

# OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE PRI RADU S KISELINAMA U LUŽINAMA

---

**Sabol, Sindi**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*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:128:411730>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-22**



**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 prijediplomski studij Sigurnost i zaštita

Sindi Sabol

**OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE PRI  
RADU S KISELINAMA I LUŽINAMA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2024.

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

Sindi Sabol

**HAZARDS AND SAFETY MEASURES  
WHEN WORKING WITH ACIDS AND  
ALKALINES**

BACHELOR THESIS

Karlovac, 2024.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Stručni prijediplomski studij Sigurnost i zaštita

Sindi Sabol

**OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE PRI  
RADU S KISELINAMA I LUŽINAMA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
Dr. sc. Jasna Halambek, v. pred.

Karlovac, 2024.



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

## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni/specijalistički studij: Stručni prijediplomski studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2024.

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

**Student:** Sindi Sabol

Matični broj: 02480813743

**Naslov:** Opasnosti i mjere zaštite pri radu s kiselinama i lužinama

**Opis zadatka:** Objasniti pojmove kiseline i lužine, podjele kiselina i lužina, reakcije između njih, djelovanje različitih kiselina i lužina na zdravlje čovjeka, načine ulaska kiselina i lužina u tijelo čovjeka, ozljede prouzročene uporabom kiselina i lužina, opasnosti i mjere zaštite pri radu s kiselinama i lužinama, pravilno skladištenje kiselina i lužina te upute i obavijesti kako postupati pri intervenciji u slučaju nesreće s kiselinama i lužinama te pružanje prve pomoći.

Zadatak zadan:

10/2023

Rok predaje rada:

07/2024

Predviđeni datum obrane:

09/2024

Mentor:

dr. sc. Jasna Halambek, v. pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

## PREDGOVOR

Zahvaljujem se mentorici dr. sc. Jasni Halambek na stručnom vodstvu prilikom odabira teme i izrade završnog rada. Isto tako zahvaljujem se na strpljenju i pruženom znanju za vrijeme pisanja ovog rada.

Zahvaljujem se svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu na stečenom znanju i vještinama kojim su me vodili i podučavali tijekom mojeg trogodišnjeg školovanja na Veleučilištu.

Posebnu zahvalnost imam prema svojim roditeljima, obitelji, rodbini i prijateljima koji su mi bili najveća podrška u svakom trenutku mog školovanja te mi bili potpora u najtežim trenucima kako bi ostvarila cilj završetka školovanja.

Sindi Sabol

## SAŽETAK

Predmet završnog rada su opasnosti i mjere zaštite pri radu s kiselinama i lužinama. U uvodnom dijelu završnog rada definirani su pojmovi kiselina i lužina, njihova podjela te osnovni fizikalno-kemijski parametri koji ih definiraju. Kiseline i lužine su najpoznatije nagrizajuće tvari, a posebno su opasne kada se nalaze u svom koncentriranom obliku. S njima se susreće u obliku tekućine, krutine, para, prašina i maglice što ovisi o različitim uvjetima primjene i uvjetima atmosfere. Pri radu s lužinama pojavljuju se iste opasnosti kao i pri radu s kiselinama. Najčešće ozljede za vrijeme proizvodnje, rukovanja, transporta, skladištenja ili korištenja kiselina i lužina su ozljede kože i očiju pa se zbog toga treba strogo držati uputa i pravila rukovanja. Pri radu, a posebice pri radu s koncentriranim kiselinama i lužinama obavezna je upotreba zaštitnih naočala i rukavica. Kiseline i lužine imaju nagrizajuća i korozivna svojstva. Za pravilno korištenje kiselina i lužina važno je biti upoznati s uputama i obavijestima odnosno STL listovima. Najvažniji su koraci postupanja s unesrećenom osobom pa je zbog toga važno imati na umu plan intervencije.

**Ključne riječi:** kiselina, lužina, opasnost, mjere zaštite, prva pomoć.

## SUMMARY

The subject of this bachelor thesis is hazards and safety measures when working with acids and alkalis. The introductory part defines the concepts of acid and alkali, their classification, and the basic physical-chemical parameters that define them. Acids and alkalis are the most well-known corrosive substances, and they are especially dangerous in their concentrated form. They are encountered in the form of liquids, solids, vapors, dust, and mist, depending on different application conditions and atmospheric conditions. The same hazards arise when working with alkalis as with acids. The most common injuries during the production, handling, transport, storage or use of acids and alkalis are skin and eye injuries, which is why the instructions and rules of handling should be strictly followed. When working, especially with concentrated acids and alkalis, the use of protective glasses and gloves is mandatory. Acids and alkalis have caustic and corrosive properties. For the proper use of acids and alkalis, it is important to be familiar with the instructions and notices, i.e., the Safety Data Sheets (SDS). The most important steps are those related to dealing with the injured person, so it is important to keep the intervention plan in mind.

**Key words:** acid, alkali, hazards, safety measures, first aid.



## SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SUMMARY .....	IV
1. UVOD.....	1
2. POJAM KISELINA I LUŽINA (BAZA).....	2
2.1. PODJELA KISELINA I LUŽINA .....	2
2.2. pH VRIJEDNOST .....	4
2.3. Reakcija kiseline i lužine- neutralizacija.....	6
2.4. Konstanta ionizacije kiselina i baza.....	6
2.5. Ionizacija (disocijacija) kiselina i baza.....	7
3. UPOTREBA KISELINA I LUŽINA .....	7
3.1. Klorovodična kiselina (HCl) .....	7
3.2. Sumporna kiselina (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).....	8
3.3. Dušična kiselina (HNO <sub>3</sub> ).....	9
3.4. Natrijev hidroksid (NaOH).....	10
3.5. Kalijev hidroksid (KOH).....	11
3.6. Amonijev hidroksid (NH <sub>4</sub> OH) .....	12
4. DJELOVANJE KEMIJSKIH ŠTETNOSTI NA ČOVJEKA.....	14
4.1. NAČINI ULASKA ŠTETNIH TVARI U ORGANIZAM.....	15
4.1.1. Apsorpcija preko dišnih organa - inhalacija (udisanje).....	15
4.1.2. Apsorpcija preko kože .....	16
4.1.3. Apsorpcija preko probavnog sustava - ingestija (gutanje) .....	16
4.2. OZLJEDE PROUZROČENE KISELINAMA I LUŽINAMA .....	17
5. MJERE ZAŠTITE PRI RADU S KISELINAMA I LUŽINAMA .....	20
5.1. PIKTOGRAMI OPASNOSTI .....	20
5.2. SIGURNOSNO-TEHNIČKI LIST (STL).....	21
6. PRAVILA ZAŠTITE NA RADU I OPĆA NAČELA PREVENCIJE.....	30
6.1. Opća načela prevencije.....	30
6.2. Osnovna pravila zaštite na radu.....	31
6.3. Posebna pravila zaštite na radu.....	32
6.4. Priznata pravila zaštite na radu .....	32
7. ZAKLJUČAK.....	33
8. LITERATURA .....	34
9. PRILOZI.....	37
10.1. POPIS SLIKA .....	37
10.2. POPIS TABLICA .....	37

## 1. UVOD

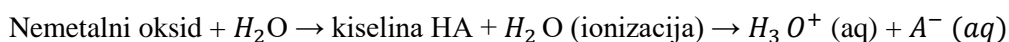
Svakodnevno dolazimo u kontakt s kiselinama ili lužinama na različitim mjestima, a da toga nismo u potpunosti svjesni. One se mogu pronaći u obliku tekućine, krutine, para, prašina i maglice što ovisi o različitim uvjetima primjene i uvjetima atmosfere. Pod pojmom kiseline u osnovi podrazumijevamo tvari čije vodene otopine imaju pH vrijednost manju od 7 i korozivne su. Kiseline se mogu podijeliti na jake koje potpuno disociraju u vodi (sumporna i klorovodična kiselina) i na slabe kiseline koje su samo djelomično disocirane kao što su octena i sumporovodična kiselina. Pri radu s kiselinama treba imati na umu da su sve kiseline opasne, a najviše one koje se nalaze u svom koncentriranom obliku. Posebnu pažnju treba usmjeriti pri radu s koncentriranom sumpornom, dušičnom i fluorovodičnom kiselinom. Kiseline nagrizažu kožu, dok su neke kiseline hlapljive pa njihove pare nagrizažu sluznicu dišnih organa [1].

Lužine su vodene otopine hidroksida alkalijskih i zemnoalkalijskih metala, pH vrijednosti veće od 7 i jako koncentrirane. Nagrizažu kožu te se njima treba vrlo oprezno rukovati. Najpoznatije i najčešće korištene jake lužine (baze) su natrijev-hidroksid i kalijev-hidroksid. Pri radu s lužinama pojavljuju se iste opasnosti kao i pri radu s kiselinama.

Najčešće ozljede su ozljede kože i očiju pa se zbog toga treba strogo držati uputa i pravila rukovanja te koristiti osobna zaštitna sredstva kako bi se zaštitili. Kiseline i lužine imaju nagrizažuća i korozivna svojstva. Nagrizažu i oštećuju metale, drvo, papir, kožu, plastiku i tkaninu. Nagrizažuje djelovanje je jače ako je kiselina ili lužina jača to jest jače koncentrirana. Kiseline i lužine su akutno otrovne u koncentriranom obliku. Kiseline su vrlo opasne u dodiru sa organskim tvarima kao što je piljevina jer dolazi do razvijanja velike količine topline koja može u konačnici izazvati i požar, dok pojedine jake kiseline poput solne i sumporne u kontaktu sa pojedinim metalima mogu stvarati i eksplozivnu smjesu jer nastaje plinoviti vodik. Lužine su tvari koje se najčešće upotrebljavaju za čišćenje i ispiranje kako u domaćinstvima tako i u raznim djelatnostima i industrijama [1, 2].

