

# KRATKI VODIČ ZA ODRŽIVE LABORATORIJE

Povjerenstvo za radni okoliš i održivo upravljanje otpadom  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FARMACEUTSKO-BIOKEMIJSKI FAKULTET

*U izradi priručnika sudjelovali:*

*prof.dr.sc. Dubravka Vitali Čepo*

*prof.dr.sc. Valerije Vrček*

*doc.dr.sc Marija Grdić Rajković*

*dr.sc. Daniela Jakšić*

*dr.sc. Kristina Pavić*

*dr.sc. Kristina Radić*

*Gordana Blažinić*

*Tomislav Bošnjak, ing.*

*Nikolina Golub, mag.ing.prehr.tehn.*

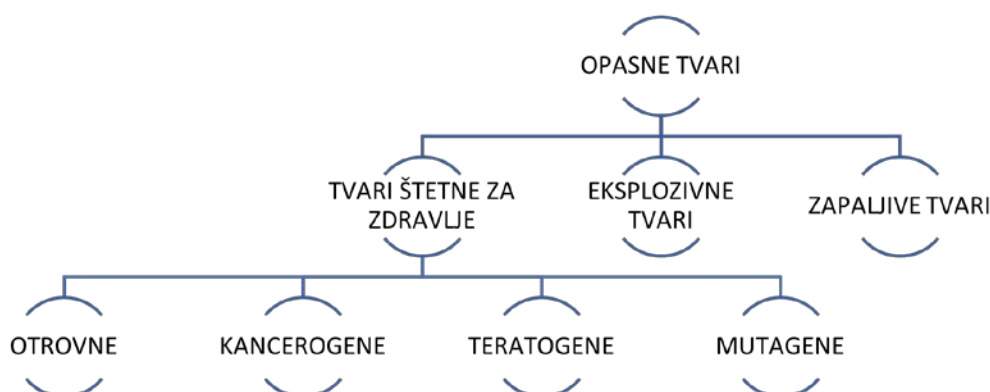
Zagreb, 2021.

## SADRŽAJ

1. SIGURNOST RADA U LABORATORIJU.....	3
1.1. OPASNE TVARI U LABORATORIJU.....	4
1.2. OSNOVNA PRAVILA PONAŠANJA U LABORATORIJU.....	6
1.3. POSTUPANJE U SLUČAJU NESREĆE U LABORATORIJU.....	7
1.3.1. RAD SA ZAPALJIVIM TVARIMA.....	8
1.3.2. RAD S KISELINAMA I LUŽINAMA.....	9
1.3.3. RAD S OTROVNIM PLINOVIMA.....	9
2. ZELENI LABORATORIJ.....	10
2.1. LABORATORIJSKI OTPAD.....	11
2.1.1. KOMUNALNI OTPAD I AMBALAŽA.....	12
2.1.2. OTPADNE KEMIČALIJE.....	13
2.1.3. BIOLOŠKI I MEDICINSKI OTPAD.....	14
2.1.4. ELEKTRONIČKI OTPAD.....	16
2.2. ENERGIJA.....	17
2.2.1. PLAMENICI.....	17
2.2.2. LAMINARI / KABINETI ZA RAD U ČISTOM.....	17
2.2.3. HLADNJACI I ZAMRZIVAČI.....	17
2.2.4. OSTALI LABORATORIJSKI UREĐAJI I OPREMA.....	18
2.2.5. KLIMATIZACIJSKI SUSTAVI I SVJETLO.....	19
2.3. VODA.....	19
2.4. ZELENA KEMIJA U LABORATORIJIMA.....	20

# *1. SIGURNOST RADA U LABORATORIJU*

## 1.1. OPASNE TVARI U LABORATORIJU



Opasne tvari u laboratoriju moraju biti posebno označene. Deklaracija opasne tvari mora sadržavati

- jedan ili više piktograma opasnosti koji trebaju prenijeti određene informacije o opasnosti tvari ili smjese (**Slika 1**)
- 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 dr.

Uz svaku kemikaliju u laboratoriju/skladištu mora biti dostupan i njezin sigurnosno-tehnički list (STL) koji osigurava sve potrebne informacije korisnicima kemikalija u svrhu zaštite ljudskog zdravlja i okoliša (**Slika 2**) (primjer <http://www.fischem.co.uk/crus/blstpr.pdf>).

