



ŠOLSKI CENTER CELJE
Srednja šola za elektrotehniko in kemijo
Pot na Lavo 22
Celje

ODLAGANJE KEMIČNE SADRŽAJNE IN NJEN VPLIV NA OKOLJE

Raziskovalna naloga

Avtor: David VRBNJAK, K-4 a
Mentor: Mojca DROFENIK ČERČEK, univ. dipl. ing. kem. teh.
Zunanji mentor: prof. dr. Niko SAMEC

Celje, marec 2008

Zahvala

Iskreno se zahvaljujem profesorici in mentorici gospe Mojci Drogenik - Čerček za nesebično pomoč pri izvajanju in oblikovanju raziskovalne naloge, gospodu Niku Samcu, ki mi je omogočil, da je projekt stekel in posredoval potrebno literaturo, posebna zahvala pa gre gospodu Tomiju Gominšku, ki je opravil potrebne rezultate na plinskem kromatografu in mi podal opise postopkov.

Kazalo

1. Uvod	6
1.1 Hipotezi.....	6
2. Teoretične osnove	7
2.1 Opredelitev ključnih besed.....	8
2.2 Razvrstitev odpadkov.....	9
2.3 Kaj je sadra?	10
2.4 Razdelitev vrste mavca glede na način priprave	12
2.5 Uporabnost sadre.....	13
2.6 Kaj je kemična sadra?.....	15
2.7 Predvidena uporaba sadre po prvi fazi nevtralizacije v proizvodnji TiO_2	15
3. Praktični del naloge	16
3.1 Opis metod	17
3.1.1 Specifične kvalitativne reakcije za posamezne ione	17
3.1.2 Kvantitativna analiza na plinskem kromatografu.....	19
3.1.3 Meritve hrupa v neposredni bližini odlagališča	21
3.1.4 Radioaktivno sevanje v zemlji in materialih v Cinkarni Celje.....	23
4. Zaključek	24
5. Viri in literatura	26

Kazalo slik

Slika 1: Cinkarna Celje.....	6
Slika 2: Odlagališče odpadne sadre Za Travnikom.....	8
Slika 3: Sežigalnica odpadkov.....	9
Slika 4: V naravi najdena sadra.....	10
Slika 5: Deponija v naravi pridobljenega mavca	11
Slika 6: Kristalna struktura sadre.....	11
Slika 7: Zgradba alfa mavca.....	12
Slika 8: Zgradba beta mavca.....	13
Slika 9: Selenit kot nadomestilo za steklo.....	14
Slika 10: TiO_2	15
Slika 11: Dokazilne reakcije ionov.....	18
Slika 12: Plinski kromatograf (skica).....	20
Slika 13: Plinski kromatograf.....	20
Slika 14: Merilna naprava hrupa.....	22
Slika 15: Merilna naprava hrupa na območju elektrarne.....	22
Slika 16: Radioaktivnost.....	23

Povzetek naloge

V raziskovalni nalogi z naslovom Odlaganje kemične sadre in njen vpliv odpadkov na okolje je zajet uvod, v katerem je predstavljena razvrstitev samih odpadkov po skupinah, predvidena hipoteza, problem odlaganja sadre, nekaj o sami sadri, teoretične in praktične osnove naloge. Obrazložene so tudi metode dela, postopki izvajanja meritev katere postopke sem pri raziskovanju uporabljal, do kakšnih rezultatov sem prišel, na koncu pa sledi še celovit zaključek skupaj s pridobljenimi rezultati in ugotovitvami po raziskovanju.

Ključne besede: kemična sadra, vpliv na okolje, opis odlaganja sadre

Summary of task

In research task with title Disposal of chemical gypsum and impact of waste materials on environment is included introduction in which is introduced arrangement of waste materials by groups, problem of disposal of gypsum, something about gypsum, theoretical and practical bases of research. In research there are explained phases of working, procedures of performing measurements, at the and there in completed conclusion of research with all results and assessments after researching.

Key words: chemical gypsum, impact on environment, description of dumping area

1. Uvod

Kot samostojni mladi raziskovalec sem si zadal nalogo, da analiziram vplive odlaganja sadre na okolje. O njeni škodljivosti se zadnje čase veliko govori, tema pa skrbi le tiste, ki o delovanju Cinkarne niso dovolj poučeni. Preden sem se lotil zastavljene naloge, sem se moral prepričati, ali je le ta sploh izvedljiva, in si postaviti nekaj hipotez. Nalogo sem opravljal predvsem zato, da bi dokazal, da odlaganje sadre sploh ni tako nevaren postopek, kot se zdi.

Ker stanujem v Ogorevcu, ki meji na cinkarniško deponijo odpadne sadre Za Travnikom, kamor to podjetje že več kot desetletje in pol odlaga svoj stranski produkt in jo v zadnjem času pogosto omenjajo v medijih, sem si zadal nalogo, da raziščem, kaj sploh sadra je, kako nastane, kako bi jo lahko koristno izrabili in sedanje vplive odlaganja na okolje. Raziskavo sem izvajal zato, ker se mi je tema ponujala tako rekoč sama in sem hotel tudi sam priti do spoznanj o tem, ali je sadra nevarna za okolje ali ne.

Kemična sadra je zvrst sadre, le da se ta ne nahaja v naravi, ampak nastaja kot stranski produkt pri različnih kemijskih procesih.

Kvalitativno analizo ionov sem izvajal v šolskem laboratoriju z vzorcem dekantata sadre s pomočjo navodil, in sicer tako, da sem izvajal meritve za posamezne skupine posebej. Kvantitativno analizo ionov je izvajal magister Tomi Gominšek v centralnem laboratoriju Cinkarne Celje.

Meritve hrupa sem opravljal v neposredni bližini cinkarniške deponije sadre.

1.1 Hipotezi

Prva večja hipoteza je, da sadra vsebuje zdravju škodljive snovi, zato moramo z njo ravnati posebej previdno.

Druga hipoteza pa je, da je odlaganje sadre mogoče moteče za okolico, saj na območju deponije prebivalci vsak dan poslušajo hrup, kar smo dokazovali z merilno napravo.