## 2. POJAM KISELINA I LUŽINA (BAZA)

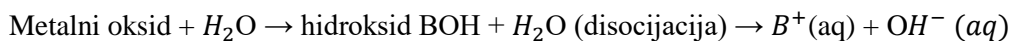
Kiseline su sve tvari koje u vodenoj otopini povećavaju koncentraciju oksonijevih iona,  $H_3O^+$ . Prema Bronstedovoj teoriji kiseline su sve tvari koje mogu dati proton. Prema Lewisovoj teoriji kiseline su sve tvari koje mogu primiti par elektrona. Svojstva kiselina imaju oksidi nemetala i oksidi prijelaznih metala u najvišem oksidacijskom broju. Dobivanje kiselina može ići prema sljedećoj reakciji:



Baze su sve tvari koje u vodenoj otopini povećavaju koncentraciju  $OH^-$ , odnosno hidroksidnih iona. Prema Bronstedovoj teoriji baze su sve tvari koje mogu primiti proton. Prema Lewisovoj teoriji baze su sve tvari koje mogu dati par elektrona. Svojstva baza imaju oksidi, hidroksidi i karbonati metala, oksidi prijelaznih metala u najnižem oksidacijskom broju.

Lužine su zapravo vodene otopine hidroksida, odnosno pod pojmom lužine podrazumijevamo vodene otopine hidroksida metala I. i II. skupine. Sve hidrokside čine pozitivni metalni ion i negativna hidroksidna skupina [2].

Jedan način dobivanja lužina je i reakcija metalnih oksida sa vodom dana sljedećom reakcijom:



### 2.1. PODJELA KISELINA I LUŽINA

Kiseline i lužine mogu se podijeliti prema jakosti. Jakost kiselina najviše određuju polarnost H-A veze te radijus atoma. Što je razlika u elektronegativnosti veća, zajednički elektronski par više se pomiče prema elektronegativnijem atomu pa to omogućuje lakše odcjepljenje protona.

Prema konstanti disocijacije kiseline možemo podijeliti na:

- vrlo jake kiseline
- jake kiseline
- slabe kiselin
- vrlo slabe kiseline.

U jake kiseline ubrajamo perkloratnu, jodidnu, bromidnu, sumpornu, klorovodičnu i dušičnu kiselinu, dok u slabe kiseline spadaju sumporasta, fosforna i fluoridna, u vrlo slabe kiseline ubrajaju se tako etanska (octena), karbonatna, sulfidna i cijanidna. Podjela kiselina prema jakosti prikazana je u Tablici 1.

U jake lužine ubrajamo hidrokside metala I. skupine (alkalijskih metala), u srednje jake spada magnezijev hidroksid i kalcijev hidroksid, dok u slabe lužine spada amonijev hidroksid. Podjela lužina prema jakosti prikazana je u Tablici 2. Za slabe kiseline i lužine karakteristično je da slabo disociraju u vodi.

Kiseline još možemo podijeliti na anorganske i organske. Neke od anorganskih kiselina su perkloratna, fluorovodična (fluoridna), jodovodična (jodidna), bromovodična (bromidna), klorovodična (kloridna), sulfatna (sumporna), sulfitna (sumporasta), sulfidna (sumporovodična), karbonatna (ugljična), fosfatna (fosforna), fosfitna, nitratna (dušična), nitritna, cijanidna (cijanovodična). Neke od organskih kiselina su metanska (mravlja), etanska (octena), propanska (propionska), butanska (maslačna), mliječna itd. [2]

**Tablica 1.** Podjela kiselina [2].

	NAZIV KISELINA	FORMULA KISELINA
JAKE KISELINE	Perkloratna	$\text{HClO}_4$
	Jodidna	$\text{HI}$
	Bromidna	$\text{HBr}$
	Sulfatna (sumporna)	$\text{H}_2\text{SO}_4$
	Kloridna (klorovodična)	$\text{HCl}$
	Nitratna (dušična)	$\text{HNO}_3$
SLABE KISELINE	Sulfitna (sumporasta)	$\text{H}_2\text{SO}_3$
	Fosfatna (fosforna)	$\text{H}_3\text{PO}_4$
	Flouridna	$\text{HF}$
VRLO SLABE KISELINE	Etanska (octena)	$\text{CH}_3\text{COOH}$
	Karbonatna (ugljična)	$\text{H}_2\text{CO}_3$
	Sulfidna	$\text{H}_2\text{S}$
	Cijanidna	$\text{HCN}$

**Tablica 2.** Podjela lužina [2].

	NAZIV	FORMULA
JAKE LUŽINE	Lužine metala 1. i 2. skupine Natrijeva lužina Kalijeva lužina	NaOH KOH
SREDNJE JAKE	Magnezijev hidroksid	Mg(OH) <sub>2</sub>
SLABE LUŽINE	Amonijev hidroksid	NH <sub>4</sub> OH

## 2.2. pH VRIJEDNOST

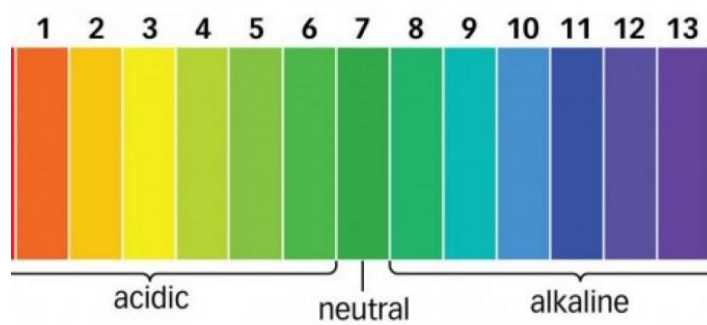
pH vrijednost je broj koji služi kao mjera kiselosti odnosno lužnatosti vodenih otopina. pH vrijednost se kreće od 0 do 14 na logaritamskoj skali. Tekućina s pH vrijednosti manjom od 7 je kisela, tekućina s pH vrijednosti 7 je neutralna, dok tekućina s pH vrijednosti preko 7 je lužnata što možemo vidjeti na slici 1.

Vrijednost pH određuje se pomoću indikatorskih papira koji kod različitih koncentracija vodikovih iona pokazuju različite boje. Dobivene boje se uspoređuju s kalibriranim grafom boja koje odgovaraju određenoj pH vrijednosti.

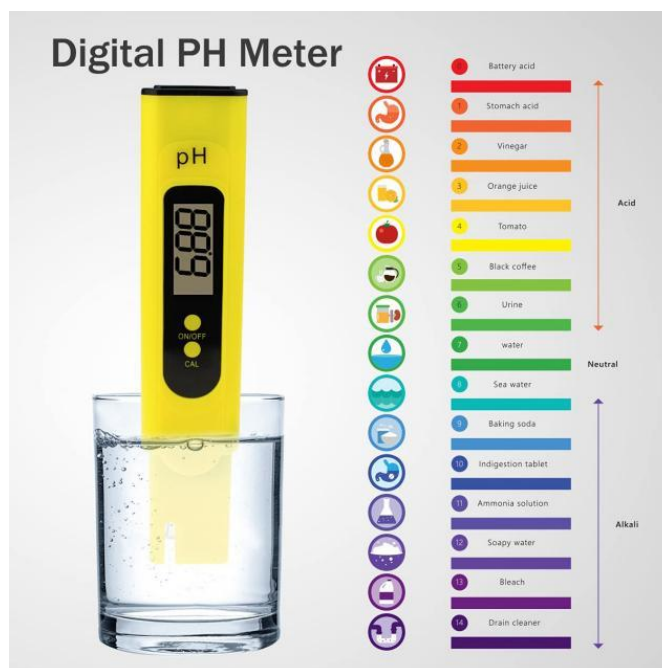
S druge strane indikatori su prirodne ili sintetičke tvari koje mijenjaju boju ovisno o pH otopine. Prema kemijskim svojstvima većina indikatora su slabe kiseline ili slabe baze. Primjer nekih od indikatora su crveni lakmus papir koji u dodiru s lužinom poplavi, plavi lakmus papir koji u dodiru s kiselinom pocrveni, fenolftalein je u kiseljoj otopini bezbojan, u lužnatoj purpurne boje. Neki poznati kiseljo-bazni indikatori su i metiloranž, bromtimolno modro, bromkrezol zeleno itd.

Precizniji način određivanja pH vrijednosti je korištenje pH-metra (Slika 2.) koji je u osnovi voltmetar spojen na elektrodu koja reagira na promjene pH. pH-metar može imati ili digitalni ili analogni prikaz rezultata. Digitalni prikaz ima prednost točnosti očitavanja

dok analogna očitavanja daju bolje pokazatelje stope promjena iako su takvi pH metri danas zapravo vrlo rijetki [3].



Slika 1. Ljestvica pH vrijednosti [4]



Slika 2. Digitalni pH metar [5]

### 2.3. Reakcija kiseline i lužine- neutralizacija

Reakciju između kiseline i lužine nazivamo reakcijom neutralizacije. Reakcijom neutralizacije uvijek nastaje pripadajuća anorganska sol + voda. Primjer reakcije neutralizacije solne kiseline i natrijeve lužine:  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ .

Reakcija neutralizacije je brza, ionska i egzotermna. Prema Bronstedu neutralizacija svih kiselina i baza u vodenoj otopini svodi se na međusobnu reakciju  $\text{H}_3\text{O}^+$  (aq) i  $\text{OH}^-$  (aq) iona pri čemu uvijek nastaje voda. Za Bronstedovu teoriju bitan je koncept konjugiranih parova kiselina - baza. Konjugirana kiselina Bronstedove baze jest čestica koja nastane kad baza primi proton. Konjugirana baza Bronstedove kiseline jest čestica koja nastane kad kiselina otpusti proton.

Najvažnije reakcije kiselina i lužina su one u vodenim otopinama.

Na primjer:  $\text{HA} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{A}^- (\text{aq})$ .

U ovoj reakciji molekula vode prima proton. Pritom nastaje oksonijev ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  (aq). Oksonijev ion je Bronstedova kiselina jer može dati proton. Međutim molekula vode je prema Bronstedu i kiselina jer može dati proton u reakciji s Bronstedovom bazom.

Na primjer:  $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{B} (\text{aq}) \rightarrow \text{BH}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$  [6].

