

Osnovna šola Frana Roša Celje

JE RDEČA BARVA ZEMLJE ZNAK ZA NEVARNOST?

Avtorji :

Miha Bastl, 9. a

Žan Augustinčič, 9. a

Urban Kocmut, 9. a

Mentorica:

Irena Zbašnik Zabovnik, predm. učit. ke-bi

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2011

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujemo tehnični direktorici Cinkarne Celje, gospe Nikolaji PODGORŠEK SELIČ, univ. dipl. inž. kem. inž., spec., za sodelovanje in možnost opravljanja eksperimentalnega dela naloge v laboratorijih Cinkarne Celje.

Za praktično pomoč in prijetno sodelovanje se zahvaljujemo vodji Službe za varstvo okolja gospe Bernardi Podgoršek, univ. dipl. inž. kem. tehnologije in njenim sodelavcem iz službe za varstvo okolja pri terenskem delu in pripravi vzorcev zemlje za kemijske analize.

Hvala vodji Službe kakovosti gospe mag. Karmen Rajer Kanduč, univ. dipl. inž. kem. inž. in njenim sodelavcem za pomoč pri izvedbi kemijskih analiz.

Hvala samostojni tehnologinji področja iz PE Kemija Celje gospe Vesni Gaberšek, univ. dipl. inž. kem. tehnologije in njenim sodelavcem pri pripravi vzorcev za analize.

Zahvaljujemo se g. Rudiju Vranu, predsedniku Kulturnega društva Tomaj, za pripravljenost sodelovanja z nami in možnost jemanja vzorcev zemlje na njegovih zemljiščih.

Hvala ge. Blanki Skočir, prof. slovenskega jezika, za lektoriranje raziskovalne naloge.

Hvala učiteljem oddelčnega učiteljskega zbora 9. a oddelka za razumevanje odsotnosti učencev raziskovalcev pri nekaterih urah.

Zahvaljujemo se tudi svojim staršem za vsestransko pomoč, vzpodbudo in podporo pri delu.

Še posebej pa se zahvaljujemo mentorici gospe Ireni Zbašnik Zabovnik, predmetni učiteljici kemije in biologije, za potrpežljivo delo z nami in požrtvovalnost pri nastanku in dokončni podobi raziskovalne naloge. Iskrena hvala za pripravljenost pri usklajevanju naloge, za dogovore s strokovnjaki Cinkarne Celje, spodbujanje delovne vneme in dviganje morale. Njena vsestranska pripravljenost nam je bila v veliko pomoč.

KAZALO

ZAHVALA	3
KAZALO	4
POVZETEK	5
1 UVOD	6
1. 1 Hipoteze	7
1. 2 Metode dela	8
2 TEORETIČNI DEL	10
2. 1 Nastanek tal	10
2. 2 Rudnina ali mineral	11
2. 2. 1 Sadra	11
2. 2. 2 MINERALI ŽELEZA	11
2. 3 Lastnosti tal	12
2. 4 Vrste tal	12
2. 5 Pomen elementov v tleh	14
2. 5. 1 Železna kislava voda	15
2. 6 Pomen železa za organizme	15
2. 7 Pridobivanje TiO_2 v Cinkarni Celje	17
2. 8 Onesnaževanje tal	19
3 EKSPERIMENTALNOPRAKTIČNI DEL	21
3. 1 Delo na terenu	21
3. 1. 1 Jemanje vzorcev zemlje v obcestnem jarku	21
3. 1. 2 Jemanje vzorcev na odlagališču sadre	24
3. 1. 3 Jemanje vzorcev zemlje ob solčavski panoramski cesti	25
3. 1. 4 Jemanje vzorcev na Krasu	27
3. 2 Delo v laboratoriju	28
3. 2. 1 Priprava vzorcev za kemijske analize	28
3. 2. 2 Kemijske analize	31
3. 2. 2. 1 Določitev pH v vzorcih tal	34
3. 2. 2. 2 Določanje vsebnosti skupnega Ca	36
3. 2. 2. 3 Določanje vsebnosti železa, svinca, kadmija	37

3. 3. 2 Rezultati meritev	46
4 RAZPRAVA	53
5 ZAKLJUČEK	56
6 UPORABLJENA LITERATURA	59
7 PRILOGE	60

POVZETEK

Namen naše raziskovalne naloge je bil, da izvemo ali sta rdeča zemlja iz obcestnega jarka blizu cinkarniškega odlagališča in rdeča sadra na samem odlagališču res nevarni okolju kot trdijo mnogi.

Zato smo v literaturi najprej poiskali podatke o nastanku, vrsti in lastnostih tal na splošno. Nato smo poiskali še podatke o rdeči zemlji (terra rossi) na Krasu in rdeči zemlji v okolici izvira železove mineralne vode ob solčavski panoramski cesti.

V Cinkarni Celje smo se seznanili s tehnološkimi postopki pridobivanja titanovega dioksida. Ker nas je zanimala rdeča sadra na cinkarniškem odlagališču in rdeča zemlja v obcestnem jarku blizu tega odlagališča, smo vzeli vzorce zemlje v obcestnem jarku in vzorce sadre na samem odlagališču. Za primerjavo smo vzeli še vzorce zemlje na Krasu in ob izviru železove mineralne vode.

V laboratorijih Cinkarne Celje smo pripravili vzorce za kemijske analize in le- te tudi opravili. Določali smo vsebnost železa, ki daje zemlji rdečo barvo, vsebnost kalcija, ki povzroča bazičnost tal, vsebnost svine in kadmija, ki povzročata onesnaženost tal, ter pH vrednost zemlje.

Z raziskovalno nalogo smo želeli ugotoviti ali so govorice o vplivu Cinkarne Celje na onesnaževanje okolja utemeljene.

1 UVOD

»Narava je dediščina, ki smo jo prejeli od svojih prednikov in jo predajamo svojim potomcem,« je rekel indijanski poglavar.

Ker nam mladim raziskovalcem ni vseeno, kakšno naravo bomo predali svojim potomcem, smo se odločili za raziskovalno nalogo v zvezi z ekologijo.

Zanimanje za naše raziskovanje je nastalo, ko smo o menda nevarni rdeči zemlji v Celju brali v časopisih, polemike okoli nje zasledili na televiziji in o njej poslušali na radiu. Vse skupaj je dvignilo dosti prahu in govoric, ter tako pritegnilo tudi našo pozornost. Hoteli smo torej izvedeti, ali rdeča barva zemlje res pomeni nevarnost za okolje, kot trdijo mnogi, ali pa gre pri vsem tem za lažni preplah. Rdeča zemlja, ki je v veliki meri prisotna na Primorskem in ostalih sredozemskih območjih, vsebuje več železa kot ostala prst, a zaradi tega ni nič manj rodovitna ali nevarna. Prav nasprotno. Zakaj bi potemtakem rdeča zemlja v okolici Celja ogrožala okolje, na Krasu pa bi bila nekaj povsem naravnega? Moč jo je opaziti tudi drugje, kot na primer pri mineralnem izviru Železne vode pod Olševo. Tej vodi nekateri pripisujejo celo zdravilne učinke. Zato je treba več izvedeti o tleh.

Tla so sestavljena iz mineralnih snovi, ki nastajajo s preperevanjem kamnin, organskih snovi in organizmov ter vode z raztopljenimi solmi in zraka. Tako so na primer kambična tla različno obarvana predvsem zaradi železovih oksidov. Tako nastanejo različni talni tipi, ki se ločijo na osnovi matične kamnine. Eden izmed teh talnih tipov je jerovica ali Terra rossa, ki ima na apnencih in dolomitih v območju sredozemskega podnebja izrazito rdečkasto barvo. Vsebuje zelo malo organskih snovi, ker se rastlinski ostanki zaradi toplega podnebja zelo hitro razkrajajo tudi v zimskem času, ko so ti procesi v drugih podnebnih območjih ustavljeni.

Zaradi nakopičenega železa v zemlji, ki na zraku oksidira, je tako rdečo zemljo ali prst opaziti ne le na Krasu, ampak občasno tudi drugje. Primer tega je vrh Košutica, v bližini katerega je dobro vidna rdeča prst. Tako vemo, da v večini primerov rdečo barvo prsti povzročajo železovi oksidi.

V naravi lahko opazimo tudi rdečo sadro, ki prav tako vsebuje nečistoče, kot je železo, in v stiku z zrakom postane rdeča. Le-ta prav tako naj ne bi bila nevarna, nekateri celo z njo posipavajo polja za večjo rodovitnost.

Obstaja pa še kemijska sadra, ki se pridobiva iz odpadnih materialov in plinov, ni nevarna, je pa vsestransko uporabna. Nepogrešljiva je med drugim v gradbeništvu, poljedelstvu, živilski industriji, medicini in filmski industriji. Uporablja se kot dodatek v proizvodnji mavca in cementa, kot regulator pH vrednosti v prsti, dodatek pri vrenju piva, polnilo za testenine, mavčne obloge, zobne zalivke in številne filmske efekte.

Tako je resnično težko najti kaj slabega na rdeči prsti, saj brez nje tudi kraškega terana ne bi bilo. Je namreč vino, ki ga obrodi trta refošk, le da raste na rdeči prsti, bogati z železom, ki mu da značilne lastnosti.

Morda pa ta naša rdeča zemlja ni naravnega izvora? Kaj če je res nevarna snov, podobna rdečemu mulju, ki se je izlil iz madžarske tovarne aluminija? Četrtega oktobra leta 2010, torej v času, ko smo mi že delali svojo raziskovalno nalogo, se je na Madžarskem v mestu Ajka iz tovarne aluminija izlilo 600 do 700 tisoč kubičnih metrov »rdečega mulja«, strupene odpadne snovi, ker je popustil jez odlagališča. Snov, ki vsebuje težke kovine, je terjala tudi nekaj smrtnih žrtev, med njimi trimesečnega dojenčka. Slednje pa verjetno lahko izločimo, saj v Celju niso nikoli proizvajali aluminija.

Spet in spet zasledimo povezanost z železom in njegovo prisotnostjo. Je vzrok za rdečo barvo preprosto povečana vsebnost železa? Zdi se mogoče.

Kako torej priti do odkritja in razlage stvari? Enostavno: s podrobno preiskavo! Zato smo si postavili naslednje hipoteze.

1.1 HIPOTEZE

- 1. Zemlja v obcestnem jarku blizu cinkarniškega odlagališča je rdeča zaradi onesnaženosti.**
- 2. Zemlja v obcestnem jarku blizu cinkarniškega odlagališča vsebuje nekatere nevarne snovi.**
- 3. Rdeča sadra na cinkarniškem odlagališču vsebuje železo.**
- 4. Rdeča sadra na cinkarniškem odlagališču okolju ni nevarna.**
- 5. Rdeča zemlja na Krasu vsebuje več železa in več kalcija kot rdeča zemlja v Logarski dolini.**

1.2 METODE DELA

- Zbiranje podatkov iz različnih virov,
- jemanje vzorcev zemlje na terenu,
- jemanje vzorcev sadre na odlagališču,
- priprava vzorcev za kemijske analize,
- tehtanje vzorcev,
- sušenje vzorcev,
- beleženje podatkov,
- računanje,
- primerjanje podatkov,
- analiziranje podatkov,
- zapis ugotovitev.

