

OPASNOSTI I RIZICI PRI RADU U KEMIJSKOM LABORATORIJU

Marković, Dorotea

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:128:131368>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



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

Dorotea Marković

OPASNOSTI I RIZICI PRI RADU U KEMIJSKOM LABORATORIJU

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

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

Dorotea Marković

HAZARDS AND RISKS AT WORKING IN A CHEMICAL LABORATORY

FINAL PAPER

Karlovac, 2023.

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

Dorotea Marković

OPASNOSTI I RIZICI PRI RADU U KEMIJSKOM LABORATORIJU

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr.sc. Jasna Halambek v. predavač

Karlovac, 2023



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

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

Stručni/specijalistički studij: **STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

Usmjerenje: **ZAŠTITA NA RADU**

Karlovac, 2023.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: **DOROTEA MARKOVIĆ**

Matični broj: 0415620040

Naslov: **OPASNOSTI I RIZICI PRI RADU U KEMIJSKOM LABORATORIJU**

Opis zadatka: Zadatak ovog završnog rada je istražiti i analizirati ključne aspekte zaštite na radu kako bi se osigurala sigurnost radnika u kemijskom laboratoriju pomoću dostupne literature. Glavni fokus je na identifikaciju potencijalnih opasnosti, rizika i izazova. Također, cilj je pružiti pregled sigurnosnih protokola, postupaka i propisa koji su ključni za pravilnu zaštitu na radu, uključujući pravilno rukovanje kemikalijama, korištenje osobne zaštitne opreme i hitne postupke.

Zadatak zadan:

02/2023.

Rok predaje rada:

06/2023.

Predviđeni datum obrane:

/2023.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva

PREDGOVOR

Izjavljujem kako sam ovaj završni rad pisala samostalno, koristeći znanje koje sam stekla tijekom studija. Sav tekst koji je napisan u radu sam pisala sama te nisam kršila ničija autorska prava.

Zahvaljujem se svim svojim profesorima na uloženom radu i trudu kako bi nam prenijeli svoje znanje, a posebno se zahvaljujem profesoricu dr.sc. Jasni Halambek koja je prihvatila biti moja mentorica te se potrudila pomoći mi napisati ovaj završni rad.

Također, zahvaljujem se svojim prijateljima i kolegama, no pogotovo svojoj obitelji koja mi je tijekom ove tri godine studiranja pružila maksimalnu podršku i motivaciju bez koje ništa od ovoga ne bi bilo moguće.

Dorotea Marković

SAŽETAK

Kemijski su laboratoriji mjesta gdje se izvode različiti eksperimenti i analize, često i s opasnim tvarima zbog čega je ključno osigurati zdravo i sigurno okruženje za zaposlenike. U ovom završnom radu istražuju se ključni aspekti i analiziraju potencijalne opasnosti koje mogu proizaći rukovanjem kemikalijama i radom s laboratorijskom opremom. Rad prikazuje različite vrste opasnosti, uključujući kemijske, biološke i fizičke faktore koji mogu predstavljati prijetnju sigurnosti zaposlenika. Nadalje, razmotreni su propisi i standardi koji su uspostavljeni kako bi se osigurala sigurnost, te detaljno razmatraju zakonske odredbe i smjernice koje reguliraju laboratorijsku okolinu, kao što su pravila rukovanja kemikalijama, postupci za sigurno skladištenje, pravilna upotreba osobne zaštitne opreme i prva pomoć.

Ključne riječi: sigurnost, kemijski laboratorij, zaštitna oprema, zdravlje

SUMMARY

Chemical laboratories are places where various experiments and analyzes are performed with dangerous substances, which is why it is crucial to provide a healthy and safe environment for employees. Key aspects are explored and potential hazards arising from handling chemicals and working with laboratory equipment are analysed. The paper presents different types of hazards, including chemical, biological and physical factors that can pose a threat to employee safety. In addition, the regulations and standards established to ensure safety are discussed, and detailed legal provisions and guidelines governing the laboratory environment, such as chemical handling rules, safe storage procedures, proper use of personal protective equipment, and first aid.

Keywords: safety, chemical laboratory, safety equipment, health

SADRŽAJ

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| ZADATAK ZAVRŠNOG RADA | Error! Bookmark not defined. |
| PREDGOVOR..... | I |
| SAŽETAK..... | III |
| SUMMARY | IV |
| SADRŽAJ | V |

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1. Predmet i cilj rada..... | 1 |
| 1.2. Struktura i sadržaj | 2 |
| 2. KEMIJA | 3 |
| 2.2. Vrste opasnosti i rizika | 4 |
| 2.3. Situacije velikih razmjera | 5 |
| 2.5. Zapaljive, eksplozivne i reaktivne kemikalije..... | 6 |
| 3. KEMIJSKI LABORATORIJ | 7 |
| 3.1. Vrste kemijskih laboratorija | 10 |
| 3.2. Opasnosti i rizici u kemijskom laboratoriju | 10 |
| 3.2.1. Kemijske opekline..... | 11 |
| 3.2.2. Toplinske opekline | 12 |
| 3.2.3. Ozljede oka..... | 12 |
| 3.2.4. Posjekotine uzrokovane lomom staklenog pribora | 13 |
| 3.3.1. Klor | 13 |
| 3.3.2. Amonijak | 14 |
| 3.3.3. Sumporovodik..... | 15 |
| 3.3.4. Cijanovodik..... | 16 |
| 4. ZAŠTITA NA RADU..... | 17 |
| 4.2. Općenito o zaštiti na radu u kemijskom laboratoriju..... | 18 |
| 4.3. Siguran rad | 19 |
| 4.4. Prva pomoć | 20 |

| | |
|---|----|
| 5. RADNI PROSTOR I RADNA OKOLINA | 22 |
| 5.2. Znakovi sigurnosti | 23 |
| 6. OPĆA SIGURNOSNA PRAVILA U LABORATORIJU | 29 |
| 6.2. Sigurnosna pravila odijevanja | 30 |
| 6.2.1. Zaštita kože | 32 |
| 6.2.2. Zaštita ruku | 32 |
| 6.2.3. Zaštita očiju | 33 |
| 6.2.4. Zaštita glave | 34 |
| 6.2.5. Zaštita tijela (trupa) | 36 |
| 6.2.6. Zaštita nogu | 36 |
| 6.2.7. Materijali | 36 |
| 7. ZAKONSKE ODREDBE I SMJERNICE KOJE REGULIRAJU LABORATORIJSKU OKOLINU | 37 |
| 8. PROPISI I STANDARDI KOJI SU USPOSTAVLJENI ZA SIGURAN RAD U LABORATORIJU 38 | |
| 9. ZAKLJUČAK | 40 |
| 10. LITERATURA | 41 |
| 11. POPIS PRILOGA | 43 |

1. UVOD

1.1. Predmet i cilj rada

Kemijski laboratoriji igraju ključnu ulogu u istraživanju, razvoju i proizvodnji različitih kemijskih tvari. Međutim, rad u tim okruženjima može biti izazovan zbog prisutnosti opasnih tvari i procesa. Cilj ovog rada je podići svijest o važnosti zaštite radnika u kemijskim laboratorijima. Razmotreni su različiti rizici s kojima se radnici mogu susresti i istaknuta je važnost pravilne uporabe osobne zaštitne opreme (OZO). Napisani su i relevantni zakonski propisi i smjernice koje treba poštivati kako bismo osigurali sigurno i zdravo radno okruženje. U radu su također i obuhvaćene teme kao što su identifikacija opasnih tvari, postupci rukovanja i skladištenja kemikalija. Naglašena je i važnost pravilne obuke radnika o sigurnom rukovanju kemikalijama. Istaknuto je i razumijevanje sigurnosnih mjera koje treba poštivati. Jako je bitna zaštita radnika u kemijskim laboratorijima. Kemijski laboratoriji su mjesta gdje se provode različiti kemijski procesi s opasnim tvarima, što može predstavljati ozbiljne rizike po zdravlje i sigurnost radnika. Problem s kojim se suočavaju radnici u kemijskim laboratorijima je potreba za učinkovitim mjerama zaštite kako bi se minimizirali potencijalni rizici i osiguralo njihovo sigurno i zdravo radno okruženje. Rad s kemikalijama, opasnim tvarima i složenim procesima zahtijeva posebne sigurnosne mjere kako bi se smanjila izloženost radnika štetnim tvarima, prevencija nesreća i pravilna reakcija u slučaju hitnih situacija.

1.2. Struktura i sadržaj

U prvome se poglavlju uvodi tematika ovog završnog rada te se ukratko opisuju njegova tema i cilj. Također se navode metode i načini prikupljanja svih potrebnih informacija vezanih za završni rad. U završnom dijelu prvog poglavlja se opisuju struktura i sadržaj svakog poglavlja.

U drugome se dijelu rada opisuje uvod u kemiju, njena važnost u današnjem svijetu te kakve sve vrste opasnosti postoje pri rukovanju s kemikalijama. Ima puno vrsta kemikalija i jako je bitno kako se s njima radi i što nam je potrebno kako bi se od njih adekvatno zaštitili.

Treći nam naslov govori sve o kemijskim laboratorijima. Kakve sve vrste laboratorija postoje te kakve sve opasnosti i rizici u njima postoje.

Četvrto poglavlje „Zaštita na radu“ usmjereno je na osnovne i najbitnije pojmove poput sigurnosti na radu i prve pomoći.

U petom poglavlju pod naslovom „Radni prostor i radna okolina“ opisujemo radni prostor radnika i znakove sigurnosti s kojima se radnici mogu susresti.