### 2.4. Konstanta ionizacije kiselina i baza

Smatra se da je u razrijeđenim vodenim otopinama molarni udio vode konstantan. U izraz za konstantu ravnoteže ulaze samo promjenjive veličine tako da se dobije nova konstanta koju zovemo konstanta ionizacije kiseline ili baze. Konstanta ionizacije pokazuje nam jakost neke kiseline ili baze odnosno njezinu sposobnost da disocira na ione. Konstantu ionizacije kiseline označujemo sa  $K_a$ , dok konstantu ionizacije baze sa  $K_b$ . Što je veća vrijednost  $K_a$  odnosno  $K_b$  to se više slobodnih iona nalazi u otopini. Konstante disocijacije kiselina i baza ne ovise o koncentraciji već o temperaturi, o prirodi kiseline i o prirodi otapala. Što je dielektrična konstanta otapala veća to će kiselina ili lužina biti jače ionizirana. Izraz za konstantu disocijacije octene kiseline naveden je niže [6].

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}][\text{H}_3\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1.75 \times 10^{-5} \text{ mol/L}^{-1}$$

## 2.5. Ionizacija (disocijacija) kiselina i baza

Kiseline u vodi disociraju na  $H_3O^+$  (aq) i kiselinski ostatak. Budući da su kiseline sastavljene od molekula, za njih se češće kaže da ioniziraju za razliku od soli koje disociraju jer su građene od iona. Ako kiselina spada u jednoprotonske kiseline kao na primjer HCl tada ionizira u jednom stupnju, ako je dvoprotonska tada ionizira u dva stupnja na način da otpušta jedan po jedan vodik. Na primjer kod fosfatne kiseline ionizacija se događa u tri stupnja jer kiselina sadrži tri vodika. Jake kiseline su jaki elektroliti jer potpuno disociraju u vodi, a slabe kiseline su slabi elektroliti zbog djelomične disocijacije molekula. Stupanj ionizacije  $\alpha$  je mjera za jakost kiseline ili lužine i može biti između 0 do 1, odnosno 0-100 %. Što je kiselina ili baza jača to je njezin stupanj disocijacije veći odnosno kod kiselina poput sumporne i solne on iznosi 100%.

$$\alpha = \frac{\text{broj ioniziranih molekula}}{\text{ukupan broj molekula}}$$

100% disocirane kiseline ili lužine  $\rightarrow \alpha = 1$  [6].

## 3. UPOTREBA KISELINA I LUŽINA

Kiseline i lužine imaju primjenu u gotovo svim granama industrije, laboratorijima kao i kućanstvima. Kiseline imaju mnoštvo namjena u različitim industrijama. Industrije koje koriste veće količine različitih kiselina uključuju rudarstvo, obradu metala, kemijsku i petrokemijsku industriju, kontrolu onečišćenja i građevinarstvo. Baze imaju brojne primjene u poljoprivrednoj proizvodnji, obradi vode, laboratorijskom ispitivanju i analizi.

### 3.1. Klorovodična kiselina (HCl)

Klorovodična kiselina ili solna kiselina kemijske formule HCl je vodena otopina plina klorovodika, bezbojna do svijetlo žuta tekućina oštrog mirisa. U svakodnevnom životu nazivamo je solna kiselina jer se može dobiti reakcijom kuhinjske soli i koncentrirane sumporne kiseline. Pri toj reakciji nastaje plin klorovodik kojeg se dalje otapa u vodi pri čemu nastaje klorovodična kiselina. Koncentrirana kiselina (35-38%) isparava stvarajući plin klorovodik koji je također otrovan i teži od zraka. Glavni je sastojak želučane



kiseline u želucu ljudi i svih ostalih životinja. Klorovodična kiselina se koristi u proizvodnji humanih i veterinarskih lijekova, na bušotinama nafte i plina, za odstranjivanje kamenca u sustavima za grijanje i bojlerima, u proizvodnji klorida, za rafiniranje kositrene rudače, kao laboratorijski reagens, katalizator i otapalo u organskoj sintezi, za čišćenje i odmašćivanje u obradi metala, u prehrambenoj industriji za hidrolizu škroba i proteina, rafinaciju šećera, ulja i voska te u proizvodnji raznih prehrambenih proizvoda. U domaćinstvu se koristi kao otapalo za kamenac i dolazi u slobodnoj prodaji u koncentraciji od 19 do 21% (Slika 3.). U doticaju s kožom stvara opekline, a njezine pare su korozivne i vrlo opasne za dišne organe. [7]



Slika 3. Solna kiselina [8]

### 3.2. Sumporna kiselina ( $H_2SO_4$ )

Sumporna kiselina ili sulfatna kiselina kemijske formule  $H_2SO_4$  je bezbojna do žućkasta uljasta tekućina (Slika 4.), oštrog mirisa i jedan od najvažnijih proizvoda kemijske industrije. Najviše se koristi u proizvodnji fosfatnih gnojiva i kao katalizator u akumulatorima i baterijama, ali i u sintezi drugih kiselina, umjetnih vlakana, boja, lijekova, deterdženta i papira. Sadržana je u proizvodima za čišćenje i uklanjanje kamenca u domaćinstvu, zdravstvu i uslužnim djelatnostima. Koncentrirana kiselina uništava kožu i meso i može uzrokovati trajnu sljepoću ako dođe u dodir s očima. U malim koncentracijama javlja se u prirodi u sumpornim vodama i kiselim kišama. Koncentrirana kiselina isparava i razvija sumporov trioksid, koji je teži od zraka. Sumporna kiselina je jaka mineralna kiselina koja uzrokuje oštećenje tkiva i koagulaciju proteina. U dodiru s kožom i očima uzrokuje teške opekline kože i oka. Nagrizava tkaninu i kroz odjeću lako dopire do kože. Težinu ozljeda određuje koncentracija i trajanje

izloženosti. Sumporna kiselina u koncentracijama do 10% djeluje nadražujuće na kožu i sluznice, a u višim koncentracijama uzrokuje teške opekline kože i oka te nadražuje dišni sustav. [7]



Slika 4. Sumporna kiselina [9]

### 3.3. Dušična kiselina ( $HNO_3$ )

Dušična kiselina ili nitratna kiselina kemijske formule  $HNO_3$  je izrazito korozivna i toksično jaka kiselina. Blijedo-žuta do crvenkasto-smeđa tekućina koja oslobađa crvenkaste pare teže od zraka. U čistom stanju je bezbojna, ali sa starenjem postaje žućkasta zbog akumuliranja dušikovih oksida (Slika 5.). Djeluje korozivno na kožu i sluznice očiju, probavnog i dišnog sustava. Stupanj oštećenja ovisan je o koncentraciji i duljini izloženosti. Dušična kiselina koristi se u proizvodnji amonijevogata za gnojiva i eksplozive, u sintezi lijekova, boja, pesticida, nitroceluloze, gume, organskih i anorganskih nitrata, u metalurgiji, fotograviranju, elektroplatiniranju, obradi čelika, flotaciji ruda i proizvodnji raketnog goriva. Nije zapaljiva, ali zbog svojih oksidacijskih svojstava podržava gorenje pri čemu nastaju opasni produkti sagorijevanja, prvenstveno dušikovi oksidi. Dušična kiselina je snažno oksidirajuće sredstvo i njena reakcija sa spojevima kao što su cijanidi, karbidi i metalni prah može biti eksplozivna [7].



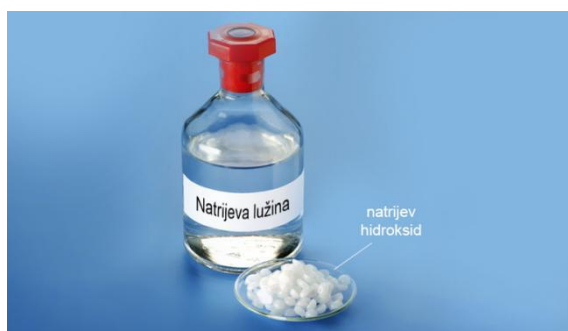
Slika 5. Dušična kiselina [10]

### 3.4. Natrijev hidroksid (NaOH)

Natrijeva lužina ili natrijev hidroksid kemijske formule NaOH je bijela krutina ili bezbojna do mliječno bijela tekućina bez mirisa (Slika 6). Koristi se kao reagens i sirovina u brojnim procesima industrijske sinteze, u proizvodnji tekstila i plastike, za čišćenje u prehrambenoj (mljekare, pivovare), metalnoj i drugim industrijama, a u kućanstvu u se nalazi u sredstvima za čišćenje odvoda, pećnica i u deterdžentima za strojno pranje posuđa. Higroskopian je jer lako upija vlagu i ugljikov dioksid iz zraka. Natrijev hidroksid dobro i lako se otapa u vodi uz oslobađanje topline pri čemu nastaje vrlo jaka nagrizajuća natrijeva lužina koja nagrizava organske tvari. Natrijeva lužina se ne pohranjuje u staklenim bocama s ubrušenim čepom jer reagira sa silicijevim dioksidom iz stakla pri čemu nastaje natrijev silikat pa se čepovi lako “zapeku” i ne mogu se izvaditi. Zato se natrijeva lužina čuva u staklenim bocama s gumenim čepom ili u plastičnoj ambalaži. Natrijev hidroksid može se naći u obliku otopina u većini trgovina, takve otopine služe za čišćenje i odčepljivanje odvoda. Može se naći u trgovinama s bojama, lakovima i sličnim proizvodima pošto se otopina ovog spoja može koristiti za skidanje boje s drva. Moguće su teške opekline kože i oka te nadraživanje dišnog sustava. Kod udisanja prašine ili aerosola javlja se pečenje sluznica, jaki kašalj i gušenje zbog edema larinksa. Disanje je otežano, javlja se osjećaj boli i oštećenje gornjih dišnih putova i pluća. Udisanje može uzrokovati upale dišnih putova, ulceracije u nosu i grlu, rjeđe toksični plućni edem. U dodiru s kožom uzrokuje jako crvenilo, pojavu mjehura i bol. Nastaju otekline i rane na mjestu dodira (teške opekline). Dodir s koncentriranom otopinom (25-50%) uzrokuje trenutni nadražaj, dok u nižim koncentracijama (manje od 5%) simptomi i znakovi

nadražaja mogu se javiti tek nakon nekoliko sati. Ponavljani dodir s razrijeđenom lužinom može uzrokovati dermatitis. Kod dodira s očima javlja se jako crvenilo, suzenje, bol uz skoro trenutni nastanak teških ozljeda koje mogu uzrokovati i potpuni gubitak vida.