Slika 1: Cinkarna Celje

2. Teoretične osnove

Pomemben del varstva okolja je urejen sistem ravnanja z odpadki in odpadno embalažo. Na podlagi zakona o varstvu okolja je bila glede tega v zadnjih letih sprejeta vrsta predpisov, ki se nenehno dopolnjujejo. Njihovo uveljavljanje na lokalni in državni ravni je mogoče le s konkretnimi ukrepi, ekološkim ozaveščanjem ljudi in njihovo podporo. Skrb za okolje, kar vključuje tudi zmanjševanje količin odpadkov in vplivov na okolje, je stalnica pri načrtovanju in upravljanju razvojnih in proizvodnih procesov ter postopkov v gospodinjstvih. Po definiciji je odpadek vsaka snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže, namerava ali pa mora zavreči.

Pri ravnanju z odpadki in odpadno embalažo je prvi ukrep postopno zmanjševanje količine odpadnih surovin oziroma njihovo recikliranje in ponovna snovna izraba v največji možni meri ter racionalno izbrana embalaža. Ko odpadki nastanejo, je potrebno vso pozornost posvetiti njihovem ločenemu zbiranju, ustreznemu prevažanju, predelavi in odstranjevanju. Imetniki odpadkov imajo ob tem odgovorno nalogo, da zagotavljajo ustrezno izvajanje zbiranja, kajti pravilno zbiranje oziroma ločevanje odpadkov pomeni tudi zmanjšanje količin odpadkov.

Odpadke in odpadno embalažo ločimo po nevarnosti na nevarno, nenevarno in inertno. Za ravnanje z odpadki imamo predpisane postopke (organizacijska navodila in navodila za delo). Danes je potrebno skrbeti, da čim manj odpadkov odlagamo na odlagališčih, kar pomeni tudi nižjo ceno pri odlaganju odpadkov. Pomembno je poudariti, da je ob doslednim ravnanju z odpadki uspeh zagotovljen, če vsi v določenem sistemu z njimi pravilno ravnajo

Z ločenim zbiranjem se je sistemsko pričelo leta 2002. Vsak začetek je težak, izvajalci so se srečevali z mnogimi problemi, tako tehničnimi kot tudi s problemom ozaveščanja ljudi. Vendar smo lahko, če primerjamo stanje prej in sedaj, zelo zadovoljni.

Ena tretjina odpadkov je odpadne embalaže, ki je pomemben vir sekundarnih surovin. S kroženjem materiala, ko osnovno količino primarne surovine uporabimo več kot enkrat, porabimo manj primarnih surovin (dreves, nafte, rudnin, manj energije, daljše obdobje uporabljanja odlagališč).¹

Učinkovito in odgovorno ravnanje z odpadki in odpadno embalažo je torej ena od vidnejših nalog in velik izziv na področju varstva okolja. Na območju deponije Bukovžlak se že dve leti gradi nov regijski center za ravnanje z odpadki (CERO). Financirajo ga občine iz celjske regije in okolice, okoljsko ministrstvo, v veliki meri pa tudi evropska skupnost. V neposredni bližini Celja (ob Mariborski cesti) pa to podjetje skupaj s podjetjem Energetika d.o.o. gradi tudi sodobno sežigalnico odpadkov. Energijo, nastalo ob sežigu teh odpadkov, bodo v zimskem času izkoriščali za daljinsko ogrevanje severnega in zahodnega dela mesta Celje, poleti pa bodo proizvajali električno energijo za preskrbo Celja in okolice z elektriko.

¹ Vir: Cinkarnar (interno glasilo), Bernarda Podgoršek, december 2005.

2.1 Opredelitev ključnih besed

Laboratorij: Laboratorij je prostor za znanstvene poskuse, zlasti naravoslovne. V njem izdelujejo kemijske preparate in ostale nevarne snovi. V laboratoriju sem izvajal kvalitativno analizo ionov iz dekantata sadre.

Cinkarna Celje: Cinkarna je podjetje, ki je bilo ustanovljeno pred 135 leti. Danes sodi med največja slovenska kemično-predelovalna podjetja. Do leta 1968 pretežno metalurško podjetje je z razvojem postopno prešlo v prevladujočo kemijsko-predelovalno dejavnost. Težišče aktivnosti te panoge je danes namenjeno proizvodnji in trženju pigmenta titanovega dioksida.

Radioaktivno sevanje: Radioaktivno sevanje je pojav, pri katerem nestabilno atomsko jedro razpade. Pri razpadu nastane drugo jedro, obenem pa se sprosti še visokoenergijski delec. Poznamo tri različne vrste radioaktivnega sevanja, in sicer alfa, beta in gama.

Hrup: Hrup je neželen, moteč, lahko celo škodljiv zvok, ki ga vsak posameznik zaznava drugače. Učinke hrupa je težko dokazati, razen v primerih, ko neposredno vplivajo na zdravje ljudi (okvara sluha). Hrup se meri v decibelih (dB); hrup nad 120 dB nam lahko resno poškoduje sluhovod.



Slika 2: Odlagališče odpadne sadre Za Travnikom



Slika 3: Sežigalnica odpadkov

2.2 Razvrstitev odpadkov

Odpadke lahko razvrstimo v tri glavne skupine:

1. Komunalni odpadki:

- ostanki malic, jogurtovi kozarci, kozarci za kavo, ostanki sadja in zelenjave ...,
- sestavljena odpadna embalaža (embalaža mleka, vreče iz papirja in folije),
- smeti od pometanja prostorov,
- drugi odpadki (oblačila in razna pisala ...),
- drobni predmeti in naprave iz mešanih materialov, ki niso nevarni, ločitev materialov pa ni možna.

2. Nenevarni odpadki:

- papir in papirna embalaža,
- karton in kartonska embalaža (škatle in ostali izdelki iz kartona),
- plastika in plastična embalaža (folije, platenke ...),
- trdna plastika (PE, PP, PMMA ...),
- steklo in steklena embalaža (steklenice, kozarci, okensko steklo ...),
- les in lesena embalaža,
- kovine in kovinska embalaža (pločevinke, sodi, konzerve ...),
- odpadna električna in elektronska oprema, ki ne vsebuje nevarnih snovi,
- guma (izrabljene avtomobilske pnevmatike),
- stiropor,
- gradbeni odpadki (opeka, omet ...),
- kabli.

