravč je opravilo rekultivacijo peskokopa v travnik. Zemljišče je primerno za izvajanje kmetijske dejavnosti.

V Kamniku je nosilec rudarske pravice podjetje SGP Graditelj d.d. opravilo rekultivacijo peskokopa v njivo. Zemljišče ni primerno za opravljanje kmetijske dejavnosti. Obdelovanje kmetijskega zemljišča je oteženo zaradi navoženega odpadnega gradbenega materiala (ostanki odpadnega asfalta, odpadne betonske plošče ...) in skeleta. Zaradi neprimerne zemljine, ki je bila navožena na zemljišče, na določenih mestih zastaja voda.

V Renčah so Goriške opekarne d.d. opravile rekultivacijo glinokopa v njivo. Zemljišče bi bilo primerno za opravljanje kmetijske dejavnosti, vendar se je obdelovanje le-tega opustilo. Sedaj je zemljišče v zaraščanju.

V Biljah je bil nosilec rudarske pravice gradbeno podjetje Primorje d.d.. Rekultivacija gramoznice je bila izvedena v nasad koščičarjev, kasneje v pašnik in njivo. Zemljišče je delno primerno za izvajanje kmetijske dejavnosti. Problem zemljišča je plitev rodovitni sloj tal (20–25 cm), kar se pojavlja kot problem pri obdelovanju s kmetijsko mehanizacijo, ker se na površje spravlja skelet, ki je bil nasipan. Hkrati pa prihaja do spiranja tal.

7 POVZETEK

Pri diplomski nalogi smo želeli ugotoviti, ali je bila rekultivacija izbranega zemljišča (glinokopa, peskokopa in gramoznice) izvedena tako, da omogoča optimalno kmetijsko pridelavo. Pravno podlago za izkoriščanje in rekultivacijo površinskih kopov v Sloveniji omogočata Zakon o rudarstvu (2010) in Uredba obremenjevanja tal z vnašanjem odpadkov s spremembami in dopolnitvami (2008, 2011). Površinske odkope mineralnih surovin delimo glede na obliko prizadete krajine na: nižinske površinske odkope, pobočne površinske odkope in nižinsko pobočne površinske odkope. Vsaka od teh oblik površinskih odkopov zahteva svoj pristop k rekultivaciji.

V Moravčah so peskokop rekultivirali v travnik, v Kamniku je peskokop rekultiviran v njivo, v Renčah so glinokop rekultivirali v njivo, ki je sedaj v zaraščanju, in v Biljah se je gramoznica rekultivirala v pašnik. Vzorčenje tal je potekalo v rekultiviranem sloju. Na vzorcih tal smo določili osnovne fizikalne in kemijske lastnosti tal.

Rezultati analize v Moravčah so pokazali, da je pH vrednost nevtralna do rahlo alkalna in so zato razmere za mikrobno aktivnost in dostopnost hranil optimalne. Potrebno bi bilo izboljšati preskrbljenost tal s fosforjem in kalijem. Kapaciteta tal rastlinam dostope vode je majhna do zelo majhna.

V Kamniku je pH vrednost nevtralna do rahlo alkalna, zato so razmere za mikrobno aktivnost in dostopnost hranil dobre. Potrebno bi bilo izboljšati preskrbljenost tal s fosforjem in kalijem. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je majhna.

V Renčah je pH vrednost tal kisla, zato so razmere za mikrobno aktivnost in dostopnost hranil nekoliko »otežene«. S primernim gnojilnim načrtom bi bilo potrebno izboljšati pH vrednost tal ter preskrbljenost s fosforjem in kalijem. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je srednja.

V Biljah je pH vrednost nevtralna in so razmere za mikrobno aktivnost in dostopnost hranil optimalne. Tla so dobro preskrbljena s fosforjem in kalijem. Kapaciteta tal rastlinam dostopne vode je majhna.