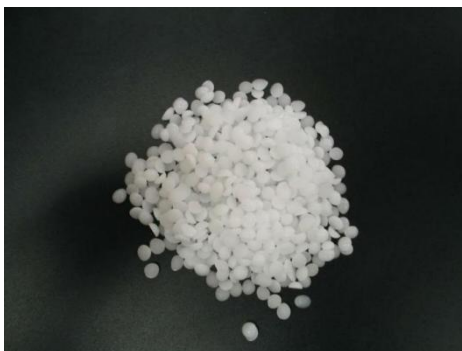
Gutanje uzrokuje osjećaj pečenja i boli u ustima, ždrijelu i ispred prsne kosti, mučninu, povraćanje, slinjenje, smetnje gutanja, promuklost, perforaciju unutarnjih organa uz krvarenje iz gornjih dijelova probavnog sustava, gušenje i šok. Lužina uzrokuje razaranje probavnih organa što u težim slučajevima može dovesti do zatajenja cirkulacije i smrti [7]



Slika 6. Natrijeva lužina i natrijev hidroksid [11]

### 3.5. Kalijev hidroksid (KOH)

Kalijeva lužina ili kalijev hidroksid kemijske formule KOH je bijela čvrsta tvar bez boje i mirisa, dobro topiva u vodi (Slika 7). Dobiva se elektrolizom otopine kalijevog klorida. Koristi se kao sredstvo za sušenje i vezivanje ugljikova dioksida, u proizvodnji deterđentata i mekanih kalijevih sapuna, u tekstilnoj industriji, elektroplatiniranju i litografiji, u analitičkoj kemiji, kao elektrolit u alkalnim gorivim ćelijama raketoplana. Upotrebljava se za pranje zidova u građevinarstvu, za odmašćivanje masnih površina na drvu i metalu, u proizvodnji biodizela, za čišćenje šatorskih krila, gumenjaka i kotlova, za podmazivanje pokretnih traka i PVC cijevi te za različite druge zanatske i industrijske svrhe. Kalijev hidroksid u obliku koncentrirane otopine je opasan za žive organizme. Kontakt s kožom ili sluznicama može uzrokovati ozbiljna oštećenja. Koncentrirana otopina kalijevog hidroksida uzrokuje jače opekline od kiselina. Ta tvar pripada drugoj klasi opasnosti to jest kada radite s njom morate slijediti posebna pravila. Prekomjerna količina kalijevog hidroksida u tijelu dovodi do pojave novih kožnih bolesti ili pogoršanja kroničnih [7].



Slika 7. Kalijev hidroksid [12]

### 3.6. Amonijev hidroksid ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )

Amonijeva lužina ili amonijev hidroksid kemijske formule  $\text{NH}_4\text{OH}$  je bezbojna do bjelakasta zapaljiva tekućina mirisa na amonijak (Slika 8). Pare su lakše od zraka, ali se ohlađene mogu nakupljati uz tlo. Koristi se kao regulator kiselosti u proizvodnji hrane, u proizvodnji polimernih materijala i plastičnih masa, u drvnoj i duhanskoj industriji, kao laboratorijski reagens te u sredstvima za čišćenje u kućanstvu. Otrovan je ako se udiše i proguta, a u dodiru s kožom i očima uzrokuje teške opekline. Zagrijavanjem amonijevog hidroksida stvaraju se toksične pare amonijaka i dušikovi oksidi. U dodiru s kožom i sluznicama uzrokuje kaustična oštećenja. Može biti uzrokom trajnih funkcionalnih poremećaja disanja. Stupanj oštećenja ovisan je o koncentraciji i duljini izloženosti, od blagog eritema do teških i dubokih opekline. Može uzrokovati ozbiljne opekline oka s trajnim ozljedama što uključuje sljepoću ovisno o koncentraciji i vremenu dodira s očima. Amonijev hidroksid je umjetni regulator kiselosti i kao takav smatra se bezopasnim. Dopuštena mu je upotreba u proizvodima od kakaa i čokolade te oni smiju sadržavati najviše 7% ovog aditiva. Upotrebljava se najčešće u proizvodnji lužnatog peciva, snack proizvoda, prženih plodova i sjemenki, bezalkoholnih osvježavajućih napitaka [7].



Slika 8. Amonijev hidroksid [13]

#### 4. DJELOVANJE KEMIJSKIH ŠTETNOSTI NA ČOVJEKA

Pri proizvodnji i preradi raznovrsnih tvari radnik dolazi u dodir s različitim opasnim tvarima bilo da se radi o sirovinama, poluproizvodima ili gotovim proizvodima. Za zdravlje štetne tvari su tvari ili smjese tvari koje su u stanju štetno djelovati na zdravlje radnika. Postoje akutno i kronično izlaganje nekoj kemikaliji kao što su kiseline ili lužine. Pod akutnom izloženošću se smatra svaka izloženost štetnoj tvari kroz jedan dan ili kraće vrijeme, a pod kroničnom podrazumijevamo izloženost dulje od 3 mjeseca. Zapravo se akutnom izloženošću smatra jednokratni unos kemikalije u organizam, a kronična izloženost je svaki slučaj izlaganja unosu kemikalije kroz dulji period npr. na radnom mjestu, u okolišu, zbog uzimanja nekog sredstva uživanja.

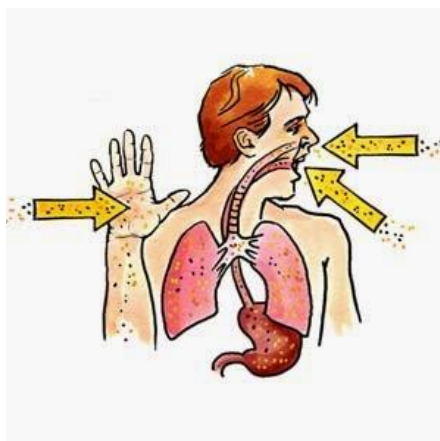
Doze su nam važne samo u slučajevima kada se uz njih javljaju štetni učinci pa tada govorimo o akutnom i kroničnom otrovanju nekom tvari. Kod akutnih otrovanja učinci se javljaju brzo nakon unosa jedne doze kemikalije primijenjene u kratkom vremenu, a kod kronične izloženosti štetne učinke opažamo tek nakon dugotrajnog unosa kemikalije. Za razliku od akutnog trovanja, do kroničnog trovanja dolazi kada duže vrijeme u organizam ulazi postupno manja količina otrovne tvari, što je znatno češći slučaj u industriji. Uz pojmove izloženosti treba još objasniti i što je učestalost izlaganja kemikaliji.

Učestalost ili frekvencija izloženosti kemikaliji povezuje se s dugotrajnim (kroničnim) unosom kemikalije u više navrata tj. kada tijekom vremena izloženosti postoje periodi unosa kemikalija u organizam prekidani periodima izostanka izloženosti kad se napusti radno mjesto. Tipičan primjer je izloženost na radnom mjestu kada je radnik izložen unosu kemikalije kroz vrijeme provedeno na radu, a sve ostalo vrijeme dok nije na radnom mjestu izloženost ulaska u organizam izostaje. Međutim izloženost ulasku kemikalije u organizam nije isto što i izloženost djelovanju kemikalije koja je ušla u organizam i krvotokom se raspodijelila kroz njega. Takva izloženost ovisi o duljini zadržavanja kemikalije u organizmu odnosno o njezinoj toksikokinetici. Kemikalija se u krvotoku ili u nekom skladišnom prostoru kao na primjer naše masno tkivo, kosti, koštana srž može zadržavati jako dugo i štetno djelovati [14].

## 4.1. NAČINI ULASKA ŠTETNIH TVARI U ORGANIZAM

Prilikom obavljanja određenih poslova u različitim djelatnostima i granama industrije upotrebljavaju se različita sredstva za čišćenje, otapala, kiseline, lužine te opasne kemikalije. Opasne kemikalije predstavljaju kemijske štetnosti kojima je izložen organizam. U kemijske štetnosti spadaju i kiseline i lužine te one mogu dovesti do oštećenja zdravlja osoba koje dolaze s njima u dodir. Različite kiseline i lužine pojavljuju se u obliku tekućine, prašine, dimova, plinova, magla, para i vlakna. Kiseline i lužine ulaze u organizam na sljedeće načine:

- Inhalacijom (udisanjem)
- Apsorpcijom (preko kože ili očiju)
- Ingestijom (gutanjem) (Slika 9.) [15].



Slika 9. Načini ulaska kiselina i lužina u organizam [16]

### 4.1.1. Apsorpcija preko dišnih organa - inhalacija (udisanje)

Većina kemijskih tvari u koje ubrajamo kiseline i lužine mogu biti raspršene u zraku u obliku prašine, maglice, dimova, para ili plina te na taj način mogu ući u organizam udisanjem. Prašine su sve čestice od 10 mikrona koje nastaju mehaničkim usitnjavanjem (drobljenjem, mljevenjem, struganjem, brušenjem). Veličina čestica kod prašine je veća nego kod dimova, a opasnost za zdravlje je veća što su čestice sitnije jer se duže zadržavaju u zraku i lakše ulaze u dišni sustav. Maglice su čestice od 0.1 do 10 mikrona koje čine raspršene čestice tekućina ili čestice tekućina nastale kondenzacijom pare u zraku. Pri galvanizaciji nastaju magle kiselina i lužina nastale kondenzacijom, a prilikom



lakiranja nastaju magle raspršivanjem boja i lakova. Dimovi su čestice manje od 0.1 mikrona koje nastaju izgaranjem u zraku što dovodi do stvaranja aerosola ili kondenzacijom para. Pare su plinoviti oblik tvari koje su na običnoj temperaturi i tlaku u tekućem ili krutom stanju. Najveći dio štetnih tvari djeluje u obliku para kao kod industrijskih otapala i razrjeđivača [15].