3. Nevarni odpadki:

- odpadna olja, oljni filtri,
- odpadki, ki nastanejo pri razmaščevanju,
- odpadki absorbenti (mastne krpe, filtrirna sredstva ...),
- odpadna topila, barve in laki,
- tekočina proti zmrzovanju,
- odpadne laboratorijske kemikalije,
- odpadne baterije in akumulatorji,
- odpadne fluorescentne cevi,
- odpadni tiskarski tonerji (kartuše, trakovi),
- odpadna električna elektronska oprema (monitorji),
- odpadna embalaža z odpadnimi snovmi,
- gradbeni odpad onesnažen z nevarnimi snovmi (azbest),
- prazne posode pod tlakom (spreji, jeklenke).

2.3 Kaj je sadra?

Sadra oziroma kalcijev sulfat dihidrat, njeno poljudno ime za mavec, je naravni material (**slika 4**), ki se nahaja v sedimentnih kamninah in je nastala pred 100 milijoni let pri izhlapevanju vode prostranih morij, ki so prekrivala kontinente. Trenutne svetovne zaloge naravne sadre ocenjujejo na 2,26 bilijona ton, od tega je le 35 % v Evropi. Kemijsko je sadra sestavljena iz ene molekule kalcijevega sulfata $CaSO_4$ in dveh molekul vode, ki sta kristalno vezani, in predstavljata 20,9 % celote. Zdrobljena sadra je prikazana na **sliki 5**. Sadra je sestavljena iz plasti, kjer vodne molekule povezujejo plasti $CaSO_4$. Tako je cepljivost najlažja na plasteh, kjer so vodne molekule (**slika 6**).

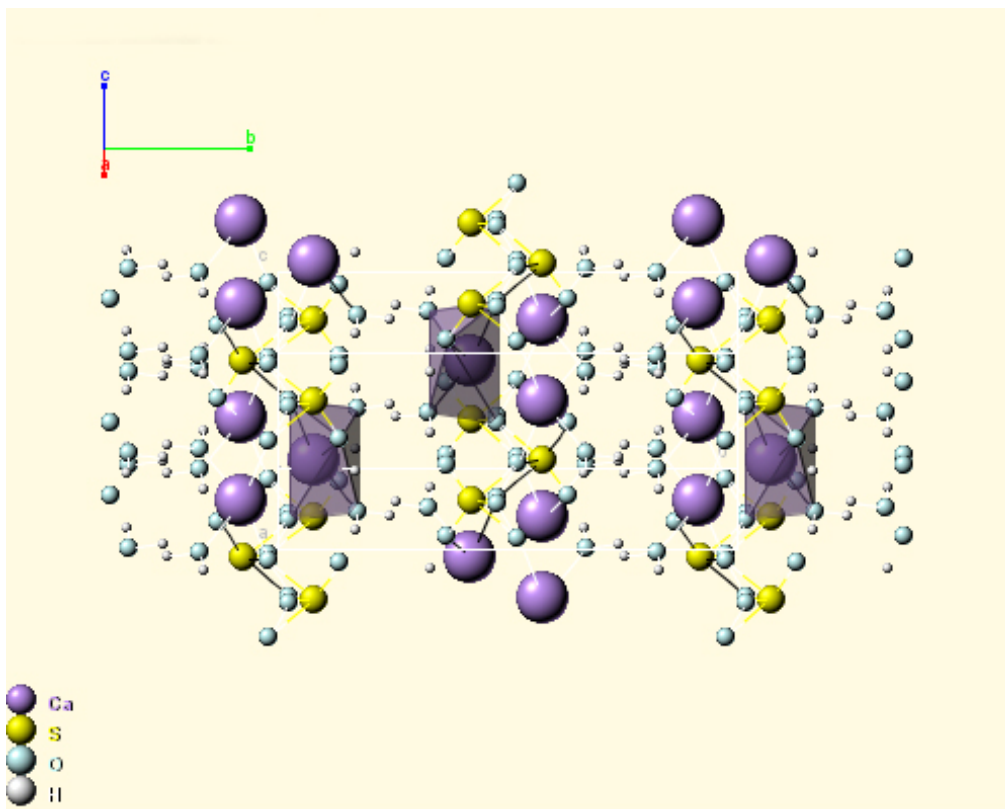


Nutri-Gyp Natural Gypsum™

Slika 4: V naravi najdena sadra (prikazuje različne primesi v sadri - rdeče in zelene barve).



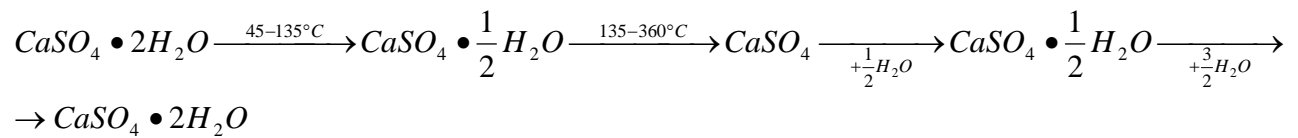
Slika 5: Deponija v naravi pridobljene sadre.²



Slika 6: Kristalna struktura sadre.²

² Slike 4, 5 in 6 : <http://en.wikipedia.org/wiki/Gypsum>

Sadra je edini naravni material, ki ga lahko zdrobimo, mu s segrevanjem odvzamemo vodo in mu nato povrnemo prvotno obliko z dodajanjem vode. Spreminjamo ga lahko iz oblike v obliko po naslednji reakciji.