Na podlagi rezultatov analiz in terenskih ugotovitev lahko zaključimo, da se je v Moravčah opravila rekultivacija peskokopa v travnik tako, da je primeren za opravljanje kmetijske dejavnosti. V Kamniku rekultiviran peskokop v njivo ni primeren za kmetijsko dejavnost. V Renčah je glinokop, ki je rekultiviran v njivo, primeren za kmetijsko dejavnost, medtem ko je v Biljah rekultivirana gramoznica v pašnik in njivo le delno primerna za kmetijsko dejavnost.

8 VIRI

- Bradshaw A. 2000a. Aspect of reclamation ecology. *Landscape and Urban Planning*, 51: 73-74
- Bradshaw A. 2000b. The use of natural processes in reclamation – advantage and difficulties. *Landscape and Urban Planning*, 51: 89-100
- Cof A. 2005. Vpliv širjenja pozidanih zemljišč na krajinske kakovosti prostor v ljubljanski urbani regiji v obdobju 1951-2002. *Urbani izziv*, 16, 1/05: 117-123
- Geopedia.si. 2013.
http://www.geopedia.si/#T105_x499072_y112072_s9_b2 (7. marec 2016)
- Hegler F. 2005. Ekologija – nova priložnost? Odgovor na članek »Odprto pismo županu – ponovno odpadki v Moravčah«. *Novice iz Moravske doline*, 7, 6: 9
- Hladnik D. 2005. Spatial structure of disturbed landscapes in Slovenia. *Ecological Engineering*, 24, 1-20: 17-27
- Hodnik A. 2008. Analitske metode pri analizi vzorcev. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja (osebni vir)
- Husz G.-S. 1999. Stickstoffdynamik in Abhängigkeit von ökologischen Rahmenbedingungen insbesondere Huminhaushalt. V: Stickstoff in Bioabfall und Grünschnittkompost – bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert. Amlinger F. in Götz B. Wien, Runder Tisch Kompost – RTK, UBA-BA-147: 39-57
- ISO 11272. Soil quality – Determination of dry bulk density. 1998: 10 str.
- ISO 11277. Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation. 1998: 34 str.
- ISO 11261. Determination of total nitrogen – Modified Kjeldahl method. 1995: 4 str.
- ISO 11274. Kakovost tal – Določanje karakteristik zadrževanja vode – Laboratorijske metode (ISO 11274:1998 + C1.2009). 2014: 24 str.
- ISO 14235. Kakovost tal – Določanje organskega ogljika z oksidacijo v kromžveplovni kislini. 1999: 5 str.
- ISO 10390. Kakovost tal – Ugotavljanje pH. 1996: 4 str.
- Kočar M. 2005. Ekologija – nova priložnost? Odprto pismo županu – ponovno odpadki v Moravčah. *Novice iz Moravske doline*, 6, 6: 10-11

- Kozelj K. 2007. Dopolnitev podatkovne baze namakalnih sistemov z agrotehničnimi vsebinami. Diplomsko delo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo: 56 str.
- Krajevna skupnost Bilje. 2013.
<http://www.bilje.si/zgodovina-bilj> (7. september 2015)
- Krümmelbein J., Horn R., Raab T., Bens O., Hüttl F. R. 2010. Soil physical parameters of a recently established agriculture recultivation site after brown coal mining in Eastern Germany. *Soil & Tillage Research*, 111: 19-25
- Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministerstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 185 str.
- Občina Kamnik. 2009-2016.
<http://www.kamnik.si/mesto-kamnik> (7. september 2015)
- Občina Moravče. Wikipedija. 2006-2016.
[https://sl.wikipedia.org/wiki/Občina Moravče](https://sl.wikipedia.org/wiki/Občina_Moravče) (23.julij 2015)
- Ogorevc B. 2008. Vpliv vode v tleh na tok geogenega CO₂ iz tal v atmosfero. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 39 str.
- Pintar M., Lobnik F., Bohanc B., 2012. Apel proti pozidavi kmetijskih zemljišč. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta v Ljubljani, Oddelek za agronomijo: 2 str.
- Renče. 2000.
<http://www.rence.si/predstavitev.html> (7. september 2015)
- Rokavec D. 1999. Sanacija površinskih odkopov pri nas V: Sanacija površinskih odkopov. 1999. Ljubljana, ZTI-Zavod za tehnično izobraževanje: 41-47
- Salobir B. 1999. Predlog izhodišča za obračunska merila po novem zakonu o rudarstvu V: Sanacija površinskih odkopov. 1999. Ljubljana, ZTI-Zavod za tehnično izobraževanje: 49-56
- Shrestha K. R., Lal R. 2011. Changes in physical and chemical properties of soil after surface mining and reclamation. *Geoderma*, 161: 168-176
- Sharma K.D., Kumar P., Gough L.P., Sanfilipo J.R. 2004. Rehabilitation of a lignite mine – disturbed area in the Indian desert. *Land Degradation & Development*, 15: 163-176
- Urbančič M., Simončič P. Prus T., Kutnar L. 2005. Atlas gozdnih tal Slovenije. Ljubljana. Zveza gozdarskih društev Slovenije: Gozdarski vestnik: 5 str.
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov. 2008. Ur. l. RS. Št. 34/08

Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov. 2011. Ur. l. RS. Št. 61/11

Zakon o rudarstvu 2010. Ur. l. RS. Št. 61/10

Zupan M., Grčman H., Kočevar H. 1998. Navodila za vaje iz pedologije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta v Ljubljani, Oddelek za agronomijo: 40 str.

Zupan M., Grčman H., Lobnik F. 2008. Raziskovanje onesnaženosti tal Slovenije. Ljubljana: Agencija RS za okolje: 22 str.

Zupan M., Rupreht J., Tič I., Persolja J., Lobnik F., Lisec A. 2007. Pedološka karta. Sodobno kmetijstvo, 40, 2: 13-14

Zupanc V., Pintar M. 2004. Melioracije in urejanje kmetijskih zemljišč: Ljubljana, Biotehniška fakulteta (gradivo razdeljeno na predavanjih)

ZAHVALA

Pri izdelavi diplomskega dela bi se rada zahvalila dr. Duški Rokavec z Geološkega zavoda Slovenije za podatke o površinskih kopih v Sloveniji, strokovno literaturo in konzultacije. Zahvaljujem se vsem lastnikom zemljišč in nosilcem rudarske pravice (Termit d.d. in Goriške opekarne d.d.), ki so nam omogočili odvzem vzorcev na rekultiviranih površinah. Zahvaljujem se predstavnikom nosilcev rudarskih pravic mag. Alenki Sašek Pavlin iz podjetja Termit d.d., g. Francu Pogačniku, g. Viljemu Košuti ter g. Danielu Fikfaku iz podjetja Goriške opekarne d.d. in g. Jožefu Rutarju iz Srednje Biotehniške šole v Šempetru pri Gorici, ki so nam posredovali dodatne informacije.

Zahvaljujem se tudi mentorici doc. dr. Vesni ZUPANC za vse nasvete in vodenje, ki mi jih je nudila tekom diplomskega dela.

Hvala somentorju doc. dr. Roku MIHELIČU za vso dobro voljo, ki jo je prinašal na konzultacije.

Hvala staršem Srečku in Anici ŠKORNIK, ki sta mi tekom študija stala ob strani kljub uspehom in neuspehom, ki so se včasih pripetili med študijem, vendar so pripeljali do tega, da sem danes napisala diplomsko delo.

Na tem mestu ne smem pozabiti na svojega moža Klemna GRDINO, ki je vedno bdel nad menoj s svojim optimizmom tudi takrat, ko sem najbolj obupavala.

Hvala vsem.

PRILOGA A

Poročilo: Ocena kakovosti umetne zemljine (za TERMIT d.o.o.)

Naslov: OCENA KAKOVOSTI UMETNE ZEMLJINE (za TERMIT d.o.o.)