U šestom poglavlju govorimo o samom predmetu ovoga rada, a to su opća sigurnosna pravila odijevanja, odnosno adekvatne zaštite u laboratoriju.

Sedmo poglavlje objašnjava koji su to zakoni i odredbe koji reguliraju laboratorijsku okolinu.

Osmo poglavlje sadržava propise i standarde koji su uspostavljeni za siguran rad u laboratoriju.

2. KEMIJA

Kemija je prirodna znanost koja se bavi kemijskim elementima i spojevima, njihovim svojstvima, sastavom i strukturom, njihovim promjenama i mehanizmom tih promjena te s time povezanim zakonitostima [1].

Kemija igra važnu ulogu u svim drugim prirodnim znanostima, temeljnim i primijenjenim. Rast biljaka i metabolizam, formiranje magmatskih stijena, uloga ozona u atmosferi, degradacija zagađivača okoliša, svojstva mjesečevog tla, djelovanje lijekova, utvrđivanje forenzičkih dokaza: ništa od toga ne može se razumjeti bez znanja i perspektive koje pruža kemija. Tijekom prošlog stoljeća, kemija je povećalo našeg razumijevanja fizičkog i biološkog svijeta. Rad koji se provodi u kemijskim laboratorijima diljem svijeta i dalje omogućava važan napredak u znanosti i inženjerstvu. Rad u kemijskim laboratorijima postao je tako središte stjecanja znanja i razvoja novih materijala za buduća korištenja, ali i za praćenje i kontrolu istih kemikalija koje se trenutno rutinski koriste u tisućama komercijalnih procesa. Većina kemikalija koje se danas proizvode i koriste su korisni, ali dobar dio njih ima potencijal naštetiti zdravlju ljudi, okolišu i javnosti. Laboratoriji se danas također mogu suočiti s brojnim prijetnjama, uključujući krađu osjetljivih informacija, opremu visoke vrijednosti ili kemikalija s dvostrukom namjenom, odnosno onih kemikalija koje bi mogle biti namijenjene za proizvodnju oružja ili proizvodnju nedopuštenih droga. Sigurnost i zaštita u kemijskim laboratorijima mogu uvelike ublažiti ove rizike, jer su laboratoriji razvili posebne postupke i opremu za sigurno i zaštićeno rukovanje i upravljanje kemikalijama. Razvoj kulture sigurnosti i zaštite, rezultira laboratorijima koji moraju biti sigurna i zdrava okruženja za rad svih sudionika u njihovom okruženju. [2]

2.2. Vrste opasnosti i rizika

Laboratoriji se suočavaju s raznim rizicima, ti rizici mogu biti unutarnji i vanjski. Neki bi rizici mogli utjecati uglavnom na sami laboratorij, dok bi drugi mogli utjecati na samu instituciju unutar koje se laboratorij nalazi, pa čak i na širu javnost ako se njima nepravilno postupa. [2]

Važan prvi korak u zaštiti zdravlja i sigurnosti radnika je prepoznavanje opasnosti na radnom mjestu. Većina opasnosti s kojima se susrećemo spadaju u tri glavne kategorije: kemijske, biološke ili fizičke opasnosti. Sredstva za čišćenje i dezinfekciju, lijekovi, otapala, boje, jake anorganske kiseline i baze, kao i komprimirani plinovi primjeri su kemijskih opasnosti. Potencijalna izloženost kemijskim opasnostima može se pojaviti ne samo tijekom upotrebe, već vrlo često i zbog lošeg odnosno neadekvatnog skladištenja takvih kemijskih štetnosti.

Biološke opasnosti uključuju potencijalnu izloženost alergenima, zarazne zoonoze (bolesti životinja koje se prenose na ljude) i eksperimentalne agense. Alergeni su jedna od najvažnijih opasnosti po zdravlje, ali se često zanemaruju.

Posljednja kategorija sadrži fizičke opasnosti povezane s istraživačkim objektima. Najčešća su pokliznuća i padovi uslijed rada na mokrim mjestima i ergonomske opasnosti podizanja, guranja, povlačenja i ponavljajućih zadataka. Druge fizičke opasnosti često nezapažene su električne, mehaničke, akustične ili toplinske prirode. Njihovo zanemarivanje može imati potencijalno ozbiljne posljedice.

2.3. Situacije velikih razmjera

Mnoge vrste događaja velikih razmjera mogu utjecati na instituciju i ozbiljno poremetiti rad u laboratoriju. Neki od najčešćih hitnih slučajeva velikih razmjera i osjetljive situacije uključuju: požar, poplavu, potrese, nestašice struje, izlivanje ili ispuštanje opasnog materijala, razna istraživanja, gubitak laboratorijskog materijala i opreme, gubitak podataka, i gubitak opreme visoke vrijednosti ili opreme koju je teško zamijeniti. [2]

2.4. Izlaganje opasnim kemikalijama

Jedan od najmanje predvidljivih, ali najopasnijih rizika u laboratoriju je toksičnost raznih kemikalija. Nema tvari koja je u potpunosti sigurna, a sve kemikalije u sebi imaju neke toksične učinke ako su ljudi izloženi dovoljno velikim količinama tih tvari [2]. Neke od potencijalnih opasnosti pri izlaganju opasnim kemikalijama su te da mogu imati različite štetne učinke na zdravlje ljudi, a najčešće podrazumijevaju iritaciju kože i sluznica, opekline, trovanja i alergijske reakcije. Stupanj opasnosti ovisi prvenstveno o vrsti kemikalije, koncentraciji, načinu izlaganja i trajanju izlaganja. Izlaganje opasnim kemikalijama može se dogoditi putem udisanja, kontakta s kožom, gutanja ili injekcijom. Udisanje kemikalija može biti posebno opasno jer se tvari mogu brzo apsorbirati u tijelo putem dišnih puteva. Svaka opasna kemikalija trebala bi biti označena sigurnosnim podacima o kemikalijama koji pružaju informacije o potencijalnim rizicima, sigurnosnim mjerama, pravilnom rukovanju i postupanju u hitnim situacijama. Najvažnije je da osoblje koje radi s opasnim kemikalijama bude adekvatno osposobljeno o sigurnim postupcima, prepoznavanju opasnosti i pravilnom korištenju osobne zaštitne opreme.

2.5. Zapaljive, eksplozivne i reaktivne kemikalije

Zapaljive kemikalije su one koje se lako zapale i gore na zraku, poput benzina. Reaktivne kemikalije su tvari koje burno reagiraju u kombinaciji s drugom tvari, kao što su sumporovodik, natrijev cijanid i peroksid. Izlaganje tim kemikalijama može dovesti do nekontroliranih reakcija, oslobađanje toksičnih plinova ili stvaranje opasnih spojeva. Eksplozivne kemikalije uključuju niz tvari koje mogu brzo reagirati generirajući veliku količinu plina, topline i pritiska te eksplodirati pod određenim uvjetima, poput oksidirajućih sredstava i određenih prašaka i prašine. [2]

3. KEMIJSKI LABORATORIJ

Rad s kemikalijama može biti jako opasan ako se ne slijede pravila i točno definirani postupci sigurnosti:

Osposobljavanje i edukacija: Osoblje laboratorija treba biti dobro educirano o sigurnosnim postupcima i pravilima rukovanja kemikalijama. Redovito osposobljavanje osigurava ažuriranje znanja i svijesti o novim sigurnosnim smjernicama.

Identifikacija i označavanje: Sve kemikalije u laboratoriju moraju biti jasno identificirane i označene. To uključuje pravilno označavanje bočica s kemikalijama, upotrebu sigurnosnih podataka o materijalima (SDS) i poznavanje simbola za opasnosti. Također tu pripadaju i sigurnosno-tehnički listovi (Slika 1.). Ti dokumenti su jako bitni za radnike koji dolaze u kontakt s kemikalijama. Oni sadrže detaljne informacije o supstancama, kao i smjernice za sigurno rukovanje, skladištenje i transport. Također obuhvaćaju kemijska, fizikalna i toksična svojstva materijala, uputstva o pravilnom nošenju zaštitne opreme, prve pomoći u slučaju izloženosti, kao i mjere za zaštitu životne sredine.

Pravilna upotreba osobne zaštitne opreme (PPE): Korištenje PPE, kao što su zaštitne naočale, rukavice, pregače i zaštitne maske, ključno je za zaštitu osoblja od potencijalnih opasnosti i izlaganja kemikalijama.

Odlaganje i zbrinjavanje otpada: Ispravno odlaganje kemikalija i otpada važno je za zaštitu okoliša. Laboratoriji moraju slijediti propise o odlaganju i pravila o zbrinjavanju otpada kako bi se osigurala sigurnost i očuvanje okoliša. [3]

Kemija se također bavi iskorištavanjem prirodnih tvari i stvaranjem umjetnih. Kuhanje, fermentacija, proizvodnja stakla i metalurgija kemijski su procesi koji datiraju od početaka civilizacije. Danas su vinil, teflon, tekući kristali, poluvodiči i supravodiči plodovi kemijske tehnologije.

U 20. stoljeću došlo je do dramatičnog napretka u razumijevanju čudesne i složene kemije živih organizama, a molekularno tumačenje zdravlja i bolesti je danas uobičajeno samo zbog napretka koji se dogodio razvojem moderne kemije. Nove tvari mogu se čak dizajnirati da

nose željene karakteristike i potom sintetizirati. Tijekom vremena okarakterizirano je i proizvedeno više od 8.000.000 različitih kemijskih tvari, prirodnih i umjetnih. Broj je bio manji od 500.000 tek 1965. godine.