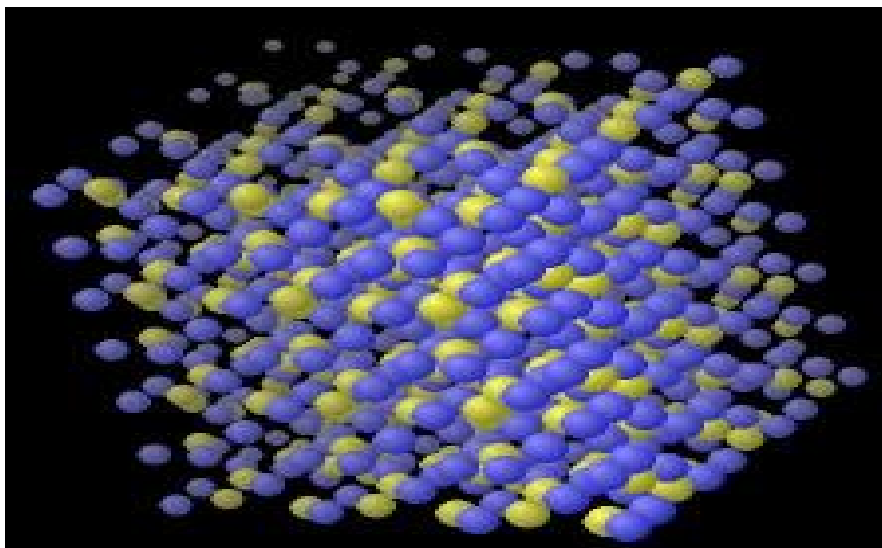


Opomba: Pri teh pretvorbah ne smemo preseči temperature 1100 °C, pri kateri nastane mrtvo žgani $CaSO_4$.

Druga zelo pomembna lastnost sadre je, da se sadrna malta zelo dobro uliva, pri strjevanju razširi in tako zapolni še tako majhne pore, luknjice in razpoke, na koncu procesa strjevanja pa zadrži reliefno strukturo kalupa. To omogoča izdelovanje zelo kvalitetnih odlitkov. Zaradi vsebnosti kristalne vode so izdelki iz sadre požarno odporni in odlični regulatorji vlage v prostoru, saj odvečno vlago zaradi svoje strukture vežejo nase, ob pomanjkanju vlage pa jo sproščajo.

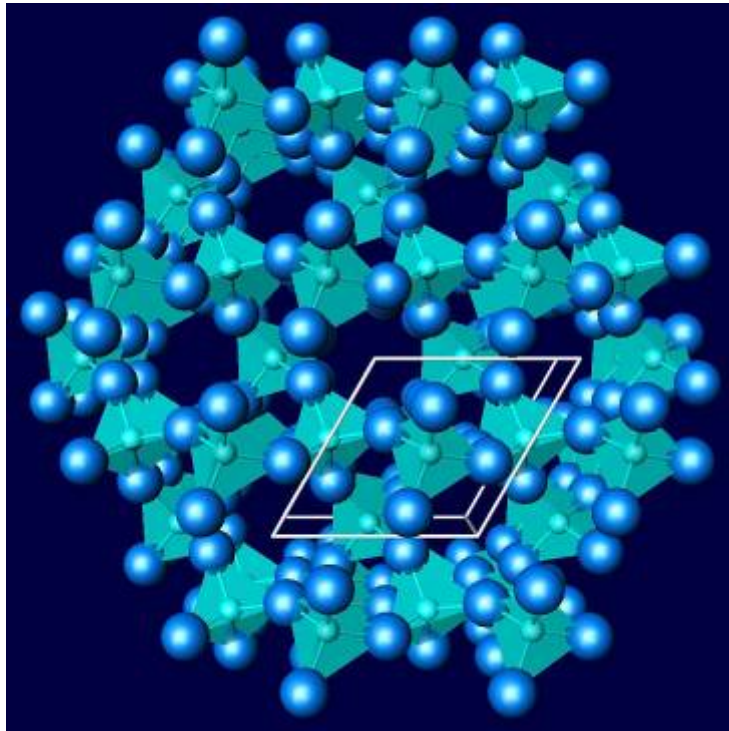
2.4 Razdelitev vrste mavca glede na način priprave

Alfa mavec (slika 7) se proizvaja tako iz naravne kot tudi iz kemijske sadre, v avtoklavih pri temperaturi do 150 °C in tlaku do 4 bare. Ta, tako imenovani mokri, način dehidracije dovoljuje kontrolirano nukleacijo in rast kristalov ter vodi do zelo lepo oblikovanih kompaktnih kristalov. Ti so po večini zelo enakomerni in nekrušljivi. Ta perfekcija v obliki in velikosti kristalov sta posledica večje gostote, kar se kaže predvsem v odličnih obdelovalnih lastnostih. Te so: manjša poraba vode ter doseganje visoke tlačne in upogibne trdnosti. Zaradi teh lastnosti se alfa mavec uporablja predvsem za izdelovanje tekočih estrihov (izravnava tal).



Slika 7: Zgradba alfa mavca.³

Beta mavec (slika 7) ima daljšo zgodovino proizvodnje oziroma uporabe kot alfa mavec. Proizvodnja sloni na suhem načinu obdelave materiala v rotacijskih pečeh oziroma sušilnikih s fluidiziranim slojem pri temperaturi do 180 °C. Med kalcinacijo se kristalna voda izloča v obliki pare, kar povzroči razpad sadrnih kristalov v porozne agregate malih delcev beta mavca. Ti delci so zelo krušljivi, neenakomerni in različnih oblik, kar povzroča večjo uporabo vode in posledično slabše fizikalne lastnosti.



Slika 8: Zgradba beta mavca.³

2.5 Uporabnost sadre

Lastnosti sadre - mavca se izkoriščajo že tisočletja. Stari Egipčani so ga uporabljali pri gradnji piramid, Asirci pri vlivanju skulptur, Grki pa so s sadro, njeno prozorno obliko – selenit nadomeščali steklo. (slika 9).

³ Viri: Slika 7 in 8: isis.ku.dk/kurser/index.aspx?kursusid=21489...



Slika 9: Selenit kot nadomestilo za steklo⁴

Danes se kalcijev sulfat dihidrat uporablja predvsem v:

gradbeništvu:

- dodatek portlandskemu klinkerju za proizvodnjo cementa,
- v proizvodnji alfa in beta mavca (ometi, malte, mavčne plošče, zidaki ...),
- tekoči estrihi.

poljedelstvu:

- pomembnejši vir kalcija in žvepla v prsti,
- regulator pH vrednosti v prsti,
- sredstvo za prezračevanje zemlje,

živinoreji:

- za nevtralizacijo in preprečevanje vonja po urinu (svinjske farme).