SVOJE RAZISKOVANJE SMO RAZDELILI NA:

TEORETIČNI DEL

- **Nastanek tal**
- **Rudnina ali mineral**
 - **Sadra**
 - **Minerali železa**
- **Lastnosti tal**
- **Vrste tal**
- **Pomen elementov v tleh**
 - **železna voda**
- **pomen železa za organizme**
- **Onesnaževanje tal**
- **Pridobivanje TiO_2 v Cinkarni Celje**

EKSPERIMENTALNOPRAKTIČNI DEL

1. Delo na terenu:

- **Jemanje vzorcev zemlje v obcestnem jarku blizu cinkarniškega odlagališča**
- **Jemanje vzorcev sadre na odlagališču**
- **Jemanje vzorcev zemlje na Krasu**
- **Jemanje vzorcev zemlje ob Panoramski cesti na Solčavskem.**

2. Delo v laboratoriju:

- **Priprava vzorcev za kemijske analize**
- **Izvedba kemijskih analiz vzorcev:**
 - določanje vsebnosti železa,
 - določanje vsebnosti kalcija,
 - merjenje vrednosti pH,
 - določanje vsebnosti svinca,
 - določanje vsebnosti kadmija.

3. Beleženje rezultatov analiz

2 TEORETIČNI DEL

2.1 NASTANEK TAL

Tla so površinski del zemeljske skorje. Lastnost rodovitnosti so dobila pod vplivom litosfere, atmosfere, hidrosfere in biosfere. To pomeni, da imajo sposobnost oskrbovanja rastlin z vodo, mineralnimi snovmi in kisikom, hkrati pa jim nudijo oporo za rast in razvoj. Tla so živ sistem, ki je nastajal več tisočletij. Za nastanek 20 cm tal na rečnem nanosu je potrebnih 1000 do 10000 let. Na njihov razvoj pa vplivajo različni dejavniki kot so litološka osnova, relief, klima, voda, tektonika in živi svet.

Tla nastajajo s preperevanjem kamninske ali matične osnove tal. Kamnine preperevajo fizikalno in kemijsko. Pri fizikalnem preperevanju se kamnine drobijo na manjše kose. Pri kemijskem preperevanju pa se kamnine mineraloško in kemijsko spreminjajo.

Matična podlaga je zaradi raznolike geolitološke sestave v Sloveniji dejavnik, ki najbolj vpliva na pestrost tal. Je temeljni vir mineralnega dela tal in je lahko vezana kamnina ali pa prenesen in nevezan material. Na tvorjenje tal ima vpliv tudi klima, prav tako živi organizmi in relief. Flora in favna se v tleh in na tleh razvijajo, z njimi izmenjujemo snovi in energijo. Vplivajo na tla in jih deloma tudi spreminjajo. Njihovi odmrli ostanki omogočajo kroženje rastlinskih hranil. Poseben vpliv ima tudi človek. Dokler deluje v skladu z naravo, se njegov vpliv vključuje v vplive drugih živih organizmov. V trenutku, ko pa postane njegova aktivnost do narave agresivnejša, posledice takega ravnanja pa dolgotrajne, postane tudi človek poseben dejavnik. Relief ni materialni dejavnik oziroma ne vnaša posebnih snovi v tla, definiramo ga kot obliko in položaj površine v prostoru. Ustvarja specifične pogoje za prerazporeditev snovi in energije, ki prihajajo iz atmosfere, biosfere, deloma pa tudi iz litosfere.

Tla so sestavljena so iz trdne, tekoče in plinaste faze. Trdna faza je sestavljena iz mineralnih delcev različnih velikosti in organske snovi. Od velikosti mineralnih delcev je odvisna specifična površina delcev, od nje pa fizikalne in kemijske lastnosti tal, zato določamo delež posameznih velikostnih frakcij v tleh v %.

2. 2 RUDNINA ali MINERAL

Rudnina ali mineral je naravna spojina z značilno kristalno zgradbo, nastala s pomočjo geoloških procesov. Pojem mineral ne zajema samo kemijske sestave, ampak tudi zgradbo minerala. Poznamo minerale, sestavljene iz čistega kemijskega elementa pa tudi zelo zapletene, ki imajo več tisoč različnih oblik in se razlikujejo po velikosti in obliki.

Pravi mineral je trdna substanca kristalne strukture. Je anorganska homogena snov naravnega nastanka, ki ima značilno kemijsko strukturo. Materiali, ki jih ni moč popolnoma poistovetiti s strogo definicijo minerala, so imenovani mineraloidi, vsi ostali materiali naravnega izvora pa sodijo med nemineralne. Industrijski mineral je gospodarski pojem, ki se nanaša na gospodarsko pomembne minerale oziroma rudnine.

2. 2.1 SADRA

Sadra je kemijsko kalcijev sulfat dihidrat, s formulo $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Je naravni mineral, ki se nahaja v sedimentnih kamninah in je nastal pred 100 milijoni leti pri izhlapevanju vode iz prostranih morij, ki so prekrivali kontinente. Ta mineral nastaja na površju Zemlje. Nastaja v blatu okrog vročih vulkanskih vrelcev, kjer izhlapeva voda. Sadro, ki je zelo običajna snov kopljejo v velikih količinah na mnogih koncih sveta.

Segreta sadra tvori bel prah, imenovan pariški mavec. Ko ga zmešamo z vodo postane trd.

Poznamo pa tudi industrijsko sadro, ki nastaja v tehnoloških procesih. Uporabna je za različne namene.

2. 2. 2 MINERALI ŽELEZA

Železo, ki je za kisikom, silicijem in aluminijem četrti najbolj pogost element v človeku dostopnem delu zemeljske skorje s 4,7 %, se v njej nahaja v obliki oksidov (magnetit – Fe_3O_4 , hematit – Fe_2O_3 in limonit – $\text{FeO}(\text{OH})$), karbonatov – FeCO_3 , sulfidov – FeS , FeS_2 (pirit) in silikatov.

2.3 LASTNOSTI TAL

Pod fizikalne lastnosti tal sodijo:

- tekstura tal,
- struktura tal,
- poroznost,
- temperatura,
- barva prsti.

Rdečo, rumeno ali rjavo barvo dajejo prsti železovi oksidi in oksidhidrati.

V podtalnici se raztapljajo kot železov sulfat - FeSO_4 in železovhidrogenkarbonat – $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$. Nekaterne mineralne vode vsebujejo celo več kot 10 mg/l železa.

Človek z namakanjem, gnojenjem, kolobarjenjem in izsuševanjem tal lahko izboljša kakovost zemlje.

Z napačnimi in nepremišljenimi dejanji pa jo mnogokrat osiromaši, onesnažuje in zastruplja.

Glede na pH- vrednost delimo tla na:

- Srednje alkalna nad 8,0
- Slabo alkalna od 7,1 do 8,0
- Nevtralna 7,0
- Slabo kislá od 6,0 do 6,9
- Kislá od 5,0 do 5,9
- Močno kislá od 4,0 do 6,9
- Zelo močno kislá manj kot 4,0

2. 4 VRSTE TAL

Tla se po jugoslovanski klasifikaciji, ki jo uporabljamo tudi v Sloveniji, delijo na štiri oddelke:

- AVTOMORFNA,
- HIDROMORFNA,

- SLANA,
- SUBAKVALNA.

Ti oddelki so razdeljeni še na **razrede**, ki si sledijo po razvojni stopnji. Osnovni deli klasifikacijskega sistema pa so **talni tipi**.

AVTOMORFNA TLA se delijo na:

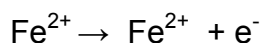
- nerazvita,
- humusno akumulativna tla,
- kambična,
- sprana,
- antropogena,
- tehnogena.

Med kambična tla pa spadajo evtrična rjava tla, distrična rjava tla, rjava pokarbonatna tla in jerovica.

Jerovica ali Terra rossa je nastala na apnencih in dolomitih mediteranskega območja. V Sloveniji je ta tip prsti precej razširjen na Krasu in Sredozemlju. Vsebuje malo organskih snovi, ker se zaradi toplega podnebja hitro razgradijo. Topljive organske snovi povzročajo redukcijo železovih spojin. Železo preide v mobilno obliko, ki se spere ali pa ponovno izloči.

Železo iz oksidacijskega stanja 2+ preide v železo 3+ v prisotnosti kisika.

Oksidacija železa(II) v železo(III)



Terra rossa je v geografiji ime za rodovitno rdečo prst na Krasu. Rdečo barvo prsti ji daje nakopičeno železo.

Rdečo prst zasledimo tudi v bližini vrha Košutica. Nahaja pa se tudi ob izviru mineralne kisle vode ob Panoramski cesti na Solčavskem.



Slika 1: RDEČA ZEMLJA OB SOLČAVSKEM IZVIRU

2. 5 POMEN ELEMENTOV V TLEH

Rastline dobijo hranilne snovi iz tal. Sprejem teh snovi je odvisen od fizioloških potreb rastline v različnih obdobjih rasti, transpiracije vode, temperature zraka in talne raztopine. Ta sprejem je pogojen s koncentracijo določenega elementa v rastlini. Če ga je v rastlini malo, bo sprejem večji in obratno.

Elemente, potrebne za rast rastlin, delimo na makrohranila in mikrohranila.

Makrohranila ali glavna hranila, ki jih rastline potrebujejo veliko, so dušik, fosfor, kalij, kalcij, žveplo in magnezij. Mikrohranila ali sledovna hranila, ki jih potrebujejo rastline malo, a so ta nujno potrebna za rast rastlin, pa so železo, bor, mangan, baker, cink, molibden ...

Med glavnimi hranili je tudi kalcij, ki je v zemlji prisoten v obliki težko topnih soli. Njegov pomen je, da vpliva na vrednost pH v tleh. Zaradi pomanjkanja kalcija se pojavijo rumeni listi (kloroza), nekroza, odmiranje rastnih vršičkov in deformirani plodovi.

Železo, ki spada med mikrohranila, je nujno potrebno za sintezo klorofila in nastanek encimov, posebno citohroma, ki sodeluje pri prenosu kisika. Če ga primanjkuje, se to pojavi najprej na mladih listih. Ti postanejo najprej rumeni, nato pa belkasti in rastline zaostajajo v rasti. Vzrok za to je med drugim previsoka pH- vrednost.

Kadar v tleh primanjkuje železa, je to po navadi zaradi prezaloženih tal s fosforjem, ki imajo previsoko pH- vrednost. To pomanjkanje se pojavi tudi ob prekomerni oskrbi z manganom in kalcijem. V tem primeru je treba tla gnojiti z železom. Ta gnojila so železov sulfat, železovi kelati in železov oksalat. Slednji vsebujejo železo v sledečih količinah: železov sulfat ali zelena galica vsebuje 20% železa, železovi kelati od 5% do 9%, železov oksalat pa 22% železa.

2.5.1 ŽELEZOVA KISLA VODA

»Železna voda« je že od nekdaj privlačila ljudi zaradi svojih menda zdravilnih učinkov. Tako je bilo težko, da k njej pot ne bi vodila še nas. Zanj smo slišali tudi v Cinkarni in brali o njej na internetu. Gre za izvir pod solčavsko panoramsko cesto, v eni od grap, ki jih prekinjajo strme stene solčavskih peči. Ta voda, ki je dobro znana znamenitost solčavskega, je bogata z železom in ogljikovim dioksidom. Je dober naravni vir vnosa železa v telo in pozitivno vpliva na tkiva, ki proizvajajo krvne celice. Za nas je vse skupaj postalo še bolj zanimivo, ko se je sošolec spomnil, da je o tem bral na internetu in zasledil rdečo barvo zemlje. Tako se je tudi sam odpravil tja in vzel nekaj vzorcev zemlje, da bomo tudi te lahko primerjali z ostalimi vzorci. Najstarejši zapiski o tej vodi izvirajo iz leta 1856. Že takrat se je vedelo, da ima zdravilne učinke, predvsem za prebavo. Zajetje je bilo zgrajeno pred približno 100-150 leti.

