

# Korozivi

---

**Botica, Antonela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:092254>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-05**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

ANTONELA BOTICA

## **Korozivi**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

ANTONELA BOTICA

# **Corrosives**

FINAL PAPER

Karlovac, 2018.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

ANTONELA BOTICA

## **Korozivi**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

dr. sc. Josip Žunić

Karlovac, 2018.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 – 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

### **ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

Studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Antonela Botica

Opis zadatka: Cilj rada je opisati korozivne tvari, koje štetnosti danas postoje zbog njih, kakva oštećenja zdravlja mogu uzrokovati te kako se otkrivaju i liječe ta potencijalna oštećenja.

Zadatak zadan:

07/2018.

Rok predaje rada:  
obrane:

09/2018.

Predviđeni datum

Mentor:  
Dr.sc. Josip Žunić

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## **PREDGOVOR**

Ovom prilikom želim se prvenstveno zahvaliti svojim roditeljima na omogućenom školovanju i podršci kroz cijelo vrijeme moga školovanja.

Zahvaljujem svim profesorima na Odjelu sigurnosti i zaštite, Veleučilišta u Karlovcu, a pogotovo se zahvaljujem svom mentoru dr.sc. Josipu Žunić na savjetima i pomoći pri pisanju završnog rada.

Veliko hvala svima na ukazanom povjerenju, na stečenom znanju, vještinama i prijateljstvu koje sam stekla tijekom školovanja.

Antonela Botica

## SAŽETAK

Korozivi su nagrizajuće tvari u koje ubrajamo kiseline, lužine i soli teških metala. Sposobnost radnika za obavljanje poslova s posebnim uvjetima rada u pogledu zdravstvenog stanja ili psihičke sposobnosti utvrđuje se prije njegovog rasporeda na takve poslove. Radnici moraju ispunjavati neke uvijete kako bi mogli raditi s korozivnim tvarima, a to su dob, spol, zdrastvena, psihička, tjelesna i stručna sposobnost. Korozivne tvari (kiseline i lužine) izazivaju kemijske opekline. Ako se takav otrov popije, opekline se vide na usnama i sluznici usta. Neki otrovi izazivaju psihičke poremećaje, vrtoglavicu, glavobolju, grčeve pojedinih mišića ili cijelog tijela, nepravilan rad srca. Uneseni u organizam, teški metali se talože u masnim i vezivnim tkivima, a kad tamo više za njih nema mjesta, taložit će se u organima, kostima, u svim stanicama tijela. Masovna upotreba i široka dostupnost brojnih, najrazličitijih proizvoda koji mogu izazvati korozivnu štetu također su prouzročili veliku učestalost ovih oštećenja. Lječenje trovanja korozivnim tvarima sastoji se u terapiji akutnih poremećaja, primjene preventivne terapije u cilju sprječavanja nastanka sužavanja krvnih žila i, na kraju sprječavanja opekline.

## SUMMARY

Corrosives are corrosive substances in which acids, alkalis and salts of heavy metals are included. The ability of a worker to perform a job with special working conditions in terms of his or her health or mental capacity shall be established prior to his or her appointment to such work. Workers must meet certain conditions in order to work with corrosive substances, namely age, sex, physical, mental, physical and professional ability. Corrosive substances (acids and alkalis) cause chemical burns. If such poison drinks, burns are seen on the lips and mucous membranes of the mouth. Some poisons cause psychic disorders, dizziness, headaches, individual or muscle cramps, improper heartbeat. Injected into the body, heavy metals are deposited in the fatty and connective tissues, and when there is no more space there, they will settle in organs, bones, in all body cells. Massive use and wide availability of many, many different products that can cause corrosive damage have also caused a large incidence of these damage. Treatment of corrosive substances poisoning consists in the treatment of acute disorders, the use of preventive therapies in order to prevent the occurrence of narrowing of blood vessels and, at the end of the prevention of burns.

## SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK .....	III
SADRŽAJ .....	IV
1. UVOD .....	1
1.1. Korozivi – kiseline, lužine i soli teških metala .....	2
2. KOROZIVI – OŠTEĆENJA BIOLOŠKIH SUSTAVA .....	5
2.1. Klasifikacija korozivnih oštećenja sluznice .....	5
2.2. Simptomi, dijagnoza i znakovi trovanja korozivnim tvarima .....	6
2.3. Liječenje nakon otrovanja korozivnim tvarima .....	7
3. KISELINE .....	8
3.1. Kiseline i njihova praktična primjena .....	10
3.2. Kisele kiše .....	10
3.3. Kiseline u kućanstvu .....	11
3.4. Znakovi otrovanja .....	11
3.5. Postupak s osobom koja je progutala otrov .....	12
4. LUŽINE .....	13
4.1. Svojstva baza (lužina) .....	14
4.2. Opasne radne tvari .....	14
4.3. Laboratoriji – kemijski i tehnološki .....	16
4.4. Mjere zaštite pri radu s kiselinama i lužinama .....	17
5. SOLI TEŠKIH METALA .....	19
5.1. Taloženje teških metala u stanicama .....	19
5.2. Teški metali potiskuju minerale i izazivaju bolest? .....	20
5.3. Onečišćenje vode teškim metalima – sadržaj soli teških metala u otpadnoj vodi grada Zagreba .....	20
5.4. Izvori teških metala i njihov utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi .....	21
5.5. Karakterizacija teških metala .....	23
5.6. Metode ukljanjanja teških metala .....	26



6. PRAVILNIK O POSLOVIMA S POSEBNIM UVJETIMA RADA .....	29
6.1. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s kiselinama i lužinama.....	29
6.2. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s olovom .....	30
6.3. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s živom .....	30
6.4. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s kromom.....	30
6.5. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s niklom .....	31
6.6. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s kadmijem .....	31
6.7. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s arsenom.....	32
7. ZAKLJUČAK.....	33
8. LITERATURA .....	34
9. PRILOZI.....	35
9.1. Popis slika .....	35
9.2. Popis tablica .....	36

## 1. UVOD

Korozivi su kiseline, lužine i soli teških metala. Kiseline i lužine su kemijske tvari koje djeluju „nagrizajuće“ tj. korozivno na metale, drvo, kožu, papir, tkaninu i drugo, a na organizam djeluju vrlo razorno. Kiseline nisu zapaljive ali mogu biti uzročnici paljenja. Posude u kojima se drže kiseline moraju biti čitave i neoštećene i na sebi moraju imati naljepnice s oznakom o nazivu i vrsti kiseline, koncentraciji i uputama za upotrebu, a ako takve naljepnice nemaju treba ih vratiti u skladište i ne otvarati. Posude s kiselinom moraju biti napunjene gotovo do vrha, ali mora biti ostavljeno nešto prostora (praznog) zbog širenja kiseline uslijed nastanka topline. U radu s kiselinama i lužinama treba koristiti osobna zaštitna sredstva: gumene rukavice, zaštitna pregača, zaštitne naočale i kapuljača. Ali usprkos tome ako dođe do prolijevanja kiseline po koži treba odmah pružiti prvu pomoć da se preveniraju daljnja oštećenja tkiva. Soli teških metala tvore veze s ioniziranom karboksilnom skupinom kiselih aminokiselina ili tiolnom skupinom aminokiselina sa sumporom.

Djelovanje ovisi o vrsti kiseline ili lužine, koncentraciji i količini, ali i duljini izlaganja. Brojne tvari u kontaktu s tkivima s izravnom toksičnošću uzrokuju oštećenja koja se naziva kemijska opeklina ili korozivna lezija. Ove ozljede uzrokuju kiseline, lužine te soli teških metala. Određene vrste korozivnih tvari uzrokuju oštećenje različitim mehanizmima pa se zbog toga razlikuju patohistološki nalazi. Kemijske reakcije koje nastaju dovode do promjene ionizacije i strukture molekula, oslobađaju toplinu što će u daljnjem slijedu oštećenja stanica i tkiva dovesti do oštećenja funkcije organa i organskih sustava.

Korozivi oštećuju stanice i tkiva, a time organe i organske sustave ovisno o dijelu organizma koji je došao s njima u kontakt. Posljedica trovanja s korozivima su teška oštećenja koja ovise o vrsti koroziva i mjestu koje im je bilo izloženo: oštećenja kože, sluznica, probavnih organa. Teške ozljede usne šupljine, ždrijela i/ili jednjaka, želuca zapažaju se poslije peroralnog unosa i često uzrokuju smrt bolesnika. Tipični su prvi simptomi pojačano izlučivanje sline, potom bol u ustima, prsima, trbuhu.

## 1.1. Korozivi – kiseline, lužine i soli teških metala

Kiseline su tvari čije molekule u kemijskoj reakciji predaju proton ili primaju elektronski par. U vodenoj otopini mijenjaju boju lakmusa od modre u crvenu i imaju kiseli okus. U reakciji s bazama stvaraju soli i vodu, a s nekim metalima oslobađaju vodik. U vodenoj otopini kiselina – procesom elektrolitske disocijacije – otpušta vodik ( $H^+$ ) koji se veže na molekulu vode stvarajući hidronijev kation ( $H_3O^+$ ). Stupanj disocijacije određuje njenu jakost: jača je ukoliko je više njezinih molekula disocirano, a pH je manji. U vodenim su otopinama jake kiseline potpuno disocirane, a slabe djelomično. Stupanj disocijacije je brojeva vrijednosti odnosa broja disociranih i ukupnih molekula kiselina.

Vrijednost pH odgovara negativnom logaritmu koncentracije vodikovih iona. Skala pH-vrijednosti obuhvaća brojeve od 0 do 14. pH vrijednost kiselih otopina je između 0 i 7, a bazičnih (lužnatih) iznad 7. Voda ima neutralnu pH vrijednost - 7.

Lužine su vodene otopine baza, a to su hidroksidi elemenata prve i druge skupine periodnog sustava elemenata. Otopine imaju višak hidroksilnih iona i s boju lakmus papira mijenjaju u plavu.

Tijekom reakcije s kiselinama stvaraju sol i vodu. Slabije lužine stvaraju manji broj hidroksilnih iona, a jake velik broj poput natrijeve, kalijeve i kalcijeve pa se one i nazivaju kaustičnim lužinama. Njihova je pH vrijednost znatno veća od 7. Slabe su lužine otopine karbonata i amonijaka. Lužine su elektrolitske otopine i provode struju.

U okolišu nalazimo brojne teške metale poput kroma, nikla, bakra, cinka, željeza, kadmija i drugih. Osobina kroma je otpornost prema kiselinama. On se ne otapa u dušičnoj kiselini ( $HNO_3$ ) niti u zlatotopci. U hladnoj se klorovodičnoj ( $HCl$ ) i sumpornoj kiselini ( $H_2SO_4$ ) otapa vrlo sporo, a u vrućim kiselinama znatno brže. S različitim nemetalima može reagirati na povišenim temperaturama. Esencijalni je element za čovjeka i neke biološke vrste. Istovremeno može biti i potencijalno karcinogen ako se unosi u organizam tijekom dužeg vremena. Na soli kromne kiseline brzo reagiraju sluznice. Soli kromne kiseline imaju korozivno djelovanje na tkivo.