Kemijski laboratoriji igraju ključnu ulogu u mnogim znanstvenim disciplinama:

- Farmacija: Kemijski laboratoriji su važni za istraživanje i razvoj novih lijekova, ispitivanje njihove sigurnosti i učinkovitosti te proizvodnju farmaceutskih pripravaka.
- Znanost o materijalima: Laboratoriji za ispitivanje materijala proučavaju strukturu, svojstva i sintezu materijala. To uključuje razvoj novih materijala s posebnim svojstvima za primjene u elektronici, energetici, građevinarstvu itd.
- Ekologija i okoliš: Kemijski laboratoriji igraju važnu ulogu u analizi tla, vode i zraka radi praćenja onečišćenja i procjene utjecaja na okoliš.

Creation Date 11-Jun-2009

Revision Date 15-Feb-2019

Revision Number 9

SECTION 1: IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING**1.1. Product identification**

Product Description: Toluene
Cat No. : Example 1

Synonyms
CAS-No 108-88-3
EC-No. 203-625-9
Molecular Formula C7 H8
Reach Registration Number 01-2119471310-51

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Recommended Use Laboratory chemicals.
Sector of use SU3 - Industrial uses; Uses of substances as such or in preparations at industrial sites
Product category PC21 - Laboratory chemicals
Process categories PROC15 - Use as a laboratory reagent
Environmental release category ERC6a - Industrial use resulting in manufacture of another substance (use of intermediates)
Uses advised against No information available

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Company **Samancta**

E-mail address

1.4. Emergency telephone number... **+55 5555 55 55 55**

SECTION 2: HAZARDS IDENTIFICATION**2.1. Classification of the substance or mixture**

CLP Classification - Regulation (EC) No 1272/2008

Physical hazards

Flammable liquids

Category 2 (H225)

Page 1 / 11

Slika 1. Primjer Sigurnosno- tehničkog lista

Izvor:

https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/HR/Safety/AppendixC_HR.htm

3.1. Vrste kemijskih laboratorija

Postoje različite vrste kemijskih laboratorija, te svaka od njih ima specifičan cilj i opremu. Analitički laboratoriji, kao i fizikalno-kemijski laboratoriji koriste se za analizu tvari. Uključuje mjerenje njihovih sastojaka, kvalitativne i kvantitativne analize. Od opreme koja se koristi su uključeni i razni instrumenti poput instrumenata za spektroskopiju, kromatografiju i druge tehnike za identifikaciju i određivanje koncentracije kemikalija.

Laboratoriji organske kemije i sinteze koriste se za sintezu novih kemijskih spojeva i materijala. Oprema uključuje različite reaktore, destilacijske kolone i druge uređaje za kontrolu temperature i tlaka.

Biokemijski laboratoriji: Ovi se laboratoriji koriste za istraživanje biokemije i biologije te se također provodi ispitivanje enzima, proteina i drugih bioloških molekula. Oprema uključuje mikroskope, centrifuge i druge instrumente koji služe za ispitivanje živih stanica i tkiva.

Laboratoriji fizikalne kemije koji uključujući istraživanja termodinamike, kinetike i stanja tvari. Od opreme se koriste termometri, različiti kalometri, potenciometri, konduktometri, refraktometri, viskozimetri i drugi instrumenti za mjerenje fizikalnih veličina.

3.2. Opasnosti i rizici u kemijskom laboratoriju

Kako bi se izbjegle opasnosti važno je biti oprezan s osjetljivim laboratorijskim instrumentima, opasnim kemikalijama i otvorenim plamenom. Ključne opasnosti su oni rizici koje predstavljaju opasna svojstva štetnih kemikalija. Kada se štetnim kemikalijama ne rukuje na siguran način, one mogu uzrokovati akutne i kronične zdravstvene probleme. Ovi problemi mogu uključivati opekline, ozljede oka, bolesti pluća i gušenje. [4]

3.2.1. Kemijske opekline

Mnoge se laboratorijske kemikalije klasificiraju kao korozivne tvari koje mogu utjecati na uobičajene predmete kao što su oprema, instrumenti ili spremnici. Korozivne tvari također predstavljaju ozbiljan rizik za zdravlje. Ako korozivna tvar dođe u dodir s kožom, može uzrokovati ozbiljna oštećenja kožnog tkiva. Čak i ako se tvar odmah ispere s kože, korozivi mogu ostaviti kožu nadraženom ili s kemijskim opeklinama. Također mogu uzrokovati probleme s očima, oštećujući rožnicu i potencijalno uzrokujući sljepoću. Kemijske opekline mogu uzrokovati različiti iritansi i otrovi najčešće uključujući jake kiseline i lužine, fenole i krezole (organska otapala), dušikov plikavac i fosfor. Kemijske opekline mogu uzrokovati odumiranje tkiva koje se može polako širiti satima nakon opekline.

Kiseline i lužine su najpoznatije nagrizajuće tvari, a posebno su opasne kada se nalaze u svom koncentriranom stanju. Prigodom rada s njima, mogu nastajati njihove pare, magle i prašine, koje na razne načine ulaze u ljudski organizam. Pare, magle i prašine kiselina i lužina djeluju nadražujuće prvenstveno na dišni sustav, i stvaraju teške opekline na koži i očima.

Kiseline nisu zapaljive, ali u dodiru s metalima dolazi do razvijanja plinovitog vodika, koji je vrlo eksplozivan i zapaljiv. S druge strane, jake anorganske kiseline u dodiru s organskim tvarima stvaraju veliku količinu topline (egzotermna reakcija) koja može izazvati požar.

Kiseline i lužine se moraju skladištiti u prostorijama koje imaju dobru ventilaciju.

Dobra je vijest da se kemijske opekline mogu spriječiti uz samo nekoliko osnovnih mjera:

- Adekvatan sigurnosni ormar za skladištenje- uvijek se mora pobrinuti da se korozivne odnosno nagrizajuće tvari drže u ormarima za skladištenje opasnih tvari
- Sigurnosni znakovi- oni su potrebni za obavještanje osoblja o opasnim kemikalijama koje se skladište i opasnostima povezanih s njima
- Sigurnosno-tehnički listovi- trebali bi se držati u blizini prostora u kojemu se skladište kemikalije. U idealnom slučaju bi se trebali držati unutar držača za dokumente koji su otporni na vremenske uvijete.

- Osobna zaštitna oprema- potrebna je osobna zaštitna oprema koja je otporna na djelovanje korozivnih tvari, poput rukavica i naočala, kako bi ostali zaštićeni tijekom izlivanja. [4]

3.2.2. Toplinske opekline

Plamenici i drugi grijači obično se koriste u laboratorijima za ubrzavanje kemijskih procesa i kemijskih reakcija. Baš kao i svaka aktivnost koja uključuje vatru, treba biti oprezan kako bi se izbjegle ozljede poput toplinskih opekline. Važno je držati se na sigurnoj udaljenosti od otvorenog plamena ili grijaćih uređaja. Kožu, odjeću i zaštitne materijale, kao i sve druge zapaljive materijale u blizini, držati podalje od izvora topline. Toplinske opekline se odmah stavljaju pod vodu na 10 minuta dok opekline ne prestane peći. [4]

3.2.3. Ozljede oka

Do izlaganja kemikalijama može doći ako se slučajno ispuste tekućine ili plinovi koji oštećuju oči radnika. Kako bi se izbjegle ozljede oka u laboratoriju, osoblje mora nositi odgovarajuće zaštitne naočale. Kada opasne kemikalije dođu u kontakt s očima, to može rezultirati manjim ili ozbiljnim ozljedama oka. Opseg ozljede ovisi o opasnim svojstvima kemikalije - i razini izloženosti. Na primjer, manja ozljeda oka uslijed izlaganja kemikalijama može rezultirati crvenilom i iritacijom, dok ozbiljnija ozljeda oka može uzrokovati trajnu sljepoću. Oči su zaštićene dok ste u laboratoriju ako se koristi zaštita za oči kada se rukuje potencijalno štetnim kemikalijama. Ako je radno mjesto izloženo riziku od ozljeda oka zbog prskanja kemikalija, neophodno je osigurati hitno ispiranje očiju. [4]

Kemijske opekline oka nastaju kada oko dođe u dodir s čvrstim kemikalijama, tekućim kemikalijama ili kemikalijama u obliku pare. Ozbiljnost opekline ovisi o vrsti kemikalije kao i o količini koja dolazi u dodir s okom. Srećom, većina opekline se može liječiti i uzrokuje samo privremenu nelagodu.

3.2.4. Posjekotine uzrokovane lomom staklenog pribora

Mnogi se laboratoriji oslanjaju na stakleni pribor i posuđe za držanje i miješanje opasnih kemikalija. Međutim, uvijek postoji mogućnost da se laboratorijsko stakleno posuđe razbije. Razbijeno staklo otkriva oštre rubove, posebno kada je staklo vrlo tanko. Ovo slomljeno staklo može uzrokovati ozbiljna oštećenja očiju i kože, stoga se mora povećati oprez kako bi se smanjila vjerojatnost da se to dogodi. Najbolji je način da se izbjegne posjekotina staklenim posuđem je pažljivo rukovanje njime. Stakleno posuđe, kao i staklene boce se uvijek se drži čvrsto - i nikada mokrim ili skliskim rukama. Stakleno posuđe može se slomiti ako se njime grubo rukuje, kao što je laboratorijsko osoblje koje primjenjuje preveliku silu pri spajanju dva dijela staklenog aparata. U slučaju posjekotine staklom, važno je djelovati odmah kako bi se spriječila infekcija rane. [4]

3.3. Udisanje otrovnih plinova

Zdravstveni učinci izloženosti opasnim parama mogu biti akutni ili kronični. Akutni učinci su oni učinci koji se javljaju neposredno nakon dodira s parama. Kronični učinci su oni učinci koji se ne osjećaju odmah, već mjesecima i godinama nakon početnog izlaganja.