#### **4.1.2. Apsorpcija preko kože**

Kiseline i lužine dolaze u dodir s kožom te preko pora na koži, žlijezda, uz korijen dlake ili rana ulaze u unutarnji dio kože. Brzina i opseg apsorpcije ovisi o vremenu izloženosti kiselinu ili lužini i površini kože koja je bila izložena. Uslijed mehaničkog djelovanja oštećena koža brže propušta tvari te se povećava apsorpcija i njezin opseg. Kiseline i lužine ne apsorbiraju se jednako lako i u jednako visokom iznosu na svim dijelovima kože jer se koža na raznim dijelovima tijela razlikuje prema kvaliteti, prokrvljenosti i debljini. Najučinkovitije se apsorpcija odvija na koži prepona ili ispod pazuha, prilično dobro na tjemenu, licu ili trbuhu, a vrlo loše na dlanovima ili stopalima. Brojne kiseline i lužine olakšavaju apsorpciju uništavanjem kožne barijere [15].

#### **4.1.3. Apsorpcija preko probavnog sustava - ingestija (gutanje)**

Probavni sustav sastoji se od usta, ždrijela, jednjaka, želuca te crijeva. Usta su značajno mjesto apsorpcije ukoliko se kiselina ili lužina u ustima stalno zadržava ili ako je sluznica značajnije oštećena. Oštećenje sluznice omogućava izravni kontakt tvari sa kapilarama usne šupljine. Do apsorpcije u jednjaku može doći samo ako se radi o jakim kiselinama ili lužinama koje oštećuju sluznicu. Želudac zbog male površine sluznice nije prikladno mjesto za apsorpciju. Iz neoštećenog želuca mogu se apsorbirati samo lipofilne tvari ako su otopljenje u probavnim sokovima i ako su u želudac došle kao tekućine. Jake kiseline i lužine razaraju izravno izazivajući perforacije u jednjaku i želucu. Crijeva su glavno mjesto apsorpcije jer je njihova površina izrazito velika. Dobro su prokrvljena te imaju dovoljno tekućine i tvari koje poboljšavaju apsorpciju [15].

## 4.2. OZLJEDE PROUZROČENE KISELINAMA I LUŽINAMA

Najčešće ozljede za vrijeme proizvodnje, rukovanja, transporta, skladištenja ili korištenja kiselina i lužina su ozljede kože, a najopasnije su ozljede očiju. Pri radu s otopinama kiselina i lužina obavezna je upotreba zaštitnih naočala i rukavica.

Nezgode s kiselinama i lužinama mogu se izbjeći ako se radu pristupa s dovoljno pažnje i ozbiljnosti. Takve nezgode su opekline i trovanja kiselinama ili lužinama.

Na temelju iskustva i poznavanja svojstva kiselina i lužina radnik ili osoba koja radi s njima tijekom vremena sam uočava dozvoljene i nedozvoljene postupke. Ipak dok još ne stekne dovoljno iskustva, nužno je pridržavati se nekih pravila koja uvijek vrijede. Pri svakoj vrsti rada moguće su nezgode pa tako i u radu s kiselinama i lužinama. Najčešći uzrok nezgoda jest nepoznavanje kemijskih svojstava tvari, pomanjkanje radnih navika i nepažnja. Česte nezgode su polijevanje ili prskanje kiselinama, lužinama i drugim reagensima. Zbog takvih nezgoda potrebno je znati pružiti prvu pomoć unesrećenoj osobi.

Kod ozljede očiju bez obzira je li u oko dospjela kiselina ili lužina treba ga odmah isprati mlazom mlake ili hladne vode. Ispiranje neka traje oko 5 minuta, radi se na način da se gumeno crijevo na najbližoj slavini okrene prema gore i ispire. Pri tome kapak treba biti otvoren. Ispiranje očiju treba odmah poduzeti jer je kasnije beskorisno. Kiseline i lužine trajno oštećuju osjetljivo tkivo očiju (Slika 10).

U slučaju ozljede kože sumpornom kiselinom treba odmah obrisati suhom krpom, a zatim kožu isprati mlazom hladne vode i neutralizirati zasićenom otopinom natrijeva hidrogenkarbonata. Pri razrjeđivanju i neutralizaciji sumporne kiseline razvija se velika količina topline što može izazvati opekline. Zbog toga kožu najprije treba obrisati suhom krpom, a tek onda isprati mlazom hladne vode.

Jake lužine brzo nagrízaju površinski sloj kože pa ih treba odmah ukloniti ispiranjem mlazom hladne vode. Ostatke lužine treba neutralizirati 2%-tnom otopinom octene kiseline ili 3%-tnom otopinom borne kiseline.

Ako su opekline manjeg intenziteta i kada smatramo da nije potrebna liječnička pomoć dobro je opečeno mjesto dugotrajno hladiti tekućom vodom. Ako je opečeno mjesto veće

površine i ako je došlo do stvaranja plikova, otvorenih rana ili lijepljenja odjeće na opečene površine potrebno je hitno zatražiti liječničku pomoć (Slika 11). Kod mogućnosti slučajnog trovanja kiselinama i lužinama i ako je unesrećena osoba progutala kiselinu ili lužinu potrebno je popiti puno vode, ne izazivati povraćanje, tražiti liječničku pomoć i ustanoviti o kojoj je tekućini riječ.

Ako je unesrećena osoba udisala otrovne pare kiselina ili lužina potrebno je osobu hitno prenijeti iz zatrovanog prostora na zrak, raskopčati dijelove odjeće koji sprječavaju disanje ili otežavaju cirkulaciju krvi, ako je osoba onesviještena tada ju staviti u bočni položaj da ne dođe do gušenja, pozvati liječnika, te ako je potrebno primijeniti umjetno disanje i masažu srca te utvrditi uzroke trovanja [14].



Slika 10. Ozljeda oka [17]



Slika 11. Ozljeda kože uzrokovana kemijskom opeklinom [18]

#### 4.2.1. OPASNOSTI RADA S KONCENTRIRANIM KISELINAMA I LUŽINAMA

Kiseline i lužine u koncentriranom stanju su jako opasne za ljudsko zdravlje. Koncentrirane kiseline i lužine na koži čovjeka ostavljaju tragove slične opeklinama pa ih zovemo “kemijskim opeklinama” (Slika 12). U koncentriranom stanju uzrokuju duboke i jake opekline koje se sporo i dugo liječe. Kod dužeg rada sa slabijim koncentracijama kiselina i lužina koža postaje suha i raspucana te dolazi do upale. Kiseline nisu zapaljive osim dušične kiseline, ali se opasnost od požara i eksplozije ne smije u potpunosti zanemariti. Kiseline nagrizaju razne metale pri čemu se razvija vodik koji je vrlo zapaljiv i eksplozivan plin. Ako se razvije veća količina vodika i ako se u blizini nalazi bilo kakav izvor paljenja može nastati požar i eksplozija. Česti slučaj nastanka požara i eksplozija je kod metalnih posuda s kiselinom koje se nisu duže vrijeme otvarale pa se unutar posude stvorila velika količina vodika. Sumporna i dušična kiselina snažno reagiraju s organskim tvarima kao što su pamuk, papir i piljevina pri čemu se razvija velika količina topline. Nastala toplina može uzrokovati zapaljenje lakogorivih tvari [15].



Slika 12. Kemijske opekline [19]

## 5. MJERE ZAŠTITE PRI RADU S KISELINAMA I LUŽINAMA

### 5.1.PIKTOGRAMI OPASNOSTI

Kod upotrebljavanja kiselina i lužina izloženi smo mnogim opasnostima pa su se u tu svrhu razvili piktogrami opasnosti koji nam pobliže objašnjavaju koje opasnosti prijete s različitim kiselinama i lužinama. Piktogram opasnosti je grafički prikaz koji sadrži simbol i druge grafičke elemente, kao što su obrubljenje, uzorak podloge i boja, čija je svrha prenijeti određene informacije o opasnosti. Piktogrami opasnosti trebaju ukazati na sigurnosni problem, na učestalost ili težinu posljedica. Format, sadržaj i način izvedbe predstavljaju važne attribute prilikom njihovog oblikovanja. Piktogrami opasnosti pri upotrebi opasnih tvari i smjesa prikazani su u obliku dijamanta s crvenim obrubom. Unutar crvenog obruba je bijela pozadina s crnim znakom. Piktogrami opasnosti se dijele na dvije skupine: fizikalne opasnosti i opasnosti za zdravlje (Slika 13).



Slika 13. Piktogrami opasnosti [20]

U fizikalne opasnosti ubrajamo eksplozivne, zapaljive, oksidirajuće tvari, plinove pod tlakom te nagrizajuće za metale. U opasnosti za zdravlje ubrajamo akutnu toksičnost, nagrizajuće za kožu, nadražujuće, opasnost od aspiracije, kancerogenost, mutagenost, reproduktivna toksičnost te opasnost za vodeni okoliš [15].

Za sumpornu kiselinu postoji piktogram opasnosti koji označava na opasnost nadraživanja te izazivanje teških opekлина kože i oštećenja oka, primjer takvog piktograma dan je na slici 14.



Slika 14. Piktogram opasnosti sumporne kiseline [21]

## 5.2. SIGURNOSNO-TEHNIČKI LIST (STL)

Sigurnosno-tehnički list (STL) općenito je dobro prihvaćen i učinkovit način dostavljanja informacija o kemijskim tvarima i smjesama naručiocima tih tvari. STL osigurava iscrpne podatke o tvari ili smjesi koja se koristi na radnom mjestu. STL osigurava poslodavcima i radnicima uvid u podatke o kemijskoj opasnosti, uključujući opasnost za okoliš i mjere predostrožnosti. Podaci iz STL-a omogućuju poslodavcu osmišljavanje aktivne zaštite radnika, zajedno s treninzima koji su karakteristični za svako pojedino radno mjesto te da razmotri sve potrebne mjere za zaštitu okoliša. STL sadrži podatke i za ostale sudionike u lancu opskrbe. Tako određene informacije mogu biti upućene onima koji su vezani uz prijevoz opasnih kemikalija uz promptni odgovor u slučaju nesreće, uz profesionalnu uporabu pesticida i uz krajnje korisnike. STL je načinjen kao integrirani dio sustava Uredbe REACH. Informacije u STL-u moraju biti jasne i koncizne. STL izrađuje stručna osoba koja mora uzeti u obzir specifične potrebe i znanja korisnika u mjeri u kojoj su ona poznata. Proizvođač, uvoznik ili daljnji korisnik odnosno pravna ili fizička osoba koja neku kemikaliju stavlja na tržište sukladno Zakonu o kemikalijama šalje u Službu za toksikologiju HZJZ ispravno ispunjeni STL. Nakon pregleda Služba za toksikologiju preuzima STL koji je ispravan ili ima male greške o kojima obavješćuje pošiljatelja dokumenta. Ispravan STL ulazi u registar kemikalija i podaci iz njega su na raspolaganju potencijalnim korisnicima. Ako STL nije ispravno izrađen stručnjaci Službe daju prijedloge kako ispraviti netočne navode i vraćaju STL pošiljatelju na popravak. Ako

pošiljatelj prihvati njihove prijedloge STL se zaprima u registar, u suprotnom se odbija prihvaćanje STL-a o čemu se izvješćuje Ministarstvo zdravlja i nadležna sanitarna inspekcija [22].