Aktivnost nikla se povećava njegovim usitnjavanjem u prah. On reagira s kisikom iz zraka, ali i drugim različitim elementima i spojevima. U kombinaciji s ugljičnom kiselinom -  $Ni(CO)_4$  - predstavlja vrlo otrovan spoj. Drugi otrovni spojevi su jednovalentni (tetraedarni kompleks i drugi složeni spojevi) ili dvovalentni. Nikal se spaja s anionima tvoreći sulfide, sulfate, karbonate, hidrokside, karboksilate i halide. Soli nikla (nitrati, kloridi, sulfati) otapaju se u

vodenim otopinama. Neki trovalentni i četverovalentni spojevi koriste se u proizvodnji baterija. Smatra se da može oštetiti zdravlje utjecajem kontaminacijom preko bakterije koje su ovisne o niklu. Otrovanje željezom je vodeći uzrok smrti od otrovanja u djece. Simptomi počinju akutnim gastroenteritisom, praćeni su mirnim periodom nakon kojeg nastaje šok i zatajenje jetre. Mnogi često korišteni preparati u slobodnoj prodaji (bez recepta) sadrže željezo. Željezo djeluje toksično na GI, kardiovaskularni i CNS. Nisu poznati specifični mehanizmi toksičnosti, ali suvišak slobodnog željeza utječe na enzimske procese i ometa oksidativnu fosforilaciju, uzrokujući metaboličku acidozu. Simptomi se obično javljaju u 5 stadija, ali njihova pojava i progresija može značajno varirati. Jačina simptoma 1. stadija često ukazuje na opću težinu otrovanja, pa se simptomi kasnijih stadija javljaju tek ukoliko su simptomi 1. stadija bili umjereni ili teški. Na otrovanje željezom treba pomišljati kod miješanih otrovanja, jer je željezo široko rasprostranjeno i kod male djece s pristupom željezu i neobjašnjenom metaboličkom acidozom. Na toksičnost najbolje ukazuje rastuća koncentracija željeza, metabolička acidoza, pogoršavanje simptoma ili još karakterističnije, kombinacije nekih od navedenih nalaza. Rizik od teškog otrovanja je vrlo malen ukoliko se u prvih 1 do 6 sati ne razviju simptomi. Ako u tom periodu nastanu šok i koma, smrtni ishod nastupa u 10% slučajeva.

Kadmij je kumulativan otrov; kada uđe u organizam, taloži se u bubrezima i ostaje gotovo cijelog života. Ako se dnevno unese samo 2 mcg, nakon 40 godina u organizmu se nataloži oko 30 mg. Prvi znak trovanja kadmijem je povišen tlak, no kada količina prijeđe određenu granicu, tlak više nije povišen, ali se teško oštećuju bubrezi i jetra. Kadmija ima najviše u školjkašima (što je posljedica zagađenja morske vode), u instant kavi i čaju (što je posljedica procesa prerade). Budući da najveći dio kadmija ulazi u organizam kontaminiranom hranom, postoji sustav kontrole koji se striktno provodi u svim zemljama. Kod akutnih trovanja kadmijem ili njegovim spojevima potrebno je sprovesti simptomatsku terapiju posebno kod pojave plućnog edema jer danas još ne postoji mogućnost drugačijeg načina liječenja.

Cink je esencijalni mineral koji nalazimo u gotovo svakoj stanici našeg tijela. Smatra se da je količina cinka u tijelu odrasle osobe oko 2 g. Najveću količinu cinka u tijelu nalazimo u retini i muškim reproduktivnim organima, dok ga u znatnoj mjeri nalazimo i u kostima i mišićima. Apsorpcija mu je loša, a glavni dio cinka apsorbira se u tankom crijevu. Cink sudjeluje u aktivnosti gotovo stotinu enzima, tvari koje omogućavaju odvijanje biokemijskih reakcija u našem tijelu. Cink utječe na osjećaj okusa i na tek. Elementi okusa nalaze se u slini i strukturalna su tvar epitelnih stanica sluznice usne šupljine. Iako bakar igra važnu ulogu u

ljudskoj ishrani, bilo je prijavljivanja trovanja pri povećanoj izloženosti. Trovanje bakrom je rijetka pojava, ali se može javiti ukoliko se unosi više od 200 mg bakra dnevno. Tada može doći do mučnine, povraćanja, bolova u stomaku, dijareje, bolova u mišićima, ne normalnih mentalnih stanja, glavobolje i smanjenog imunog odgovora. Letalna doza bakra je do 3,5 g. Kod odraslih osoba nedostatak bakra dovodi do anemija, zadržavanja vode u organizmu, slabljenja zidova krvnih žila, razdražljivosti, krutih kostiju, depigmentacije gubitka kvaliteta kose. Nedostatak bakra dovodi i do smanjene otpornosti na infekcije, obzirom da je aktivnost leukocita i ćelijskog imunog odgovora smanjena.

## 2. KOROZIVI – OŠTEĆENJA BIOLOŠKIH SUSTAVA

Opseg i težina korozivnih oštećenja tkiva ovise o više čimbenika, među kojima su najznačajniji: osobine korozivne materije koncentracija i količina korozivne tvari i dužina trajanja kontakta sa tkivima. Za nastanak korozivnih lezija naročito su važne osobine korozivne tvari, kao što je njena sposobnost da rastvara određene organske sastojke i tako prodire u tkiva, pH, viskoznost. Kemijska konstanta koja označava sposobnost tvari da oslobodi vodikove ione - pH je jedan od osnovnih pokazatelja potencijalne korozivnosti. Postoje brojne klasifikacije korozivnih tvari. U kemijskom smislu, većina se može svrstati u kiseline i lužine. Kiseline disocijacijom oslobađaju ione vodika i imaju sposobnost dovesti do denaturacije u dodiru s tkivima i taloženje proteina. Prilikom disocijacije kiselina, osim vodikovih iona, nastaje i anion kiselinskog ostataka, koji također doprinosi oštećenju tkiva. Gutanje korozivnih materija dovodi prvenstveno do lokalnih oštećenja probavnog trakta, usne šupljine, mokraćnog mjehura, jednjaka, želuca, tankog crijeva.



Slika 1. Opekline uzrokovana korozivnom tvari (<https://www.google.com/search?q=opekline+korozivnim+tvarima>, 07.09.2018.)

### 2.1. Klasifikacija korozivnih oštećenja sluznice

Međunarodna klasifikacija bolesti u opekline i korozije (T20-T32) uključuje kemijske opekline [korozije], (vanjske), (unutrašnje) te niz drugih opekline. Opekline i korozija glave i vrata. Nakon ingestije korozivnih tvari (jakih kiselina i lužina) nastaju opekotine tkiva GI trakta što ponekad rezultira perforacijom jednjaka ili želuca. U simptome spadaju pojačana salivacija, disfagija i bol u ustima, prsima ili trbuhu. Kasnije mogu nastati i strikture. Može biti potrebna dijagnostička endoskopija. Liječenje je potporno. Poslije ozljeda s korozivima kontraindicirano je pražnjenje želuca želučanom sondom i primjena aktivnog ugljena. Ako nastane perforacija „šupljeg organa ili cijevi“ (jednjak, želudac, crijevo) ona se liječi operacijom. U najčešće dostupna korozivna sredstva spadaju čvrsta i tekuća sredstva za

čišćenje odvodnih cijevi i zahodskih školjki. Industrijski proizvodi su uglavnom koncentriraniji od sredstava za kućnu upotrebu i stoga mogu nanijeti veću štetu.

Kiseline izazivaju koagulacijsku nekrozu s formiranjem kraste koja sprječava dalje oštećenje. Češće djeluju na želudac nego na jednjak. Lužine izazivaju brzu kolikvacijsku<sup>1</sup> nekrozu bez stvaranja kraste, pa oštećenje traje sve dok lužina nije neutralizirana ili razrijeđena. Lužine jače djeluju na jednjak nego na želudac, ali se kod ingestije većih količina teško oštećuju oba organa.

Za čvrste proizvode su karakteristični djelići koji se zabijaju u tkiva i izazivaju lokalno izgaranje, što odvraća od daljnje ingestije i izaziva lokalno oštećenje. Tekuća korozivna sredstva se ne zabijaju u tkiva pa lakše nastane ingestija<sup>2</sup> velikih količina otrova uz velike površine zahvaćenog tkiva. Tekućine bolesnik može i aspirirati što dovodi do oštećenja gornjih dišnih putova.

Opće prihvaćena klasifikacija korozivnih oštećenja sluznice jednjaka i želuca slična je klasifikaciji opekline kože:

-Prva faza karakterizira površinski hipo-remy, epitelni crtež i mucalni edem.

-Druga faza uključuje dublje mucno oštećenje uključujući sve slojeve s izlučivanjem, erozijama i ulceracijama.

-Treći stupanj označava penetraciju ulceracije izvan mukoze u dublje slojeve tkiva, ponekad čak do komunikacije s medijastinumima ili peritonealnom šupljinom.

U kliničkoj slici neposredno nakon unošenja korozivne tvari, postoji jaka bol u ustima, grlu, želucu, jednjaku i trbuhu. Izraženo je povraćanje, a gutanje je teško i bolno. U akutnoj fazi bolesti moguće komplikacije su perforacija jednjaka ili želuca i nastanak medijastinitisa i peritonitisa

## **2.2. Simptomi, dijagnoza i znakovi trovanja korozivnim tvarima**

U početne simptome spadaju pojačana salivacija i disfagija. U teškim slučajevima odmah nastaje bol i ponekad krvarenje u ustima, grlu, prsima i trbuhu. Ozljeda dišnih putova izaziva kašalj, tahipneju i stridor<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> pretvorba stanica i tkiva u kašu.

<sup>2</sup> unošenje hrane u tijelo kroz usta.

<sup>3</sup> Stridor je visokofrekventni zvuk koji nastaje pretežno tijekom udisaja (inspirij). Najčešće je povezan s akutnim poremećajima (aspiracije stranog tijela, kronične bolesti dišnih putova).

Otečeno i crveno tkivo koje se uglavnom vidi pregledom usta ne mora uvijek biti prisutno kod otrovanja tekućim korozivnim sredstvima i pored ozbiljnih oštećenja nižih dijelova GI sustava. Perforacija jednjaka rezultira medijastinitisom s jakim bolovima u prsima, tahikardijom, povišenom temperaturom, tahipnejom i šokom. Perforacija<sup>4</sup> želuca može izazvati peritonitis. Perforacija jednjaka i želuca mogu nastati od nekoliko sati do nekoliko tjedana nakon ingestije. Striktura<sup>5</sup> jednjaka mogu nastati nakon nekoliko tjedana i u bolesnika s blagim simptomima i primjerenim liječenjem.

Budući da postojanje ili nepostojanje intraoralnih opekotina ne ukazuje na težinu oštećenja jednjaka i želuca, potrebno je napraviti minucioznu endoskopiju i procijeniti njihovo oštećenje u slučajevima kad simptomi ili anamneza ukazuju na značajniji unos.