3.3.1. Klor

Klor je tvar klase 8 koja se široko koristi u širokom rasponu primjena. Elementarni je klor otrovan, zelenkastožut, dvoatomni plin, Cl_2 , oštra, nadražujućega mirisa, teži od zraka, pri $-34\text{ }^\circ\text{C}$ prelazi u žutu kapljevину. Udisanje zraka s volumnim udjelom klora od 30 dijelova na milijun uzrokuje smrt za pola sata, a s 1000 dijelova klora na milijun smrt nastupa trenutačno. Ova opasna kemikalija često se koristi kao dezinfekcijsko sredstvo ili fungicid. Klor je također neophodna tvar za proizvodnju etilen diklorida. Dok se male, sigurne koncentracije ove otrovne kemikalije nalaze u našoj pitkoj vodi, bazenima, sustavima za hlađenje, pesticidima i proizvodima za čišćenje, plinoviti klor u visokim koncentracijama može dovesti do trovanja. [4]

Zdravstveni učinci udisanja manje količine klora mogu uključivati simptome kao što su:

- Iritacija sluznice u nosu, grlu i dišnom traktu
- Glavobolja
- Povraćanje
- Kašalj
- Teškoće u disanju.

3.3.2. Amonijak

Amonijak je kemijski spoj koji se često koristi u kemijskim laboratorijima zbog svoje raznolike primjene. Kemijska formula amonijaka je NH_3 , što znači da se sastoji od jednog atoma dušika i tri atoma vodika. U laboratorijskim uvjetima, amonijak se često koristi kao jak bazni reagens. On može reagirati s različitim kiselinama i formirati soli amonijaka. Amonijak je također poznat po svojoj sposobnosti da reagira s metalima, stvarajući komplekse amonijaka. Ova svojstva se često koriste u kemijskoj analizi. Važno je napomenuti da je amonijak toksičan i vrlo jak iritant za dišne putove i oči. Stoga je važno koristiti osobnu zaštitnu opremu, kao što su zaštitne naočale, rukavice i laboratorijska odjeća. Također je važno raditi s amonijakom u dobro prozračenim prostorima ili u digestoru kako bi se izbjeglo udisanje pare. Njegova upotreba se provodi uz poštivanje sigurnosnih mjera kako bi se izbjegle moguće štetnosti i osigurao siguran radni okoliš.

1. Iritacija dišnih putova: Amonijak može iritirati nos, grlo, bronhije i pluća. Osobe mogu osjetiti peckanje, svrbež, kašalj, otežano disanje i osjećaj gušenja.
2. Problemi s disanjem: Povećana izloženost amonijaku može uzrokovati teškoće s disanjem, kratkoću daha i smanjenje kapaciteta pluća.
3. Glavobolja: Udisanje amonijaka može izazvati glavobolju koja može biti blaga do umjerena.
4. Mučnina i povraćanje: Amonijak može izazvati osjećaj mučnine i potrebu za povraćanjem. Osobe mogu osjetiti nelagodu u želucu i poremećaj probavnog sustava.

5. Oštećenje očiju: Izloženost amonijaku može uzrokovati iritaciju, crvenilo i suzenje očiju. Osobe mogu osjetiti osjetljivost na svjetlost i zamućenje vida.
6. Kožne reakcije: Direktni kontakt s amonijakom može izazvati iritaciju kože, crvenilo, svrbež i osip.

3.3.3. Sumporovodik

U laboratorijskim uvjetima, sumporovodik se koristi kao reagens za razne kemijske reakcije. Također, često se koristi kao analitički reagens za identifikaciju i separaciju određenih kemijskih spojeva. Na primjer, u prisutnosti sumporovodika, neki metali ili metalne soli mogu tvoriti karakteristične taloge, što je važno u kemijskoj analizi. Važno je napomenuti da sumporovodik ima jak i neugodan miris, koji mnogi opisuju kao miris trulih jaja. Osim toga, sumporovodik je toksičan i može biti opasan za zdravlje ljudi. Stoga je potrebno rukovati sumporovodikom u dobro prozračenim prostorima, kako bi se izbjeglo udisanje njegovih para. Prilikom rukovanja sumporovodikom u laboratoriju, važno je koristiti osobnu zaštitnu opremu, kao što su zaštitne naočale, rukavice i laboratorijska odjeća. Ukratko, sumporovodik je koristan reagens u kemijskom laboratoriju s različitim primjenama. Međutim, važno je raditi s njim s oprezom i poštivati sigurnosne mjere kako bi se izbjegle moguće štetnosti i osigurao siguran radni okoliš.

Udisanje sumporovodika može izazvati različite simptome ovisno o koncentraciji i trajanju izloženosti. Evo nekih uobičajenih simptoma koji se mogu pojaviti nakon udisanja sumporovodika:

1. Iritacija dišnih putova: Udisanje sumporovodika može izazvati iritaciju nosa, grla, bronha i pluća. Osobe mogu osjetiti peckanje, svrbež, kašalj i otežano disanje.
2. Glavobolja: Povećana izloženost sumporovodiku može uzrokovati glavobolju koja može biti blaga do umjerena.

3. Vrtoglavica i mučnina: Udisanje sumporovodika može dovesti do osjećaja vrtoglavice i mučnine. Osobe mogu osjećati nelagodu u želucu i imati potrebu za povraćanjem.
4. Oštećenje živčanog sustava: Visoke koncentracije sumporovodika mogu imati toksične učinke na živčani sustav. To može rezultirati simptomima poput zbunjenosti, nesanicе, promjena raspoloženja i tremora.

3.3.4. Cijanovodik

Cijanovodik, poznat i kao vodikov cijanid, je kemijski spoj koji se može naći u industriji i laboratorijskim uvjetima. Udisanje cijanovodika može biti izuzetno opasno za ljudsko zdravlje zbog njegove toksičnosti. Evo nekih uobičajenih simptoma koji se mogu pojaviti nakon udisanja cijanovodika:

1. Iritacija dišnih putova: Udisanje cijanovodika može izazvati iritaciju dišnih putova, uključujući nos, grlo i pluća. Osobe mogu osjetiti peckanje, bol, kašalj i otežano disanje.
2. Glavobolja: Povećana izloženost cijanovodiku može uzrokovati glavobolju koja može biti intenzivna.
3. Vrtoglavica i slabost: Udisanje cijanovodika može izazvati vrtoglavicu, slabost i gubitak ravnoteže. Osobe mogu imati osjećaj nesvjestice i tjelesne slabosti.
4. Mučnina i povraćanje: Cijanovodik može izazvati osjećaj mučnine i potrebu za povraćanjem. Osobe mogu osjetiti nelagodu u želucu i imati poremećaj probavnog sustava.
5. Oštećenje živčanog sustava: Visoke koncentracije cijanovodika mogu imati toksične učinke na živčani sustav. To može rezultirati simptomima poput zbunjenosti, dezorijentacije, tremora i konvulzija.
6. Promjene srčanog ritma: Cijanovodik može utjecati na srčani ritam, što može dovesti do aritmija i promjena u radu srca.

4. ZAŠTITA NA RADU

Poslodavac je obvezan organizirati i provoditi zaštitu na radu vodeći računa o prevenciji rizika, obavještanju radnika, osposobljavanju radnika, organizaciji rada i sredstvima rada. Zaštita na radu je dio organizacije rada i izvođenja radnog postupka. Zaštita na radu je skup mjera koje se provode radi sprječavanja utjecaja štetnih čimbenika u procesu rada ili radne okoline na zdravlje radnika.

Čimbenici opasnosti mogu biti fizički, kemijski, biološki i psihički (npr. fizički i psihički napor, buka, vibracije, zračenje). Opasnost je svojstvo radnog procesa ili okoline koje može uzrokovati štetu zdravlju, a rizik je mogućnost da se u radnom procesu ili okolini razvije opasnost od ozljede ili bolesti. Procjena rizika od štetnosti po zdravlje podrazumijeva utvrđivanje odnosa između razine izloženosti štetnom agensu i intenziteta patoloških promjena (bolesti) u organizmu (tj. odnosa između doze agensa i njegovog učinka na organizam i bolest). Na temelju te ocjene donose se zakoni i propisi. Procjenama opasnosti utvrđuje se stupanj rizika od ozljeda na radu, profesionalnih bolesti i bolesti u vezi s radom. Zakon o zaštiti na radu sadrži opće odredbe o sprječavanju ozljeda na radu, profesionalnih bolesti i bolesti u vezi s radom te propisuje posebne mjere zaštite radi zaštite nesmetanog tjelesnog i psihičkog razvoja mladih i žena od mogućeg ugrožavanja ostvarivanja majčinstva, zaštititi osobe s invaliditetom i osobe s profesionalnim bolestima od daljnjeg narušavanja zdravlja i smanjenja sposobnosti za rad, te održati sposobnosti starijih zaposlenika u granicama primjerenim dobi. [5]

4.2. Općenito o zaštiti na radu u kemijskom laboratoriju

U kemijskom je laboratoriju zaštita na radu izuzetno važna stavka koju svaki radnik mora ispoštovati kako bi osigurao svoje zdravlje i sigurnost na radnom mjestu. Kemijski su laboratoriji izuzetno opasni zbog korištenja štetnih kemikalija, stoga je potrebno poduzeti sve potrebne mjere zaštite na radu.