živilski industriji:

- dodatek pri vrenju piva,
- kot polnilo pri testeninah, sladoledih in hamburgerjih.

medicini:

- mavčne obloge in zobne zalivke

filmski industriji:

- umetni sneg

⁴ Viri: Slika 9: www.mii.org/Minerals/photogyp.html

2.6 Kaj je kemična sadra?

Kot alternativa naravni sadri se v svetu vse bolj uporablja kemična oziroma sintetična sadra. Ta nastaja v številnih kemičnih tovarnah kot stranski (odpadni) produkt kalcijev sulfat dihidrat, ki ga s skupnim imenom imenujemo »kemična sadra«. Vsaka zase je imenovana po proizvodnji, v kateri nastaja, in je specifična zaradi primesi, velikosti in oblike kristalov, ki jih vsebuje. Izmed teh je bila v preteklosti najpomembnejša fosforjeva sadra, ki nastaja pri proizvodnji fosforjeve kisline. Poznamo še »organo sadre« iz proizvodnje organskih kislin (citronska, mravljična, vinska ...). Danes največje količine sadre nastajajo pri čiščenju dimnih plinov v termoelektrarnah in jo imenujemo energetska sadra. Vse države zahoda z ustreznimi okoljevarstvenimi predpisi nadomeščajo naravno sadro s kemično.

Ker Slovenija nima naravnih nahajališč sadre in ker je v Cinkarni možnost pridobivanja in uporabe mavca, predvsem pa zaradi vse večje skrbi za okolje, je stekla proizvodnja in uporaba tega produkta.

2.7 Predvidena uporaba sadre po prvi fazi nevtralizacije v

proizvodnji TiO_2

Pri proizvodnji titanovega dioksida nastajajo kisle odplake. Te se nevtralizirajo dvostopenjsko z apnencem in apnom, nastala suspenzija sadre pa se črpa na odlagališče sadre Za Travnikom. Evropski proizvajalci pigmenta nastalo suspenzijo sadre prefiltrirajo in odlagajo v suhem stanju, v obliki kolača. V zadnjih nekaj letih to poskušajo tudi v Cinkarni. Poudariti je potrebno, da je za uporabo v cementarstvu, poljedelstvu in drugih vejah uporaben le del suspenzije. To je sadra, ki nastaja v prvi stopnji nevtralizacije in je razmeroma čista, svetlo krem barve in z ustrežno ločevalno tehniko (centrifugiranje, filtriranje) neposredno uporabljena v prej omenjenih panogah. Preostali del suspenzije iz druge stopnje nevtralizacije pa je zaradi rdeče-rjave obarvanosti praktično neuporaben in ga odlagamo na odlagališče.



Slika 10: TiO_2

3. Praktični del naloge

Inventar:

- čaša, 600 ml
- čaša, 250 ml
- čaša, 50 ml
- merilni valj, 25 ml
- centrifuga
- trinožno stojalo
- keramična mrežica
- epruvete za centrifugiranje
- stojalo za epruvete
- keramična izparilnica
- digestorij
- steklena palčka
- plinorazvijalna aparatura (H_2S)

Kemikalije:

Destilirana voda	/
K_2CrO_4 , w = 5 %	R: 36/37/38-43; S: (2)-22-28; E: 12-16
HCl, c = 0,1M, HCl w = 37 % (conc.)	R: 3-37; S: (1/2)-26-45; E: 2
CH_3COONH_4 , c = 0,1 M	R: 10-35; S: (1/2)-23-26-45; E: 2-10
H_2SO_4 , c = 0,1 M, H_2SO_4 w = 95 - 97 % (conc.)	R: 35; S: (1/2)-26-30-45; E: 2
NH_3 , w = 25 % (conc.)	R: 35; S: (1/2)-26-37/39-45; E: 2
HNO_3 , c = 0,1 M	R: 8-35; S: (1/2)-23-26-36-45; E: 2
$SnCl_2$, w = 10 %	R: 34-37; S: (1/2)-7/8-26-45; E: 15-8
$MnCl_2$, w = 10 %	R: 22-48/22; S: 22-24/25-53; E: 6
Fe^{3+} ioni	/
Na_2CO_3 , nasičena raztopina	R: 36; S: (2)-22-26; E: 1
NaOH, c = 0,1 M	R: 35; S: (1/2)-26/37/39-45; E: 2
$CaCl_2 + BaCl_2$ (1+1)	R: 36; S: (2)-22-24; E: 1
$AgNO_3$, c = 0,1 M	R: 34; S: (1/2)-26-45; E: 12-14-14
$HgCl_2$, reagent	R: 28-34-48/24/25; S: (1/2)-36-37/39; E: 4-12
H_2O_2 , w = 6 %	R: 8-34; S: (1/2)-3-28-36/39-45; E: 1-16
H_2S , plinasto agregatno stanje	R: 1-26; S: (1/2)-7/9-16-45; E: 8
CH_3COOH (conc.)	R: 10-35; S: (1/2)-23-26-45; E: 2-10
KNO_2 , reagent	R: 8-25; S: (1/2)-45; E: 1-16
$(NH_4)_2C_2O_4$, reagent	R: 21/22; S: (2)-24/25; E: 5

3.1 Opis metod

Del meritev sem povzel po Poročilu o vplivih na okolje, ki ga je za Cinkarno izdelalo podjetje Envita d.o.o. iz Ljubljane. Meril sem pH dekantata, specifično prevodnost, ter dokazoval posamezne ione. Meritve in analize sem opravil v šolskem laboratoriju. Meritve hrupa sem povzel iz opravljenih meritev meteorološke kombinirane postaje, ki je stala v neposredni bližini deponije, kvantitativno analizo pa je na plinskem kromatografu opravil mag. Tomi Gominšek v centralnem laboratoriju Cinkarne Celje. Rezultate meritev sem dobil na Univerzi Maribor, smer strojništvo, pri prof. dr. Niku Samcu.

3.1.1 Specifične kvalitativne reakcije za posamezne ione

Iz analiz, opravljenih v šolskem laboratoriju, sem s specifičnimi kvalitativnimi dokazilnimi reakcijami za ione dokazoval vsebnost le teh v čistem dekantatu, ki se vrača v drugo fazo nevtralizacije. Postopek se izvaja tako, da posamezne ione različnih skupin dokazujemo s pomočjo različnih dokazilnih reagentov in mešanic. Gre za to, da ima vsaka skupina drugačne metode in skupinske reagente za določevanje.