Kemikalije treba čuvati i skladištiti na pravilan način u za to predviđenim prostorima. U zavodskim laboratorijima potrebno je čuvati samo one kemikalije i reagense koje se trenutno koriste, a sve ostale kemikalije skladište se u za to predviđenim prostorima fakulteta. Prilikom uskladištenja kemikalija treba voditi računa o nekoliko važnih stvari:

- lako hlapljiva i zapaljiva organska otapala (eter, aceton, benzen, etanol) čuvati u posebnom prostoru podalje od izvora topline
- otrovne kemikalije treba čuvati u posebnim zaključanim ormarićima tako da se njihova upotreba može nadzirati
- reagense osjetljive na svjetlost treba čuvati u tamnim bocama na mjestu koje je zaklonjeno od sunčeve svjetlosti ili drugog izvora zračenja
- u istom prostoru ne smiju se čuvati reagensi koji bi mogli međusobno reagirati
- jaka oksidacijska sredstva kao što su kalijev permanganat, jod, vodikov peroksid i sl. čuvaju se u posebnom prostoru



Slika 1. Piktogrami opasnosti

SIGURNOSNO -TEHNIČKI LIST		SIGURNOSNO -TEHNIČKI LIST	
Prema Uredbi (EZ) br. 1907/2006		Prema Uredbi (EZ) br. 1907/2006	
	Datum revizije 12.12.2019		Verzija 6.7
<b>ODJELJAK 1.: Identifikacija tvari/smjese i podaci o tvrtki/poduzeću</b>			
<b>1.1 Identifikacijska oznaka proizvoda</b>			
Kataloški broj	109057	Kataloški broj	109057
Ime produkta	Kloridna kiselina c(HCl) = 1 mol/l (1 N) Titripur® Reag. Ph Eur,Reag. USP	Ime proizvoda	Kloridna kiselina c(HCl) = 1 mol/l (1 N) Titripur® Reag. Ph Eur,Reag. USP
Registracijski broj REACH	Proizvod je preparat. Registracijski broj REACH vidi poglavlje 3.	Upozorenje	
<b>1.2 Relevantne identificirane uporabe tvari ili smjese i uporabe koje se ne preporučuju</b>			
Identificirane uporabe	Reagens za analizu Za dodatne informacije o uporabi, molimo pogledajte portal Merck Chemicals (www.merckgroup.com).	Oznake upozorenja	H290 Može nagrizati metale.
<b>1.3 Podaci o dobavljaču koji isporučuje sigurnosno-tehnički list</b>			
Tvrtka	Merck KGaA • 64271 Darmstadt • Njemačka • Phone: +49 6151 72-0	<b>2.3 Ostale opasnosti</b>	Nisu poznati.
Odgovorni odjel	LS-QHC • e-mail: prodsafe@merckgroup.com	<b>ODJELJAK 3. Sastav/informacije o sastojcima</b>	
<b>1.4 Broj telefona za izvanredna stanja</b>		<b>3.1 Tvar</b>	
Tel.: 01 4843 646/647/745		Neprijemljivo	
<b>ODJELJAK 2. Identifikacija opasnosti</b>			
<b>2.1 Razvrstavanje tvari ili smjese</b>			
<b>Razvrstavanje prema (UREDBA (EZ) br. 1272/2008 (CLP))</b>			
Nagrizajuća za metale, Kategorija 1, H290			
Za puni tekst H-izjava navedenih u ovom odjeljku pogledajte odjeljak 16.			
<b>2.2 Elementi označavanja</b>			
<b>Označavanje naljepnicom (UREDBA (EZ) br. 1272/2008 (CLP))</b>			
Piktogrami opasnosti			
<b>3.2 Smjesa</b>			
<b>Opasni sastojci (UREDBA (EZ) br. 1272/2008 (CLP))</b>			
Kemijski naziv (Koncentracija)			
CAS-br.	Registracijski broj	Razvrstavanje prema	
Kloridna kiselina [w= 1 % - < 5 %]		Kloridna kiselina, Kategorija 1B, H314	
Tvar ne zadovoljava kriterije za PBT ili vPvB u skladu s propisom (EC) B r. 1907/2006, Dodatak XIII.			
7647-01-0 *		Nagrizajuća za metale, Kategorija 1, H290	
Para major informacion, consulte tambien nuestra página en Internet., Kategorija 1B, H314			
Specifična toksičnost za cilijane organe – jednokratno izlaganje, Kategorija 3, H335			
*) Za ovu tvar nije dostupan registracijski broj jer je ova tvar ili njena upo raba isključena iz registracije u skladu s Člankom 2(8)(a)(i) prosipa (EC) B r. 1907/2006, godišnja tonaza ne zahtjeva registraciju ili je registrirana za kasniji datum registracije.			
Za puni tekst H-izjava navedenih u ovom odjeljku pogledajte odjeljak 16.			
<b>ODJELJAK 4. Mjere prve pomoći</b>			
<b>4.1 Opis mjera prve pomoći</b>			
Nakon udisanja: svjež zrak.			
U slučaju dodira s kožom: Odmah uklonite svu kontaminiranu odjeću. Isprati kožu vodom/tuširanjem.			
Nakon dodira s očima: Isprati s mnogo vode. Pozvati oftalmologa. Skinuti kontaktne leće.			