Prvo, svaki kemijski radnik mora biti upoznat sa opasnostima vezanim uz korištenje kemikalija s kojima rukuje te biti upoznat sa sigurnosnim postupcima. To uključuje poznavanje pravilne procedure za transport, skladištenje i uporabu kemikalija.

Drugo, kemijski radnici moraju nositi odgovarajuću zaštitnu opremu kada rade sa opasnim kemikalijama. U to spadaju naočale za zaštitu očiju, maske za zaštitu dišnih puteva, rukavice te kombinezone za zaštitu tijela.

Treće, moraju biti jasno označene zone za skladištenje opasnih kemikalija, a njihovo skladištenje treba biti regulirano i kontrolirano.

Četvrto, potrebno je redovito provoditi kontrole radne okoline, uključujući provjeru sigurnosnih uređaja i opreme. Ako se pojave kakvi sigurnosni nedostaci, treba ih što prije otkloniti.

Peto, svaki radnik u kemijskom laboratoriju mora znati kako reagirati u slučajevima nezgode na radnom mjestu, uključujući poznavanje postupka prve pomoći i evakuacije.

Sve ovo podrazumijeva posebno znanje, obuku i vještine kemičara. [6]

4.3. Siguran rad

Siguran rad u laboratoriju ispituje temeljito poznavanje pravilne upotrebe kemijskog pribora, uređaja i kemikalija, ali i nekih tehničkih uvjeta kao što su ispravni uređaji, prostran i dobro osvijetljen prostor, te laboratorij koji je lako prozračiti i koji posjeduju digestore kako bi se spriječilo štetno djelovanje kemikalija. Uz pravilno rukovanje aparatima i kemikalijama, kemičari se također trebaju pridržavati nekih mjera opreza prilikom rada u laboratoriju.

Rad u kemijskom laboratoriju podrazumijeva se sljedeće:

- Kemikalije moraju biti propisno označene
- Na policama se drže samo kemikalije potrebne za rad,
- Paziti na oznake upozorenja i obavijesti (R i S oznake),
- Ne skladištiti zajedno organske i anorganske tvari,
- Kemikalije skladištiti u sigurnosnim ormarima
- Vraćanje posuda (i čepova istih) na njihovo pravo mjesto kako ne bi došlo do slučajne zamjene kemikalija ili neželjenih kemijskih reakcija.
- Pranje ruku, opreme, posuđa i površina nakon izvršavanja pokusa. Skupljanje viška kemikalija u zasebnim posudama za otpad.
- Održavanje čistog i urednog prostora.
- Držanje kemikalija dalje od ruba stola i drugih mjesta s kojih se lako može pasti i razbiti.
- Prije paljenja plamenika provjeriti da li se osjeća miris plina, a po završetku posla provjeriti da li su ventili zatvoreni.
- Imati pripremljena sredstva za gašenje požara na lako dostupnim i za to predviđenim mjestima. Svaki laboratorij mora sadržavati sredstva za gašenje požara: aparat za gašenje požara, pokrivače za gašenje požara, posudu s pijeskom i ormarić za prvu pomoć. [7]

4.4. Prva pomoć

Ovisno o nezgodi, radnici će ili sami urgirati ili, ako je to izvan njihovih mogućnosti i opasno po njihovo zdravlje, kontaktirati liječnika, pozvati hitnu pomoć ili vatrogasnu službu.

U slučaju veće nesreće s opasnim tvarima često dolazi do panike te se stoga, treba pridržavati nekih osnovnih pravila:

- ✓ Što prije napustiti ugroženi prostor.
- ✓ Evakuirati ozlijeđene i pružiti im prvu pomoć.
- ✓ Pozvati hitnu medicinsku službu, vatrogasce, policiju.
- ✓ Ostati uz ozlijeđene dok ne dođe hitna služba.

Uz adekvatnu obuku iz prve pomoći, osoblje kemijskog laboratorija biti će spremno djelovati samo u slučajevima:

- ✓ Manjih posjekotina/rana (isprati vodom, dezinficirati, previti zavojem ili zaštititi flasterom).
- ✓ Većih posjekotina/rana (ne ispirati vodom, čvrsto previti zavojem).
- ✓ Ako je opečeno mjesto veće površine i ako je došlo do stvaranja plikova odnosno otvorenih rana ili sljepljivanja odjeće na opečenoj površini tada je potrebno hitno zatražiti liječničku pomoć.
- ✓ Ozljede očiju prouzročene koncentriranim kiselinama i lužinama treba odmah isprati mlazom vode, te je bitno što prije započeti s ispiranjem. Bez obzira na intenzitet ozljede treba zatražiti liječničku pomoć.
- ✓ Manje oštećenje kože kiselinom ili bazom odmah ispirati s većom količinom vode. U dodiru koncentrirane sumporne kiseline s kožom nastaju kemijske opekline pa se ozljedu nastalu ovom kiselinom ne smije ispirati vodom jer voda razrjeđuje kiselinu i time pojačava njezino kiselo djelovanje. Da bi se neutraliziralo djelovanje sumporne kiseline, ozlijeđena površina se ispire otopinom sode bikarbone, NaHCO_3 , koja djeluje lužnato.
- ✓ U slučaju da kemikalija dospije u usta potrebno ju je odmah ispljunuti i isprati usta većom količinom vode.

- ✓ Ako dođe do gutanja kemikalije potrebno je popiti veću količinu vode i potražiti liječničku pomoć. Bitno je ne primjenjivati sredstva za neutralizaciju niti ne pokušavati izazvati povraćanje.
- ✓ Ako prilikom rada u laboratoriju dođe do udisanja veće količine otrovnih ili nagrizajućih plinova, osobu je potrebno izvesti na svjež zrak. Prilikom udisanja većih količina nagrizajućih plinova poput HCl, NH₃, Cl₂ i dušikovih oksida potrebno je potražiti liječničku pomoć jer se simptomi poput kašlja i osjećaja gušenja mogu javiti i nekoliko sati nakon udisanja plina.
- ✓ Preporučuje se nošenje maski u slučaju rada s hlapljivim kemikalijama koje mogu oštetiti dišni sustav, no treba imati na umu da se sav rad s lako lopljivim otapalima i tvarim treba provoditi u digestorima [6].

5. RADNI PROSTOR I RADNA OKOLINA

Neželjene posljedice nastaju kada se poremeti odnos čovjeka i njegove okoline. Čovjek provede najmanje jednu trećinu života na radu pa bi već i zbog toga trebalo voditi računa o odnosu čovjeka i njegove radne okoline. Te opasnosti mogu izazvati razne ozljede ili mogu štetno djelovati na organizam i radnu sposobnost radnika. Sve prostorije za rad moraju biti u skladu sa zahtjevima pravila zaštite na radu. Dimenzije prostorija, zidovi, podovi, vrata, prozori, zagrijavanje i provjetravanje, kao i sve instalacije, moraju odgovarati namjeni prostorije kako bi osobe koje se nalaze u radnim prostorijama imale pogodne uvjete za rad. Kako bi se ustanovilo odgovara li radna okolina uvjetima utvrđenim pravilima zaštite na radu, tvrtka je dužna obavljati ispitivanja u radnim prostorijama u kojima:

- proces rada utječe na temperaturu,
- vlažnost i brzinu strujanja zraka,
- u procesima rada nastaju buka i vibracije,
- se koriste ili proizvode opasne tvari u kojima nastaju organizmi štetni za zdravlje
- pri radu nastaju opasna zračenja,
- treba osigurati odgovarajuće osvjetljenje [8]

5.2. Znakovi sigurnosti

Obveza postavljanja znakova sigurnosti od određenih opasnosti, predstavlja jedno od posebnih pravila zaštite na radu. U radnoj okolini postoje različite opasnosti kao što su: mehaničke i kemijske opasnosti, štetna zračenja, štetne tvari, električna struja, buka, vibracije, opasnosti od požara i eksplozije, opasnosti pri kretanju na radu i sl. Te opasnosti često nisu poznate ni onima koji rade u njihovoj neposrednoj blizini, a pogotovo ne osobama koje se iz različitih razloga kreću radnim prostorom. Osim toga, ljudima je svojstveno da svakodnevnim susretanjem s opasnostima prestanu o njima razmišljati i zanemaruju ih.

Evo nekoliko ključnih znakova sigurnosti koji se koriste u kemijskom laboratoriju:

1. Znakovi opasnosti: Ovi znakovi obično imaju žutu boju i koriste se za označavanje opasnih tvari, kao što su otrovne kemikalije, eksplozivne tvari ili korozivne tvari. Oni upozoravaju osoblje da budu svjesni prisutnosti ovih opasnosti i da poduzmu odgovarajuće mjere opreza. (slika 3.)
2. Znakovi zabrane: Ovi znakovi imaju crvenu boju i koriste se za označavanje mjesta ili radnji koje su strogo zabranjene. Primjeri uključuju zabranu pušenja, upotrebu otvorenog plamena ili unošenje hrane i pića u laboratorij. Ovi znakovi jasno ističu što nije dozvoljeno kako bi se spriječile potencijalno opasne situacije. (slika 4.)
3. Znakovi obveze: Ovi znakovi obično imaju plavu boju i koriste se za pružanje korisnih informacija o sigurnosti, pravilima ili uputama. Mogu sadržavati informacije o pravilnom rukovanju kemikalijama, prva pomoć ili pravilnom odlaganju otpada. Ovi znakovi pomažu osoblju da budu obaviješteni i upoznati s važnim sigurnosnim postupcima. (slika 5.)
4. Znakovi informacija: Ovi znakovi često imaju zelenu boju i koriste se za označavanje mjesta i opreme za zaštitu. To uključuje znakove za zaštitnu opremu poput rukavica, naočala, maski ili ogrtača koji se trebaju nositi prilikom rukovanja određenim tvarima. Ovi znakovi podsjećaju osoblje na važnost pravilne zaštite kako bi se izbjegle ozljede. (slika 6.)