Opravil sem naslednje analize in ugotovil prisotnost naslednjih snovi

- anioni 1. skupine (vonj in razvijajoč plin H_2S (S^{2-} ion)),
- anioni 2. skupine (bela oborina SO_4^{2-}),
- Sn^{2+} (siva oborina),
- Cd^{2+} (rumena oborina),
- Ca^{2+} (bela oborina),
- Mn^{2+} (vijolična oziroma rahlo rožnata raztopina),
- Al^{3+} (rdečkasta oborina),
- reducenti (pojav temno modre oborine).

Ovrgel sem naslednje ione, ker jih nisem uspel dokazati, verjetno zaradi prenizkih koncentracij (v sledovih).

- Pb^{2+} in Pb^{+}
- Sr^{2+}
- Ba^{2+}
- Bi^{3+}
- Ni^{2+}
- Co^{2+}
- CrO_4^{2-}
- Zn^{2+}
- Fe^{3+}



Slika 11: Dokazilne reakcije ionov.⁵

Analiza dekantata sadre, ki se vrača v drugo fazo nevtralizacije:

- pH dekantata je 10,
- prevodnost sadre je znašala 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Nekaterih specifičnih reakcij ionov nisem uspel dokazati zaradi prenizkih koncentracij ali koncentracij v sledovih, kot je razvidno iz analize, opravljene na plinskem kromatografu v Cinkarni.

pH dekantata je dokaj bazičen, saj je ponavadi nevtralen ali pa znaša pH največ 8. V primerjavi z deževnico, ki ima prevodnost od 5 do 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, je prevodnost sadre pričakovano večja, saj je v njej raztopljenih bistveno več ionov kot v deževnici.

⁵ Viri: Slika 10: www.root-cn.com/Nano-Titanium-Dioxide-Powder-...

Viri: Slika 11: Lastna fotografija

3.1.2 Kvantitativna analiza na plinskem kromatografu

Tabela izmerjenih rezultatov

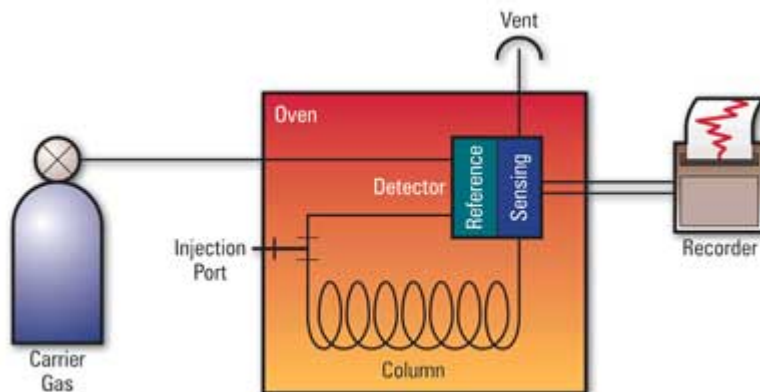
Tabela : Kemijska analiza filtrata (izlužka) sadre iz proizvodnje TiO₂ v Cinkarni Celje

Parameter	rezultat	Dopustna Vrednost	enota	metoda
vsebnost raztopljenih kovin				
vsebnost svinca	0,3	0,5	mgPb/l	ISO 8288
vsebnost kadmija	0,013	0,05	mgCd/l	ISO 8288
vsebnost bakra	<0,05	1,0	mgCu/l	ISO 8288
vsebnost kroma	<0,05	1,0	mgCr/l	ISO 8288
vsebnost niklja	0,19	0,5	mgNi/l	ISO 8288
vsebnost cinka	<0,05	3,0	mgZn/l	ISO 8288
vsebnost železa	0,4	2,0	mgFe/l	ISO 8288
vsebnost mangana	0,9	1	mgMn/l	ISO 8288
vsebnost celokupnih kovin				
vsebnost svinca	0,3	0,5	mgPb/l	ISO 8288
vsebnost kadmija	0,015	0,05	mgCd/l	ISO 8288
vsebnost bakra	<0,05	1,0	mgCu/l	ISO 8288
vsebnost kroma	<0,05	1,0	mgCr/l	ISO 8288
vsebnost niklja	0,21	0,5	mgNi/l	ISO 8288
vsebnost cinka	<0,05	3,0	mgZn/l	ISO 8288
vsebnost železa	1,1	2,0	mgFe/l	ISO 8288
vsebnost mangana	1,0	1,0	mgMn/l	ISO 8288
parameter	rezultat		enota	metoda
sulfat	1920	ni določena	mg/l	SIST ISO 9280
klorid	700	ni določena	mg/l	SIST ISO 9297
nitrat	<0,05	ni določena	mg/l	SIST ISO 7890

Meritev je bila opravljena 15. 1. 2008 v centralnem laboratoriju v Cinkarni na plinskem kromatografu pod nadzorom magistra Tomija Gominška.

Komentar meritev na plinskem kromatografu: Vsebnost raztopljenih kovin v filtratu sadre ne prinaša zaskrbljujočih rezultatov, saj so izmerjene vrednosti še dopustne glede na standarde ISO 8288, povečan je samo manganov ion, ki pa ga uspešno zmanjšujejo.

Vrednost vseh kovin, ki se ne morejo raztopiti v sadri, pa je rahlo zaskrbljujoča, saj je ravno manganov ion dosegel najvišjo dopustno vrednost, zelo visoki pa sta tudi vrednosti sulfatov in kloridov, vendar zanj ni določene mejne vrednosti. Rahlo povišan je tudi svinčev ion, vendar je še pod dopustno vrednostjo, tako da za sedaj ni potrebno izvajati nobenih drastičnih ukrepov.



Slika 12: Plinski kromatograf (skica).⁶

Na sliki 12 so predstavljeni glavni sestavni deli plinskega kromatografa:

- nosilni plin,
- vhod vzorca,
- referenčni vzorec,
- merjeni vzorec,
- ventilator,
- sežigalna komora,
- grafični zapisovalnik.