Sigurnosno-tehnički list sadrži 16 odjeljaka. Prvi odjeljak odnosi se na identifikaciju tvari ili smjese i podaci o tvrtki ili poduzeću. Drugi odjeljak odnosi se na identifikaciju opasnosti. Treći odjeljak odnosi se na sastav ili informacije o sastojcima. Četvrti odjeljak odnosi se na mjere prve pomoći. Peti odjeljak odnosi se na mjere za suzbijanje požara. Šesti odjeljak odnosi se na mjere kod slučajnog ispuštanja. Sedmi odjeljak odnosi se na rukovanje ili skladištenje. Osmi odjeljak odnosi se na nadzor nad izloženošću i osobna zaštita. Deveti odjeljak se odnosi na fizikalna i kemijska svojstva. Deseti odjeljak se odnosi na stabilnost i reaktivnost. Jedanaesti odjeljak se odnosi na toksikološke informacije. Dvanaesti odjeljak se odnosi na ekološke informacije. Trinaesti odjeljak odnosi se na zbrinjavanje. Četrnaesti odjeljak se odnosi na informacije o prijevozu. Petnaesti odjeljak odnosi se na informacije o propisima. Dok se šesnaesti odjeljak odnosi ostale informacije. Na slici 15. dan je primjer sigurnosno-tehničkog lista za sumpornu kiselinu.

## Sigurnosno tehnički list

sukladno Uredbi (EZ) br. 1907/2006 (REACH)



Sumporna kiselina 62 %, ROTIPURAN® p.a., za određivanje masti u siru (d 1,52) prema van Guliku

broj proizvoda: CN89

### 1.5 Uvoznik

Koncept media d.o.o.  
Ante Mike Tripala 1, 3rd floor  
10090 Zagreb  
Hrvatska

Telefon: +385 1 6547954

Telefaks: -

Elektronička pošta: koncept@konceptmedia.hr

Internetska stranica: www.konceptmedia.hr

## ODJELJAK 2.: Identifikacija opasnosti

### 2.1 Razvrstavanje tvari ili smjese

Razvrstavanje prema Uredbi (EZ) br. 1272/2008 (CLP)

Odjeljak	Razred opasnosti	Kategorija	Razred i kategorija opasnosti	Oznaka upozorenja
2.15	Tvar ili smjesa nagrizajuća za metale	1	Nagriz. metal 1	H290
3.2	Nagrizujuće/nadražujuće za kožu	1A	Nagriz. koža 1A	H314
3.3	Teška ozljeda oka/nadražujuće za oko	1	Ozlj. oka 1	H318

Za puni tekst i skraćenice: vidjeti ODJELJAK 16.

**Najvažniji štetni fizikalno-kemijski učinci i učinci na zdravlje ljudi i okoliš**

Nagrizanje kože izaziva trajno oštećenje kože tj. vidljivu nekrozu koja zahvaća epidermis i prodire u dermis.

### 2.2 Elementi označivanja

Označavanje sukladno Uredbi (EZ) br. 1272/2008 (CLP)

Oznaka opasnosti Opasnost

Piktogrami

GHS05



Oznake upozorenja

H290 Može nagrizati metale

H314 Uzrokuje teške opekline kože i ozljede oka

Oznake oba vijesti

Oznake oba vijesti - sprečavanje

P280 Nositi zaštitne rukavice/zaštitno odijelo/zaštitu za oči/zaštitu za lice

Slika 15. Primjer STL-a za sumpornu kiselinu [23]



### 5.3. UPUTE I OBAVIJESTI PRI RADU S KISELINAMA I LUŽINAMA

Na radnom mjestu gdje se rukuje kiselinama i lužinama trebaju biti istaknute upute i obavijesti:

- Vidno istaknuti piktogrami opasnosti koji pokazuju opasna svojstva kemikalije
- Vidno istaknute kratke upute o sredstvima zaštite koja se moraju koristiti
- Vidno istaknute kratke upute o postupcima u slučaju izlaganja kemikaliji
- Vidno istaknuta kratka i jasna uputa o postupcima smanjivanja opsega nesreće s kemikalijama kada do nje dođe
- Vidno istaknuta kratka i jasna uputa o načinu izvješćivanja odgovornih osoba i državnih tijela, odnosno službi ako dođe do nesreće
- Plan djelovanja u slučaju nesreće nadohvat ruku radniku
- Uz kutiju prve pomoći popis protuotrova, lijekova i drugih sredstava koje treba primijeniti na otrovanoj/ozlijeđenoj osobi
- Sredstvo bežične komunikacije na dohvat ruke radnika kod terenskih uvjeta, odnosno prijevoza kemikalija [14]

U pravnoj ili fizičkoj osobi gdje se rukuje kemikalijama redovito i/ili povremeno treba:

- Stalno nadzirati radnika koriste li sva predviđena sredstva zaštite na propisan način
- Provjeravati učinkovitost sredstava zaštite u propisanim vremenskim razmacima
- Voditi skrb o tome da se sredstva zaštite redovito održavaju i čiste
- Provjeravati redovito sredstva i uređaje za obavljanje dekontaminacije
- Redovito pregledavati kutiju/ormarić sa sredstvima za pružanje prve pomoći
- Redovito nadzirati i provjeravati tehničku sigurnost sredstva i strojeva u procesu gdje se koristi proizvod, prevozi ili zbrinjava kemikalija
- Redovito nadzirati i provjeravati poštivanje pisanog postupka rada s kemikalijom
- Odlaziti osobno na dodatnu edukaciju o kemikalijama predviđenu zakonom
- Redovito slati radnike na zdravstvene preglede i strogo poštivati upute liječnika o ograničenjima u skladu s kemikalijama za pojedine radnike
- Uvježbavati radnike u predviđenim vremenskim razmacima u postupcima za slučaj nesreće s kemikalijama te provjeravati njihovu osposobljenost

- Voditi redovito očevidnike o kemikalijama i slati podatke u predviđenim vremenskim rokovima u Hrvatski zavod za javno zdravstvo
- Dostavljati u Hrvatski zavod za javno zdravstvo sve podatke o opaženim štetnim učincima kemikalija [14].

#### **5.4. PLAN INTERVENCIJE U SLUČAJU NESREĆE S KISELINAMA I LUŽINAMA**

Plan intervencije za slučaj nesreće s kiselinama i lužinama treba sadržavati:

- Procjenu rizika i poduzimanje tehnoloških mjera za sprječavanje nesreća
- Način i redoslijed obavješćivanja sustava civilne zaštite, odgovornih osoba u pravnoj ili fizičkoj osobi, odnosno tijela zaduženih za intervenciju kod nesreće te popis podataka o nesreći koji im valja dostaviti
- Način zaštite radnika koji su se našli na mjestu nesreće i popis sredstava zaštite
- Upute o načinu lokalizacije nesreće ili barem usporavanja i ublažavanja mogućih posljedica
- Popis opreme i sredstava koje treba primijeniti
- Način isključivanja svih rizičnih čimbenika sa strane koji bi mogli utjecati na povećanje opsega nesreće
- Način pružanja prve pomoći ozlijeđenima te način njihove evakuacije na sigurno mjesto
- Način i mjesto obavljanja dekontaminacije
- Popis svega što treba poslati u bolnicu zajedno s otrovanom osobom
- Način eventualnog obavješćivanja o nesreći i njenim mogućim štetnim posljedicama te upute o ponašanju koje treba prenijeti radnicima
- Način hitne i privremene imobilizacije kemikalije te jasno označivanje dijelova okoliša koje je potrebno zaštititi [14].

## 5.5. SKLADIŠTENJE I RUKOVANJE KISELINAMA I LUŽINAMA

Kiseline i lužine vrlo su opasne pa je stoga potrebno posebno skladištenje. Posude u kojima se nalaze kiseline i lužine moraju biti neoštećene i cijele. Na svakoj posudi mora se nalaziti naljepnica s nazivom kiseline i lužine te njena kemijska formula i oznaka koncentracije (Slika 16.). Ako posude u kojoj se nalaze kiseline i lužine propuštaju, moraju se pažljivo skloniti na čisto i sigurno mjesto te se njezin sadržaj prelići u novu posudu. Pri tome se trebaju upotrebljavati osobna zaštitna sredstva kao što su zaštitne rukavice, zaštitne naočale i zaštitna maska za lice (Slika 17.).

Ako na posudi nema naljepnice pa se ne zna koja se kiselina ili lužina nalazi unutra tada se preporuča da se ne upotrebljava njezin sadržaj zbog sigurnosti. Posude se nikad ne pune do vrha nego se uvijek ostavlja prazni prostor otprilike 1/10 posude. Kod prelijevanja kiseline i lužine iz jedne posude u drugu treba postupati oprezno. Kiseline i lužine mogu prskati i doći u dodir s kožom i očima pa se zbog toga preporučuje upotrebljavanje ručne pumpe ili specijalne zaštitne teglice napravljene za kiseline i lužine. Kiseline i lužine se u manjim količinama nalaze u staklenoj ambalaži pa je prenošenje rukama vrlo riskantno jer može doći do ispadanja ili klizanja ambalaže i do prolijevanja tekućine. Za transportiranje kiselina i lužina do radnih mjesta koriste se za to predviđena kolica.