### **2.3. Liječenje nakon otrovanja korozivnim tvarima**

Liječenje je potporno. OPREZ: Pražnjenje želuca povraćanjem ili lavažom je kontraindicirano jer može doći do ponovnog kontakta sluznica gornjeg GI trakta s kausticima. Kontraindicirani su i pokušaji neutralizacije korozivnih kiselina alkalnim tvarima (i obratno), jer mogu nastati teške egzotermične reakcije. Aktivni ugljen se također ne smije upotrebljavati jer se može infiltrirati u izgorjelo tkivo i ometati endoskopsku evaluaciju.

S peroralnim davanjem tekućine se započinje kad je bolesnik može podnositi. Perforacija jednjaka ili želuca se liječi antibioticima i kirurški (str. 100). Ne preporučuje se IV kortikosteroidi i antibiotska profilaksa. Striktura se liječe bužiranjem ili ezafagealnim premošćenjem s interpozicijom kolona.

---

<sup>4</sup> Perforacija (lat.), probijanje, bušenje rupica; rezultat bušenja; prodor, proboj, otvor.

<sup>5</sup> Striktura (lat.), med patološko suženje nekoga kanala, npr. mokraćne cijevi, crijeva.



### 3. KISELINE

Kiseline su tvari čije vodene otopine imaju kiseli okus, pH manji od 7 i korozivne su. Možemo ih podijeliti na jake koje potpuno disociraju u vodi (sulfatna i kloridna kiselina) i slabe kiseline koje su samo djelomično disocirane (octena i sumporovodična kiselina). Sve su kiseline opasne, a najviše pozornosti treba obratiti pri radu s koncentriranom sulfatnom, nitratnom i fluoridnom kiselinom. Miješanjem kiseline s vodom smanjuje se koncentracija otopine kiseline. Ovaj postupak izvodi se pažljivim dodavanjem kiseline u vodu, nikada obrnuto jer onda dolazi do naglog zagrijavanja i prskanja što može izazvati opasne i neželjene posljedice. Neke od važnijih kiselina su klorovodična (solna), klorna, dušična, ugljična, sumporasta, sumporna, sumporovodična i fosforna. U sastavu mnogih namirnica nalazi se jodovodonična kiselina, a limunska kiselina se nalazi u naranči, mandarini i limunu. Kiseline se upotrebljavaju pri radu u laboratoriju. Osim toga, upotrebljavaju se i kao sredstva za čišćenje jer otapaju mnoge nepoželjne tvari poput hrđe i kamenca. Kiseline nagrizzaju kožu, dok su neke kiseline hlapljive pa njihove pare nagrizzaju sluznicu dišnih organa. Rukovanje mora biti pažljivo jer nagrizza kožu i tkanine. Da bi se zaštitile oči kod rada s kiselinama, moraju se nositi zaštitne naočale. Ako se radi s većim količinama kiselina, treba nositi zaštitnu pregaču i gumene rukavice. Kada se pri radu s kiselinama razvijaju otrovni ili zagušljivi plinovi, mora se raditi u digestoru ili upotrebljavati zaštitnu masku.

Kiseline su tvari čije vodene otopine imaju kiseli okus i korozivne su. U vodi se razlažu na pozitivne vodikove ione i kiselinski ostatak odnosno anione kiseline. Svijet oko nas svakodnevno upoznajemo osjetilima; vidom, njuhom, sluhom, okusom ili opipom. Na primjer vidom razlikujemo oblik i boju predmeta, njuhom miris, a okusom slatkoću, gorčinu, slanost ili kiselost. Različite tvari često na prvi pogled izgledaju jednako, nemaju karakterističan miris po kojem bi se razlikovale ali s obzirom na to da mogu biti agresivne ili otrovne, opipom i okusom nikada se ne ispituju. Tako su nastali prvi pokusi koji su omogućili čovjeku da upozna kemijske elemente i njihove spojeve.

Iako postoji neizmjereno mnogo različitih tvari, sve su one sastavljene od tek stotinjak kemijskih elemenata. Milijune kemijskih spojeva ljudi su kroz povijest ipak uspjeli grupirati prema sličnosti u njihovom sastavu i svojstvima. Neka tvar je kemijski spoj ako se može kemijskom reakcijom rastaviti na dvije ili više tvari. Vrijedi i obrnuto, odnosno, ako dvije ili više tvari reagiraju tako da daju novu tvar, ta je tvar kemijski spoj. Kiseline su osnovni kemijski spojevi a kiselost i lužnatost važni pojmovi koji se često upotrebljavaju uglavnom u biologiji i medicini ali i u svakidašnjem životu. Upravo zato se često pri reklamiranju

proizvoda za osobnu higijenu poput sapuna, šampona za kosu ili pasta za zube te proizvoda za pranje i čišćenje navode podaci o kiselosti, lužnatosti ili neutralnosti, kao bitan pokazatelj njihove kvalitete.

Razlog je u tome što tvari kiselih svojstava različito djeluju na materijale i živa bića od tvari lužnatih svojstava. Prezasićenost vode kalcijevim solima osnovni je uvjet za nastajanje sedre a na stvaranje sedre utječe i blaga kiselost vode uslijed otopljenog ugljikova dioksida iz zraka. O kiselosti tla ovisi hoće li neka poljoprivredna kultura uspijevati ili neće a povećana kiselost u ljudskom organizmu glavni je uvjet nastanka mnogih po život opasnih oboljenja. Kiseline se kao i svi drugi kemijski spojevi sastoje od određenih kemijskih elemenata. Kemijski elementi dijele se na tri osnovne skupine; metale, nemetale i polumetale i to ovisno o različitim kemijskim i fizikalnim svojstvima.

Neki oksidi nemetala s vodom kemijski reagiraju pri čemu nastaju kiseline. Kiseline su spojevi koji se disocijacijom u vodi razlažu na pozitivne vodikove ione i anione kiseline (kiselinski ostatak). Razlaganjem kiselina, vodikovi ioni povezuju se s molekulama vode, dajući oksonijeve ione ( $H_3O^+$ ). Kako se kiseline otapanjem u vodi razlažu na ione, vodene otopine kiselina zbog slobodnih iona provode električnu energiju. Jakost kiseline ovisi o stupnju disocijacije i izražava se konstantom disocijacije kiseline. Premda se pojam jakosti kiselina često veže s njihovom moći otapanja, nagrizanja ili općenito reaktivnošću, jakost neke kiseline je vezana isključivo za konstantnu disocijacije.

Iz tog razloga su klorovodična, sumporna ili dušična kiselina jake kiseline (premda, primjerice, nemaju sposobnost otapanja stakla), a fluorovodična kiselina je slaba kiselina (premda, primjerice, otapa staklo i izaziva teške opekline na koži). Kiseline pokazuju mnoga zajednička svojstva. Njihove vodene otopine imaju kisel i korozivni okus i plavi lakmus papir prevedu u crveni. Plavi lakmus papir, metiloranž te univerzalni indikatorski papir su indikatori kiselina, tvari koje promjenom boje pokazuju prisutnost kiseline. Miješanjem kiseline s vodom smanjuje se koncentracija otopine kiseline, odnosno, otopina postaje razrijeđena. Ovaj postupak se vrši pažljivim dodavanjem kiseline u vodu, nikada obrnuto jer tada dolazi do naglog zagrijavanja i prskanja što može dovesti do nepoželjnih i opasnih posljedica. Neke od važnijih kiselina su klorovodična (solna), klorna, dušična, ugljična, sumporasta, sumporna, sumporovodična i fosforna. Jodovodonična kiselina se nalazi u sastavu mnogih namirnica, a limunske kiseline ima u naranči, mandarini i limunu.

### 3.1. Kiseline i njihova praktična primjena

Kiseline i njihova praktična primjena poznate su od davnina. Tako su neke kiseline uspješno proizvodili još srednjovjekovni alkemičari. Sumporna kiselina dugo je vremena bila najpoznatija i najjača poznata kiselina. Postupci za njeno industrijsko dobivanje otkriveni su i usavršeni u 19. stoljeću. Riječ je o bezbojnoj uljastoj tekućini koja se miješa s vodom pri čemu se oslobađa toplina. Razrijeđena, reagira s metalima pri čemu nastaju soli, sulfati. Opasna je i nagrizajuća te pri doticaju s kožom stvara opekline i rane.

Ta kiselina dospijeva na zemlju i u obliku tzv. kiselih kiša. Naime, sumpor(IV) oksid potječe od izgaranja fosilnih goriva, u zraku reagira s kisikom te daje sumpor(VI) oksid koji s vodom daje sumpornu kiselinu. Kisela kiša je padalina koja je zagađena sumpor-dioksidom, dušik-oksidi, amonijakom i drugim kemijskim spojevima. Još jedna kiselina koja se koristi u svakodnevnom životu je klorovodična kiselina (HCl). To je bezbojna tekućina oštra mirisa. Upotrebljava se kao sredstvo za čišćenje jer otapa mnoge nepoželjne tvari poput hrđe i kamenca. Rukovanje mora biti pažljivo jer ova kiselina nagriza kožu i tkanine.

### 3.2. Kisele kiše

Ljudsko djelovanje prouzročilo je neravnotežu u omjeru plinova u atmosferi što je uzrok kiša sa sniženom pH vrijednošću koje nazivamo kiselim kišama. Dok se normalna pH vrijednost kiše nalazi otprilike oko 5,6, pH vrijednost kisele kiše iznosi u prosjeku 4 do 4,5. To otprilike odgovara 40 puta većoj količini kiseline u odnosu na normalnu, neopterećenu kišnicu. Otprilike polovina kiselog taloženja dolazi na Zemlju u suhom obliku. Vjetar tada te čestice raznosi na sve što nas okružuje. Taj suhi talog najčešće ispere kiša i on završi u zemlji ili vodi. Vlažno taloženje je ono koje je općenito poznato kao kiselina kiša. Ugljični (CO,CO<sub>2</sub>), dušični (NO,NO<sub>2</sub>) i sumporni (SO,SO<sub>2</sub>) oksidi u kemijskim reakcijama sa vodom iz atmosfere stvaraju ugljičnu, dušičnu i sumpornu kiselinu, a te kiseline su ono što tako nastalu kišu čine opasnom. Ispuštanjem ugljičnih, dušičnih i sumpornih oksida najviše pridonosi nepotpuno izgaranje fosilnih goriva iz automobila, termoelektrana i tvornica. Štete nastale djelovanjem kiselih kiša obično nastaju sasvim daleko od stvarnih štetnih izvora.

Ako pH vrijednost u inače jako čistim brdskim potocima i jezerima prijeđe u kiselo područje može doći do izumiranja riba i drugih organizama. Dospije li kiselina kiša u tlo oslobađaju se teški metali koji mogu opteretiti podzemne vode, a time i pitku vodu. Na taj način se čovjek

izlaže pojačanom unošenju teških metala u organizam. Najgore utječu na tlo koje ih upija mijenjajući njegovu kiselost. Posljedica je ispiranje hranjivih tvari što dovodi do smanjenja vegetacija i uništavanja šuma. Iako je većina mrtvih stabala posječena i šume ponovo pošumljene, ipak uzroci još nisu odstranjeni. U procesima sagorijevanja u industriji i sagorijevanju goriva u prometu, svakodnevno i dalje nastaju štetni plinovi.