Slika 13: Plinski kromatograf.⁶

⁶ Viri : Slika 12: www.practicingoilanalysis.com/article_detail...

Viri: Slika 13: www.bantransfats.com/

3.1.3 Meritve hrupa v neposredni bližini odlagališča

Meritve so bile opravljene z meteorološko merilno napravo, ki je merila tudi hrup

Območje	Mejne ravni hrupa v okolju (dB), nočna raven Ln	Mejne ravni hrupa v okolju (dB), dnevna raven Ld	Mejne ravni za vire hrupa (dB), nočna raven Ln	Mejne ravni za vire hrupa (dB), dnevna raven Ld
IV. območje	70	70	68	68
III. območje	50	60	48	58
II. območje	45	55	42	52
I. območje	40	50	37	47
Izmerjeno območje: III	49	57	57	74

Opomba: Izmerjeni hrup na podlagi meritev ustreza v III. območje varstva pred hrupom. Ugotovil sem, da je razmeroma velika napaka meritve v dnevnem in nočnem času, posledica bližine ceste, ki je samo 20 metrov od naprave, raznoraznih kmečkih opravil(gnojenje travnikov in žaganje dreves) in pa domačih živali(pasji lajež).

Komentar izmerjenih vrednosti: Izmerjeni hrup, ki ga uvrščamo v III. merilno območje, je precej velik kar se tiče teoretičnih podajanj rezultatov, vendar ne prihaja iz deponije, temveč nastaja v okolici merilne naprave, kajti po opazovanju sem ugotovil, da hrup povzročajo kmetijski stroji, saj je bila naprava postavljena na prehodu iz poletnega na jesenski čas, torej na vrhuncu kmečkih opravil in pobiranja pridelkov. Poleg tega tam poteka lokalna cesta Proseniško - Ogorevc, tako da so meritve motili tudi avtomobili in kombinirana vozila. Predvsem v nočnem času se je slišal pasji lajež in glasovi ptic, ki so naseljene v bližnjem gozdu, tako da so bile te meritve hrupa dvolične, saj zaradi različnih motenj v okolici niso potekale tako, kot bi morale.



Slika 14: Merilna naprava hrupa.⁷

Merilna naprava je bila postavljena v neposredni bližini odlagališča sadre, kar je vidno v ozadju slike 14. Naprava je poleg hrupa merila še količino padavin ter onesnaženosti, in sicer s posebnimi lovilnimi filtri, ki so bili nameščeni na merilni napravi.



⁷ Slika 15: Merilna naprava hrupa na območju elektrarne.

⁷ Viri: Slika 14: Lastna fotografija

Viri: Slika 15: www.eimv.si/oddelek_ovenomeritvehrupa-v-oko...

3.1.4 Radioaktivno sevanje v zemlji in materialih v Cinkarni Celje

Vsebnosti naravnih radionuklidov v običajni zemlji in materialih v Cinkarni Celje (povprečne vrednosti in razponi)

Vzorec	Specifična aktivnost (Bq/kg)		
	Kalij-40	Uran-238 (Ra-226)	Torij-232
zemlja – svet*	400 (140 – 850)	35 (16 – 110)	30 (11 – 64)
zemlja – Slovenija*	370 (15 – 1410)	41	35 (2 – 90)
ilmenit**	10 - 30	33 - 190	150 - 450
Ti-žlindra**	7 - 11	2,5 – 6,5	6 - 8
titanovo belilo (TiO ₂)**	4 - 70	7 - 22	4 - 60
sadra**	4 - 11	2 - 42	12 - 50

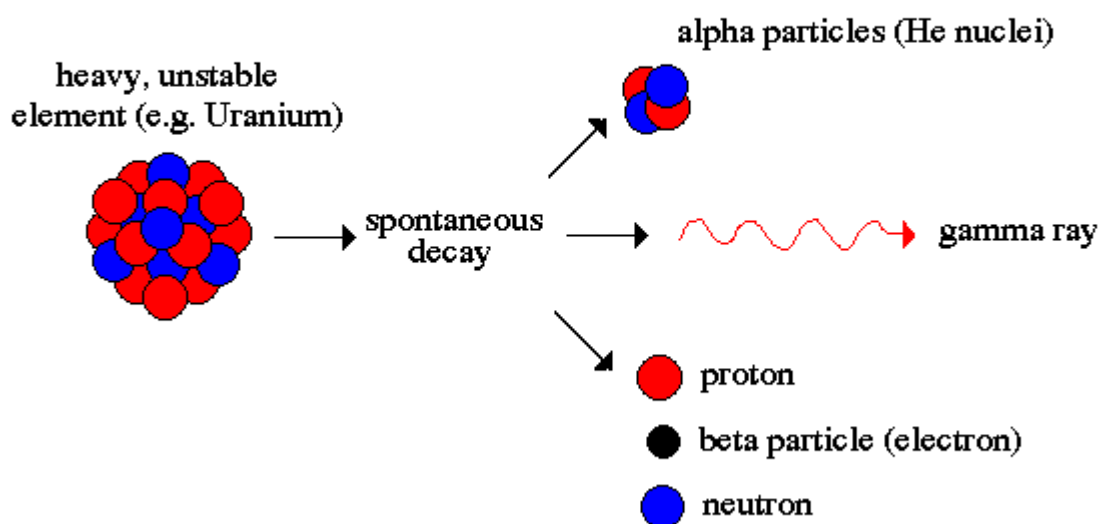
Vira:

* SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes, Volume I: SOURCE

** Primerjalna preglednica (po letih) specifičnih aktivnosti vhodnih in izhodnih predmetov dela v proizvodnji TiO₂, Cinkarna Celje, Nikolaja Podgoršek Selič, 15.7.1998

Komentar meritev radioaktivnega sevanja: Iz zgornje tabele je razvidno, da je tudi sadra radioaktivna snov, le da se koncentracije specifične aktivnosti gibljejo precej nižje kot na primer koncentracije v zemlji ali pa v ilmenitu. Kalijevega izotopa 40 je v sadri razmeroma malo, srednje povišan je le v titanovem belilu TiO₂. Uranovih 238 oziroma radijevih 226 izotopov je v sadri zelo malo, prav tako se zmanjša koncentracija v TiO₂ v primerjavi z ostalimi elementi. Še največjo vrednost koncentracije specifične aktivnosti v sadri predstavlja torijev izotop 232, in sicer od 12 do 50 Bq/kg, kar je skoraj višja vrednost kot za TiO₂.