Kiseline i lužine se moraju skladištiti u prostorijama koje trebaju biti prozirne i imati dobru ventilaciju. Prostorije moraju biti izgrađene tako da uslijed razlijevanja ili rasipanja kiselina ili lužine neće dospjeti u okoliš ili kanalizaciju. Moraju postojati prihvatni bazeni (tankvane) ili se mora postavljanjem pragova na vratima zadržati kiselinu ili lužinu u prostoru gdje se s njom radi ili je se skladišti. Pod u tim prostorijama mora biti izrađen od materijala koji ne upija kiseline i lužine. Mora biti takav da se kiseline i lužine u slučaju prolijevanja mogu pokupiti i pod očistiti. Podovi i zidovi moraju biti obloženi inertnim materijalima poput keramike ili premazani sredstvima koja će spriječiti reakciju podloge (npr. od betona ili asfalta) s kemikalijama poput kiselina, lužina, oksidansa ili organskih otapala. Posude u kojima se nalaze kiseline i lužine moraju se slagati tako da se ne mogu oštetiti i proliti. Visina police na koje se slažu posude s kiselinama i lužinama ne smiju biti više od 1,5 m od poda i slažu se u okomitom položaju. Ne smiju se slagati polegnute

нити jedne na druge. PUNE posude se na policama moraju držati odvojeno od praznih posuda. Neke kemikalije moraju se držati u posebnim prostorima poput vrlo otrovnih, eksplozivnih, oksidativnih, ukapljenih opasnih plinova [15].

U praznim posudama ne smiju se držati nikakve druge tekućine osim kiselina i lužina. Nikada ne stavljati lužinu u posudi u kojoj je bila kiselina ili obrnuto ako posuda prethodno nije dobro oprana. Nikada ne koristiti boce s oznakom pića (mineralna voda, sokovi, vino, piva) za pohranjivanje kiselina ili lužina jer ih netko može popiti. Kiseline i lužine koje su prolivene ili prosute po podu ili radnim stolovima predstavljaju veliku opasnost jer mogu doći u dodir s radnicima zato ih je potrebno ukloniti. U slučaju prolijevanja kiseline ili lužine potrebno je odmah očistiti proliveno mjesto. Ako je prolivena mala količina kiseline treba očistiti mjesto tako da se ispere mlazom vode koja otječe u kanal. Ako je prolivena veća količina kiseline tada se pokrije suhim pijeskom, pepelom ili šljunkom te pokupi i odnese na sigurno mjesto dalje od radnih mjesta i pogona. Mjesto gdje je bila kiselina isprati vodom i neutralizirati sodom ili vapnom.

Posude s kiselinom treba otvarati pažljivo jer unutar posude može postojati veći tlak i ako se naglo otvori kiselina može prsnuti u lice ili po rukama radnika. Pri otvaranju posude okrenuti lice od otvora, polako okrenuti čep jedanput i pričekati da se tlakovi izjednače i onda do kraja otvoriti. Pri tome potrebno je zaštititi se zaštitnim rukavicama, zaštitnim naočalama i gumenom pregačom. Za otvaranje bačvi s kiselinama koristiti odgovarajući ključ za čepove. Posebnu pozornost potrebno je obratiti prilikom razrjeđivanja kiselina vodom. Kod razrjeđivanja kiselina s vodom razvija se velika količina topline. Reakcija je burna i kiselina može prsnuti iz posude. Kod miješanja kiseline s vodom uvijek se kiselina polako uz miješanje ulijeva u vodu, a nikako obrnuto (Slika 18.). U blizini svakog mjesta gdje se radi s kiselinama i lužinama mora postojati tekuća voda. Voda je najučinkovitije sredstvo za ublažavanje posljedica nastalih pri dodiru s kiselinama i lužinama. [24]

Ambalaža koja sadrži opasne tvari ili smjese mora udovoljavati sljedećim zahtjevima:

- Ambalaža mora biti takvoga oblika i izvedbe koji onemogućuje oslobađanje sadržaja, osim u slučajevima kad je propisana jedna ili više posebnih sigurnosnih naprava
- Materijali od kojih je izrađena ambalaža i zatvarači ne smiju biti podložni oštećenjima u dodiru sa sadržajem niti sklони reakcijama sa sadržajem u kojima nastaju opasni spojevi
- Ambalaža i zatvarači moraju biti čvrsti i postojani čitavom površinom kako ne bi propustili i kako bi sigurno podnijeli uobičajena opterećenja i naprezanja kojima se izlažu prilikom rukovanja
- Ambalaža opremljena zatvaračima koji se mogu višekratno zatvarati mora biti izvedena na način da se ambalaža može opetovano otvarati i zatvarati, a da se pritom ne oslobodi sadržaj [24].



Slika 16. Pravilan način označavanja kiselina [25]



Slika 17. Zaštitne rukavice, zaštitne naočale i zaštitna maska [26]



Slika 18. Način miješanja kiseline s vodom [27]

## 6. PRAVILA ZAŠTITE NA RADU I OPĆA NAČELA PREVENCIJE

Zaštita na radu kao organizirano djelovanje obuhvaća sustav pravila, a osobito:

- Pravila pri projektiranju i izradi sredstva rada
- Pravila pri uporabi, održavanju, pregledu i ispitivanju sredstava rada
- Pravila koja se odnose na radnike te prilagodbu procesa rada njihovom spolu, dobi, fizičkim, tjelesnim i psihičkim sposobnostima
- Načine i postupke osposobljavanja i obavješćivanje radnika i poslodavca sa svrhom postizanja odgovarajuće razine zaštite na radu
- Način i postupke suradnje poslodavca. Radnika i njihovih predstavnika i udruga te državnih ustanova i tijela nadležnih za zaštitu na radu
- Zabranu stavljanja radnika u nepovoljniji položaj zbog aktivnosti poduzetih radi zaštite na radu
- Ostale mjere za sprječavanje rizika na radu, sa svrhom uklanjanja čimbenika rizika i njihovih štetnih posljedica [28].

### 6.1. Opća načela prevencije

Poslodavac je obvezan provoditi zaštitu na radu temelju sljedećih općih načela prevencije:

- Izbjegavanje rizika
- Procjenjivanje rizika
- Sprječavanja rizika na njihovom izvoru
- Prilagođavanja rada radnicima u vezi s obilovanjem mjesta rada, izborom radne opreme te načinom rada i radnim postupcima radi ublažavanja jednoličnog rada, rada s nametnutim ritmom, rada po učinku u određenom vremenu te ostalih napora s ciljem smanjenja njihovog štetnog učinka na zdravlje
- Prilagođavanja tehničkom napretku
- Zamjene opasnog neopasnim ili manje opasnim
- Razvoja dosljedne sveobuhvatne politike prevencije povezivanja tehnologije, organizacije rada, uvjeta rada, ljudskih odnosa i utjecaja radnog okoliša
- Davanja prednosti skupnim mjerama zaštite pred pojedinačnim
- Odgovarajuće osposobljavanje i obavješćivanje radnika

- Besplatnosti prevencije, odnosno mjera zaštite na radu za radnike [28].

## 6.2. Osnovna pravila zaštite na radu

Osnovna pravila zaštite na radu sadrže zahtjeve kojima mora udovoljavati sredstvo rada koje je u uporabi, a osobito:

- Zaštitu od mehaničkih opasnosti
- Zaštitu od udara električne struje
- Sprječavanje nastanka požara i eksplozije
- Osiguranje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine
- Osiguranje potrebne radne površine i radnog prostora
- Osiguranje potrebnih putova za prolaz, prijevoz i evakuaciju radnika i drugih osoba
- Osiguranje čistoće
- Osiguranje propisane temperature i vlažnosti zraka i ograničenja brzine strujanja zraka
- Osiguranje propisane rasvjete
- Zaštitu od buke i vibracija
- Zaštitu od štetnih atmosferskih i klimatskih utjecaja
- Zaštitu od fizikalnih, kemijskih i bioloških štetnih djelovanja
- Zaštitu od prekomjernih napora
- Zaštitu od elektromagnetskog i ostalog zračenja
- Osiguranje prostorija i uređaja za osobnu higijenu.

Osnovna pravila zaštite na radu imaju prednosti u primjeni u odnosu na posebna pravila zaštite na radu [28]



### **6.3. Posebna pravila zaštite na radu**

Ako se rizici za sigurnost i zdravlje radnika ne mogu ukloniti ili se mogu samo djelomično ukloniti primjenom osnovnih pravila zaštite na radu, dodatno se primjenjuju posebna pravila zaštite na radu koja se odnose na radnika, način obavljanja poslova i radne postupke.

Posebna pravila zaštite na radu sadrže zahtjeve glede dobi, spola, završenog stručnog obrazovanja i drugih oblika osposobljavanja i usavršavanja za rad, zdravstvenog stanja, tjelesnog stanja, psihofizioloških i psihičkih sposobnosti, kojima radnici moraju udovoljavati pri obavljanju poslova s posebnim uvjetima rada.

Posebna pravila zaštite na radu sadrže i prava i obveze u vezi s:

- Organizacijom radnog vremena i korištenjem odmora
- Načinom korištenja odgovarajuće osobne zaštitne opreme
- Posebnim postupcima pri uporabi, odnosno izloženosti fizikalnim štetnostima, opasnim kemikalijama, odnosno biološkim štetnostima
- Postavljanjem sigurnosnih znakova kojima se daje informacija ili uputa
- Uputama o radnim postupcima i načinu obavljanja poslova, posebno glede trajanja posla, obavljanja jednoličnog rada i rada po učinku u određenom vremenu te izloženosti radnika drugim naporima na radu i u vezi s radom
- Postupcima s ozlijeđenim ili oboljelim radnikom do pružanja hitne medicinske pomoći, odnosno do prijma u zdravstvenu ustanovu.

### **6.4. Priznata pravila zaštite na radu**

Ako u pravnom poretku Republike Hrvatske nisu na snazi pravna pravila zaštite na radu koja bi poslodavac trebao primijeniti radi sigurnosti i zaštite zdravlja radnika, primjenjivat će priznata pravila zaštite na radu koja podrazumijevaju norme, pravila struke ili u praksi provjerene načine, pomoću kojih se otklanjaju ili smanjuju rizici na radu i kojima se sprječava nastanak ozljede na radu, profesionalnih bolesti, bolesti u vezi s radom te ostalih štetnih posljedica za radnike [28].