Slika 2. Dio STL-a kloridne kiseline

## 1.2. OSNOVNA PRAVILA PONAŠANJA U LABORATORIJU

- U laboratoriju se ne smije pušiti, jesti niti piti.
- Osobe koje rade u laboratoriju moraju imati odgovarajuću zaštitnu opremu te biti odjevene na adekvatan način.
  - Zaštitna oprema uključuje zaštitne naočale sa sigurnosnim staklima, radnu kutu (dugih rukava, dužine do ispod kukova) i adekvatne zaštitne rukavice. Po potrebi se koriste i druge vrste zaštitne opreme (zaštitne maske, pregače itd.).
  - Osobe s dugom kosom moraju kosu pričvrstiti (osobito prilikom upotrebe otvorenog plamena).
  - Preporučeno je nositi zatvorene cipele radi zaštite stopala od opekline kiselinama, lužinama i vrućim otopinama.
  - Nije dozvoljeno imati duge nokte zbog mogućeg pucanja rukavica.
- Prije izvođenja eksperimenta potrebno je temeljito proučiti upute za njegovo izvođenje te biti upoznat s mjerama opreza koje je pri tome potrebno poduzeti.
- Svi postupci u laboratoriju moraju se izvoditi sukladno pravilima:
  - s hlapljivim organskim kemikalijama rukuje se isključivo u digestoru (ili u nedostatku adekvatnog digestora pored otvorenog prozora)
  - reakcije u kojima se razvijaju otrovni ili štetni plinovi izvode se isključivo u digestoru
  - s koncentriranim kiselinama i lužinama rukuje se isključivo u digestoru
  - za usisavanje tekućina u pipete koriste se propipete (nikada se ne usisava ustima)
  - nikada se ne nagnjati direktno nad reakcijsku smjesu niti usmjeravati otvor reakcijske posude prema sebi ili nekome drugom u laboratoriju (prevencija prskanja reakcijske smjese u lice)
  - ukoliko je nužno osjetiti miris kemikalije / reakcijske smjese to se izvodi na način da se lagano mahne rukom iznad reakcijske smjese u smjeru nosa (**Slika 3**)
  - vrući predmeti hvataju se posebnim termoprotektivnim rukavicama ili hvataljkom te se ne odlažu direktno na radnu plohu već na adekvatnu podložku/mrežicu.
- U laboratoriju je nužno pravilno rukovati s kemikalijama!
  - Boce za reagens moraju biti propisno označene i zatvorene.
  - Tekući reagens iz boce uzima se na način da se potrebna količina izlije u prethodno pripremljenu čistu i suhu čašu ili epruvetu i dalje koristi. Ostatak kemikalije se ne vraća u reagens bocu. Kako bi se spriječilo bacanje ostataka reagensa ovaj postupak je najbolje izvoditi korištenjem dispensora.
  - Kruti reagensi se iz boce uzimaju čistom i suhom žlicom.
  - Čepove reagens boca najbolje je do zatvaranja reagens boce zadržati u ruci. Ako ga je nužno odložiti, to se čini na način da čep gornjim dijelom (koji nije u kontaktu s kemikalijom) položi na površinu stola.
  - Nakon upotrebe, boca za reagens se odmah zatvara i vraća na policu.