"Balneokemična analiza je pokazala vsebnost kalcija 47,4 mg/l, magnezija 14,6 mg/l in železa 20,6 mg/l. Od anionov je vodilni hidrogenkarbonat 269 mg/l, le nekaj je klorida, 1,2 mg/l. Prostega ogljikovega dioksida(CO₂) je 1760 mg/l, kar jo uvrsti v mineralno kislico tudi po mednarodni klasifikaciji, pH je 5,3. Ostale mineralne sestavine pa so v minimalni količini." (<http://www.gore-ljudje.net/novosti/55367/>, 26. 1. 2011)

2. 6 POMEN ŽELEZA ZA ORGANIZME

Železo je pomembno za sintezo klorofila in veliko encimov, še posebno citohroma, ki sodeluje pri prenosu kisika.

V metabolizmu rastlin je železo nujno potrebno kot katalizator. V vsem obdobju rasti spodbuja tvorbo encimov (citohromoksidaze, katalaze, itd.), ki sodelujejo pri

asimilaciji, fotosintezi, respiraciji in redukciji nitratov. Največ se ga nahaja v mitohondrijih, kloroplastih in celičnih jedrih. Železo je zelo pomembno pri izgradnji klorofila, ki daje rastlinam zeleno barvo, čeprav železo v samem klorofilu ni prisotno. V rastlinah se železo zelo počasi transportira. Simptomi pomanjkanja so kloroze, ki se za razliko od kloroz zaradi pomanjkanja magnezija pokažejo najprej na mladih listih. Kadar v tleh primanjkuje železa, je to po navadi zaradi prezaloženih tal s fosforjem, ki imajo previsoko pH- vrednost. To pomanjkanje se pojavi tudi ob prekomerni oskrbi z manganom in kalcijem. V tem primeru je treba tla gnojiti z železom. Ta gnojila so železov sulfat, železovi kelati in železov oksalat. Slednji vsebujejo železo v sledečih količinah: železov sulfat ali zelena galica vsebuje 20% železa, železovi kelati od 5% do 9%, železov oksalat pa 22% železa. Železo je pomembno za sintezo klorofila in veliko fermentov, še posebno citohroma, ki sodeluje pri prenosu kisika.

Rastlinam dostopni obliki železa iz talne raztopine sta Fe^{2+} in železo v kelatnih molekulah. Železo v Fe^{3+} obliki se mora predhodno reducirati, redukcija pa običajno poteka na površju plazmaleme. Zelo verjetno je, da rastlina sama ustvarja svoje kelatne komplekse z Fe in jih kot take tudi transportira. Rastlina je sposobna spreminjati "nativne" kelate in na ta način po svoje uravnava sprejem železa skladno s potrebo. Za sprejem železa je nadalje pomembna oblika dušika v gnojilih, le- ta namreč vpliva na pH talne raztopine. Nitratna oblika dušika zvišuje pH in tako preprečuje sprejem železa, amonijska oblika pa pH znižuje in s tem sprejem železa pospešuje.

Kot zanimivost je treba tukaj omeniti vino refošk. Refošk je avtohtona primorska vrsta rdečega vina. Je temno vijolično rdeče barve. Ta vrsta je posebna, ker se prilagodi različnim vrstam tal, tudi zahtevnim lapornim in ilovnatim tlam, ki so sicer zelo slabo odporna proti površinskemu odnašanju. Bolj natančno izvira z območja med Krasom in Koprskim primorjem. Vino vsebuje snov, ki pomaga pri premagovanju bolezni, predvsem pri aterosklerozi. Prav tako vsebuje salicilno kislino, znano tudi kot sestavino aspirina. Refošk vsebuje manjši odstotek alkohola in nežnejšo mlečno kislino, ki ima odločilno vlogo pri prebavi.

Na drugačnih tleh pa iz enake trte nastane kraški teran. Pridelujejo ga na Krasu iz trte Refošk (imenuje se tudi teranovka). Zaradi kraške prsti dobi značilen okus. V primerjavi z drugimi vini vsebuje velik odstotek mlečne kisline. Domovina kraškega terana, ki je vino kraškega vinorodnega okoliša, leži med Tržaškim zalivom in

Vipavsko dolino z nadmorsko višino okoli 300 m, ostrejšo klimo, ter jerovico, bogato s silikati in železom.

Tako vpliva prst tudi na trto in rezultat sta dve povsem različni vini, ki ju loči sestava tal, rodi pa enaka vrsta trte.

Železo je za človeka esencialni element. V organizmu se ga več kot 70% nahaja v krvi, v hemoglobinu. Minimalni potrebni dnevni vnos je odvisen od starosti, spola, fiziološkega stanja in znaša od 10 do 50 mg/dan. Pri obolenjih z motnjami v sprejemanju železa oz. pri večji potrebi organizma po železu (npr. nosečnost) je potrebno dodatno uživanje železovih preparatov. Predoziranje železa pa lahko, zlasti pri majhnih otrocih, pripelje do zastrupitve, tudi s smrtnim izidom. Kronično kopičenje železa v organizmu je največkrat posledica genetske motnje (hemokromatoza), s povečano absorpcijo železa oziroma je posledica večjega vnosa železa zaradi bolezenskih stanj, pri katerih so potrebne pogoste transfuzije. Odrasle osebe sicer pogosto dalj časa uživajo železove preparate brez škodljivih posledic in je malo verjetno, da bi vnos železa 0,4 do 1 mg/kg telesne teže povzročil škodljive učinke za zdravje.

2.7 PRIDOBIVANJE TiO_2 V CINKARNI CELJE

V Cinkarni Celje proizvajajo veliko različnih proizvodov, ki jih uporabljajo vsak dan. Glavni proizvod je titanov dioksid, ki je poseben bel pigment in ga ni moč nadomestiti s čim drugim zaradi zmožnosti zaščite materialov pred svetlobo in vremenom. Ima velike moči posvetlitve in prekrivnih sposobnosti, pojavlja pa se na vseh področjih našega življenja. Titanov dioksid (TiO_2) se v svetu proizvaja v dveh glavnih komercialnih oblikah. Količinsko bistvena in tudi starejša je proizvodnja pigmenta, medtem ko se nano ali ultrafina oblika z razvojem modernih tehnologij šele uvaja.

Kaj je titanov dioksid?

Titanov dioksid je spojina titana in kisika s kemijsko formulo TiO_2 .

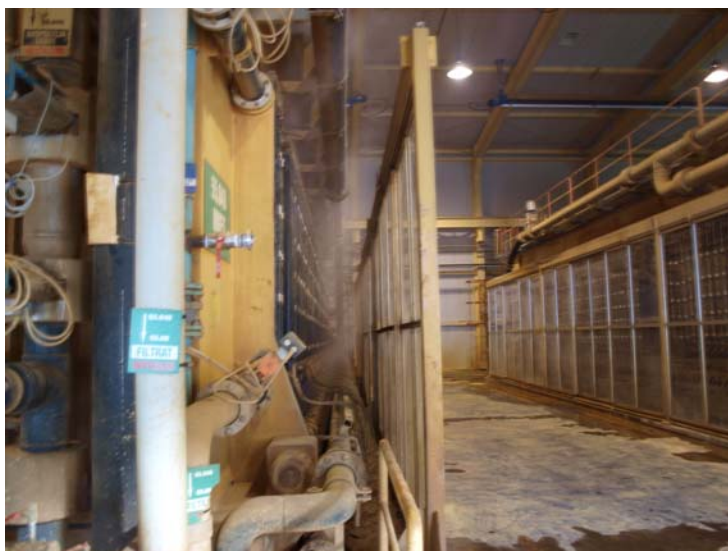
Pridobivanje titanovega dioksida

Titanov dioksid se pridobi iz titanove žindre (ostanek v postopku pridobivanja železa). Shranjena je v Cinkarniškem skladišču, prostornim za 40.000 ton žindre. Dnevni proizvod TiO_2 znaša 160 ton. Najprej zmleto žindro raztopijo v žveplovi VI

kislini. Žveplova kislina v rudi razkroji okside kovin v sulfate (titanov sulfat, železov sulfat, silicijev sulfat). To je medij, ki ga z več kot dvajsetimi postopki obdelajo naprej do belega prahu kot osnovni TiO_2 . V tem pigmentu ni več železa in žveplove kisline, ki je bila dodana. Uporabljeno kislino z drugimi nečistočami nevtralizirajo v dveh delih. Sprva jo zmešajo s kalcijevim karbonatom (zdrobljen apnenec), v drugi fazi pa dodajo še apno. Tako dobijo apneno mleko, ki ima pH- vrednost 8,5. To je sadra (kalcijev sulfat dihidrat $\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$), ki vsebuje še železov oksid (FeO), titanov dioksid (TiO_2), sledove kremena in magnezijev hidroksid ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), tako imenovana rdeča sadra.

Rdečo sadro po dolgem cevovodu iz Cinkarne Celje premestijo v stiskalnice. V njih stisnejo rdečo sadro pomešano z mehko sadro, ki jo z vodnim bagrom prečrpavajo iz odlagalnega jezera. Nato jo iz stiskalnic spustijo v skladišče pod njimi. Od tam z bagri preložijo še vročo sadro na tovarnjake prekucnike, ki jo odpeljejo na nasip ožete sadre, kjer jo z buldožerji razvozijo po nasipu.

Pri proizvodnji TiO_2 nastaja tudi CEGIPS, ki je blagovna znamka za kalcijev sulfat dihidrat ali sadro ($\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$). Sadra je nevtralna anorganska sol s povprečno velikostjo delcev med 80 in 100 mikronov. Vrednosti nevarnih snovi pa so glede na veljavno uredbo pod mejnimi vrednostmi letnega vnosa v tla. Prav tako nastaja stranski proizvod RCGIPS, nevtralni proizvod nevtralizacije preostale žveplove kisline iz TiO_2 z apnenčevo moko in apnenim mlekom. Je rdeče rjave barve in debelo zrnatega, delno vezljivega ter vlažnega značaja. Poleg sadre vsebuje železove okside, titanov dioksid in sledove kremena ter magnezijevih hidroksidov.



Slika 2: PREŠE ZA STISKANJE SADRE

2. 8 ONESNAŽEVANJE TAL

Definicija onesnaženosti tal je zelo široka in poleg tal samih obravnava tudi vpliv na podtalnico in rastline. V naravi pojavov ne moremo omejiti samo na en del ekosistema, če ti delujejo oziroma vplivajo na različne dele okolja. Prekomerne količine ene ali več snovi v določenem prostoru in času pomenijo onesnaženost okolja. Pri tem se ljudje najprej zavemo težav zaradi onesnaženosti zraka in vode, saj smo od njiju odvisni, redko pa pomislimo na onesnažena tla.

Snovi, ki povzročajo onesnaženost tal, so:

- nevarni in posebni odpadki,
- urbane in industrijske emisije v zraku,
- poplavne vode,
- gnojevka in mineralna gnojila,
- mulj iz rečnih strug in jezer.