### **3.3. Kiseline u kućanstvu**

Od 4736 zabilježenih otrovanja u Centru za kontrolu otrovanja u Zagrebu od 1985. do 1999. godine, u 23% uzrok su bile tzv. kućne kemikalije. U skupini sredstava za pranje i čišćenje, 11% slučajeva uzrokovano je korozivima, 9% tekućim detergensima i 4% hipokloritima. Organska otapala uzrokovala su 18% otrovanja kućnim kemikalijama, najčešće zbog ingestije benzina i razrijeđivača. Na kozmetička sredstva otpada 7% otrovanja kućnim kemikalijama, a najčešće su bile ingestije šampona za kosu, vodikova peroksida i acetona. Od ostalih kućnih kemikalija najčešća je bila ingestija žive iz toplomjera i silikagela, dok su otrovanja antifrizom, naftalinom ili tekućim gnojivima relativno rijetka. Slučajevi ingestije ili druge izloženosti kućnim kemikalijama izazivaju veću zabrinutost i primjenu energičnijih terapijskih zahvata nego što to zaista zaslužuju po svojim toksičnim svojstvima. Moguće je također podcijeniti opasnost od otrovanja ovim proizvodima jer se smatraju a priori malo toksičnim. U nekim slučajevima, posebno ako u inicijalnoj fazi otrovanja nema izraženih simptoma, to može biti uzrok nepravodobnog ili neprikladnog liječenja i posljedičnog lošeg ishoda. Zbog toga preporučamo da se kod sumnje na otrovanje kućnim kemikalijama, liječnik konzultira s Centrom za kontrolu otrovanja, od kojeg može dobiti informacije o sastavu i toksičnosti pojedinog proizvoda. Mogućnosti prevencije otrovanja kućnim kemikalijama su velike, i to ponajprije edukacijom u obitelji, jer se najčešće radi o nenamjernim otrovanjima kod djece. Proizvođačima sredstava namijenjenih za domaćinstvo treba preporučiti odnosno zakonski odrediti uporabu pakovanja sa zaštitnim zatvaračima. Djelotvornost ovih mjera potvrđena je iskustvima drugih zemalja.

### **3.4. Znakovi otrovanja**

Znakovi mogu biti vrlo različiti, ovisno o vrsti otrova, njegovoj količini i brzini ulaska u tijelo, putevima ulaska i individualnim osobinama organizma. Ako se otrov proguta, najčešće se javljaju mučnina i bol u trbuhu, proljev i povraćanje. Pri udisanju otrovnih plinova ili para može doći do kašlja i osjećaja gušenja. Korozivne tvari (kiseline i lužine) izazivaju kemijske

opekline. Ako se takav otrov popije, opekline se vide na usnama i sluznici usta. Neki otrovi izazivaju psihičke poremećaje, vrtoglavicu, glavobolju, grčeve pojedinih mišića ili cijelog tijela, nepravilan rad srca. Koža može postati plava, žuta ili crvena. Teži slučajevi trovanja dovode do gubitka svijesti, a potom i do prestanka disanja.

### **3.5. Postupak s osobom koja je progutala otrov**

Ako je osoba bez svijesti provjerite disanje i krvotok i po potrebi započnite mjere oživljavanja pazeći da i sami ne dođete u dodir s otrovom (koristite gazu pri umjetnom disanju). Onesviještenu osobu koja diše okrenite u bočni položaj. Ako je osoba pri svijesti, pokušajte izazvati povraćanje podraživanjem ždrijela prstom. Naizmjeničnim pijenjem tople vode i povraćanjem može se isprati želudac.

Ne smije se izazivati povraćanje kod osobe koja nije pri punoj svijesti ili koja se opire. Ne smije se izazivati povraćanje pri otrovanju kiselinama, lužinama, benzinom, petrolejem, otapalima za boje i sredstvima koja stvaraju pjenu. Otrovana osoba treba popiti 2 - 3 žlice medicinskog ugljena (aktivni ugljen, carbo medicinalis) razrijeđene u čaši vode. Medicinski ugljen veže na sebe puno vrsta otrova i tako sprječava njihovu resorpciju u crijevima. Trebao bi biti sastavni dio kućne ljekarne. Ne smije se davati kod trovanja kiselinama i lužinama.

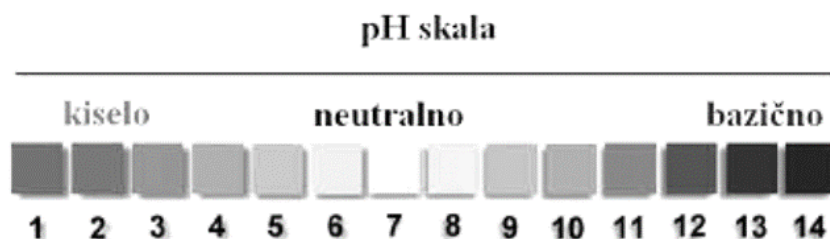
## 4. LUŽINE

Lužine su u užem smislu hidroksidi alkalijskih metala (najčešće se koriste natrijeva, kalijeva i litijeva lužina), a u širem smislu to su sve tvari koje u vodenoj otopini povećavaju koncentraciju OH- iona tj. povisuju pH vrijednost. Ipak, uobičajeno je da se takve tvari zovu baze a ako su to baze alkalijskih metala onda ih tradicionalno zovemo lužinama. Nagrizaju kožu te se njima treba vrlo oprezno rukovati. Najpoznatije jake lužine (baze) su natrij-hidroksid i kalij-hidroksid i najviše se upotrebljavaju u industriji sapuna i viskoze dok se kalcij-hidroksid upotrebljava u građevinarstvu i kemijskoj industriji. Kalcij-hidroksid sporije nagriza kožu, ali je za oči jednako opasan kao i jake lužine. Pri radu s lužinama moraju se nositi zaštitne naočale i rukavice. Amonij-hidroksid je slaba lužina, dobiva se otapanjem amonijaka u vodi, a čak i koncentrirane otopine slabo nagrizzaju kožu, ali su pare amonijaka jako štetne za oči i dišne organe te se pri radu s amonijakom obvezno treba raditi u digestoru



Slika 2. Digestor (<https://www.google.com/search?q=digestor>, 07.09.2018.)

U kemiji, pod pojmom baza se najčešće podrazumijeva vodena otopina koja može primiti protone vodika. Baze su spojevi metala i hidroksilne grupe OH. Baze su također oksidi i hidroksidi metala. Baze općenito podrazumijevaju bilo koji spoj, koji otopljen u vodi, daje otopinu čiji je pH veći od 7.0. Primjeri baza su natrijev hidroksid i amonijak. Baze se dokazuju indikatorima, kao što su: lakmus papir, fenolftalein, metil oranž.



Slika 3 pH skala (<https://www.google.com/search?q=ph+skala>, 07.09.2018.)

Baze su kemijska suprotnost kiselinama. Reakcija između kiselina i baza naziva se neutralizacija. Baze i kiseline su suprotne jer kiseline povećavaju koncentraciju oksidnih

(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) iona, dok baze smanjuju ovu koncentraciju. Baze reagiraju s kiselinama pri čemu nastaju voda i soli (ili njihove otopine).

#### 4.1. Svojstva baza (lužina)

Neka općenita svojstva baza su:

- Skisliske i pjenaste na dodir, zbog saponifikacije lipida u ljudskoj koži
- Koncetrirane i snažne baze su kaustičnog (korozivnog) djelovanja na organske tvari i snažno reagiraju s kiselinama
- Vodne otopine ili rastaljene baze disociraju na ione i provode struju
- Reagiraju s indikatorima: lakmus papir poplavi, fenolftalein postane ružičast

#### 4.2. Opasne radne tvari

Opasne ( štetne ) radne tvari su one tvari koje za vrijeme proizvodnje, rukovanja, transporta, skladištenja ili korištenja ispuštaju ili stvaraju zagušljive, toksične ili druge štetne prašine, dimove, magle, pare ili vlakna u količinama koje mogu dovesti do oštećenja zdravlja osoba koje s njima dolaze u dodir ili štetno djeluju na okoliš. Opasne tvari su sve one tvari koje mogu ugroziti život i zdravlje radnika. Načini ulaska otrovnih tvari u organizam su udisanjem, preko kože ili ingestijom odnosno gutanjem. Oznake obavijesti i upozorenja postavljaju se na vidljiva mjesta i na pakovanja proizvoda.

Znakom za vrlo jaku otrovnost (T<sup>+</sup>) i simbolom označavaju se otrovi iz Skupine I, simbol je prikaz mrtvačne crne glave na narančastoj podlozi. Pokraj znaka se stavlja natpis „vrlo jaki otrov“



Slika 4. Prikaz simbola za vrlo jake otrove

(<https://www.google.com/search?q=simbol+za+vrlo+jake+otrove>, 07.09.2018.)

Znakom za otrovnost (T) i simbolom označavaju se otrovi iz Skupine II, simbol je prikaz mrtvačne crne glave na narančastoj podlozi. Pokraj znaka se stavlja natpis „otrov“



Slika 5. Prikaz simbola za otrov (<https://www.google.com/search?q=simbol+za+otrove>, 07.09.2018. )

Znakom za štetnost (Xn) i simbolom označavaju se otrovi skupine III. Simbol je Andrijin križ crne boje na narančastoj podlozi. Pokraj znaka se stavlja natpis „Štetno“



Slika 6. Prikaz simbola za štetnost

(<https://www.google.com/search?q=simbol+za+%C5%A1tetnost>, 07.09.2018.)

Znakom za koroziivnost (C) i simbolom označavaju se otrovi koji u dodiru s organskim i anorganskim tvarima izazivaju njihova oštećenja. Simbol je crne boje na narančastoj podlozi.



Slika 7. Prikaz simbola „koroziivnosti“ (<https://www.google.com/search?q=koroziivnost>, 07.09.2018.)



Znakom za oksidirajuće djelovanje (O) i simbolom označavaju se otrovi koji u dodiru s drugom tvari daju jako egzotermne reakcije ( oslobađanje topline ). Simbol je crne boje na narančastoj podlozi.



Slika 8. Prikaz simbola za oksidaciju (<https://www.google.com/search?q=oksidacija>, 07.09.2018.)

Kiseline i lužine mogu izazvati oštećenje kože, sluznice očiju i unutarnjih organa ukoliko se udišu ili progutaju. U dodiru s organskim tvarima razvijaju veliku toplinu te mogući požar. Pri radu s kiselinama i lužinama treba koristiti propisana osobna zaštitna sredstva. Posudu s kiselinom treba otvarati polako i pažljivo zbog mogućeg tlaka unutar posude. Za prelijevanje iz posude u posudu treba upotrebljavati specijalne naprave. Korozivne tvari (kiseline i lužine) izazivaju teške opekline kože, a pare i magle kiselina i lužina djeluju nadražujuće na dišne organe i oči, što u krajnjem slučaju može uzrokovati sljepoću. Ako ih se proguta, nastaju teška oštećenja jednjaka, želuca i crijeva, što može prouzročiti i smrt. Opekline se mogu vidjeti na usnama i sluznici usta.