Slika 3. Postupak ispitivanja mirisa kemikalije / reakcijske smjese

### 1.3. POSTUPANJE U SLUČAJU NESREĆE U LABORATRIJU

Najčešći uzroci nesreća u kemijskim laboratorijima su:

- **Curenje plina.** Kako bi ih se preveniralo važno je prije paljenja plamenika provjeriti osjeti li se miris plina te zatvarati plinske ventile nakon korištenja (uključujući i glavne ventile).
- **Ozljede staklom.** Kako bi ih se preveniralo, uvijek provjeriti stanje staklenih boca i staklenih laboratorijskih posuda, kod provođenja aktivnosti u laboratoriju koristiti isključivo laboratorijsko staklo te biti oprezan pri stavljanju, stezanju i skidanju hvataljki.
- **Opeklinae.** Biti oprezan pri radu s Bunsenovim plamenicima, termostatima, vrućim vodenim kupeljima i mufolnim pećima (koristiti zaštitnu opremu, hvataljke, imati vezanu kosu, skinuti nakit itd.).
- **Opeklinae izazvane UV zračenjem.** Uz uređaje koji mogu biti izvor UV zračenja ili prostorije koje se steriliziraju UV zračenjem potrebno je istaknuti oznaku upozorenja te odgovarajuću signalnu lampicu pred ulaz u prostor koji se sterilizira UV zračenjem. Kako bi se izbjegle opeklinae uzrokovane UV zračenjem, pri radu s uređajima koji koriste izvor UV zračenja (npr. transiluminator) obavezna je upotreba osobnih zaštitnih sredstava (rukavice, laboratorijski ogrtač, naočale nepropusne za UV zračenje).
- **Nagrizanja.** Javlja se pri radu s kiselinama, lužinama, vodikovim peroksidom, željezovim kloridom itd. Tijekom rada s navedenim kemikalijama nužno je pridržavati se uputa o sigurnom radu s kemikalijama (zaštitna oprema, korištenje digestora itd.).
- **Nesreće tijekom rada s hlapljivim kemikalijama.** S hlapljivim kemikalijama raditi isključivo u adekvatnom digestoru ili ako to nije moguće uz korištenje odgovarajućih zaštitnih sredstava



pored otvorenog prozora. Hlapljive kemikalije skladištiti na adekvatan način (u ormarima s ventilacijom, u prostorima za skladištenje kemikalija).

- **Nesreće tijekom rada s centrifugom.** Rukovati s uređajem u skladu s uputama. Dobro izbalansirati kivete. Otvarati centrifugu tek kad se potpuno zaustavi.
- **Nesreće uslijed neadekvatnog skladištenja kemikalija.** Na policama radnog stola držati samo kemikalije potrebne za eksperiment, pri čemu sve kemikalije moraju biti propisno označene. Nije dozvoljeno skladištiti kemikalije u digestorima.

U slučaju nesreće u laboratoriju treba se pridržavati osnovnih pravila pri nezgodi:

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

Sve kemikalije u laboratoriju moraju biti propisno označene, a uz svaku kemikaliju u laboratoriju mora biti dostupan i pripadajući sigurnosno-tehnički list (STL). Odjeljak 4. sigurnosno-tehničkog lista odnosi se na mjere prve pomoći. Te informacije upućuju na to što učiniti ako radnik udahne kemikaliju, proguta je ili ona dođe u dodir s njihovom kožom ili očima. Također pruža informacije o mogućim simptomima i akutnim ili odgođenim učincima i liječenju. U slučaju da se ozlijeđenog vodi liječniku, sa sobom je potrebno ponijeti STL navedene kemikalije.

### 1.3.1. RAD SA ZAPALJIVIM TVARIMA

- Nije dopušteno zagrijavanje posuda sa zapaljivim tvarima otvorenim plamenom već isključivo električnim grijućim tijelima.
- Zapaljive se tvari iz reakcijske smjese nikada ne uklanjaju uparivanjem, već samo destilacijom.
- Rad s lako upaljivim tvarima u blizini izvora paljenja čest su uzrok požara u laboratoriju. U slučaju požara s plamenom, požar se treba gušiti ili gasiti pomoću sredstava s anti katalitičkim djelovanjem. Požare sa žarom potrebno je hladiti.
  - Požare gasimo:
    - vodom
    - specijalnim sredstvima za gašenje (pjena, ugljikov dioksid, suhi prah)
    - pomoćnim sredstvima za gašenje (pokrivači, pijesak).
- Vodom se gase požari drva, tekstila, papira, ugljena itd., a ne smiju gasiti požari električnih instalacija, upaljivih tekućina, prašina metala te tvari koje kemijski reagiraju s vodom (kalcijev karbid, natrij itd.).
- Pjena služi za gašenje požara upaljivih tekućina, masti, ulja i voska, a može se upotrijebiti i za gašenje požara krutina. Pjenom se ne smiju gasiti požari električnih instalacija, metalnih prašina i tvari koje kemijski reagiraju s vodom.