Glede na kemijsko sestavo delimo okolju nevarne snovi na anorganske in organske. Organske se od anorganskih snovi razlikujejo predvsem v tem, da večina organskih spojin v tleh razpade, anorganske pa v tleh ostanejo in se nabirajo. Seveda so izjeme, tako pri organskih spojinah, saj so nekatere obstojnejše, kot tudi pri anorganskih spojinah.

Za nekatere nevarne snovi obstajajo mejne vrednosti, ki jih določa »Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh« *Uradni list Republike Slovenije*.1996, VI: št. 68, ISSN 1318-0576.

Uredba velja za celotno območje Slovenije in za vse vrste tal. Pomanjkljivost te uredbe je, da ne ločuje različnih vrst rabe tal, ki se razlikujejo glede na nevarnost vnosa okolju nevarnih snovi v človeka, kot so: otroška igrišča, vrtci, šole, parki, kmetijska zemljišča, mestna zemljišča in industrijska zemljišča.

MEJNE IN KRITIČNE IMISIJSKE VREDNOSTI SNOVI V TLEH

Nevarna snov	Mejna vrednost (mg/kg suhih tal)	Opozorilna vrednost (mg/kg suhih tal)	Kritična vrednost (mg/kg suhih tal)
1. Kovine ekstrahirane z zlatotopko (razen Cr6+)			
kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	1	2	12
baker in njegove spojine, izražene kot Cu	60	100	300
nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni	50	70	210
svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	85	100	530
cink in njegove spojine, izražene kot Zn	200	300	720
celotni krom Cr	100	150	380
šestvalentni Cr6+			25
živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg	0.8	2	10
kobalt in njegove spojine, izražene kot Co	20	50	240
molibden in njegove spojine, izražene kot Mo	10	40	200
arzen in njegove spojine, izražene kot As	20	30	55

Tabela 1 (Uradni list RS. 1996, št. 353-03/96-6/1-8, str. 5773)

3 EKSPERIMENTALNOPRAKTIČNI DEL

3.1 DELO NA TERENU

3.1.1 Jemanje vzorcev zemlje v obcestnem jarku

Pripomočki:

- Lopata,
- vrečke,
- nalepke,
- olfa nož,
- škornji,
- gumijaste rokavice,
- pisala,
- evidenčni listi.

Potek dela:

Vzorcev zemlje še nismo jemali, zlasti ne iz obcestnega jarka ali česa podobnega. Pa smo storili prav to. V petek, 12. 11. 2010, smo se razikovalci z gospo mentorico in predstavnikom Cinkarne Celje odpeljali na mesto odlagališča sadre. Malo pred odlagališčem smo se ustavili ob cesti, kjer je jarek, v katerem smo opazili rdečo prst in na vodi nahajajočo rdečo prevleko. Najprej smo si obuli škornje, si nadeli zaščitne rokavice, nato pa smo se lotili dela. Jemanje zemlje iz zelo blatnega ilovnatega jarka sploh ni preprosto, še težje pa se je prestaviti.

Zaposleni v Cinkarni po navadi uporabljajo sonde in podobne pripomočke, mi pa smo vzorčili s čisto lopato, ker je bila zemlja v jarku zelo mokra. Eden izmed nas je vzel lopato in skočil v jarek. S čisto lopato je zajel prst iz zelo blatnega ilovnatega jarka, jo dvignil na rob ceste, sošolec pa je z olfa nožem in lopatko vzel vzorec z lopate, ga dal v plastično vrečko, napisal datum, mesto in številko vzorca. Izpolnili smo tudi evidenčni list, na katerega smo med drugim zapisali šifro. Vse to smo poslikali. Nato smo se prestavili kakšen meter in pol naprej proti toku in postopek ponavljali, dokler nismo prišli do mesta začetka vidne rdeče barve zemlje, približno desetkrat, da smo

dobili povprečen vzorec. Ker je bila zmes heterogena, smo skupno vzeli 2 kilograma vzorca zemlje.



Slika 3: RDEČE BLATO V JARKU POD ODLAGALIŠČEM ZA TRAVNIKOM



Slika 4: PRONICANJE RDEČEGA BLATA V JAREK



Slika 5: JEMANJE VZORCEV ZEMLJE V JARKU



Slika 6: JEMANJE VZORCA ZEMLJE Z OLFA NOŽEM

3.1.2 Jemanje vzorcev na odlagališču sadre

Ko smo končali z delom v jarku, smo se napotili do deponije, kjer zmes sadre s primesmi in vodo ločijo v stiskalnicah pod velikim pritiskom. Bolj kot ne suho sadro odvržejo v velik hangar, kjer jo naložijo na kamione prekucnike in z njo zasipavajo umetno jezero. Preden smo v hangarju vzeli vzorce sadre za primerjavo, smo si nadelali čelade in oblekli halje. Na odlagališču nam je bager premešal sveže iztisnjeno sadro, mi pa smo jo s čistimi rokavicami pobrali in dali v PVC-vrečke. Vzorce smo vzeli na petnajstih mestih, skupaj smo vzeli 2 x po 2 kg vzorca. Vzorci sadre so bili sivkasto rjave barve in so imeli sadrast vonj. Vzorce smo vzeli na petnajstih mestih, skupaj dvakrat 2 kg.



Slika 7: JEMANJE VZORCEV RDEČE SADRE

Sledil je ogled obrata, kjer iz sadre, ki jo dobijo po cevovodu iz Cinkarne, iztisnejo vlago. Po vzponu po številnih stopnicah smo stopili v glasen prostor, kjer zmes sadre in vode ločujejo pod visokim tlakom.

Ko smo vse pregledali in fotografirali, smo se napotili k avtomobilu ge. učiteljice, se zahvalili gospodu, ki nam je vse razložil in razkazal, sneli zaščitna oblačila in se odpravili proti domu.

3.1.3 Jemanje vzorcev zemlje ob solčavski panoramski cesti

Pripomočki:

- lopatka,
- plastične posodice,
- alkoholni flomaster,
- fotoaparata,
- kovinska žlička,
- gumijaste rokavice.

Najprej sem si ogledal teren in naredil načrt nabiranja. Začel sem z izvirom. Vzel sem vzorec zemlje tik pred izlitjem kisle vode v potok, nato pa sem jemal vzorce vedno višje proti izviru. Vse vzorce sem jemal z lopatko, ki sem jo sprati očistil. Vzel sem še vzorce zemlje v gozdu ob izviru, mivkaste vzorce ob potoku in rdeč mulj, ki se je nahajal nekaj metrov nad izvirom. Vse vzorce sem iz lopatke s kovinsko žličko prenesel vsakega v svojo posodo in jo označil z alkoholnim flomastrom. Po vsakem jemanju vzorcev sem lopatko in žličko spral. Mesto vzorčenja sem skiciral na papir. Celoten potek vzorčenja sem tudi fotografsko beležil. Vzorčil sem na desetih mestih. Te smo nato v laboratoriju združili v štiri vzorce.

Rimske številke so bile zaradi sledljivosti 10 vzorcev in njihovih nabranih mest.

Vzorec 1 = združeni vzorci od I do IV (tla na izviru-prodnata podlaga, rdeče barve)

Vzorec 2 = združena vzorca VII in X (med zgornjim in spodnjim izvirom-prodnata podlaga, sivo-rjave barve)

Vzorec 3 = združena vzorca VIII in IX (iz ograde, kjer se voda pretaka-rjavi mulj)

Vzorec 4 = vzorec VI (ob robu potoka, zraven je gozd)



Slika 8: JEMANJE VZORCA RDEČE ZEMLJE PRI IZVIRU

3.1.4 Jemanje vzorcev na Krasu

Po vzorce zemlje smo se odpravili tudi na Kras, kjer nam je g. Rudi Vran, povedal mnogo zanimivega o nastanku kraške zemlje in njeni uporabnosti. Ko je še pred letom 1550 Tomaj spadal pod grofijo Devin, so tomajski kmetje dajali devinskim grofom davek v grozdju ali vinu in so bili s tem oproščeni dajatev. Pomagal nam je tudi pri izbiri krajev za odvzem vzorcev, saj je že v času bivše Jugoslavije zemlja na tem območju veljala za zelo kvalitetno, kjer lahko raste trta, oljke in fige. Vzeli smo vzorce zemlje na štirih različnih mestih:

1. Vzorec zemlje v Tomaju v gozdu blizu zemljišča, kjer je bil včasih vinograd s trto refošk,
2. vzorec na bivšem rastišču trte refošk,
3. vzorec na Komnu,
4. vzorec v Tomajski gmajni.



Slika 9: ZEMLJA NA KRASU

Vse vzorce smo nato shranili v hladilniku pri 5°C.

3. 2 DELO V LABORATORIJU

3. 2. 1 Priprava vzorcev za kemijske analize

A) Čez nekaj dni smo se znova sestali in pripravili vzorce za analizo v laboratoriju. Vzorce je potrebno homogenizirati z mešali ali z roko, kot smo naredili mi. V čisto posodo smo dali vzorec zemlje iz jarka in ga premešali. Vzorca ni bilo potrebno presejati skozi sito, ker je bil dokaj masten. Nato smo ga prestavili na kovinski pladenj, zaščiten s polivinilom, razporedili po dolžini, obdelali z nožem (zmešali) in naredili pogačo. Le-to smo razpolovili. Nato smo jo polovico te pogače stehtali. Ker je tehtala 2,7 kg, smo postopek ponovili in še enkrat polovičili, da smo dobili približno 1 kg zmesi. Od te gre polovica vzorca v analizo, polovica pa se zavrže. Nato smo vzorec dali v vrečko, ki smo jo predhodno označili z datumom in številko vzorca 2300251-071/10. Barva vzorca je bila rumeno rjava.



Slika 10: MEŠANJE VZORCEV ZEMLJE V POSODI



Slika 11: POLOVIČENJE MEŠANEGA VZORCA



Slika 12: TEHTANJE VZORCA ZEMLJE



Slika 13: VZORCA PRED SUŠENJEM



Slika 14: SEJANJE VZORCA SKOZI SITO

B) Enak postopek smo naredili z vzorci sadre. Vzorec smo premešali v veliki čaši (5000 ml), ga zdrobili in presejali skozi sito. Potem smo ga dali na pladenj. Z ostrorobnim križem smo ga razdelili na štiri dele. Za nadaljno analizo smo vzeli nasproti ležeča vzorca, ju dali v vrečko, ki smo jo označili s številko 1309156-070/10 in datumom. Tega vzorca je bilo približno 1 kg. Nasproti ležeča preostanka sadre pa smo zavrgli. Barva vzorca je bila sivozelenorjava, kar pomeni, da smo sadro pravilno vzorčili.

Enako smo pripravili tudi vzorce zemlje iz Logarske in vzorce zemlje iz Krasa. Vse vzorce so nam v laboratoriju posušili. Sadra vsebuje od 30 do 40 % vlage.