#### **4.3. Laboratoriji – kemijski i tehnološki**

Kemijski i tehnološki laboratoriji u kojima se vrše analize i sinteze, moraju biti zasebne prostorije. U odijeljenjima gdje se radi s kemikalijama i reagensima, moraju postojati uređaji za odvođenje plinova direktno sa mjesta gdje se pojavljuju. Sve kemikalije koje na običnoj temperaturi isparavaju štetne i zapaljive pare moraju se držati u hermetički zatvorenim posudama. Skladište laboratorija mora imati posebno odvojeno odjeljenje za čuvanje kiselina i lužina te biti opskrbljeno priborom za sigurno istakanje iz velikih posuda u manje. U svim odijeljenjima laboratorija mora biti u pripravnosti dovoljan broj aparata za gašenje požara, ormarići za prvu pomoć, a prostor treba biti i štićen hidrantima. Radnici moraju biti stručno osposobljeni te osposobljeni za rad na siguran način te pod lječničkom kontrolom. U laboratoriju bi trebale biti ispiralice za oči.

Kiseline se upotrebljavaju pri radu u laboratoriju. Osim toga, upotrebljavaju se i kao sredstva za čišćenje jer otapaju mnoge nepoželjne tvari poput hrđe i kamenca. Kiseline nagrizzaju kožu, dok su neke kiseline hlapljive pa njihove pare nagrizzaju sluznicu dišnih organa. Rukovanje mora biti pažljivo jer nagrizza kožu i tkanine. Da bi se zaštitile oči kod rada s kiselinama, moraju se nositi zaštitne naočale. Ako se radi s većim količinama kiselina, treba nositi zaštitnu pregaču i gumene rukavice. Kada se pri radu s kiselinama razvijaju otrovni ili zagušljivi plinovi, mora se raditi u digestoru ili upotrebljavati zaštitnu masku.

Radnici koji su zaposleni u raznim laboratorijima i na poslovima čišćenja i održavanja najviše su izloženi djelovanju kiselina i lužina te je pri radu obvezna uporaba propisanih zaštitnih sredstava. Najčešće nezgode i oštećenja zdravlja su posljedica ljudske nepažnje, nepoznavanja svojstava tvari i sigurnih postupaka pri radu te neinformiranosti i nedostatne edukacije o obveznoj uporabi propisanih zaštitnih sredstava. Osim profesionalne izloženosti, kiseline i lužine mogu se naći i u većini kućanstava gdje se najčešće upotrebljavaju za čišćenje sanitarija.



Slika 9. Rad u laboratoriju (<https://www.google.com/search?q=rad+u+laboratoriju>, 07.09.2018.)

#### **4.4. Mjere zaštite pri radu s kiselinama i lužinama**

Mjere zaštite:

Posude u kojima se drže kiseline i lužine moraju biti čitave i neoštećene, etiketirane s nazivom, kemijskom formulom, znakovima opasnosti te oznakom koncentracije. Posuda u koju se prelijeva kiselina ili lužina mora biti čitava. Posudu nikada ne puniti do vrha, već ostaviti praznog prostora oko 1/10 posude. Kod prelijevanja kiselina i lužina nikada ne povlačiti kiselinu i lužinu ustima. Koristiti u tu svrhu ručnu pumpu ili specijalnu zaštitnu teglicu.

Za transportiranje do radnog mjesta koristite opletene balone, koje se nalaze na željeznim šipkama-ljuljkama. Prostorije u kojima se drže kiseline i lužine moraju biti zračne, podovi se moraju lako čistiti i prati u slučaju prolijevanja. Odvojiti prazne boce od punih. Nikada ne stavljajte lužinu u posudu u kojoj je bila kiselina i obratno. U slučaju prolijevanja kiseline ili lužine, odmah očistiti poliveno mjesto ( prekrivanje suhim pjeskom, pepelom ili šljunkom, a nakon što se ukloni, mjesto se ispere vodom i neutralizira sodom ili vapnom). Posude s kiselinom treba otvarati pažljivo zbog unutarnjeg tlaka, a pri otvaranju treba okrenuti lice od otvora. Kod mješanja kiseline s vodom uvijek se kiselina polako uz mješanje ulijeva u vodu, a nikako obrnuto.

## **5. SOLI TEŠKIH METALA**

Soli su kemijski spojevi kristalne građe s ionskom vezom građeni od kationa (metalnih atoma) i kiselinskog ostatka. Otopina soli u vodi je elektrolit, tj. provodi električnu struju. Soli se izvode iz kiselina i građene su od: metala i kiselinskog ostatka. Soli su čvrste tvari, različito rastvorljive u vodi. Industrijski i kućanski otpadi mogu izazvati zagađenje okoliša solima teških metala, a posljedično i promjene u biološkoj raznolikosti vodenih sustava. Alge su organizmi koji mogu u najvećoj mjeri apsorbirati i skladištiti teške metale. Kako su alge na donjoj razini vodenog hranidbenog lanca, najvažniji su čimbenik prijenosa zagađivača prema višim razinama. Povećane koncentracije teških metala preko biljaka dopijevaju u hranidbeni lanac, između ostalog i do čovjeka. Problem je što su svi teški metali iznad određenih vrijednosti toksični za žive organizme te izazivaju razna oštećenja i bolesti živih organizama, a u slučajevima ekstremnih emisija u okoliš i smrt. Nadalje, treba naglasiti da se teški metali prema ulozi u živim bićima dijele u dvije skupine: na biogene (esencijalne) ili one koji u manjim količinama sudjeluju u građi i metabolizmu živih bića i one ne-biogene (ne-esencijalne) koji nisu potrebni živim bićima. Adsorpcija teških metala u tlu također ovisi o mehaničkim svojstvima tla i količini humusa. Teški metali važan su dio onečišćivača okoliša i izvora trovanja. U okoliš dopijevaju iz prirodnih i antropogenih izvora pa ih u raznim oblicima nalazimo u zraku, vodi, tlu i prehrambenom lancu, u namirnicama biljnog i životinjskog podrijetla. Teški metali koji se najčešće nalaze u otpadnim vodama uključuju arsen (As), olovo (Pb), živu (Hg), kadmij (Cd), krom (Cr), bakar (Cu), nikal (Ni), srebro (Ag) i cink (Zn). Toksični su ili otrovni u vrlo malim koncentracijama. Otopljeni u vodi nalaze se u ionskom obliku, ne mogu se biološki razgraditi te se mogu bioakumulirati. Ispuštanje velike količine teških metala u vode, stvara ozbiljne zdravstvene i ekološke probleme, a može dovesti i do porasta cijene pročišćavanja otpadnih voda.

### **5.1. Taloženje teških metala u stanicama**

Uneseni u organizam, teški metali se talože u masnim i vezivnim tkivima, a kad tamo više za njih nema mjesta, taložiti će se u organima, kostima, u svim stanicama tijela. Kako im i samo ime govori, oni su teški pa iz stanica istiskuju laganije, tijelu nužne elemente – vitamine i minerale, onemogućujući metaboličke procese i stvaranje enzima nužno potrebnih za zdravlje i život. Kad se „udruže“ s nasljednim genskim kodom, izazivaju i promjene koje mogu uzrokovati stvaranje karcinoma, smatra Golen-hofen. Prema njegovim istraživanjima, teški metali udruženi s drugim štetnim organizmima i tvarima u našem tijelu imaju još jače

negativno djelovanje. Primjerice, patogene bakterije zajedno sa živom, prvenstveno prisutnom u amalgamskim zubnim plombama, čine naš organizam otpornim na djelovanje antibiotika, a i gljivice i plijesni „vole“ teške metale, zbog čega je, primjerice, Candidu albicans iz tijela nemoguće odstraniti ako se organizam ne očisti i od žive, s kojom kandida jača.

U spoju s bjelančevinama i sumpornim spojevima, smatra Golenhofen, teški metali uzrokuju razvoj autoimunih bolesti jer naš imunosni sustav te spojeve prepoznaje kao toksine pa napada stanice opterećene teškim metalima. To je dobra tjelesna reakcija, no može uzrokovati teška oštećenja stanica i tkiva.

## **5.2. Teški metali potiskuju minerale i izazivaju bolest?**

Teški metali u organizmu lako zamjenjuju minerale, pa će olovo zamijeniti kalcij i uzrokovati osteoporozu, no može dospjeti i do mozga, u kojem će istisnuti kalcij, željezo, magnezij i ostale vitalne elemente te, moguće, uzrokovati i neke psihičke bolesti. Kadmij, pak, lako može zamijeniti cink u muškim i ženskim reproduktivnim organima te tako pridonijeti neplodnosti.

„Teški metali su, nakon mikrobioloških opasnosti, mikotoksina i pesticida, na četvrtome mjestu ugroze zdravlja ljudi, od ukupno 22 skupine tvari koje predstavljaju opasnost. Izmjerene količine teških metala u hrani, vodi i predmetima opće uporabe su, međutim, male, ispod dozvoljenih granica“, ističe Marijan Katalenić, donedavni voditelj odjela za zdravstvenu ispravnost hrane Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo. On smatra kako je ključna prevencija, odnosno mjerenje prisutnosti teških metala u okolišu, dodajući kako su dosadašnja ispitivanja pokazivala da su pronađene količine bile ispod maksimalno dopuštenih.

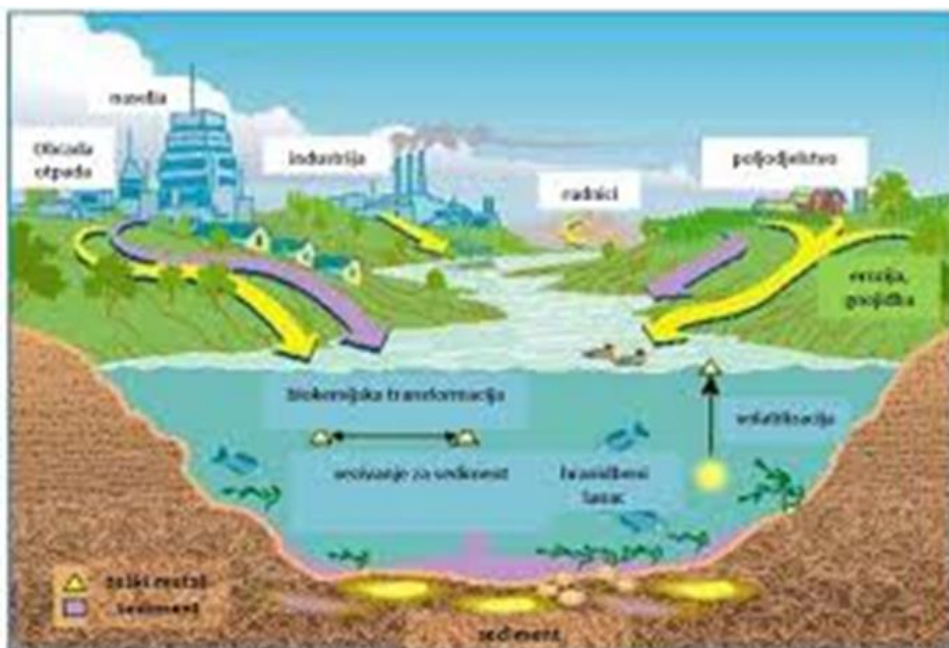
## **5.3. Onečišćenje vode teškim metalima – sadržaj soli teških metala u otpadnoj vodi grada Zagreba**

Onečišćenje vode teškim metalima danas je postao jedan od najozbiljnijih ekoloških problema u svijetu. Većina teških metala toksična je i kancerogena te predstavlja ozbiljnu prijetnju ljudskom zdravlju i vodenom okolišu. S ciljem zaštite okoliša i ljudi te zbog strogih propisa, primjenom različitih metoda nastoji se postići učinkovito uklanjanje teških metala iz otpadnih voda. Ovisno o njihovoj koncentraciji, mogu dovesti do uništenja ili oštećenja vodene flore i faune, do akumulacije štetnih tvari u mesu riba i školjaka koje, ako se koriste za prehranu, mogu štetno djelovati na zdravlje ljudi.