### 1.3.2. RAD S KISELINAMA I LUŽINAMA

- U slučaju ozlijede uzrokovane kiselinama i lužinama
  - Prvu pomoć treba pružiti što hitnije, sabrano i spriječiti paniku.
  - Mjesta dodira kože s kemikalijama odmah isprati velikim volumenom tekuće vode.
  - Što prije pozvati hitnu pomoć (ako je to potrebno).
  - U slučaju dodira kiseline ili lužine s očima treba odmah početi s ispiranjem vodom te što prije pozvati hitnu pomoć.
  - Oči treba ispirati obilnim mlazom vode pod srednjim tlakom tako da ozljeđenik drži rukama kapke, a oči otvorene i okreće ih u svim smjerovima tako da voda dospije u sve dijelove oka.
  - U slučaju gutanja kiseline ili lužine treba piti puno vode te po potrebi pozvati hitnu pomoć.
  - U slučaju gutanja organskog otapala isprati usta vodom, ali ne davati piti vodu i pozvati hitnu pomoć.
- Sigurnost pri radu s opasnim kemikalijama  
[https://www.hzt.hr/images/skolovanje/Zasto i kako poveati sigurnost pri radu s opasnim kemikalijama.pdf](https://www.hzt.hr/images/skolovanje/Zasto_i_kako_poveati_sigurnost_pri_radu_s_opasnim_kemikalijama.pdf)
- Pravilno korištenje i karakteristike zaštitnih rukavica <http://www.hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-ruke-1.pdf>

### 1.3.3. RAD S OTROVNIM PLINOVIMA

- Prvi simptomi trovanja plinom su glavobolja, mučnina i nagon za povraćanjem.
- Otrovanu osobu treba izvesti na svjež zrak i umiriti.
- Ako dođe do prestanka disanja, do dolaska hitne pomoći potrebno je davati umjetno disanje.

## *2. ZELENİ LABORATORIJ*

## 2.1. LABORATORIJSKI OTPAD

**Otpad** je svaka tvar ili predmet koji odbacujemo ili namjeravamo ili moramo odbaciti. Otpadom se smatra i svaki predmet i tvar čije su skupljanje, prijevoz i obrada nužni u svrhu zaštite javnog interesa. Otpad nastaje kao posljedica svih naših aktivnosti, a njegovo djelovanje može uzrokovati emisije u vode, zrak i tlo, koje pak mogu štetno utjecati na zdravlje ljudi i okoliš. Koliki će taj utjecaj biti, ovisi o količini i svojstvima otpada te načinu na koji se njime gospodari.

**Laboratoriji su dužni:**

- poduzimati sve mjere za prevenciju ili smanjenje nastanka otpada u laboratoriju
- odvojeno skupljati nastali otpad
- voditi evidenciju o otpadu
- spremati prikupljeni otpad u odgovarajuće spremnike
- privremeno skladištiti prikupljeni otpad u posebno odvojenom prostoru do predaje ovlaštenoj osobi.

Prema svojstvima razlikujemo tri vrste otpada ([Pravilnik o katalogu otpada](#)):

- **Opasni otpad** - otpad koji je eksplozivan, oksidirajući, visoko zapaljiv, nadražujući, otrovan, kancerogen, nagrizajući, infektivan, teratogen, mutagen, opasan, otpušta otrovne plinove ili otpušta drugu otrovnu tvar, ekotoksičan; označava se oznakama H1-H14 te se navodi u katalogu opasnog otpada ([Katalog otpada](#)).
- **Neopasni otpad** - otpad koji ne šteti ljudskom zdravlju i ne ugrožava okoliš.
- **Inertni otpad** - otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim i/ili biološkim promjenama.

U laboratorijima istraživačkih djelatnosti nastaju sve kategorije otpada, uključujući i opasni otpad.