3. 2. 2 Kemijske analize

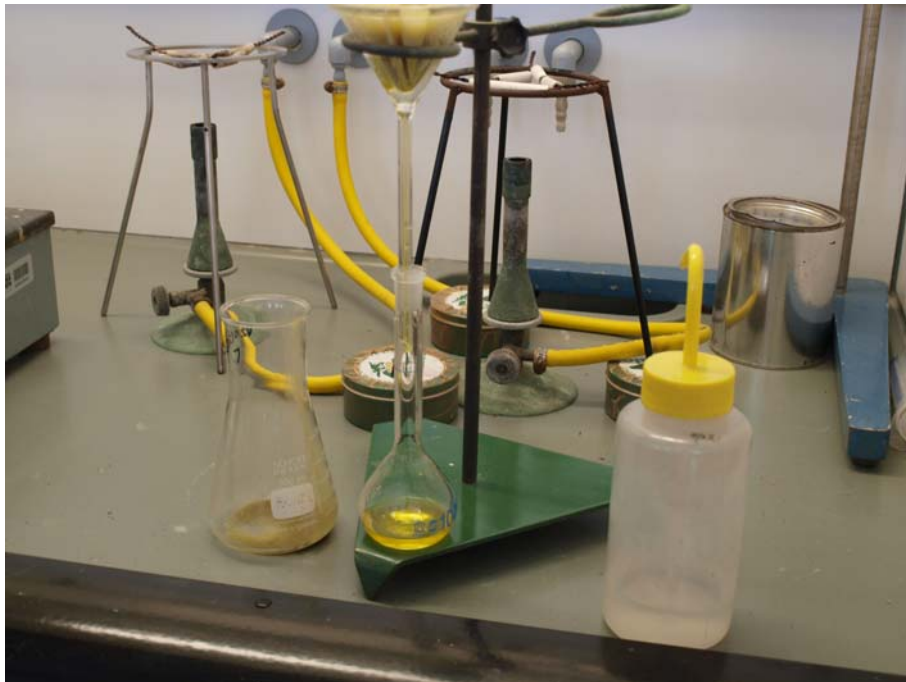
Nadaljnje analize smo opravljali v drugem laboratoriju. Tu smo najprej stehali vzorce na 0,1 mg natančno. Potem smo vzorce raztopili s kislino in reakcijo pospešili s toploto. Nato smo vzorce filtrirali. S posebno napravo smo s pomočjo plazme analizirali sestavo vzorcev. Kasneje smo raztopljenima vzorcema izmerili pH vrednost z merilcem.



Slika 15: TEHTANJE VZORCA ZEMLJE



Slika 16: SEGREVANJE VZORCA



Slika 17: FILTRIRANJE VZORCA



Slika 18: PIPETIRANJE VZORCEV



Slika19: SEGREVANJE VZORCEV NA ELEKTRIČNEM GRELNIKU



Slika 20: FILTRIRANJE DVEH VZORCEV

3.2.2.1 Določitev pH v vzorcih tal

Določevali smo po SIST ISO 10390; 2006: Kakovost tal – Določevanje pH

pH merimo v suspenziji 1:5 (V/V) vzorca v:

vodi (pH v vodi),

raztopini 1 mol/L kalijevega klorida (pH v KCl),

raztopini 0,01 mol/L kalcijevega klorida (pH v CaCl_2).

Izbira raztopine je odvisna od dogovora oz. zahteve naročnika preskusa. Če naročnik nima posebnih zahtev izmerimo pH v suspenziji 1 mol/L KCl.

Volumsko razmerje vzorec : raztopina uporabimo zato, da je postopek uporaben za vse tipe vzorcev (s tem se izognemo težavam pri pripravi suspenzij pri vzorcih z nizko gostoto).

pH suspenzije izmerimo z avtomatskim titratorjem.

Potek dela:

Z merilnim valjem smo odmerili 10 mL vzorca v PVC erlenmajerico s pokrovčkom z navojem. Vzorec smo prelili s 5 kratno količino raztopine CaCl_2 . PVC erlenmajerico smo namestili na stresalnik in stresali 2 uri (na približno 10 minut).

pH elektroda DG 115 je umerjena s kalibracijskimi pufri.

Po končanem stresanju smo suspenzijo prelili v titracijsko čašo in izmerili temperaturo. Temperatura suspenzije mora biti 20 °C.

Tik pred meritvijo smo suspenzijo narahlo premešali in izmerili pH z avtomatskim titratorjem. Med merjenjem pH suspenzije ne mešamo.

Odčitamo stabilno vrednost pH (v časovnem razmaku 5 s se pH ne sme spremeniti za več kot 0,02 enoti).

V večini primerov je čas za stabilizacijo krajši od 5 min, odvisen pa je od številnih dejavnikov:

- vrednosti pH: pri višjih vrednostih pH, se signal težje stabilizira,
- od kvalitete steklene elektrode in njene starosti,
- od medija v katerem merimo pH - v raztopini KCl in CaCl_2 je stabilizacija hitrejša kot v vodi (uporabili smo CaCl_2),

Pri vzorcih z visoko vsebnostjo organskih snovi (šota, glina, ki sta ju vsebovali tudi nekateri vzorci) lahko na meritev pH vpliva suspenzijski učinek.

Pri apnenčastih vzorcih se lahko CO_2 absorbira v suspenzijo, kar povzroči, da se vrednost pH zelo težko stabilizira.



Slika 21: PRIPRAVA VZORCA ZA pH MERJENJE



Slika 22: MERJENE VREDNOSTI pH V VZORCU

3.2.2.2 Določanje vsebnosti skupnega Ca

Potek dela:

Vzeli smo 2 g vzorca in stehtali na 0,1 mg natančno v 250 mL bučko s pomočjo steklene ladjice, ki je pripomoček, ki se položi na tehtnico, da se vzorec ne raztrese oz. porazgubi. Stekleno ladjico smo sprali z deionizirano (destilirano) vodo in 30 mL koncentrirane HCl. Ladjico smo nato zopet sprali z deionizirano vodo. Naš namen je kvantitativno prenesti ves vzorec, saj bi v nasprotnem primeru analize pokazale premajhne vrednosti snovi, ki jih iščemo. Bučko smo postavili na električni kuhalnik, da je raztopina zavrela, nato pa smo jo postavili na keramično ploščo za 30 min. Po raztapljanju smo bučko odstavili, ohladili, dopolnili do oznake in dobro premešali. Pustili smo jo stati približno 2 uri, da se je raztopina zbistrla. Netopni delci so se vsedli na dno bučke.

50 mL alikvota smo odmerili (odpipetirali) v 200 mL bučko, v kateri je bilo približno 3 g NH_4Cl . Dodali smo nekaj kapljic indikatorja metiloranža in s koncentrirano NH_4OH oborili Fe. Bučko smo postavili na električni kuhalnik in segrevali dokler ni vsebina v njej zavrela. Nato smo ohladili, dopolnili do oznake z deionizirano vodo in temeljito premešali. Filtrirali smo skozi filter papir črni trak. 20 mL filtrata smo odmerili (odpipetirali) v 150 mL čašo, razredčili do oznake 80 mL, dodali 5 mL 20 % NaOH in za približno velikost noževe konice indikatorja mureksida. Titrirali z 0,1 M raztopino EDTA do preskoka barve v vijolično.

Velja:

1 mL 0,1 M EDTA.....4,008 mg Ca

Table 9. Summary of data for calculation of reference values in PT-SL1 expressed in mg/kg, dry weight basis.

Element	Method	Results				PT-SL1 Reference value	
		m	s_{bb}	s_{wb}	u_{QC}	y_{ref}	u
As	INAA	4.56	0.12	0.15	0.19	4.56	0.25
Cd	FAAS	1.66	0.09	0.00	0.07	1.66	0.08
Co		8.77	0.23	0.52	0.13	8.77	0.56
Cr	INAA	859	8	42	12	907	16
	FAAS	954	22	8	19		
Cu	FAAS	466	6	6	9	466	11
Hg	CVAAS	1.78	0.18	0.08	0.18	1.78	0.20
Mo	INAA	6.29	0.50	0.62	0.63	6.29	0.91
Ni	FAAS	736	18	3	22	736	23
Pb	FAAS	89.8	1.7	0.3	1.8	89.8	1.8
Zn	INAA	1691	19	84	22	1722	12
	FAAS	1753	41	18	35		

s_{bb} between bottle standard deviation

s_{wb} within bottle standard deviation

u_{QC} uncertainty of the method estimated within the quality control system

u uncertainty of reference method

Tabela 2: Vir Cinkarna Celje

3.2.2.2 Določanje vsebnosti železa, svinca in kadmija

Vsebnost Fe, Pb in Cd v razkrojenih vzorcih smo določili z atomskim emisijskim spektrometrom z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-OES) v Fizikalnem laboratoriju Službe kakovosti v Cinkarni Celje.

Kratice pomenita:

ICP –OES: Inductively coupled plasma optical emission spectrometry

ICP –AES: Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry

Posušene in zmlete vzorce smo raztapljali v zlatotopki (HCl : HNO₃ (3:1)) v skladu s: SIST ISO 11466:1996 Kakovost tal - Ekstrakcija elementov v sledovih, topnih v zlatotopki - Soil quality - Extraction of trace elements soluble in aqua regia in internim navodilom za delo: Določevanje Cd,Cr,Cu,Ni,Pb in Zn v vzorcih zemlje šote, humovita in drugih rastnih substratov z ICP-AES po ekstrakciji z zlatotopko

Pripomočki za delo:

Analitska tehnica, mikropipete (10 – 100) ul, (100 – 1000) ul, peščena kopel, ICP AES povezan s PC in tiskalnikom, laboratorijski stekleni inventar (erlenmajerice, urna stekla, lijaki, merilne 100ml bučke, polnilne pipete, filter papir – beli trak)

Vso posodo smo oprali z zlatotopko in sprali z deionizirano vodo.

klorovodikova kislina, HCl, c = 37 %, ρ = 1,17 g/ml (pro analysi kvalitete)

dušikova(V) kislina, HNO₃, c = 65 %, ρ = 1,40 g/ml (pro analysi kvalitete)

standardna raztopina železa s certificirano vsebnostjo Fe, $c = 1 \text{ mg/ml}$, (MERCK CertiPUR)

standardna raztopina svinca s certificirano vsebnostjo Pb, $c = 1 \text{ mg/ml}$, (MERCK CertiPUR)

standardna raztopina kadmija s certificirano vsebnostjo Cd, $c = 1 \text{ mg/ml}$, (MERCK CertiPUR)

deionizirana voda

vzorec iz medlaboratorijskega primerjalnega preizkušanja Sewage sludge PT-SL1

Potek dela:

Priprava vzorčnih raztopin

Stehtali smo dvakrat po $3.000 \pm 0.0001 \text{ g}$ vzorca v dve 300 ml erlenmajerici. Analizo smo izvedli v dveh »paralelkah«.

Vzorec smo omočili s cca 5 ml deionizirane vode in počasi dodajali 28 ml zlatotopke (21 ml klorovodikove kisline in 7 ml dušikove(V) kisline). Erlenmajerice smo pokrili z urnimi stekli. Po končanem raztapljanju smo erlenmajerice postavili na hladno peščeno kopel. Temperaturo na peščeni kopeli smo naravnali na 95°C . Vzorčno zmes smo počasi segrevali in pustili pri omenjeni temperaturi 2 uri.

Po končani ekstrakciji smo vzorce prefiltrirali skozi filter papir (beli trak) v 100 ml merilne bučke. Raztopine smo ohladili in razredčili do oznake z deionizirano vodo. Vsebnost Cd in Pb smo določili v vzorčni raztopini 3g/100 ml. Za določitev Fe smo vzorce še 20-krat oz. 50-krat razredčili (20-kratna razredčitev: 3g/100ml – 5ml/100ml oz. 50-kratna razredčitev: 3g/100ml – 5ml/100ml – 20ml/50ml).