Naročnik: TERMIT –
Rudarsko podjetje kremenovih peskov in oplemenitenje nekovin d.d.
ga. Alenka Pavlin
Drtija 1, Drtija
1251 Moravče

Naročilnica:

Izvajalec: ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave

Št. poročila: ERICo Velenje DP 466/03/09

Št. strani: 17

Datum: 2009 - 11 - 19

Odgovorna za obratovalni monitoring tal: dr. Nives V. Kugonič, univ. dipl. biol.

Sodelavci: Milojka Bedek, univ. dipl. inž. kem. teh.
Stane Vanovšek, vrt. teh.

Vodja laboratorija: Andrej Glinšek, univ. dipl. kem.

Vodja oddelka: mag. Mojca Bole, univ. dipl. inž. kem.

ERICo Velenje
Direktor:

mag. Marko Mavec





7. Rezultati posameznih meritev in analiz

7.1. Rezultati opravljenih analiz umetne zemljine.

Tabela 1: Vrednosti pedoloških in fizikalno-kemijskih parametrov v zemljini.

Parameter	Enota	T1 – 817/09 Umetna zemljina
pH vrednost		7,8
Tekstura		M1
TOC v izlužku	mg/l	2,2
Celotni organski ogljik (TOC)	masni % s.s.	0,4
Specifična električna prevodnost	μS/cm	237
Celotni dušik (N cel)	masni % s.s.	0,03
Celotni fosfor (P cel)	masni % s.s.	0,18
Kamenje, večje od 2 mm	masni % s.s.	26,9
Kamenje, večje od 200 mm	masni % s.s.	0
Balastne snovi*	masni % s.s.	0

Rezultati zbrani v Prilogi 2; ERICo Velenje, Poročilo o preskusu št. 817/08.

*na osnovi vizualne ocene ob vzorčenju

Tabela 2: Vrednosti organskih parametrov v zemljini.

Parameter	Enota	T1 – 817/09 Umetna zemljina
AOX kot klor	mg/l	< 0,01
PAH	mg/kg	0,9
PCB ¹	mg/kg	< 0,1
BTX ¹	mg/kg	0,52

Rezultati zbrani v Prilogi 2; ERICo Velenje, Poročilo o preskusu št. 817/09.

¹Rezultati zbrani v Prilogi 3; ZZV Novo mesto, lab. št. 2009/5458-1.

Tabela 3: Vrednosti anorganskih parametrov v zemljini (mg/l).

Parameter	Enota	T1 – 817/09 Umetna zemljina
As	mg/l	0,0116
Pb	mg/l	0,0256
Cd	mg/l	<0,0003
Cr	mg/l	0,0421
Co	mg/l	0,0058
Cu	mg/l	0,020
Ni	mg/l	0,0115
Hg	mg/l	<0,0001
Zn	mg/l	0,199

Rezultati zbrani v Prilogi 2; ERICo Velenje, Poročilo o preskusu št. 817/09.

PRILOGA A

Poročila o preizkusih št. 00929/2014 in 00930/2014



KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD NOVA GORICA

Agroživilski laboratorij

Pri hrastu 18, Kromberk, 5000 Nova Gorica, Slovenija
Tel.: (++386) 5 335 1224, Faks.: (++386) 5 335 1223
e-mail: tjasa.jug@go.gzgs.si, www.kmetijskizavod-ng.si

ŠC-BIOTEHNIŠKA ŠOLA

Nova Gorica, 24.12.14

PADLIH BORCEV 26
5290 ŠEMPETER

POROČILO O PRESKUSU št.: 00929/2014

Opis vzorca: NJIVA

GRAMOZNICA MIREN-LEVO GERK:4888970,

Analitska številka: 14-00929

Datum prejema vzorca: 17.12.14

Datum izvajanja preskusa: 22/12/2014 - 23/12/2014

REZULTATI ANALIZE:

Parameter, enota	V vzorcu	Zadostna založenost (ciljna vrednost)	INTERPRETACIJA				
			siroma-	srednje	dobro	prekom-	okstrem-
pH (KCl): -	7,0						
P ₂ O ₅ dostopni; mg/100g	18	12-25					
K ₂ O dostopni; mg/100g	17	20-30 srednje težka_tla 16-25 lahka_tla 23-33 težka_tla					
Organska snov: %	3,4						