U „službenom glasniku“ grada Zagreba broj 24/1997. god., izašao je Pravilnik o sastavu otpadnih voda, koje se ispuštaju u javnu kanalizaciju. Treba istaknuti da su teški metali u malim koncentracijama neophodno potrebni, međutim oni su vrlo otrovni. Spadaju među najopasnije zagađivače vode, a kako se u prirodnim procesima ne mogu razgraditi, oni se ugrađuju u biološki lanac ishrane. Za analizu metala u vodi traži se metoda koja je brza, točna, specifična i jednostavna. Za analizu uzimala se voda iz prirodne tretirane industrijske vode, voda rijeke Save kod Zapruđa i otpadna voda kod Glavnog odvodnog kanala Zagreb – Ivanja Rijeka. Kod uspoređivanja rezultata vidi se da se u prirodnim vodama nalazi izvjesna količina soli teških metala, koje su u odnosu na površinske vode rijeke Save znatno niže. Povišenje soli teških metala u rijeci Savi uzrokuju otpadne vode iz naselja i industrije. Koncentracija soli kod Ivanje Rijeke daleko je ispod dopuštene vrijednosti, stoga bi bilo nužno što prije pročistiti otpadne vode radi zaštite eko sistema rijeke Save i podzemnih voda.

#### 5.4. Izvori teških metala i njihov utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi

Iako se metali obično javljaju kao onečišćujuće tvari u emisijama iz antropogenih izvora, važno je spomenuti da su to tvari koje nalazimo u prirodi i prisutni su u okolišu još od trenutka nastanka našeg planeta. Nalaze se u Zemljinoj atmosferi, hidrosferi, biosferi i litosferi; ne razgrađuju se, već kruže u prirodi u različitim oksidacijskim i kemijskim oblicima.



Slika 10. Izvori metala u okoliš (<https://www.google.com/search?q=izvori+metala+u+okoli>, 07.09.2018.)

Emisije iz antropogenih izvora povećavaju prirodno prisutne razine teških metala u okolišu. Uneseni u okoliš, metali putuju vodom, zrakom ili se transportiraju u dublje slojeve tla i podzemne vode i to tako dugo sve dok jednim dijelom ne prijeđu u netopljivi oblik i završe u sedimentu gdje mogu ostati dugo vremena. Treba imati na umu da sediment predstavlja opasnost ponovne aktivacije nagomilane povišene koncentracije metala i njihovog ponovnog kruženja vodama, živim organizmima, tlom i zrakom.

Dva glavna izvora teških metala u otpadnim vodama su prirodni i antropogeni. Prirodni izvori uključuju eroziju tla, vulkanske aktivnosti, urbano otjecanje vode i čestice aerosola, a ljudski faktori uključuju postupke galvanizacije i obrade metala, rudarske djelatnosti, tekstilnu industriju, nuklearnu energiju i druge. Erozijska tla je također zabilježena kao izvor onečišćenja teškim metalima u vodi. Dva glavna uzročnika erozije tla su vjetar i voda. Tijekom oborina, teški metali koji se nalaze u sedimentima distribuiraju se u tlo. Voda koja sadrži agrokemikalije s toksičnim koncentracijama metala prenosi ove metale iz sedimenata u tlo, a uzrokuje i eroziju. Tijekom otjecanja uslijed erozije, voda može pokupiti teške metale i distribuirati ih u okoliš. U nekim slučajevima, za vrijeme kiše, neki otpadni teški metali ispiru se u loše sustave odvodnje, a zatim i u obližnje rijeke. Rudarske aktivnosti također mogu ispuštati toksične metale u okoliš. Djelatnost rudarenja i topljenja metala smatraju se glavnim izvorima teških metala u okolišu. Pokazalo se da u sredinama gdje se odvijaju te aktivnosti postoje velike količine toksičnih metala u vodama, tlu, usjevu i povrću. Osim toga, tekstilna industrija još je jedan izvor teških metala u vodama – jedan od glavnih procesa u takvim industrijama jest proces bojanja, iz kojeg najviše potječu spomenuti metali. Spojevi korišteni za ove procese bojanju uključuju bakar, krom, nikal i olovo. U nekim slučajevima nuklearne elektrane također su opisane kao izvor ispuštanja teških metala poput bakra i cinka u površinske vode.

Zbog visoke topivosti u vodenom okolišu, teški metali mogu se apsorbirati u živim organizmima. Nakon što uđu u hranidbeni lanac, velike koncentracije teških metala mogu se akumulirati u ljudskom tijelu. Ako su uneseni izvan dopuštene koncentracije, mogu uzrokovati ozbiljne zdravstvene poremećaje.

Tablica 1. Prikaz kako teški metali utječu na zdravlje

Teški metali	Utjecaj na zdravlje
Bakar (Cu)	Duža izloženost izaziva nadraženost očiju, nosa i usta, glavobolju, diareu, oštećenje bubrega i smrt.
Cink (Zn)	Trbušni problemi, uznemirenost, oštećenje imunološkog sustava.
Kadmij (Cd)	Povraćanje, diarea, utjecaj na dišni sustav, gubitak težine, smrt.
Olovo (Pb)	Anemija, gubitak apetita, sterilnost, povraćanje, oštećenje bubrega i živčanog sustava.
Živa (Hg)	Nadraženost nosa, usta, oštećenje pluća, bubrega, utjecaj na živčani sustav i razvoj ploda, depresija
Nikal (Ni)	Kronični bronhitis, utjecaj na živčani i imunološki sustav i jetru, alergijske reakcije.
Arsen (As)	Utjecaj na kožu, probavni sustav, živčani sustav, smanjenje proizvodnje krvnih zrnaca.

Treba istaknuti da su neki metali u malim koncentracijama neophodno potrebni, kako za vodene organizme tako i za čovjeka, međutim, u suvišku su vrlo otrovni. Neki od njih, poput željeza, cinka, nikla, mangana, kroma, bakra i kobalta, esencijalni su za praviln funkcioniranje organizma pa njihov nedostatak može biti štetan, ali isto tako, štetna je i visoka koncentracija tih elemenata u organizmu.

### 5.5. Karakterizacija teških metala

Najopasniji metali su živa, olovo, kadmij, krom i arsen i izloženost tim metalima je glavna prijetnja ljudskom zdravlju.



Živa je kemijski element koji pripada skupini teških metala, a na sobnoj temperaturi nalazi se u kapljevitom stanju. U okoliš dospijeva iz prirodnih i antropogenih izvora te je široko rasprostranjena. Može ju se pronaći u atmosferi, hidrosferi, biosferi i litosferi. Među značajnije prirodne izvore žive u okolišu ubrajaju se erozije tla i ispiranje stijena, erupcije vulkana, bakterijska razgradnja organskih živinih spojeva i bakterijska indukcija stvaranja organske žive, posebno metil-žive. Među značajnije antropogene izvore žive u okolišu ubrajaju se industrije koje koriste živu u tehnološkim procesima, pogoni elektrolize gdje se živa koristi kao elektroda, rudarska industrija, izgaranje fosilnih goriva, termoelektrane i spaljivanje otpada. Živa je poznata kao jedan od najopasnijih metala u ljudskoj prehrani jer nema nikakvu biokemijsku funkciju u organizmu. Ima štetno djelovanje na kardiovaskularni sustav, a ujedno je i neurotoksična kako za odrasle tako i za djecu, tj. može uzrokovati oštećenje središnjeg živčanog sustava. Anorganska živa štetno utječe na bubrege, ali može toksično djelovati i na druge organe i sustave poput jetre te živčanog, imunološkog i reproduktivnog sustava. Njene visoke koncentracije uzrokuju i oštećenje pluća, bol u prsima te otežano disanje.

Olovo je plavkasto-sivi metal bez posebnog okusa i mirisa. Također se ubraja u skupinu teških metala, a prisutan je u svim dijelovima našeg okoliša (u kopnenim vodama, moru, tlu i zraku). Glavni izvori olova u okolišu su ljudske aktivnosti poput rudarstva te proizvodnja i izgaranje fosilnih goriva. Upotreba mu je raznolika pa se tako koristilo u proizvodnji motornih goriva, baterija, streljiva, metalnih proizvoda, za zaštitu od x-zraka, kao primjesa boja i amalgama. U ljudski organizam najčešće se unosi konzumacijom hrane i vode te putem zraka, prašine i tla onečišćenog olovom. U ljudskom tijelu akumulira se prvenstveno u koštano tkivo, a iz koštanog tkiva se postupno otpušta nazad u krvotok. Može se prenijeti s majke na dijete u maternici, ali i putem majčinog mlijeka. Olovo utječe na gotovo svaki sustav u tijelu, uključujući krv i krvožilni sustav, endokrini, probavni, imunološki i reproduktivni sustav. Može dovesti do oštećenja središnjeg živčanog sustava, osobito mozga u razvoju kod kojeg može štetno djelovati na kognitivni razvoj i intelektualne performanse u djece. Može oštetiti i bubrege, jetru, reproduktivni sustav, osnovne stanične procese i funkcije mozga. Simptomi trovanja su anemija, nesanica, glavobolja, vrtoglavica, razdražljivost, slabost mišića, halucinacije i oštećenje bubrega.

Kadmij je mekan, savitljiv, srebrno-bijeli ili plavkasto-bijeli materijal. Ljudi mu mogu biti izloženi iz više izvora. Unos hrane čini oko 90% izloženosti, dok se manje od 10 % izloženosti javlja zbog udisanja niskih razina kadmija u zraku i konzumacijom vode za piće.

Prvenstveno je toksičan za bubrege i kronična izloženost kadmiju rezultira disfunkcijom bubrega, a izloženost velikoj količini dovest će do smrti. Također može uzrokovati demineralizaciju kostiju, bilo putem izravnog oštećenja kostiju ili neizravno, kao rezultat disfunkcije bubrega. Za čovjeka je kadmij toksičan u vrlo malim količinama..