Priprava slepega vzorca

S slepim vzorcem kontroliramo morebitno onesnaženost kemikalij, ki jih uporabljamo za preskus. Slep vzorec pripravimo za analizo enako kot vzorčne raztopine, vendar v prvi fazi v erlenmajerici ne stehtamo vzorca.



Slika 23: DODAJANJE DESTILIRANE VODE VZORCU



Slika 24: NERAZREDČEN IN RAZREDČEN VZOREC



Slika 25: BELEŽENJE PODATKOV



Slika 26: PIPETIRANJE VZORCEV

Priprava raztopin za umerjanje

Kalibracija ali umerjanje je eden najpomembnejših postopkov v kemijski analizi. Razen v nekaj primerih (npr.: elektrogravimetrija) vsebnosti analitov v zorcju ne merimo direktno, ampak jo določimo z merjenjem neke druge fizikalne količine (v našem primeru – emisijskega signala). Pogoji za to je, da obstaja empiričen ali teoretičen odnos med to količino in koncentracijo. Kalibracijsko –umeritveno krivuljo dobimo tako, da postavimo matematični model, ki se prilega eksperimentalnim podatkom. Najbolj običajna in uporabna krivulja je linearna, ki gre skozi središče in je uporabna v širokem koncentracijskem območju.

Postopek kalibracije temelji na merjenju signala standardnih raztopin, katerih koncentracijo poznamo, nato pa na instrumentu pri enakih pogojih izmerimo še signale za vzorce.

Na posamezni analizi rezultat lahko vplivajo tudi ostali elementi ali lastnosti matrice (osnove analiznega vzorca). Vpliv matrice moramo upoštevati pri pripravi umeritvenih krivulj, zato pripravimo umeritvene krivulje tako, da simuliramo matrico vzorca (matrica brez analita) ali pripravimo umeritvene krivulje po metodi standardnega dodatka.

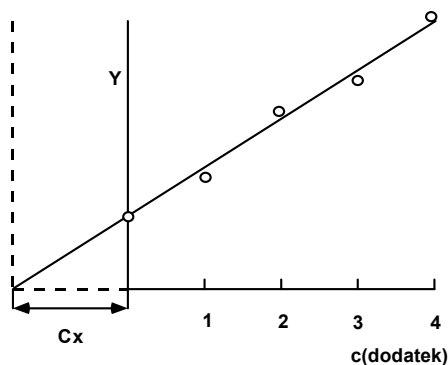
Metoda standardnega dodatka

K pripravljeni vzorčni raztopini, ki jo analiziramo, dodajamo naraščajoče množine analita. Neznani vzorec in vzorce z dodatki analiziramo po enakem postopku. Iz umeritvene krivulje nato izračunamo neznano koncentracijo analita tako, da dobljeno premico ekstrapoliramo na absciso (slika). Metoda je uporabna, če je odnos med analitom in signalom linearen $y = kc$.

x – koncentracija analita

y – signal

1 – koncentracija analita za prvi dodatek



Priprava raztopin za umeritvene krivulje

Pripravimo dve seriji šestih 100 ml merilnih bučk. V vsako bučko odmerimo matrično raztopino v koncentraciji vzorčne raztopine ter različne dodatke standardne raztopine. V eno serijo bučk dodamo dodatke Pb in Cd, v drugo pa dodatke Fe. Vsebinsko v bučkah razredčimo do 100 ml z destilirano vodo.

Meritev, ICP – AES (ICP-OES)

Meritve smo izvedli na ICP-OES v skladu s:

standardom ISO 22036:2008 Soil quality – Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma – atomic emission spectrometry (ICP – AES)

Navodilom za delo z ICP–AES (ICP–OES)

Pri atomski emisijski spektroskopiji merimo intenziteto karakterističnega emitiranega elektromagnetnega valovanja (EMV) v UV in VIS območju (intenziteto emitirane svetlobe), ki ga pri relaksaciji oddajajo atomi ali preprosti elementarni ioni v plinastem stanju.

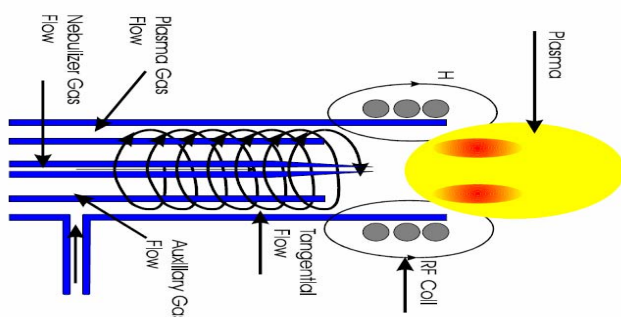
Celoten postopek določitve izbranih analitov s pomočjo ICP-OES obsega:

- pripravo vzorca,
- iniciacijo vzorca,
- vzbujanje vzorca,
- meritve karakterističnega emitiranega valovanja.

Glede na obliko vzorca in želene določitve vzorec pred uvajanjem v merilni sistem ustrezno pripravimo (prevedemo v tekočo obliko). Priprava vzorca lahko tako obsega:

- sušenje,
- sežig (odstranitev interferentov npr. organski vzorci),
- raztapljanje, razklop ali ekstrakcijo,
- ustrezno redčenje in uravnavanje pH (<2).

Tekočo obliko vzorca nato preko peristaltične črpalke, mešalne komore in razpršilca (spray chamber – tvorba aerosola) uvajamo v plazmo. Pri tem odvečna raztopina iz mešalne komore odteka preko peristaltične črpalke v posodo za odpadno tekočino. Vzbujeni atomi/ioni v plinastem stanju nastajajo v induktivno sklopljeni Ar plazmi (ICP). Plazma je električno prevodna zmes delno ioniziranega plina s temperaturo 5000K–10000K, ki vsebuje visoko koncentracijo kationov in elektronov (Ar^+ , e^-). Plazmo proizvajamo v »torch-u«. Torch sestavljajo tri koncentrične steklene cevi. Skozi notranjo cev teče laminarni tok argona (nosilni plin) in vzorca v obliki aerosola, skozi srednjo cev argon, ki tvori plazmo, skozi zunanjo cevi pa argon (tangencialni tok), ki hladi cev. Na zunanji strani cevi je navita indukcijska tuljava, ki jo napaja radiofrekvenčni generator (27 MHz, 2 kW). Zaradi izmeničnega toka na tuljavi ta proizvaja oscilirajoče magnetno polje. To polje povzroča oscilirajoči tok ionov in elektronov nosilnega plina, kar povzroča trke med delci. Začetno ionizacijo plina, ki jo nato vzdržuje radiofrekvenčni generator, povzroči Teslova tuljava.

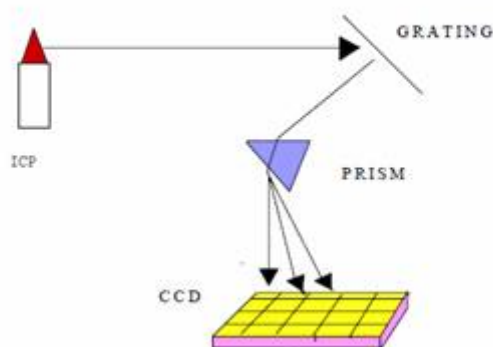


SLIKA 27: vir Cinkarna Celje

Visoka temperatura plazme je posledica upiranja delcev gibanju (ohmsko gretje). Temperatura plazme v jedru plamena je 10000K, v področju analize (do 1cm nad indukcijsko tuljavo) pa 5000K – 8000 K. Tako visoka temperatura plazme povzroči

desolvatacijo in uplinjanje vzorca, ki ji sledi praktično popolna atomizacija vzorca in vzbujanje nastalih specij. V plazmi so tako prisotne le redke molekularne oblike npr. N_2 , N_2^+ , OH , ...

Vzbujena stanja atomov ali ionov so obstojna zelo kratek čas. Pri relaksaciji nastaja karakteristično EMV. Sistem optike (ogledala, mrežica in prizma), ki je nameščen v vakuumu, ukloni in usmeri emitirano elektromagnetno valovanje na detektor (CCD - Charge couple device). Detektor je sestavljen iz velikega števila čipov (kot video kamera), ki so hlajeni na $-35^{\circ}C$ in sprejemajo sliko EMV v območju 168 nm – 785 nm v dveh dimenzijah (trdni detektorji razporejeni v dveh dimenzijah - 70000 pixlov). Pri trku fotona emitiranega EMV ob chip nastane tok proporcionalen energiji fotona. Takšen način detekcije omogoča simultano merjenje velikega števila spektralnih linij za približno 73 elementov.



SLIKA 28: vir Cinkarna Celje



Slika 29: SPEKTROMETER ZA DOLOČANJE VSEBNOSTI ELEMENTOV

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI ANALITSKEGA POSTOPKA

Kakovost analitskega postopka pri meritvah z ICP - AES v Cinkarni zagotavljajo z:

- validacijo instrumenta (pooblaščen serviser - najmanj enkrat letno),
 - kalibracijo valovnih dolžin (najmanj enkrat mesečno),
 - uravnavanjem položaja torch-a (najmanj enkrat tedensko),
 - z dnevnimi kontrolnimi meritvami (rezultati prikazani v kontrolnih kartah),
 - izvedbo preizkusa v »paralelkah«,
 - izvedbo preskusa v slepem vzorcu (kontrola čistosti uporabljenih reagentov),
 - vzporedno izvedbo preskusa v vzorcu iz medlaboratorijskega primerjalnega preizkušanja Sewage sludge (PT – SL1). V tem vzorcu so vsebnost kovin določali v več kot dvajsetih laboratorijih iz Avstrije, Hrvaške, Češke, Estonije, Madžarske, Poljske, Romunije, Slovaške in Slovenije (Inštitut Jožef Stefan, Kemijski inštitut Ljubljana, Erico Velenje, Zavodi za zdravstveno varstvo Kranj, Maribor, Novo mesto).
- Če nimajo na razpolago certificiranega referenčnega materiala ali vzorca iz medlaboratorijskega preizkušanja, v katerih so podane vrednosti analitov z znano merilno negotovostjo, izvedemo »recovery« preskus: z meritvami vzorcev, katerim dodamo znano množino analita. Iz razlike ($c_{vz+dod} - c_{vz}$) izračunamo recovery (izkoristek) med dodano in izmerjeno množino analita. Če je izkoristek med 80% in 120 % , je postopek točen.