Slika 2. Označavanje otrova

Izvor: <http://instrukcije-kemija.blogspot.com/2012/09/sigurnost-u-laboratoriju.html>



Slika 3. Znakovi opasnosti

Izvor: <http://instrukcije-kemija.blogspot.com/2012/09/sigurnost-u-laboratoriju.html>



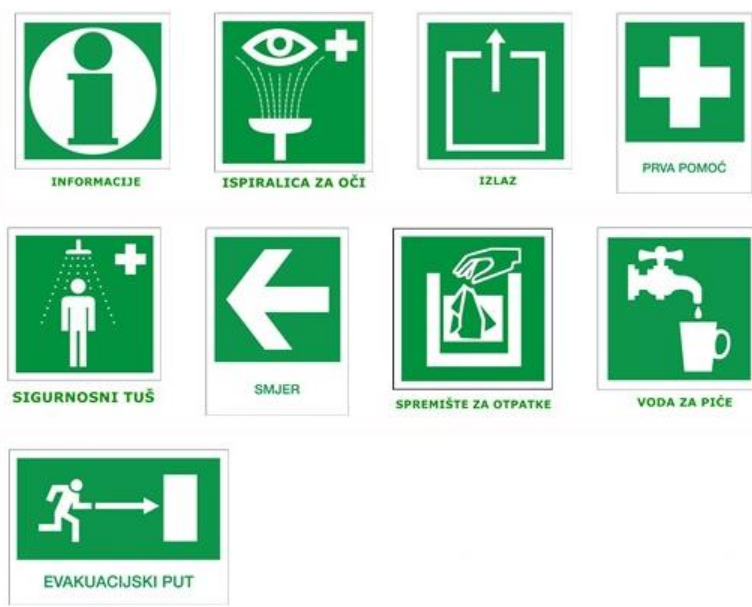
Slika 4. Znakovi opasnosti

Izvor: <http://instrukcije-kemija.blogspot.com/2012/09/sigurnost-u-laboratoriju.html>



Slika 5. Znakovi obveza

Izvor: <http://instrukcije-kemija.blogspot.com/2012/09/sigurnost-u-laboratoriju.html>



Slika 6. Znakovi informacija

Izvor:

https://www.biotech.uniri.hr/files/Studenti/Pravila_i_mjere_sigurnosti_za_rad_u_kemijskom_laboratoriju_2021.pdf

Oznake opasnosti na simbolima- kodovi:

B- biološka opasnost

T- otrovno

C- nagrizajuće

T+- vrlo otrovno

E- eksplozivno

Xi- Iritirajuće

F+- vrlo zapaljivo

N- Štetno po okoliš

F- zapaljivo

O- Oksidirajuće

Xn- štetno za zdravlje

R- Radioaktivn

5.3. Označavanje štetnih tvari

Za označavanje štetnih tvari više se ne koriste znakovi opasnosti, već su piktogrami ti kojima se označavaju opasne tvari i smjese. (slika 8.)

Deklaracija/naljepnica sadrži:

- jedan ili više piktograma opasnosti koji trebaju prenijeti određene informacije o opasnosti tvari ili smjese (otrovnost, štetnost, nagrizajuće djelovanje, nadražujuće djelovanje, eksplozivnost, zapaljivost, i dr.),
- odgovarajuće oznake upozorenja (H) i oznake obavijesti (P) u skladu s razvrstavanjem tvari ili smjese,
- upute za upotrebu, sredstva osobne zaštite, mjere prve pomoći, mjere gašenja požara i drugo. Zbog toga je potrebno jasno, precizno i trajno označiti opasnosti i način ponašanja radnika u odnosu prema tim opasnostima. Upozorenja za određene situacije moraju uvijek biti identična, kako bi radnici u svakoj ili sličnoj situaciji odmah ispravno reagirali.



Slika 7. Znakovi i piktogrami opasnosti

Izvor:

https://www.biotech.uniri.hr/files/Studenti/Pravila_i_mjere_sig

Tablica 1.- Objašnjenje znakova opasnosti

Izvor: https://www.biotech.uniri.hr/files/Studenti/Pravila_i_mjere_sigurnosti_za_rad_u_kemijskom_laboratoriju_2021.pdf

| ZNAČENJE | GEOMETRIJSKI OBLIK | FUNKCIONALNA BOJA | KONTRASNA BOJA |
|--------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| ZABRANA | kružnica | crvena | bijela |
| OBVEZA | kružnica | plava | bijela |
| OPASNOST | trokut | žuta | crna |
| INFORMACIJA | Kvadrat ili pravokutnik | zelena | bijela |

6. OPĆA SIGURNOSNA PRAVILA U LABORATORIJU

Slijede pravila koja se odnose na gotovo svaki laboratorij i trebala bi biti uključena u većinu sigurnosnih politika. Oni pokrivaju ono što biste trebali znati u slučaju opasnosti, odgovarajuće znakove, sigurnosnu opremu, sigurno korištenje laboratorijske opreme i osnovna zdravorazumska pravila.

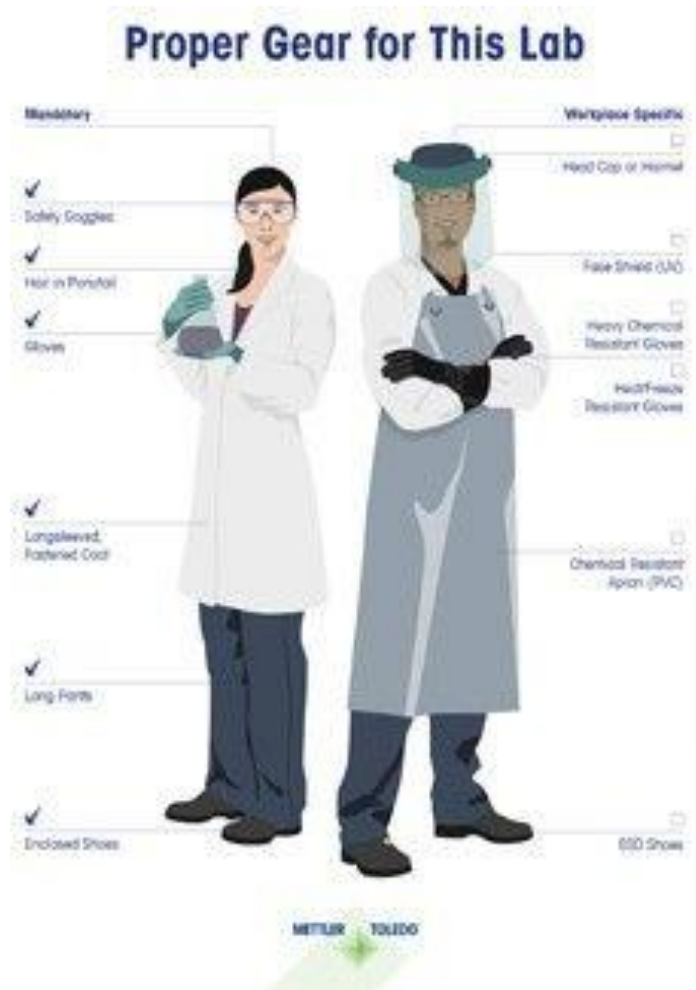
1. Obavezno pročitati sve protupožarne i sigurnosne znakove i slijedite upute u slučaju nesreće ili nužde.
2. Provjeriti jesu li u potpunosti upoznati s postupcima evakuacije vašeg objekta.
3. Pobrinuti se da se zna gdje se nalazi sigurnosna oprema vašeg laboratorija- uključujući set prve pomoći, aparate za gašenje požara, stanice za ispiranje očiju i sigurnosne tuševe-i kako je ispravno koristiti.
4. Znati brojeve telefona za hitne slučajeve koje možete koristiti za pozivanje pomoći u hitnim slučajevima.
5. Laboratorijska područja koja sadrže karcinogene, radioizotope, biološke opasnosti i lasere trebaju biti pravilno označena odgovarajućim znakovima upozorenja.
6. Provjerite jeste li svjesni gdje se nalaze izlazi iz vašeg laboratorija i protupožarni alarmi.
7. Ako postoji protupožarna vježba, svakako isključite svu električnu opremu i zatvorite sve spremnike.
8. Uvijek radite u dobro prozračenim prostorima.
9. Nemojte žvakati žvakaću gumu, piti ili jesti dok radite u laboratoriju.
10. Laboratorijsko stakleno posuđe nikada se ne smije koristiti kao posude za hranu ili piće. [9]

6.2. Sigurnosna pravila odijevanja

Budući da gotovo svaki laboratorij koristi neku vrstu kemikalija, pravila o kemijskoj sigurnosti su obavezna. Pravila odijevanja u laboratoriju postavljaju jasnu politiku odjeće koju zaposlenici trebaju izbjegavati kako bi spriječili nezgode ili ozljede u laboratoriju (slika 9.). Na primjer, suknje i kratke hlače mogu biti zgodne za uživanje u toplom vremenu vani, ali brzo postaju prepreka u laboratoriju gdje koža može biti izložena toplini ili opasnim kemikalijama. Također se prilikom rada u kemijskom laboratoriju potrebno držati i još nekih određenih pravila:

1. Uvijek vezati kosu dugu do brade ili dužu.
2. Pobrnuti se da široka odjeća ili viseći nakit budu pričvršćeni ili ih uopće izbjegavajte nositi.
3. Nikada ne nositi sandale ili druge otvorene cipele u laboratoriju. Obuća uvijek treba u potpunosti pokrivati stopalo.
4. Nikada ne nositi kratke hlače ili suknje u laboratoriju.
5. Pri radu s Bunsenovim plamenicima, upaljenim udlagama, šibicama itd., akrilni nokti nisu dopušteni.