Arsen je metaloid koji se u okolišu nalazi u dvije alotropske modifikacije: žuti i postojaniji sivi arsen. Najrasprostranjeniji je u litosferi, a nalazi se i u vodama, atmosferi i u organizmima. Javlja se u različitim anorganskim i organskim oblicima, od kojih su anorganski (arsenit, arsenat) više toksični u odnosu na organske koji se javljaju u hrani. Važniji izvori arsena u okolišu su vulkanske aktivnosti, otapanje minerala u podzemnim vodama, izgaranje fosilnih goriva, rudarenje, uporaba u drvnoj i tekstilnoj industriji, a u prošlosti i uporaba u proizvodnji zaštitnih sredstava u poljoprivredi. Najvažniji prehrambeni izvor arsena u ljudi čine ribe i školjkaši u kojima se više od 90% arsena nalazi u obliku relativno netoksičnog organskog spoja arsenobetaina. Kod dugotrajne izloženosti visokim razinama anorganskog arsena dolazi do promjene pigmentacije kože, konjuktivitisa, bolesti krvožilnog sustava, te do malignih stanja kože, bolesti mokraćnog mjehura, pluća, bubrega, jetre i prostate.

Krom u vodenom okolišu postoji uglavnom u dva stanja : Cr (III) i Cr (VI). Postoji velika razlika između Cr (III) i Cr (VI) s obzirom na toksikološka i ekološka svojstva i oni se uvijek moraju razmatrati zasebno. Općenito, Cr (VI) je otrovniji od Cr (III). On utječe na ljudsku fiziologiju, akumulira se u hranidbenom lancu i uzrokuje ozbiljne zdravstvene probleme od jednostavne iritacije kože do raka pluća.

Iako je bakar neophodan element u ljudskoj prehrani, njegovo prekomjerno konzumiranje dovodi do ozbiljnih toksikoloških problema kao što su povraćanje, grčevi u želucu, grčenje ili čak smrt.<sup>1</sup> Izloženost vodi onečišćenoj bakrom može dovesti do razvoja anemije, oštećenja jetre i bubrega, bolova u trbuhu, glavobolje i mučnina kod djece.

Nikal se prirodno javlja u tlu i vulkanskim stijenama. On i njegove soli koriste se u industriji u različite svrhe kao npr. u galvanizaciji, za automobilske i zrakoplovne dijelove, baterije, kovanice, u kozmetici i dr., a u vodu može dospjeti trošenjem stijena i tla te ispiranjem minerala. Prekoračenje kritične razine kod nikla može dovesti do ozbiljnih plućnih i bubrežnih problema, a poznato je i da je nikal kancerogen za ljude. U koncentracijama višim od prosječnih nikal je toksičan za biljke, životinje i čovjeka. Za čovjeka može biti kancerogen i alergen.

Cink je element u tragovima koji je bitan za zdravlje ljudi. Važan je za fiziološke funkcije živog tkiva i regulira mnoge biokemijske procese. Međutim, u prevelikim količinama može uzrokovati zdravstvene probleme kao što su grčevi u trbuhu, iritacije na koži, povraćanje, mučninu i anemiju. Toksična vrijednost cinka za biljke uzima se 150-200  $\mu\text{g/g}$  suhe tvari. Kod koncentracije veće od 300 mg/kg u tlu primjećuje se smanjeni rast biljaka. Nadalje, otrovnost cinka primijećena je prilikom ispaše stoke na tlima bogatim cinkom. Za čovjeka cink i njegovi spojevi su otrovni u većim količinama, ali s druge strane u malim količinama neophodni za život. U mnogim proizvodima uz cink je vezan i kadmij. Sve kemikalije, uključujući čak i esencijalne elemente, lijekovi pa čak i voda otrovni su iznad (i ispod) njihove granične vrijednosti. Međutim, elementi poput arsena, olova, kadmija i žive otrovni su za živa bića u bilo kojoj koncentraciji te se ne smiju unositi u tijelo čak ni u tragovima.

## **5.6. Metode ukljanjanja teških metala**

Posljednjih godina razvijene su različite tehnike pročišćavanja otpadnih voda onečišćenih teškim metalima kako bi se smanjila količina proizvedene otpadne vode i poboljšala kvaliteta pročišćene vode. Iako se za uklanjanje teških metala iz onečišćene otpadne vode mogu upotrijebiti različiti postupci kao što su kemijsko taloženje, koagulaciju/flokulaciju, flotacija, ionska izmjena, adsorpciju, membransku filtraciju i dr., svaki od njih ima svoje nerazdvojive prednosti i ograničenja u primjeni.

Taloženje je kemijski proces u kojem se nepoželjni toplivi metalni ioni i određeni anioni uklanjaju iz vode i otpadne vode prevođenjem u netopljivi oblik. Postupak uključuje promjenu ionske ravnoteže kako bi se dobio netopljivi talog koji se zatim lako može ukloniti taloženjem. Kemijsko taloženje je jedna od najčešćih metoda uklanjanja teških metala iz otpadnih voda, a uvijek je praćeno separacijskim metodama kao što su koagulacija i/ili sedimentacija te filtracija za uklanjanje taloga. Kako bi se otopljeni metal pretvorio u čvrsti oblik, u smjesu se dodaje reagens za taloženje. Kemijskom reakcijom, potaknutom reagensom, otopljeni metal prelazi u čvrsti oblik. Učinkovitost procesa ovisi o vrsti i koncentraciji metala te o vrsti reagensa koji se koristi. Većina metala taloži se u obliku hidroksida, ali se koriste i druge metode kao taloženje sulfida i karbonata. Iako je ova metoda pročišćavanja učinkovita i relativno jednostavna, zbog upotrebe velike količine kemijskih reagensa i proizvodnje otpadnog mulja koji zahtjeva naknadnu obradu, skupa je i ekološki nepovoljna.

Koagulacija je fizikalno-kemijski proces prevođenja jednofaznog sustava (npr. otpadne vode) u pravi dvofazni sustav, destabilizacijom koloidnih čestica izbijanjem površinskog naboja. Destabilizacija se postiže dodatkom kemikalija (koagulanata) u kapljevину. Koloidne čestice, otopljene u nekom kapljevitom sustavu, gube svoju stabilnost i oblikuju nakupine više čestica. Kada takve nakupine postignu određenu veličinu, zbog djelovanja sile talože se i izdvajaju iz disperzne faze. Flokulacija slijedi koagulaciju i često se smatra kao dio jednog procesa zvanog koagulacija/flokulacija. Koagulacija i flokulacija su međusobno ovisni procesi. Flokulacija je proces oblikovanja velikih flokula od sitnih, destabiliziranih koloidnih čestica. Stvaranje povećanog gradijenta brzine u masi vode dovodi dosudaranja koloidnih čestica jednih s drugima i s već nastalim talogom od koagulanata. Tako se dobivaju agregati koji se lako mogu ukloniti sedimentacijom ili flotacijom. Prednost procesa koagulacije/flokulacije je njeno relativno jednostavno izvođenje i kratkoća vremena potrebna za provođenje procesa, a glavni nedostatak je nastajanje velike količine mulja koji predstavlja sekundarni otpad i potrebna dodatna financijska sredstva za njegovo zbrinjavanje.

Flotacija je odvajanje suspendiranih tvari (čvrstih i kapljevutih) podizanjem na površinu uz pomoć finih mjehurića (metoda otplinjavanja). Mjehurići se vežu na čestice i uzrokuju njihovo podizanje na površinu gdje se skupljaju kao pjena koja se uklanja s vrha flotacijske jedinice. Flotacija se često koristi kao alternativna metoda drugim separacijskim postupcima kao što su sedimentacija, separacija centrifugama, filtracija i slično jer je često efikasnija ili ekonomski prihvatljivija od tih metoda.

Membranska operacija definira se kao operacija gdje se pomoću membrane ulazna struja dijeli na dvije struje. Dio ulazne struje koji je prošao kroz membranu (npr. čista voda) zove se permeat, a dio ulazne struje koji je membrana zadržala (koncentrat, koncentrirana otopina) je retentat. Procesu imaju različite karakteristike, različitu primjenu, koriste različite vrste membrana i membranskih materijala, djeluju na različitim rasponima tlakova, a različiti su im i troškovi obrade te kvaliteta obrađene vode.

Ionska izmjena je proces u kojem neke tvari (najčešće ionske smole) imaju sposobnost zamjene svojih iona s ionima iz otpadne vode. Ionske smole su krute tvari koje mogu biti u obliku kuglica, vlakana, cijevi ili membrana. Obično su smještene u cilindrične posude preko kojih se propušta otpadna voda.

Prethodno opisani postupci imaju značajne nedostatke, a to su nepotpuno uklanjanje, visoki energetske zahtjevi te proizvodnja toksičnog mulja. Neki nedostaci ovih metoda dani su u tablici.

Tablica 2. Nedostatci metoda uklanjanja teških metala

Metoda obrade	Nedostatci
Kemijsko taloženje	Spor proces, loše taloženje, proizvodnja mulja, visoki operativni troškovi i troškovi obrade zbog kemikalija koje se koriste i obrade mulja prije odlaganja.
Koagulacija/flokulacija	Generacija mulja, visoki operativni troškovi zbog velike potrošnje kemikalija i odlaganja mulja.
Flotacija otopljenim zrakom	Visoki operativni troškovi, loš učinak uklanjanja.
Membranska filtracija	Onečišćenje membrana, visoki operativni troškovi i troškovi održavanja, visoka potrošnja energije.
Ionska izmjena	Mala površina, visoki kapitalni troškovi, sposobnost uklanjanja metala varira za različite smole, komplicirano uvećanje

Iako se za uklanjanje teških metala mogu upotrijebiti različite metode, važno je spomenuti da odabir najprikladnije metode ovisi o parametrima kao što su pH otopine, vrsta metala koji se uklanja i njegova početna koncentracija. Osim toga, važno je uzeti u obzir prednosti i nedostatke pojedinih procesa.

## **6. PRAVILNIK O POSLOVIMA S POSEBNIM UVJETIMA RADA**

Ovim pravilnikom (NN 5/84 ) propisuju se poslovi s posebnim uvjetima rada i posebni uvjeti koje moraju ispunjavati radnici za obavljanje tih poslova. Poslovi s posebnim uvjetima rada prema ovom pravilniku su oni koje, radi sprečavanja štetnog utjecaja rada na život i zdravlje radnika (povrede, profesionalne i druge bolesti), mogu obavljati samo osobe koje osim općih uvjeta za zasnivanje radnog odnosa ispunjavaju još i posebne uvjete u pogledu:

-dobi života;

-spola;

-stručnih sposobnosti;

-zdravstvenog, tjelesnog ili psihičkog stanja (u daljem tekstu: zdravstveno stanje);

-psihofizioloških i psihičkih sposobnosti

Sposobnost radnika za obavljanje poslova s posebnim uvjetima rada u pogledu zdravstvenog stanja ili psihičke sposobnosti utvrđuje se prije njegovog rasporeda na takve poslove, a ponovno se provjerava u rokovima određenim općim aktom u skladu s odredbama ovoga pravilnika kao i u slučajevima kada to zatraži organizacija u kojoj je radnik zaposlen ili kada to odredi zdravstvena organizacija, koja po propisima o zdravstvu obavlja djelatnost medicine rada, odnosno organizacija koja utvrđuje posebne uvjete u pogledu psihofizioloških i psihičkih sposobnosti radnika.