3.3 REZULTATI MERITEV

Vzorec	Oznaka	Lab. ozn. vzorca	Cd (mg/kg s.s.)	Pb (mg/kg s.s.)	Fe (%)
CC	1	1580-380/10-003	<1	24	2,5
CC	2	1581-380/10-003	<1	15	4,0
Logarska	1	0093-031/11-003	<1	16	9,7
Logarska	2	0094-031/11-003	<1	28	3,5
Logarska	3	0095-031/11-003	<1	26	4,0
Logarska	4	0096-031/11-003	<1	20	4,5
Primorska	1	0089-028/11-003	<1	33	5,8
Primorska	2	0090-028/11-003	<1	35	5,5
Primorska	3	0091-028/11-003	<1	32	3,3
Primorska	4	0092-028/11-003	<1	45	4,5

Tabela 3

REZULTATI KONTROLNIH MERITEV

Vzorec medlaboratorijskega preskušanja PT SL 1

Vzorec	Cd (mg/kg s.s.)	Pb (mg/kg s.s.)
PT SL1 27.1.11	1,64	89,9
PT SL1 31.1.11	1,59	91,1
certif. vrednost	1,67	89,8
u (merilna negotovost)	0,08	1,8

Tabela 4

RECOVERY

	Fe (%)
slepa	0
slepa +2,4%Fe	2,78
izmerjeno	2,78
recovery	115,8
PT SL 1	2,49
PT SL 1 + 2.4%	4,99

izmerjeno	2,50
recovery	104,2
vzorec 1	2,70
vzorec 1+2.4% Fe	5,18
izmerjeno	2,48
recovery	103,3
vzorec 2	3,79
vzorec 2+3.6 % Fe	7,32
izmerjeno	3,53
recovery	98,1
Logarska 4	4,73
Logarska 4 + 4.8 % Fe	9,53
izmerjeno	4,80
recovery	100,0
Primorska 3	3,52
Primorska 3 + 3.5 % Fe	7,19
izmerjeno	3,67
recovery	104,9

Tabela 5

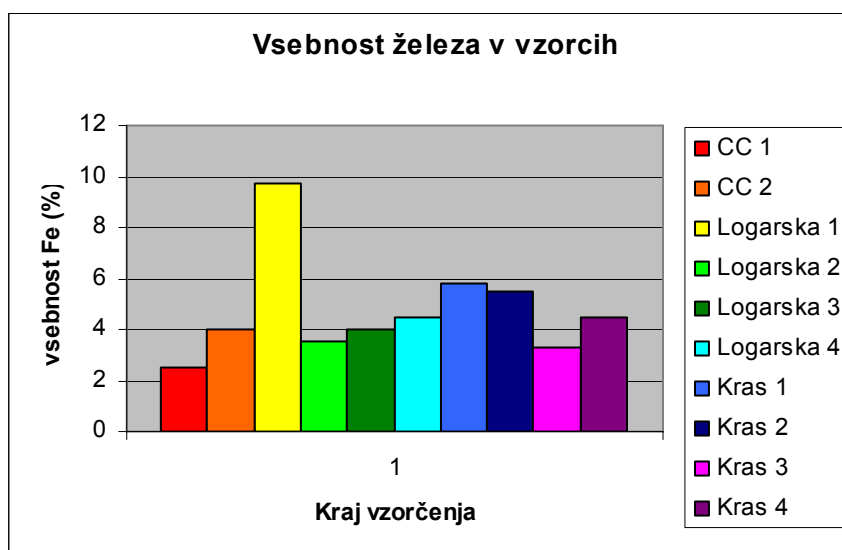
Vzorec	Oznaka	Kraj vzorčenja
CC	1	Obcestni jarek
CC	2	Odlagališče sadre
Logarska	1	Združeni vzorci od I do IV (tla na izviru - prodnata podlaga, rdeče barve)
Logarska	2	Združena vzorca VII in X (med zgornjim in spodnjim izvirom - prodnata podlaga, sivo - rjave barve)
Logarska	3	Združena vzorca VIII in IX (iz ograde, kjer se voda pretaka - ravi mulj)
Logarska	4	Vzorec VI (ob robu potoka, zraven je gozd)
Primorska	1	KO Tomaj parc. št. 302
Primorska	2	KO Tomaj parc. št. 300/2
Primorska	3	Komen
Primorska	4	Tomajska gmajna

Tabela 6: Legenda

VSEBNOST ŽELEZA V RAZLIČNIH VZORCIH

Vzorec	Številka vzorca	Vsebnost Fe (%)
CC 1	1	2,5
CC 2	2	4,0
Logarska	1	9,7
Logarska	2	3,5
Logarska	3	4,0
Logarska	4	4,5
Kras	1	5,8
Kras	2	5,5
Kras	3	3,3
Kras	4	4,5

Tabela 7



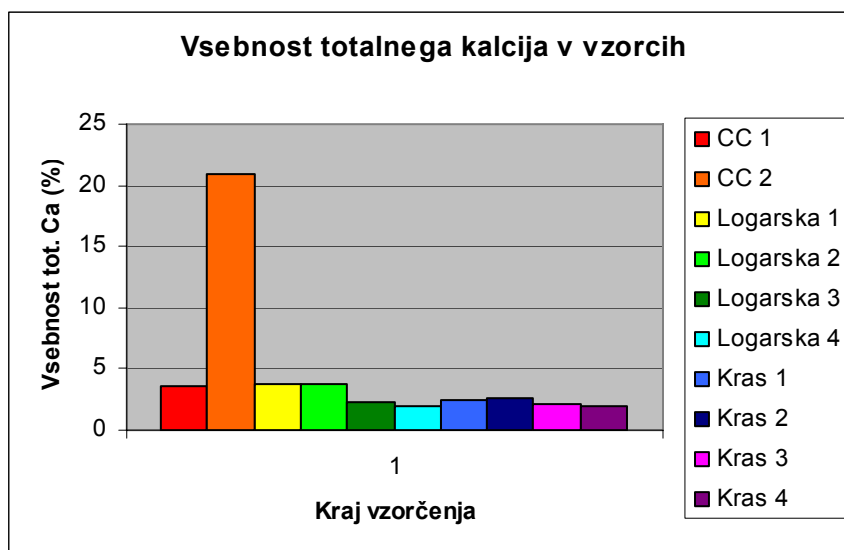
Graf 1

Iz grafa in tabele je razvidno, da je vsebnost železa najvišja v vzorcu zemlje iz Logarske 1, najnižja pa v obcestnem jarku.

VSEBNOST TOTALNEGA KALCIJA V RAZLIČNIH VZORCIH

Vzorec	Številka vzorca	Vsebnost tot. Ca(%)
CC	1	3,6
CC	2	20,9
Logarska	1	3,8
Logarska	2	3,8
Logarska	3	2,3
Logarska	4	1,9
Kras	1	2,5
Kras	2	2,6
Kras	3	2,2
Kras	4	1,9

Tabela 8



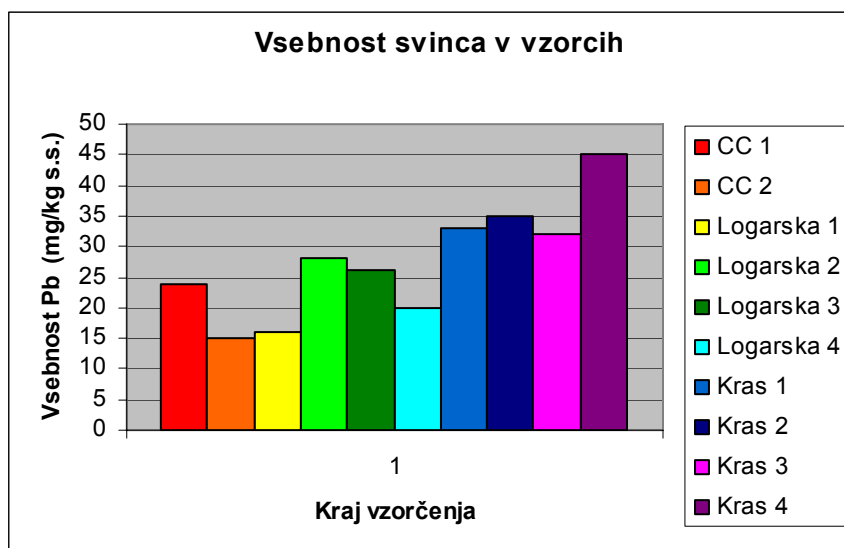
Graf 2

Iz grafa in tabele lahko razberemo, da je vsebnost totalnega kalcija najvišja v vzorcu sadre na cinkarniškem odlagališču, najnižja pa je v enem vzorcu iz Logarske doline in enem vzorcu s Krasa.

VSEBNOST SVINCA V RAZLIČNIH VZORCIH

Vzorec	Številka vzorca	Vsebnost Pb (mg/kg s.s.)
CC	1	24
CC	2	15
Logarska	1	16
Logarska	2	28
Logarska	3	26
Logarska	4	20
Kras	1	33
Kras	2	35
Kras	3	32
Kras	4	45

Tabela 9



Graf 3

Iz tabele in grafa je razvidno, da je vsebnost svinca najvišja v vzorcu zemlje iz Krasa 4, najnižja pa v vzorcu sadre na odlagališču.

VSEBNOST KADMIJA V RAZLIČNIH VZORCIH

Kraj vzorca	Številka vzorca	Vsebnost Cd (mg/kg s.s.)
CC	1	<1
CC	2	<1
Logarska	1	<1
Logarska	2	<1
Logarska	3	<1
Logarska	4	<1
Kras	1	<1
Kras	2	<1
Kras	3	<1
Kras	4	<1

Tabela 10

Vsebnost kadmija je bila v vseh vzorcih manj kot 1.

pH VREDNOST V RAZLIČNIH VZORCIH

Kraj vzorca	Številka vzorca	pH vrednost
CC - obcestni jarek	1	7,0
CC - odlagališče	2	8,6

Tabela 11

Iz tabele je razvidno, da je pH vrednost v vzorcu sadre na odlagališču višja kot pH vrednost v obcestnem jarku.

4 RAZPRAVA

1. Vsebnost železa

Zakonske omejitve o njegovi vsebnosti v zemlji ni. Moteča je lahko le rdeča barva zemlje bogate z Fe, ki pa je le posledica oksidacije Fe s kisikom na zraku.

Največ železa je vseboval vzorec Logarska 1, kjer je izvir kisle vode, ki mu pravijo tudi Stahllkvele (železni izvir), saj vsebuje ogromne količine železovih oksidov, ki dajejo zemlji v bližini rdečo barvo. Vseboval je 9,7 % železa. Najmanj ga je vseboval vzorec, ki smo ga vzorčili v jarku pod odlagališčem (CC 1). Vseboval je le 2,5 % železa. Kljub temu da je v vzorcu zemlje v Logarski dolini največ železa, ob njej pa je vrelec železne kisle vode, ki se smatra za zdravilno, menimo, da je strah zaradi vsebnosti železa v zemlji v obcestnem jarku, neutemeljen.

2. Vsebnost kalcija

Za kalcij, ki ni težka kovina, ni mejne vrednosti. Mi smo analizirali v vseh vzorcih celokupni kalcij in ne samo tistega, ki je dostopen rastlinam. Največ celokupnega kalcija se je nahajalo v vzorcu CC 2, ki je bil vzorčen na odlagališču rdeče sadre in je vseboval kar 20,9 % kalcija, najmanj pa v vzorcih Kras 4 in Logarska 4, ki sta oba vsebovala 1,9 % kalcija v suhi snovi. V vzorcih sadre je ta vsebnost pričakovana zaradi dodajanja apnenca oziroma apna v tehnoloških procesih pridobivanja TiO_2 .

3. pH vrednost

Za nevtralna tla v Sloveniji se v praksi štejejo vsa tla v območju pH- vrednosti od 6,5 do 7,5. Ko se kislina H_2SO_4 v tehnoloških postopkih z apnom nevtralizira, privede do bazičnega pH- 8,6 na odlagališču sadre, v obcestnem jarku pa je pH- 7,0, kar pomeni, da so tla nevtralna.