**Najčešće vrste otpada koje nastaju su:**

- **Bezopasni komunalni otpad**
- **Bezopasni anorganski i organski otpad** u koji ubrajamo npr. razrijeđene otopine anorganskih soli, kiselina i lužina i neopasni organski otpad
- **Opasni kemijski otpad** – npr. koncentrirane jake kiseline i lužine, lijekovi, soli cijanida itd.
- **(Opasni) biološki otpad / medicinski otpad** u koji ubrajamo mikrobiološki otpad i otpad iz laboratorija za stanične kulture i tkiva, krv, urin, serume, farmaceutski otpad ([Pravilnik o gospodarenju medicinskim otpadom](#))
- **Elektronični otpad**

DETALJNE UPUTE O ZBRINJAVANJU RAZLIČITIH KATEGORIJA OTPADA NA FARMACEUTSKO-BIOKEMIJSKOM FAKULTETU SADRŽANE SU U PRIRUČNIKU “INTERNE UPUTE ZA ZBRINJAVANJE LABORATORIJSKOG OTPADA”

### 2.1.1. KOMUNALNI OTPAD I AMBALAŽA

Pravilno gospodarenje laboratorijskim otpadom podrazumijeva niz aktivnosti: prevenciju nastanka otpada, ponovno korištenje, recikliranje, druge vrste obrade otpada i odlaganje (**Slika 4**).



**Slika 4.** Gospodarenje otpadom

Stvaranje **bezopasnog komunalnog otpada** treba svesti na najmanju moguću mjeru što je moguće ostvariti kroz niz preventivnih aktivnosti, a nastali otpad pravilno razvrstavati i odlagati. Na Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu organizira se odvojeno prikupljanje komunalnog otpada u svim ustrojbenim jedinicama. U posebne spremnike se odvaja papir, plastika, staklo i ostali komunalni otpad te se odlaže u odgovarajuće spremnike za papir, plastiku, staklo ili komunalni otpad koji su dostupni na svim lokacijama Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

- Smanjenje nastanka otpada je moguće promjenom svakodnevnih praksi u laboratoriju kao što su:
  - Smanjenje korištenja papira (printanje)
  - Izbjegavanje kupovine nepotrebnih stvari, ponovno korištenje i prenamjena
  - Izbjegavanje kupovine/korištenja predmeta namijenjenih jednokratnoj upotrebi (vrećice, posude, čaše, pribor itd.)
  - Izbjegavanje kupovine predmeta opće uporabe u malim pakiranjima  
Kupovanje predmeta opće uporabe u održivijoj ambalaži (manje ambalaže, biorazgradiva ambalaža)
  - Pravilno razvrstavanje i odvojeno odlaganje nastalog komunalnog otpada (papir, plastika, staklo).

### **Prazna ambalaža kemikalija zbrinjava se na tri različita načina:**

- Povrat prazne ambalaže proizvođaču (velik broj dobavljača kemikalija i laboratorijskog pribora ima uspostavljenje ovakve sustave kružnog gospodarenja).
- Ambalažu kemikalija bezopasnog organskog i anorganskog otpada koju nije moguće vratiti proizvođaču potrebno je isprati vodom i ukloniti etiketu te se ona nakon toga odlaže u odgovarajući spremnik s komunalnim otpadom (plastika, staklo). To nije dozvoljeno za ambalažu kemikalija koje ubrajamo u jake otrove, kancerogene, mutagene i teratogene tvari.
- Ambalaža kemikalija koje ubrajamo u jake otrove, kancerogene, mutagene ili teratogene tvari zbrinjava se na isti način kao i otpadne kemikalije iz navedenih kategorija.

### **2.1.2. OTPADNE KEMIKALIJE**

U laboratorijima kontinuirano nastaju i značajne količine otpadnih kemikalija, bilo da se radi o originalnim kemikalijama kojima je prošao rok trajanja ili reagensima i nusproduktima koji nastaju tijekom svakodnevnog rada u laboratoriju. Prvi cilj održivog upravljanja laboratorijem je smanjenje količine nastalih otpadnih kemikalija što je moguće postići na nekoliko različitih načina:

- Racionalnim naručivanjem kemikalija
- Odabirom laboratorijskih postupaka koji zahtijevaju primjenu najmanje toksičnih / najmanjih količina kemikalija (poštivanje načela zelene kemije)
- Racionalizacijom laboratorijskih protokola
- Uspostavom platformi na razini fakulteta/sveučilišta koje će omogućiti dijeljenje viškova kemikalija

S otpadnim kemikalijama treba postupati na odgovarajući način kako bi se i izloženost i negativni utjecaji na okoliš smanjili na najmanju moguću mjeru. Pri tome treba poštivati nekoliko osnovnih pravila.