## 7. ZAKLJUČAK

Kiseline i lužine spadaju u skupinu nagrizajućih tvari. Imaju primjenu u gotovo svim granama industrije, laboratorijima kao i kućanstvima. Industrije koje koriste veće količine različitih kiselina, a ponajviše sumporne, solne i dušične kiseline uključuju rudarstvo, obradu metala, kemijsku i petrokemijsku industriju, kontrolu onečišćenja i građevinarstvo.

Lužine imaju brojne primjene u poljoprivrednoj proizvodnji, obradi vode, laboratorijskom ispitivanju, analizi, ali i kućanstvima. Upotrebljavaju za čišćenje i ispiranje, a najviše se upotrebljava natrijeva i kalijeva lužina, kao i amonijev hidroksid. Akutno su otrovne kad su u koncentriranom obliku. Opasnost po zdravlje varira od nagrizajućeg do iritirajućeg djelovanja zavisno o vrsti i koncentraciji tvari.

Najčešće ozljede za vrijeme proizvodnje, rukovanja, transporta, skladištenja ili korištenja kiselina i lužina su ozljede kože, a najopasnije su ozljede očiju.

Kod mogućnosti slučajnog trovanja kiselinama i lužinama i ako je unesrećena osoba progutala kiselinu ili lužinu potrebno je popiti puno vode, ne izazivati povraćanje, tražiti liječničku pomoć i ustanoviti o kojoj je tekućini riječ.

Kod ozljede očiju bez obzira je li u oko dospjela kiselina ili lužina treba ga odmah isprati mlazom mlake ili hladne vode.

Pri radu s otopinama kiselina i lužina obavezna je upotreba zaštitnih naočala i rukavica, odnosno trebaju se primijeniti osnovna i posebna pravila zaštite na radu. Obveza poslodavca je osiguranje osobne zaštitne opreme koja se koristi prilikom rukovanja opasnim tvarima. Poštovanje i provođenje zakona najbitnija je stavka u osiguranju radnika i samog poslodavca.

## 8. LITERATURA

- [1] Poplašen, D.: Rad s kiselinama i lužinama, Sigurnost (2016), 58 (3) , 271 – 272.
- [2] Bulić M.:Kemija u 24 lekcije, Priručnik za pripremu državne mature, Zagreb, (2016.), ISBN 978-953-197-289-5.
- [3] Hr.wikipedia.org: “pH”, <https://hr.wikipedia.org/wiki/PH>, pristupljeno: 18.5.2024.
- [4] Botanika.hr: “Što je pH i kako utječe na rast biljaka”, <https://www.botanika.hr/botanopedija/sto-je-ph-i-kako-utjece-na-rast-biljaka>, pristupljeno 18.5.2024
- [5] E-oprema.rs: “Digitalni pH metar”, <https://www.e-oprema.rs/proizvod/digitalni-ph-metar/>, pristupljeno 18.5.2024
- [6] Sikirica M., Korpar-Čolig B.: Praktikum iz opće kemije, Školska knjiga, Zagreb, (2003.), ISBN: 953-0-30916-3
- [7] Turk R., Lovrić Z., Bošan-Kilibarda I.: Smjernice za postupanje izvanbolničke i bolničke hitne medicinske službe u slučaju nesreća s kemikalijama, Hrvatski zavod za hitnu medicinu, Zagreb, (2018.)
- [8] Konzum.hr: “Solna kiselina”, <https://www.konzum.hr/web/products/solna-kiselina-1-1>, pristupljeno 19.5.2024.
- [9] Kreativa.hr: “Sumporna kiselina”, <https://kreativa.hr/proizvod/kiselina-sumporna96-250ml/>, pristupljeno 19.5.2024.
- [10] Kreativa.hr: “Nitratna kiselina”, <https://kreativa.hr/proizvod/kiselina-nitratna-10-250ml/>, pristupljeno 19.5.2024.
- [11] Edutorij-admin-api.carnet.hr: “Kiseline i baze”, <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/804b27aa-72f5-4a4c-938a-ed6818ec36d2/kiseline-i-baze.html>, pristupljeno 19.5.2024.
- [12] Puntomarinero.com: “Kalijev hidroksid:svojstva, priprema i uporaba”, <https://hr.puntomarinero.com/potassium-hydroxide-properties-preparation-and/>, pristupljeno 19.5.2024.
- [13] Terracoreab.com:“Ammoniumhydroxide”,<https://terracoreab.com.se/product/nh4oh-ammonium-hydroxide-aqueous-ammonia>, pristupljeno 19.5.2024.
- [14] Plavšić F., Lovrić Z., Wolf Čoporda A., Ježić Vidović I.,Z., Čepelak Dodig D., Gretić D., Đurašević S.: Zašto i kako povećati sigurnost pri radu s opasnim kemikalijama,

Priručnik za osobe koje rade s opasnim kemikalijama, Zagreb, (2014.), ISBN 978-953-97205-5-9

[15] Preventa.hr: “Kemijske štetnosti”, <https://preventa.hr/zastita-na-radu-upit/kemijske-stetnosti>, pristupljeno: 20.5.2024.

[16] Zaštita ratarskih biljaka.blogspot.com: “Trovanje pesticidima i prva pomoć”, <https://zastitaratarskihbiljaka.blogspot.com/2014/10/trovanje-pesticidima-i-prva-pomoc.html>, pristupljeno 20.5.2024.

[17] Simptomi.rs: “Kemijske povrede oka”, <https://simptomi.rs/bolesti/13-oftalmologija-bolesti-oka/1198-hemijske-povrede-oka>, pristupljeno 22.5.2024.

[18] Triglav zdravlje.si: “Prva pomoć opekline”, <https://www.triglavzdravje.si/zdravstveni-nasveti/prva-pomoc%E2%80%93opekline/>, pristupljeno 22.5.2024.

[19] Dermatim. rs: “Opekotine”, <https://dermatim.rs/dermatoloski-pregledi/opekotine/>, pristupljeno 22.5.2024.

[20] Preventa.hr: “Kemijske štetnosti” <https://preventa.hr/zastita-na-radu-upit/kemijske-stetnosti>, pristupljeno 24.5.2024.

[21] Rolling-co.rs: “Sumporna kiselina” <https://rolling-co.rs/proizvodi/sumporna-kiselinarastvor-50-93-98/>, pristupljeno 24.5.2024.

[22] Hzzj.hr: Služba za toksikologiju, STL, <https://www.hzzj.hr/sluzba-za-toksikologiju/stl/>, pristupljeno 27.5.2024.

[23] Carlroth.com: “Sigurnosnotehnički list - Sumporna kiselina” <https://www.carlroth.com/medias/SDB-CN89-HR-HR.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzMjM1NTI8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfGMjVmpkWEpwZEhsRVlYUmhjMmhsWlhSekwyZ3haUzlvTnpFdk9UQTBNREU1TVRZMU1UZzNNQzV3WkdZfDY2M2MxYjk3OTQ2NTk5ZmU3N2YwOGJiMWIzMmViMWI0OGUzNjg1NzIyZTc4YWY5NWZiZGFjYWE3NTkzYTNjYTM>, pristupljeno 27.5.2024.

[24] Narodne novine.hr: Pravilnik o razvrstavanju, označivanju, obilježavanju i pakiranju opasnih kemikalija, [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_06\\_64\\_1423.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_06_64_1423.html), pristupljeno: 31.5.2024.

[25] Edutorij-admin-api.carnet.hr: “Kiseline, baze i soli”, <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/651498/index.html>, pristupljeno 1.6.2024.

[26] Pharsol-protect.com: “Zaštita ruku, pvc i gumene rukavice”, <https://www.pharsol-protect.com/hr/zastita-ruku/pvc-i-gumene-rukavice/rukavice-od-gume-neoprena-i-nitri>, pristupljeno 1.6.2024.

Lacuna.hr: “Zaštitne naočale”, <https://www.lacuna.hr/proizvodi/zastitne-naocale/zastitne-naocale-pokelux/020101022,la>, pristupljeno 1.6.2024.

Globaldistri.com: “Zaštitna maska za lice s filterom”, <https://globaldistri.com.hr/shop/zastitna-oprema/maske-i-viziri/zastitna-mask-a-za-lice-sa-filterom-kn95-ffp2/>, pristupljeno 1.6.2024.

[27] Accuform.com: “Sigurnosni znak, uvijek dodajte kiselinu u vodu”, <https://www.accuform.com/safety-sign/caution-always-add-acid-to-water-wgraphic-MCHL702>, pristupljeno 2.6.2024.

[28] Zakon.hr: Zakon o zaštiti na radu, <https://www.zakon.hr/z/167/Zakon-o-za%C5%A1titi-na-radu>, pristupljeno: 4.6.2024.

## 9. PRILOZI

### 10.1. POPIS SLIKA

Slika 1 . Ljestvica pH vrijednosti [4] .....	5
Slika 2 . Digitalni pH metar [5] .....	5
Slika 3 . Solna kiselina [8] .....	8
Slika 4 . Sumporna kiselina [9] .....	9
Slika 5 . Dušična kiselina [10] .....	10
Slika 6 . Natrijeva lužina i natrijev hidroksid [11].....	11
Slika 7 . Kalijev hidroksid [12].....	12
Slika 8 . Amonijev hidroksid [13].....	13
Slika 9 . Načini ulaska kiselina i lužina u organizam [16].....	15
Slika 10 . Ozljeda oka [17] .....	18
Slika 11 . Ozljeda kože uzrokovana kemijskom opeklinom [18] .....	18
Slika 12 . Kemijske opekline [19].....	19
Slika 13 . Piktogrami opasnosti [20].....	20
Slika 14 . Piktogram opasnosti sumporne kiseline [21].....	21
Slika 15 . Primjer STL-a za sumpornu kiselinu [23] .....	23
Slika 16 . Pravilan način označavanja kiselina [25] .....	28
Slika 17 . Zaštitne rukavice, zaštitne naočale i zaštitna maska [26] .....	29
Slika 18 . Način miješanja kiseline s vodom [27].....	29

### 10.2. POPIS TABLICA

Tablica 1 . Podjela kiselina [2]. .....	3
Tablica 2 . Podjela lužina [2]. .....	4