Radioactivity



Slika 16: Radioaktivnost.⁸

⁸ Vir: Slika 16: : abyss.uoregon.edu/~js/cosmo/lectures/lec07.html

4. Zaključek

Tema s področja ekologije se mi je ponujala tako rekoč sama. Živim na obrobju deponije sadre Za Travnikom, ki je od mojega doma oddaljena približno 1 km. Zato sem, kot vsi ostali sovaščani, močno zainteresiran, da Cinkarna in ostale družbene strukture najdejo najboljšo rešitev za sanacijo odlagališča sadre.

Iz rezultatov in meritev, ki sem jih opravil ali pa sem rezultate povzel od drugih, vidim, da so vrednosti vseh ionov večinoma pod dopustnimi mejami. Vem tudi, da so dopustne mejne vrednosti za nekatere elemente lahko nekoliko višje, saj jih dovoljuje in ureja posebna uredba za proizvajalce titanovega dioksida (direktiva EU 92/112/EEC). Iz pridobljenega gradiva sem razbral, da bi bilo mogoče neškodljivo uporabiti tudi ta drugi del »rdeče sadre«. Pri gradnji večjih nasipov in avtocest jo je možno kot polnilo vgraditi v vmesne tamponske plasti. Cinkarna je to že predlagala, vendar ponudba še ni obrodila sadov.

Pri iskanju gradiva sem iskal pomoč pri nekaterih odgovornih ljudeh v tem podjetju, ki so mi z veseljem posredovali zelene podatke. Gospod mag. Tomi Gominšek, vodja projekta proizvodnje CE Gipsa, je opravil tudi analizo vzorca dekantirane vode v njihovem laboratoriju.

V projekt suhega odlaganja in izsušitve je vloženega ogromno truda, znanja in denarja, zato je skoraj nujno, da se izvede. Zavedam se, da bo poleg že obstoječega notranjega nadzora izpustov iz deponije potreben tudi zunanji neodvisni monitoring, ki bo zagotavljal zainteresirani javnosti sproten vpogled na ustrezno kvalitetno in ekološko čimbolj neoporečno saniranje.

Iz pridobljenega gradiva sem razbral, da bo po končani sanaciji in rekultivaciji (po načrtih, vezanih na proizvodnjo titanovega belila, bi se to končalo v 20 - 25 letih) sedaj vizualno degradirano okolje z ustreznimi hortikulturnimi in ostalimi olepševalnimi ukrepi postalo urejen prostor. Primeren bo za kmetijske dejavnosti (površina bo velika okrog 40 hektarjev), plantaže lesne mase, za rekreacijo (golf, hipodrom, športni objekti). Lahko pa zraste tudi nova poslovno - obrtna cona in s tem nove priložnosti.

Manganov ion, ki sem ga dokazal v sadri, igra vodilno vlogo pri analizi dekantata, saj je skoraj presegel dopustno vrednost. Po mojem mnenju bi morali ta ion dodatno omejiti s pomočjo ultrafiltracijske komore ali pa s kakšno izpodrivno reakcijo. Še najmanj zaskrbljujoč je podatek o prisotnosti železovih ionov, saj mu do dopustne vrednosti manjka še 0.9 mgFe/l.

Kadmijevega iona s pomočjo kvalitativne analize nisem uspel zaznati, ugotovil sem, da zato, ker je bila kasneje izmerjena vrednost tega iona zelo majhna in tako ne vpliva na okolico.

Z ugotovitvami, do katerih sem prišel, lahko obe zastavljeni hipotezi potrdim. Vseh ionov pri šolskem eksperimentalnem delu nisem mogel dokazati, nekaj zaradi vplivov zunanjih pogojev, nekaj pa zato, ker so bile uradne izmerjene koncentracije na plinskem kromatografu že same po sebi tako majhne, da jih s kvalitativno analizo nisem uspel dokazati oziroma zaznati. Ioni, ki so zdravju škodljivi, so bili prisotni, vendar so bili pod dopustnimi mejami,

zato je vsakršna zaskrbljenost odveč. Sadra torej ni okoljsko oporečna, kljub temu, da vsebuje zdravju škodljive snovi.

Iz meritev hrupa je razvidno, da samo odlaganje sadre ne vpliva na okolico, pač pa so hrup povzročali okoliški dejavniki (kmetijstvo, pasji lajež, bližina ceste in oglašanje ptic).

Iz zbrane literature in pogovorov s strokovnjaki, ki se ukvarjajo z rešitvami odlaganja odpadne sadre, sem ugotovil, da je verjetno edina možna rešitev postopek filtracije, dekantiranja in zgoščevanja ter suhega odlaganja sadrne pogače. V deponiji je sadra drugega dela nevtralizacije, ki je zaradi intenzivnejše rjavo-okere obarvanosti neuporabna v druge namene in je odpadek.

Opazil sem, da se sadra čez čas obarva v značilno rdečkasto-rjavo barvo. Iz opravljenih analiz vidim, da vsebuje sadrni dekantat železo v dvovalentni obliki (Fe^{2+}), ki ob stiku z zrakom oksidira v trivalentno Fe^{3+} obliko. To pa je vsem znan pojav rje pri izdelkih iz železa. Zato to sadro tudi zaradi barve imenujemo »rdeča sadra«.

Da na kratko pripeljem nalogo do najpomembnejše - sadra ni okoljsko oporečna, kljub temu da vsebuje zdravju škodljive snovi, torej je njeno odlaganje na deponiji varen postopek.

5. Viri in literatura

1. Poročilo o vplivih na okolje, Envita d.o.o., 2001
2. Internet <http://en.wikipedia.org/wiki/Gypsum>
3. Cinkarnar (interno glasilo), Bernarda Podgoršek, december 2005
4. mag. Tomi Gominšek, Cinkarnar, Modra stran, Št.78. junij 2004
5. Cinkarna, Strokovna knjižnica
6. Dr. Niko Samec, Univerza Maribor, Poročilo o meritvah hrupa, januar 2008