4. Vsebnost svınca

Svinec je poleg kadmija in živega srebra eden izmed najpogostejših onesnaževalcev tal. Največji onesnaževalci s svincem so rafinerije, sežigalnice, fosilna goriva, promet in odlagališč odpadkov. Zelo preseneča, da je vsebnost svınca v vzorcih zemlje s Krasa najvišja, kar menimo, da je verjetno posledica prometa. Svinec ni bil prekoračen v nobenem od analiziranih vzorcev. Najbližje mejni vrednosti, ki znaša 85 mg/kg suhe snovi je vzorec Kras 4, ki vsebuje 45 mg/kg svınca. Najmanj ga je vseboval vzorec CC 2, ki je bil vzorčen na odlagališču sadre. Vzorec CC 1 pa je vseboval 24 mg/kg suhe snovi.

2. Vsebnost kadmija

Njegov izvor so kovinska industrija, industrija plastike, topilniška dejavnost, izgorevanje fosilnih goriv in odlagališča odpadkov. Kadmij se v neonesnaženih tleh nahaja v zelo majhnih koncentracijah, povprečno do 0,35 mg/kg.

V vseh naših vzorcih je bila njegova vsebnost pod 1 mg/kg, kar je mejna vrednost te težke kovine.

MESTA VZORČENJA

CC 1 – JAREK POD ODLAGALIŠČEM

Vzorci zemlje so vsebovali nizek odstotek železa v primerjavi z vzorci sadre z odlagališča, Krasa in Logarske doline. Vrednosti kalcija so bile povprečne glede na ostale vzorce. Vrednosti svınca so bile glede na ostale vzorce povprečne in glede na določeno zakonodajno vrednost pod mejo onesnaženosti.

Barva vzorca zemlje je bila rumeno oker (obarvanost je značilna za zemljine, v katerih so prisotni železovi hidroksidi, kot so: limonit, getit idr. Obarvanost lahko dajo tlo drobno razpršene pedogene železove spojine in klimatski pogoji.

Vrednost pH- talne raztopine je zmerno kisla. Takšna pH- vrednost je značilna za zemljo na podlagi, kot so: kremen, granit, skrilav glinenec.

Tla so lahka (ilovnato – peščena).

CC 2 – ODLAGALIŠČE RDEČE SADRE

Vzorci so vsebovali povprečno vrednost železa glede na ostale vzorce. Vrednosti kalcija so bile najvišje glede na ostale vzorce. Vsebnosti svineca so bile najmanjše v primerjavi z ostalimi vzorci in pod zakonodajnimi mejami.

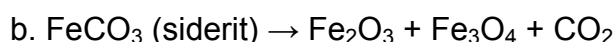
Barva dostavljenega vzorca je oranžna z rdečim odtenkom (sadra). Če jo primerjamo z zemljami, je značilna za zemlje s prisotnostjo železovih oksidov (hematit) pa tudi železovih hidroksidov.

Vrednost pH- raztopine je bazična. Če jo spet primerjamo z zemljami, je značilna za prst na podlagi, kot so: lapor, fliš, karbonat.

Tla s takšno strukturo in sestavo so srednje težka, z dobro strukturo in dobro porozna (značilno za humozna tla).

Težki kovini (kadmij in svinec) nista preseženi v nobenem vzorcu, preostali rezultati parametrov pa se dobro ujemajo s komentarjem.

V tleh poteka preobrazba (metamorfoza) kemijskih spojin:



Zaporedje nastajanja kremena:

granit $\rightarrow$ apatit $\rightarrow$ cirkon $\rightarrow$ sljude $\rightarrow$ glinenci $\rightarrow$ kremen.

LOGARSKA

Vzorci zemlje iz Logarske doline so v povprečju vsebovali več železa kot vzorci na Krasu, obcestnem jarku in vzorci sadre iz odlagališča. Vsebovali so tudi več kalcija kot vzorci s Krasa in obcestnega jarka, a v primerjavi z odlagališčem sadre manj. Vsi vzorci so vsebovali manj svineca kot vsi vzorci s Krasa in povprečno več kot vzorci iz obcestnega jarka, a manj kot vzorci z odlagališča sadre. Kadmija so tako kot vsi ostali vzorci tudi ti vsebovali manj kot 1 mg/kg suhe snovi.

KRAS

Vzorci zemlje s Krasa so v povprečju vsebovali več železa kot vzorci zemlje iz obcestnega jarka in odlagališča sadre, a veliko manj kot vzorec zemlje na izviru železne mineralne vode. V povprečju so vsi vzorci s Krasa in Logarske doline vsebovali manj celokupnega kalcija kot vzorci sadre iz odlagališča. Vsi vzorci zemlje s Krasa so imeli višjo vsebnost svineca kot vzorci iz Logarske doline, obcestnega jarka in odlagališča sadre.

5 ZAKLJUČEK

S to raziskovalno nalogo smo želeli izvedeti, katere snovi vsebuje rdeča zemlja v obcestnem jarku blizu odlagališča in sadra na cinkarniškem odlagališču.

Z izdelavo raziskovalne naloge smo se veliko naučili. Že pred začetkom dela smo prebrali literaturo o tleh nasploh, še natančneje smo pod lupo vzeli rdečo zemljo.

Izvedeli smo, da se pojavlja na različnih mestih in ima značilne lastnosti.

Spoznali smo geografsko različne dele Slovenije (Celje z okolico, Kras in Solčavsko z Logarsko dolino).

Na terenu smo se naučili, kako pravilno vzeti vzorce zemlje. Vzeli smo vzorce iz obcestnega jarka pod odlagališčem rdeče sadre in na samem odlagališču, hkrati pa za primerjavo še vzorce rdeče zemlje na Krasu in v okolici Solčave.

Te vzorce smo v laboratoriju pripravili za kemijske analize. Seznanili smo se s postopki kemijskih analiz za določanje vsebnosti nekaterih elementov, kot so železo, kalcij, svinec, kadmij, in pH- vrednosti v zemlji ter odpadni sadri. V pravem laboratoriju pa smo to tudi določali.

Zemlja iz obcestnega jarka in sadra na odlagališču ter z njo povezana rdeča barva sta bili za nas na začetku raziskovalnega dela veliki uganki . Lahko rečemo, da smo ju uspešno razrešili in dokazali oziroma ovrgli naše hipoteze, ki smo si jih postavili na začetku svojega dela.

Izvedeli smo veliko novega in se prav tako mnogo naučili. Kdo ve, kdaj bomo še morali uporabiti znanje, pridobljeno s to raziskovalno nalogo.

HIPOTEZE

1. Zemlja v obcestnem jarku blizu cinkarniškega odlagališča je rdeča zaradi onesnaženosti.
2. Zemlja v obcestnem jarku blizu cinkarniškega odlagališča vsebuje nekatere nevarne snovi.
3. Rdeča sadra na cinkarniškem odlagališču vsebuje železo.
4. Rdeča sadra na cinkarniškem odlagališču okolju ni nevarna.
5. Rdeča zemlja na Krasu vsebuje več železa in več kalcija kot rdeča zemlja v Logarski dolini.

1. Naša prva hipoteza, **zemlja v obcestnem jarku blizu cinkarniškega odlagališča je rdeča zaradi onesnaženosti, ne drži**, ker je rdeča zaradi železa, ta pa ne glede na količino v zemlji ne pomeni onesnaženosti.

2. Druge hipotezo, ki pravi: »**Zemlja v obcestnem jarku blizu cinkarniškega odlagališča vsebuje nekatere nevarne snovi,**« nismo **niti potrdili, niti ovrgli**, ker smo s kemijskimi analizami dokazali, da vsebuje nevarne snovi, a so te pod mejno vrednostjo.

3. Tretjo hipotezo »**Rdeča sadra na cinkarniškem odlagališču vsebuje železo,**«, **potrdimo** saj sadra vsebuje železo, ki na zraku oksidira iz Fe^{2+} v Fe^{3+} , ki ji da rdečo barvo.

4. **Rdeča sadra na cinkarniškem odlagališču okolju ni nevarna**, ker za vsebnost železa ni zakonskih omejitev, zato smo to hipotezo **potrdili**.

5. Svojo peto hipotezo »**Rdeča zemlja na Krasu vsebuje več železa in kalcija kot rdeča zemlja v Logarski dolini**« **ovržemo**, saj po naših analizah rdeča zemlja na Krasu vsebuje manj železa in kalcija kot v Logarski dolini.

Uporabnost raziskovalne naloge

Raziskovalna naloga »Je rdeča barva zemlje znak za nevarnost?« je lahko koristna za večjo uporabnost industrijske sadre, kamor spada tudi gradnja protipoplavnih nasipov v Celju, kjer se velikokrat zgodijo poplave.

Naloga se lahko uporablja tudi kot pokazatelj rodovitnosti zemlje na Krasu in v izviru železove mineralne vode, ki se nahaja blizu Solčave. Na takšni zemlji bi lahko gojili pridelke, ki bi vsebovali večje količine železa in bi lahko nadomestili jemanje tablet, ki se uporabljajo za zdravljenje anemije zaradi pomanjkanja železa.

Ta naloga lahko tudi pomiri razburjene ljudi, saj smo dokazali, da je železo tisto, ki daje rdečo barvo tako zemlji v jarku pod cinkarniškim odlagališčem, kot tudi sadri na samem odlagališču.

Iz naloge je razvidno, da je v obcestnem jarku v bližini cinkarniškega odlagališča vsebnost svineca zelo majhna glede na dovoljene vrednosti in tudi v primerjavi z vrednostmi, ki smo jih pridobili iz rodovitne zemlje na Krasu.

Naša naloga je koristna kot pokazatelj onesnaženosti zemlje s svincem, in kadmijem in kot pokazatelj rodovitnosti zemlje bogate z železom, in kalcijem.

6 UPORABLJENI VIRI

1. ADLEŠIČ, G. 2002. *Veliki slovar tujk*. Ljubljana: Cankarjeva založba.
2. *Geologija*. 1991. Ljubljana. Mladinska knjiga.
3. *Kemija splošni priročnik*. 1993. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
4. *Kemija zakonitosti in uporaba*. 1995. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
5. LAZARINI, F., BRENČIČ. J. 1984. *Splošna in anorganska kemija*. Ljubljana: DZS.
6. *Leksikon Kemija*. 1976. Ljubljana: Cankarjeva založba.
7. MRŠIČ, N., 1997. *Živali naših tal*. Ljubljana: TZS.
8. *Priročnik za hmeljarje*. 2002. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo.
9. *Raziskave onesnaženosti tal Slovenije*. 2008. Agencija RS za okolje.
10. *Raziskujmo življenje v tleh*. 1992. Ljubljana: Zavod republike Slovenije za šolstvo in šport.
11. *Seminar iz pedologije*. 1985. Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani Biotehniška fakulteta Vtozd za agronomijo, Katedra za pedologijo, prehrano rastlin in ekologijo.
12. *Uradni list republike Slovenije*. 1996, VI: št. 68, ISSN 1318-0576.
13. *Uradni list RS*. 1996, št. 353-03/96-6/1-8, str. 5773)
14. *Vsebnost hranilnih snovi v zemlji in listih hmelja v jesenskem času*. 2005. Celje: Osnovna šola Frana Roša.

7 PRILOGE

AVTORJI:

Miha Bastl
Žan Augustinčič
Urban Kocmut

MENTORICA:

Irena Zbašnik Zabovnik

RAČUNALNIŠKA OBDELAVA:

Miha Bastl
Žan Augustinčič

FOTOGRAFIRANJE:

Urban Kocmut
Miha Bastl

LEKTORIRANJE:

Blanka Skočir

VEZAVA:

Knjigoveznica Bogataj

**OŠ FRANA ROŠA
CELJE**

ŠTEVILO IZVODOV: 8