- S otpadnim kemikalijama postupati poštivajući sva načela sigurnog rada s kemikalijama.
- Organska otapala nikada ne bacati u izljev, već sakupiti u odgovarajuće spremnike za otpadna otapala.
- Koncentrirane kiseline/lužine ne bacati u odvođe već sakupiti u odgovarajuće spremnike za otpadne kiseline/lužine.
- Manje količine razrijeđenih kiselina i lužina se može izlijevati u odvod. Nakon izlijevanja potrebno je pustiti vodu da teče u odvod još 30-tak sekundi.
- Otpadne kemikalije pohranjene u odgovarajućim nepropusnim spremnicima prikupljaju se u prostorima predviđenim za prikupljanje otpadnih kemikalija.
- Redovito organizirati odvoz otpadnih kemikalija.

### 2.1.3. BIOLOŠKI I MEDICINSKI OTPAD

**Medicinski otpad** definira se kao otpadni materijal bilo kojeg ljudskog infektivnog agensa ili opreme kontaminirane uzročnicima infektivnih bolesti kod ljudi. U medicinski otpad spadaju šprice, igle, oštrice skalpela, mikrobiološki filtri, briseve i mikrobiološke ušice (eze) za jednokratnu upotrebu itd. Sav medicinski otpad mora se tretirati i odlagati kao kruti otpad ili otpremati izvan lokacije radi dodatne obrade kako bi bio neprepoznatljiv.

**Biološki otpad** definira se kao otpadni materijal svih potencijalnih uzročnika bolesti isključujući bolesti kod ljudi. Sav biološki otpad mora se dekontaminirati prije odlaganja autoklaviranjem ili sterilizacijom suhim vrućim zrakom, primjenom izbjeljivača ili etanola. Nakon dekontaminiranja, biološki otpad se može zbrinuti kao komunalni pod uvjetom da nema istaknuti tekst ili simbole koji ukazuju na to da sadrži infektivne materijale.

**Vrste medicinskog otpada** su ljudska krv i krvni proizvodi, patološki otpad, igle i ostali oštri pribor, staklo i stakleni pribor i kontaminirana oprema.

Ljudska krv i krvni proizvodi klasificiraju se kao medicinski otpad zbog moguće prisutnosti infektivnih agensa koji uzrokuju bolest koja se prenosi krvlju. Otpad u ovoj kategoriji uključuje rasutu krv i krvne proizvode, kao i manje količine uzoraka krvi izvučenih za testiranje ili istraživanje. Otpadna ljudska krv mora se uništiti autoklaviranjem, a potom se tekući dio može sigurno izliti u odvod sanitarne kanalizacije. Životinjska krv nije regulirana kao medicinski otpad osim ako je namjerno izložena uzročniku infektivnih bolesti kod ljudi i sposobna je prenijeti bolest natrag na ljude. Kulture uzročnika infektivnih bolesti kod ljudi mora se upravljati kao medicinskim otpadom. Kulture koje sadrže izvor ostalih uzročnika infektivnih bolesti, isključujući one kod ljudi, nisu regulirane kao medicinski otpad, osim ako nisu namjerno izložene ljudskom infektivnom agensu ili su sposobne prenijeti tu bolest na ljude. Takvi materijali su regulirani kao biološki otpad.

Patološki otpad životinja smatra se medicinskim otpadom samo ako je životinja namjerno izložena ljudskom infektivnom agensu i sposobna je prenijeti bolest natrag na čovjeka. Sve dok uzročnici ljudskih bolesti nisu namjerno uvedene u životinju kao dio režima liječenja ili istraživanja i životinja nije sposobna prenijeti ovu bolest natrag na ljude, ona nije regulirana kao medicinski otpad, već je biološki otpad i mora se dekontaminirati prije odlaganja.

Sve hipodermične igle i štrcaljke, intravenske igle i cijevi, oštrice skalpela i sličan pribor regulirani su kao medicinski otpad, čak i kada su ti materijali neiskorišteni. Igle i oštri pribor moraju biti smješteni u odobrenom spremniku. Ukoliko su bili izloženi uzročnicima ljudskih bolesti moraju se autoklavirati prije odlaganja u medicinski otpad.