U novijim Sigurnosno tehničkim listovima (STL) točno su navedeni dijelovi opreme, norme prema kojima moraju biti načinjeni, materijali koji su otporni na točno određenu vrstu kemikalija, kolika mora biti debljina nekog materijala i to precizno ovisno o tome koliko se vremena mora boraviti u kontaminiranom prostoru. Sasvim je sigurno da moramo zaštititi sve vanjske dijelove tijela preko kojih bi moglo doći do apsorpcije [4, 9].



Slika 8. Osobna zaštitna oprema

Izvor:

http://www.mnltap.umn.edu/topics/workplace/personal_protection_equipment/

6.2.1. Zaštita kože

Danas na tržištu postoji vrlo širok spektar opreme za zaštitu kože pa i sluznica. Vrlo često je to i osnovni uzrok zašto se griješi pri odabiru odjeće i obuće. Zbog neznanja, visokih troškova nabave ili nemara bira se univerzalna oprema, oprema koja bi trebala pružiti zaštitu od svih vrsta kemikalija s kojim se radi ne vodeći računa o tome da se kemikalije međusobno i te kako razlikuju, posebice što se tiče agresivnosti, reaktivnosti i slično.

Bilo bi idealno štititi se opremom za jednokratnu uporabu. Obaviti posao za koji je ta oprema predviđena, skinuti je, odložiti u za to predviđen spremnik i ne dirati je više, odnosno ne dolaziti u kontakt s njezinim vanjskim dijelovima. Svaka kemikalija ili bar skupina kemikalija zahtijeva posebnu zaštitnu odjeću. I to ne samo vrstu i oblik nego i materijale od kojih je ta odjeća izrađena. Postoje točno navedeni dijelovi opreme, norme prema kojima moraju biti načinjena, materijali koji su otporni na tu vrstu kemikalija, kolika mora biti debljina nekog materijala i to precizno ovisno o tome koliko se vremena mora boraviti u kontaminiranom prostoru. Kakvu zaštitnu opremu treba koristiti ovisi o vrsti kemikalija s onima dolazimo u doticaj, njihovoj količini, odnosno koncentraciji, fizikalno-kemijskim svojstvima, kao što je agresivnost, reaktivnost, agregatno stanje i slično te o načinu, brzini i opsegu apsorpcije tih kemikalija u organizam. Moramo zaštititi sve vanjske dijelove tijela preko kojih bi moglo doći do apsorpcije.

6.2.2. Zaštita ruku

Posebnu pažnju treba posvetiti zaštiti ruku. Ruke su dio kože koji obavezno dolazi u dodir s kemikalijama, spremnicima i alatima za rukovanje tim kemikalijama. Za razliku od ostalih dijelova tijela, ruke su izložene čvrstom kontaktu s opasnim tvarima, stoga je izuzetno važno da rukavice budu otporne i dovoljno čvrste kako bi se izbjegla njihova oštećenja. Bitno je održati dobar osjećaj i kontakt s spremnicima i alatkama kako bi se sigurno rukovalo s njima. Slab i pretjerano čvrst stisak predmeta može dovesti do ispadanja i lomljenja, što obično uzrokuje nesreće.



Slika 9. Zaštitne rukavice

Izvor:

file:///C:/Users/Matteo/Downloads/Siguran_rad_s_kemikalijama_2021.pdf

6.2.3. Zaštita očiju

Zaštiti očiju treba posvetiti posebnu pozornost zbog njihove osjetljivosti, ali i iznimne važnosti dobrog nadzora nad situacijom. Ako prijeti opasnost od prskanja kemikalije u oči, obvezna je uporaba zaštitnih naočala ili pak zaštitnog vizira koji uz zaštitu očiju ujedno sprječava i kontakt kemikalije s kožom lica. Ako se radi o tvarima koje se ne kreću pravocrtno, kao što su plinovi i pare, aerosoli pa čak i čestice prašine, i zaštitne naočale i vizir moraju dobro prijanjati uz kožu lica kako kemikalija ne bi mogla dospjeti do očiju sa strane.

[4]



Slika 10. Zaštita očiju

Izvor:

file:///C:/Users/Matteo/Downloads/Siguran_rad_s_kemikalijama_2021.pdf

6.2.4. Zaštita glave

Koža glave može se štititi kapama, kapuljačama i svim drugim oblicima pokrivala za glavu koja su dostatna u pojedinim slučajevima. No svakako treba voditi računa i o kvaliteti koja je jedan od osnovnih čimbenika apsorpcije preko kože. Koža glave je vrlo osjetljiva. Već malo jačim potezom nokta po koži lubanje doći će do njezina oštećenja. Na taj se način uklanja barijera koja sprječava apsorpciju opasnih kemikalija. Zato, ne samo tamo gdje prijete pad s visine ili pad teških predmeta, već i tamo gdje prijete opasnost od stvaranja i najmanjih ogrebotina bolje je koristiti kacigu koja će nas od toga sasvim sigurno zaštititi. To je posebno izraženo kod rada u terenskim uvjetima, ali i u skućenim prostorima, odnosno svugdje gdje se može zapeti glavom i oštetiti kožu. Na kacigu se mogu montirati i dodatna sredstva zaštite kao što su antifoni ili viziri. Slika 11. prikazuje pokrivala za glavu koja se koriste ovisno o tome koji su otrovi u pitanju i u kakvim se uvjetima radi. [4]



Slika 11. Zaštita glave

Izvor:

file:///C:/Users/Matteo/Downloads/Siguran_rad_s_kemikalijama_2021.pdf

6.2.5. Zaštita tijela (trupa)

Oprema za zaštitu trupa prije svega ovisi o karakteristikama kemikalije, njezinoj koncentraciji, ali i smjeru iz kojeg nam ta kemikalija prijeti. Obično se koriste odijela od pamuka, dugih rukava i rukavica ili nekog drugog materijala koji je impregniran tako da ne propušta, odnosno oprema koja se vrlo lako može navući preko osnovne i tako pružiti dodatnu zaštitu. Ako opasnosti prolijevanja prijeti iz bilo kojeg smjera, najbolje je koristiti zaštitno odijelo s kapuljačom ili kabanicu. Za potpunu zaštitu koristi se hermetički zatvoreno odijelo – izolacijsko koje nas u potpunosti odvaja od okolne atmosfere. Vrlo je važno da zaštitna odjeća bude čista, odnosno da se nakon uporabe, ako je to potrebno, dekontaminira. Vrlo su česta otrovanja kontaminiranom zaštitnom opremom, ona se prepuštaju liječniku. [4]

6.2.6. Zaštita nogu

Zaštita nogu iziskuje obuću koja je najjednostavnija, najlaganija, ali ipak dostatna, koja se lako navlači i skida, zato je najprikladnije koristiti čizme. Pri odvezivanju ili ponovnom vezanju vezica, a posebice kada je to vrlo teško činiti, npr. ako su na rukama glomazne zaštitne rukavice. Moguće je koristiti i posebne navlake preko obuće koja ne pruža dovoljnu zaštitu. Materijale od kojih je izrađena obuća treba prilagoditi kemikalijama s kojima se radi, a posebice ako su u pitanju agresivne kemikalije bilo da je teren po kojem se krećemo kontaminiran ili pak svakog časa prijeti opasnost od zagađenja. [4]

6.2.7. Materijali

Veoma je bitan odabir materijala pogodnih za zaštitu svake pojedine kemikalije ili skupine kemikalija istih karakteristika. Materijali i njihova postojanost na kemikalije variraju od skupine do skupine, ali čak i unutar pojedine skupine postoje bitne razlike. Svi materijali moraju biti otporni na mehaničku i termičku otpornost, elektrostatska svojstva, osobnost upijanja, odnosno probojnost kako tekućih tako i plinovitih kemikalija. [4]

7. ZAKONSKE ODREDBE I SMJERNICE KOJE REGULIRAJU LABORATORIJSKU OKOLINU

Laboratorijska okolina u kojoj se obavljaju istraživanja, analize i eksperimenti podliježe različitim zakonskim odredbama i smjernicama kako bi se osigurala sigurnost, zaštita zdravlja i očuvanje okoliša. Nekoliko važnih zakonskih odredbi i smjernica koje reguliraju laboratorijsku okolinu su:

1. Zakoni o zaštiti na radu: Općeniti zakoni o zaštiti na radu primjenjuju se i na laboratorijske okoline. Oni propisuju obveze poslodavaca i radnika u vezi s identifikacijom, procjenom i upravljanjem rizicima, obukom zaposlenika, uporabom osobne zaštitne opreme, postupcima u hitnim situacijama i sigurnim rukovanjem opremom i kemikalijama.
2. Zakoni o zaštiti okoliša: Zakoni o zaštiti okoliša reguliraju postupanje s kemikalijama, opasnim tvarima i otpadom koji se generira u laboratorijima. Oni propisuju pravila o skladištenju, transportu, oblikovanju i odlaganju kemikalija, kao i postupke za prijavu i rukovanje s opasnim otpadom.
3. Propisi o kemikalijama: Postoje propisi koji se odnose na upravljanje kemikalijama u laboratorijima. To uključuje označavanje kemikalija, sigurnosne podatke o kemikalijama, praćenje i prijavu opasnih tvari, kao i ograničenja u korištenju određenih kemikalija.
4. Smjernice za dobru laboratorijsku praksu: Smjernice za dobru laboratorijsku praksu pružaju okvir za organizaciju, upravljanje i izvođenje istraživanja u laboratoriju. One obuhvaćaju etička pitanja, dokumentiranje, kvalitetu podataka, provjeru kvalitete i sigurnosne aspekte.
5. Nacionalni standardi i smjernice: Mnoge zemlje imaju svoje nacionalne standarde i smjernice koje se odnose na laboratorijsku okolinu. Ti standardi mogu obuhvaćati specifične zahtjeve za opremu, laboratorijske postupke, kalibraciju instrumenata, provjeru kvalitete, sigurnost i slično. [10]

8. PROPISI I STANDARDI KOJI SU USPOSTAVLJENI ZA SIGURAN RAD U LABORATORIJU

U Hrvatskoj, sigurnost u kemijskim laboratorijima regulirana je nizom zakonskih propisa i standarda koji osiguravaju siguran rad i zaštitu zdravlja radnika:

1. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) - Ovaj zakon propisuje opće zahtjeve za sigurnost i zdravlje na radu, uključujući kemijske laboratorije. Zakon regulira identifikaciju, procjenu i upravljanje rizicima, obvezu obuke radnika, uporabu osobne zaštitne opreme, postupke u hitnim situacijama, sigurno rukovanje opremom i kemikalijama te druge aspekte sigurnosti na radnom mjestu. [11]
2. Pravilnik o općim mjerama sigurnosti i zaštite zdravlja pri radu s kemijskim agensima (NN 133/12) - Ovaj pravilnik regulira specifične zahtjeve za rad s kemijskim agensima, uključujući njihovo skladištenje, označavanje, uporabu, prijevoz i zbrinjavanje. Pravilnik također propisuje mjere prevencije i zaštite od kemikalija koje mogu predstavljati opasnost za zdravlje radnika. [12]
3. Pravilnik o dobroj laboratorijskoj praksi (NN 126/14) - Ovaj pravilnik utvrđuje standarde i smjernice za organizaciju i provedbu laboratorijskih aktivnosti. Obuhvaća postupke za kontrolu kvalitete, upravljanje opasnim tvarima, laboratorijsku sigurnost, postupanje s otpadom i slično. [13]
4. HRN EN ISO/IEC 17025:2017 - Opći zahtjevi za kompetenciju ispitnih i kalibracijskih laboratorija - Ovaj standard uspostavlja opće zahtjeve za kompetentnost laboratorija u izvođenju ispitivanja i/ili kalibracije. On obuhvaća zahtjeve za opremu, osoblje, postupke, izvještavanje i osiguranje kvalitete. [14]

Važno je da kemijski laboratoriji u Hrvatskoj prate ove propise i standarde, provode redovite procjene rizika, pružaju obuku zaposlenicima o sigurnosnim postupcima te održavaju sigurnu infrastrukturu i opremu. Također je važno da se prate ažuriranja zakonskih propisa i standarda kako bi se osiguralo usklađivanje s najnovijim smjericama i praksama za siguran rad u kemijskim laboratorijima.

9. ZAKLJUČAK

Kemijski laboratoriji su mjesta gdje se susreću različite kemikalije i opasni agensi, stoga je nužno primijeniti odgovarajuće mjere sigurnosti kako bi se zaštitili radnici, okoliš i imovina. Postoje jasni standardi i propisi koji reguliraju sigurnost u kemijskim laboratorijima. To uključuje zakone o zaštiti na radu, propise o kemikalijama, smjernice za dobru laboratorijsku praksu te nacionalne standarde i smjernice. Ti propisi i smjernice postavljaju zahtjeve za identifikaciju, procjenu i upravljanje rizicima, obuku zaposlenika, postupke rukovanja kemikalijama i opremom te druge aspekte sigurnosti. Sigurnost u kemijskom laboratoriju zahtijeva suradnju svih sudionika, uključujući poslodavce, radnike, regulatorna tijela i relevantne organizacije. Redovite procjene rizika, osposobljavanje zaposlenika, uporaba osobne zaštitne opreme, pravilno rukovanje kemikalijama i uspostava sigurnosnih postupaka ključni su faktori za osiguranje sigurnog radnog okruženja. Važno je naglasiti da uspješna primjena propisa i smjernica za zaštitu na radu zahtijeva kontinuirano praćenje novih razvoja, ažuriranje znanja i primjenu najboljih praksi. Održavanje sigurnog i zdravog radnog okruženja u kemijskim laboratorijima treba biti stalna prednost i odgovornost svih uključenih strana.

10. LITERATURA

[1] *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje: Kemija*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. Pristupljeno 10. 6. 2023. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=31148>>

[2] *Chemical Laboratory Safety and Security: A Guide to Prudent Chemical Management*, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016.

Pristupljeno 10. 6. 2023. <<https://nap.nationalacademies.org/catalog/21918/chemical-laboratory-safety-and-security-a-guide-to-developing-standard>>

[3] Stavek, M.M.: *Pravila i mjere sigurnosti za rad u kemijskom laboratoriju*, Materijali za predavanja, Sveučilište u Rijeci. Pristupljeno 10.06.2023.

<[https://www.biotech.uniri.hr/files/Pravila i mjere sigurnosti za rad u kemijskom laboratoriju 2019.pdf](https://www.biotech.uniri.hr/files/Pravila_i_mjere_sigurnosti_za_rad_u_kemijskom_laboratoriju_2019.pdf)>

[4] Plavšić, F., Lovrić, Z., Wolf Čoporda, A., Ježić Vidović, I.Z., Čepelak Dodig, D., Gretić, D., Đurašević, S.: *Siguran rad s kemikalijama*, O-tisak d.o.o. – Zagreb, 2014. ISBN 978-953-97205-6-6.

[5] Narodne novine: *Zakon o zaštiti na radu*, NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18. Pristupljeno 15.05.2023. <<https://www.zakon.hr/z/167/Zakon-o-za%C5%A1titi-na-radu>>

[6] Povjerenstvo za radni okoliš i održivo upravljanje otpadom: *Kratki vodič za održive laboratorije*, Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko biokemijski fakultet, 2021. Pristupljeno 07.06. 2023.

[7] Duplančić, D.: *Siguran rad u laboratoriju*, Pristupljeno 07.06.2023. <<https://duplex-control.hr/zastita-na-radu/rad-u-laboratoriju/>>

[8] Kašaj, Ž.: *Kvaliteta analitičkih mjerenja*, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, 2016. Pristupljeno 10.06.2023.

<<https://repozitorij.fkit.unizg.hr/islandora/object/fkit%3A463/datastream/PDF/view>>

- [9] Opća sigurnosna pravila u laboratoriju, Pristupljeno 10.06.2023.
<<https://www.labmanager.com/science-laboratory-safety-rules-guidelines-5727>>
- [10] Zakonske odredbe i smjernice koje reguliraju laboratorijsku okolinu. Pristupljeno 08.06.2023. <<https://www.iusinfo.hr/>>
- [11] Zakon o zaštiti na radu (pročišćeni tekst), (Narodne novine, br. 71/14, 118/14, 94/18 i 96/18), Pristupljeno 07.06.2023.
<<https://www.zakon.hr/z/167/Zakon-o-za%C5%A1titi-na-radu>>
- [12] Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti kemijskim tvarima na radu (Narodne novine, NN 155/2008) Pristupljeno 10.06.2023.
<https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_12_155_4249.html>
- [13] Pravilnik o dobroj laboratorijskoj praksi (Narodne novine, 71/07, 45/09 i 124/11) Pristupljeno 10.06.2023.
<https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_07_73_1709.html>
- [14] HRN EN ISO/IEC 17025:2017 Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija (ISO/IEC 17025:2017; EN ISO/IEC 17025:2017) Pristupljeno 10.06.2023.
<<https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/norme-za-akreditaciju/iso-iec-17025>>

11. POPIS PRILOGA

POPIS SLIKA:

| | |
|--|----|
| Slika 1. Primjer Sigurnosno- tehničkog lista | 9 |
| Slika 2. Označavanje otrova | 24 |
| Slika 3. Znakovi opasnosti | 24 |
| Slika 4. Znakovi opasnosti | 25 |
| Slika 5. Znakovi obveza | 25 |
| Slika 6. Znakovi informacija | 26 |
| Slika 7. Znakovi i piktogrami opasnosti..... | 27 |
| Slika 8. Osobna zaštitna oprema | 31 |
| Slika 9. Zaštitne rukavice | 33 |
| Slika 10. Zaštita očiju..... | 34 |
| Slika 11. Zaštita glave..... | 35 |

POPIS TABLICA:

| | |
|---|----|
| Tablica 1.- Objašnjenje znakova opasnosti | 28 |
|---|----|