* mejne vrednosti za fosfor in kalij po AL-metodi

** interpretacija rezultatov velja za srednje težka tla

PRIPOROČILO ZA GNOJENJE - GNOJILNI NAČRT:

1. Reakcija tal je nevtralna.
2. S fosforjem so tla dobro, s kalijem pa srednje preskrbljena. Priporočamo gnojenje z 80 kg P₂O₅/ha in 220 - 230 kg K₂O/ha letno.
3. Z organsko snovjo so tla dobro preskrbljena.
4. Na osnovi rastišnih razmer zadnjih let in glede na vizualne ocene oz. glede na morebitne opravljene meritve Nmin in ciljne vrednosti za posamezne poljščine, se odločite za gnojenje z dušikom, ki ne sme presežati mejnih količin vnosa iz Preglednice 1 v prilogi.

Priporočila za gnojenje veljajo za obdobje 5 let od izdaje poročila.

Odgovorni analitik:

Vodja agroživilskega laboratorija:

mag. Anka Rojc Polanec, univ. dipl. ing. kmet.

dr. Tjaša Jug

Izvid se nanaša izključno na analizirani vzorec.
Izvid se ne sme uporabljati za druge namene.
Izvid se ne sme reproducirati, razen v celoti.
Ne sme se uporabljati v reklamne namene.



KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD NOVA GORICA

Agroživilski laboratorij

Pri hrastu 18, Kromberk, 5000 Nova Gorica, Slovenija

Tel.: (++386) 5 335 1224, Faks.: (++386) 5 335 1223

e-mail: tjasa.jug@go.kgzs.si; www.kmetijskizavod-ng.si

ŠC-BIOTEHNIŠKA ŠOLA

Nova Gorica, 24.12.14

PADLIH BORCEV 26

5290 ŠEMPETER

POROČILO O PRESKUSU št.: 00930/2014

Opis vzorca: NJIVA

GRAMOZNICA MIREN DESNO GERK:4888970,

Analitska številka: 14-00930

Datum prejema vzorca: 17.12.14

Datum izvajanja preskusa: 22/12/2014 - 23/12/2014

REZULTATI ANALIZE:

Parameter; enota	V vzorcu	Zadostna založenost (ciljna vrednost)	INTERPRETACIJA			
			siromašno	srednje	dobro	prekomerno ekstremno
pH (KCl); -	6,7					
P ₂ O ₅ dostopni; mg/100g	24	12-25				
K ₂ O dostopni; mg/100g	24	20-30 srednje težka_tla 16-25 lahka_tla 23-33 težka_tla				
Organska snov; %	3,4					

* mejne vrednosti za fosfor in kalij po AL-metodi

** interpretacija rezultatov velja za srednje težka tla

PRIPOROČILO ZA GNOJENJE - GNOJILNI NAČRT:

1. Reakcija tal je zmerno kisla.
2. S fosforjem in kalijem so tla dobro preskrbljena. Priporočamo gnojenje z 80 kg P₂O₅/ha in 200 kg K₂O/ha letno.
3. Z organsko snovjo so tla dobro preskrbljena.
4. Na osnovi rastnih razmer zadnjih let in glede na vizualne ocene oz. glede na morebitne opravljene opravljene meritve N_{min} in ciljne vrednosti za posamezne poljščine, se odločite za gnojenje z dušikom, ki ne sme presegati mejnih količin vnosa iz Preglednice 1 v prilogi.

Priporočila za gnojenje veljajo za obdobje 5 let od izdaje poročila.

Odgovorni analitik:

Vodja agroživilskega laboratorija

mag. Anka Rojc Polanec, univ. dipl. ing. kmet.

dr. Tjasa Jug

Izvid se nanaša izključno na analizirani vzorec.
Izvid se brez pisnega pristanka pristojnega laboratorija ne sme reproducirati, razen v celoti.
Ne sme se uporabljati v reklamne namene.