### **6.1. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s kiselinama i lužinama**

Posebni uvjeti koje radnik mora ispunjavati ako je izložen kiselinama i lužinama ( poslovi koji se izvršavaju u okolini gdje se koriste koncentrirane kiseline i lužine) su:

-dob života (zahtjevi): radnik stariji od 18 godina;

-zdravstveno stanje (kontraindikcije): kronične bolesti respiratornog sustava, kože i sluznice oka;

-rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja: 12 mjeseci

## **6.2. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s olovom**

Poslovi pri kojima nastaju prašine i dim olova i njegovih anorganskih spojeva kao što su: topljenje olova, izrada olovne bronce, oblaganje olovom, autogeno rezanje ili zavarivanje olovnih limova i njihovo zakivanje, izrada i primjena olovnih boja, upotreba olovnog praha kod izrade akumulatora, obrada olovnih metala turpijom ili brusom)

Posebni uvjeti radnika:

- dob života (zahtjevi): radnik stariji od 18 godina;
- spol (kontraindikacije): žena za vrijeme trudnoće i dojenja;
- zdravstveno stanje (kontraindikacije): bolesti krvi i krvotvornih organa, bolesti centralnog živčanog sustava, neuropatije, alkoholizam, kronične bolesti bubrega.
- Rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja: 12 mjeseci

## **6.3. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s živom**

Poslovi pri kojima nastaju pare žive i prašine živinih spojeva u radnim procesima kao što su: elektroliza sa živinim katodama; izrada amalgama; proizvodnja žarulja, rasvjetnih tijela, radio i televizijskih aparata; proizvodnja rendgen cijevi, termometara, mjernog i laboratorijskog pribora, živinih pumpi i akumulatora; primjena žive u elektroindustriji kao katalizatora; primjena žive u poljoprivredi u zaštiti bilja; u proizvodnji boja i u dezinfekciji)

Posebni uvjeti radnika:

- dob života (zahtjevi): radnik stariji od 18 godina;
- spol (kontraindikacije): žena za vrijeme trudnoće;
- zdravstveno stanje (kontraindikacije): bolesti centralnog i perifernog živčanog sustava, kronične bolesti bubrega i kože.
- rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja: 12 mjeseci.

## **6.4. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s kromom**

Poslovi pri kojima radnik dolazi u kontakt s kromom i njegovim spojevima, koji se obavljaju u radnim procesima kao što su: proizvodnja ferokromnih slitina; kromiranje pomoću

galvanizacije; štavljenje i obrada kože; proizvodnja boja; konzerviranje drva; pranje i čišćenje metala i staklovina; primjena kroma i njegovih spojeva u litografiji, fotografiji, pirotehnici, proizvodnji vune i krzna, kod močenja ili fiksiranja)

Posebni uvjeti radnika:

-dob života (zahtjevi): radnik stariji od 18 godina;

-zdravstveno stanje (kontraindikacije): kronične bolesti respiratornog sustava, kronične bolesti kože i vidljivih sluznica, specifična preosjetljivost, kronični ekcem kože na rukama, generalizirana ili eksudativna psorijaza, a kod izloženosti kromnoj kiselini i bolesti jetre.

-rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja: 12 mjeseci

### **6.5. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s niklom**

Poslovi pri kojima radnik dolazi u dodir s niklom i njegovim spojevima, koji se obavljaju u radnim procesima kao što su: galvanizacija; proizvodnja i primjena nikla u industriji stakla, emajla, boja i akumulatora; proizvodnja i prerada spojeva nikla u elektro i kemijskoj industriji)

Posebni uvjeti radnika:

-dob života (zahtjevi): radnik stariji od 18 godina;

-zdravstveno stanje (kontraindikacije): specifična preosjetljivost na nikal, kronične bolesti respiratornog sustava, kronične bolesti kože i vidljivih sluznica;

-rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja: 12 mjeseci

### **6.6. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s kadmijem**

Poslovi pri kojima nastaju prašine i dimovi kadmija u radnim procesima kao što su: proizvodnja slitina kadmija, spojeva kadmija, nikalkadmij akumulatora i dijelova za nuklearni reaktor; obrada metala obloženog kadmijem špricanjem, elektrolizom i uronjavanjem; proizvodnja boja s kadmijem; obrada metalnih predmeta presvučenim kadmijem topljenjem, zavarivanjem ili rezanjem; primjena kadmija kod izrade elektrovoda, za zavarivanje fotoćelija; izrada žarulja i sl.

Posebni uvjeti radnika:



-dob života (zahtjevi): radnik stariji od 18 godina;

-zdravstveno stanje (kontraindikacije): kronične bolesti respiratornog sustava, bolesti bubrega, bolesti jetre i kronične sistemske bolesti kostiju;

-rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja: 12 mjeseci

### **6.7. Uvjeti koje moraju ispunjavati radnici i rokovi za provjeru sposobnosti radnika za rad s arsenom**

Poslovi pri kojima nastaju pare i prašine arsena i spojeva arsena u procesima rada kao što su: proizvodnja i primjena sredstava na bazi arsena za uništavanje štetočina, proizvodnja arsenskih boja, primjena u industriji stakla i keramičkoj industriji; primjena spojeva arsena kao konzervansa u preradi krzna i kože; proizvodnja lijekova na bazi arsena.

Posebni uvjeti radnika:

-dob života (zahtjevi): radnik stariji od 18 godina;

-zdravstveno stanje (kontraindikacije): bolesti centralnog i perifernog živčanog sustava, alkoholizam i druge ovisnosti, kronične bolesti respiratornog sustava, kože i jetre, anemija.

-rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja: 12 mjeseci

## 7. ZAKLJUČAK

Danas korozivi stvaraju brojne probleme. Teški metali mogu izazvati fitotoksičnost i štetnost na nekoliko načina. U višim biljkama prve znakove oštećenja pokazuje korijenje. Na morfološkoj razini dolazi do inhibicije rasta, nekroze, kloroze, epinastije listova, dok na metaboličkoj razini dolazi do promjena permeabilnosti membrane, zatvaranja plazmodezmija, promjena aktivnosti enzima. Većina teških metala toksična je i kancerogena te predstavlja ozbiljnu prijetnju ljudskom zdravlju i vodenom okolišu. S ciljem zaštite okoliša i ljudi te zbog strogih propisa, primjenom različitih metoda nastoji se postići učinkovito uklanjanje teških metala iz otpadnih voda. Kemijsko taloženje pokazalo se kao učinkovita metoda za obradu anorganske otpadne vode s visokom koncentracijom metala, ali zbog upotrebe velike količine kemikalija dolazi do stvaranja mulja koji je potrebno zbrinuti što dovodi do većih troškova. Važna je samo činjenica da se niz bolesti razvijaju zbog prevelike količine otpadnih kiselina koje nastaju u tkivima! Pretragama ne možemo pouzdano utvrditi koliko se otpadnih kiselina nalazi u tijelu. Međutim, možemo izmjeriti lužnatost ili kiselost tjelesnih tekućina, ali ne i stanje u tkivima tijela (koži, organima, žlijezdama, mišićima, tetivama, arterijama i žilama).

Baze izazivaju koagulacijsku nekrozu, sporije djeluju od kiselina, a ingestijom najviše oštećuju sluznicu donje polovice jednjaka i želudca. Kiseline izazivaju kolikvacijsku nekrozu, direktno razaraju tkiva i češće dovode do perforacije jednjaka i želuca, odnosno izazivaju oštećenja na višim dijelovima jednjaka u odnosu na baze. Nakon ingestije korozivnih materija javlja se jaka bol koja može izazvati šok. Akutne komplikacije su perforacija jednjaka i želuca i klinička slika medijastinitisa i peritonitisa. Kronične komplikacije su suženja jednjaka, zbog čega su nekada neophodne i kirurške korekcije.

Liječenje trovanja korozivnim tvarima sastoji se u terapiji akutnih poremećaja, primjeni preventivne terapije u cilju spriječavanja nastanka suženja krvnih žila. Inicijalna terapija podrazumjeva mjere prve pomoći, sigurnost prohodnosti dišnih puteva, terapijske mjere u cilju stabilizacije stanja bolesnika i drugo simptomsko liječenje.

Pravilnicima su regulirana brojna pitanja vezana uz poslove s posebnim uvjetima rada. Radnici koji su tijekom radnog procesa izloženi korozivima moraju ispunjavati posebne zdravstvene uvjete i sposobnosti. Pravilnicima su regulirani rokovi provjere sposobnosti radnika za rad s kiselinama, lužinama, lovom, živom, kromom, niklom, kadmijem i arsenomu cilju zaštite njihova zdravlja, ali i zaštite okoliša.

## 8. LITERATURA

- [1] Babić Ž., Kovačić J., Turk R., Izveščaj Centra za kontrolu otrovanja, Zagreb 2017., 68:75-80
- [2] Markićević A., Bertić T., Profesionalne bolesti i intoksikacije u odjelu za profesionalne bolesti, Zagreb, 1963., 299
- [3] Kovačić Z., Čop M., Škavić J., Pulić J., Glumbić I., Fatal poisonings in the city of Zagreb, Zagreb, 1993., 44:151-158
- [4] Klepec T., Bušljeta I., Macan J., Plavec D., Turk R., Household chemical – common cause od Unintentional poisoning, Zagreb, 2000., 51:401-407
- [5] Poplašen D., Rad s kiselinama i lužinama, Zagreb, 2016., 58 (3) 271 – 272 (06.09.2018.)
- [6] Pezerović Dž., Panija R., Teški metali i biološki sustav s posebnim osvrtom na živu, Zagreb, pdf, 1979., 13:159 (06.09.2018.) <https://www.google.com/search?client=firefox-b&ei=wTGVW9q9DcHHrgSk4YmIDg&q=te%C5%A1ki+metali>
- [7] Lončarić Božić, A., Obrada industrijskih otpadnih voda, II dio, FKIT, Zagreb, ppt, 2015. (06.09.2018.) [https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/4\\_OIOV\\_14\\_1\\_2015.pdf](https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/4_OIOV_14_1_2015.pdf)
- [8] Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 5/84), (06.09.2018) [https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Pravilnik\\_o\\_poslovima\\_s\\_posebnim\\_uvjetima\\_rada.pdf](https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Pravilnik_o_poslovima_s_posebnim_uvjetima_rada.pdf)

## 9. PRILOZI

### 9.1. Popis slika

Slika 1. Opekline uzrokovane korozivnom tvari.....	5
Slika 2. Digestor.....	13
Slika 3. pHskala.....	13
Slika 4. Prikaz simbola za vrlo jake otrove.....	14
Slika 5. Prikaz simbola za otrov.....	15
Slika 6. Prikaz simbola za štetnost.....	15
Slika 7. Prikaz simbola „korozivnosti“.....	15
Slika 8. Prikaz simbola za oksidaciju.....	16
Slika 9. Rad u laboratoriju.....	17
Slika 10. Izvori metala u okolišu.....	21

## **9.2. Popis tablica**

Tablica 1. Prikaz kako teški metali utječu na zdravlje.....	23
Tablica 2. Nedostatci metoda uklanjanja teških metala.....	28