Staklo i stakleni pribor koji nisu bili izloženi uzročnikom ljudskih bolesti nisu regulirani kao medicinski otpad i trebali bi se staviti u spremnik namijenjen takvom materijalu i reciklirati ili zbrinuti kao kruti otpad. To uključuje pipete, kapilare, epruvete, menzure i drugu laboratorijsku opremu. Sva stakla koja su bila izložena ljudskim infektivnim agensima moraju se autoklavirati prije bacanja u smeće. Razbijeno staklo treba staviti u posudu namijenjenu takvim materijalima i reciklirati ili zbrinuti. U najmanju ruku, razbijeno staklo treba zbrinuti u male kartonske kutije s dvostrukom oblogom i jasno označiti kao razbijeno staklo. Male kutije s dvostrukim oblogama smanjuju mogućnost ozljeda i prekomjernog nakupljanja u laboratoriju.

## Označavanje i pakiranje medicinskog/biološkog otpada

- **oštri predmeti**

Svi oštri predmeti moraju biti pakirani u odobreni spremnik oštih predmeta koji mora biti pravilno zapečaćen i označen međunarodnim simbolom za biološku opasnost ili jednom od sljedećih fraza:

- Medicinski otpad
- Zarazni materijal
- Infektivni otpad
- *Biohazard*

Spremnici za oštre predmete smiju se koristiti samo za oštre predmete, odnosno ne smiju se koristiti za odlaganje aluminijskih limenki za piće, papira, rukavica, laboratorijskog stakla, epruveta, spremnika tjelesnih tekućina ili bilo koje druge slične vrste materijala. Također se ne smiju upotrebljavati za zbrinjavanje kemikalija ili radioaktivnih materijala. Ako su oštri predmeti bili izloženi uzročnicima infektivnih bolesti kod ljudi, moraju se autoklavirati prije odlaganja.

- **autoklavirani otpad namijenjen je za komunalno zbrinjavanje**

Kako bi se tretirani medicinski otpad zbrinuo kao komunalni otpad, vrećica za autoklav ne smije sadržavati tekst ili simbole koji upućuju na to da sadrži medicinski otpad. Kako bi se osigurala pravilna identifikacija laboratorijskih materijala štetnih po zdravlje, predlaže se nabava propisno označenih sekundarnih spremnika. To može biti i obična kanta za smeće na koju se stavi naljepnica sa oznakom biološke opasnosti. Vrećica za autoklav može se zatim staviti u sekundarni spremnik. To omogućuje jasno identificiranje materijala u laboratoriju i još uvijek omogućuje odlaganje pakiranog materijala u kruti otpad. Oštrim predmetima zabranjeno je odlaganje u vrećicama za autoklaviranje već se moraju staviti u odgovarajući spremnik za oštre predmete. Stakleno posuđe koje je kontaminirano uzročnicima infektivnih bolesti treba se autoklavirati i potom odložiti u spremnike za staklo.

Autoklavi koji se koriste za obradu medicinskog otpada moraju raditi u skladu s propisima o medicinskom otpadu te biti opremljeni za kontinuirano praćenje i bilježenje temperature i tlaka tijekom cijele duljine svakog ciklusa. Preporuča se na svaku vrećicu ili spremnik medicinskog otpada pričvrstiti indikator-traku osjetljivu na temperaturu. Svaka vrećica ili spremnik mora biti izložen minimalnoj temperaturi od 138 °C i najmanje 2,2 bara tijekom 30 minuta. Za kontrolu ciklusa sterilizacije koriste se indikatori sa sporama bakterije *Bacillus stearothermophilus*. Za svaki ciklus autoklavliranja potrebno je voditi pisanu evidenciju koja sadrži sljedeće: datum, sat (uključujući trajanje) i izvođač autoklavliranja, približna težina ili volumen medicinskog otpada obrađenog tijekom svakog ciklusa, temperatura i tlak autoklavliranja, indikator temperature i tlaka. Pored navedenog, na autoklavu treba biti istaknut i datum i rezultati kalibracije i održavanja autoklava. Preporuka je koristiti posebne autoklave koji se koriste za obradu otpada (uništavanje), a posebne za sterilizaciju opreme, pribora, laboratorijskih medija i drugih reagensa.



## 2.1.4. ELEKTRONIČKI OTPAD

Električni i elektronički uređaji i oprema (EE oprema) predstavljaju sve proizvode koji su za svoje pravilno djelovanje ovisni o električnoj energiji ili elektromagnetskim poljima, kao i oprema za proizvodnju, prijenos i mjerenje struje. Uključuju opremu za izmjenu topline, zaslone, monitore, žarulje, kućanske uređaje; opremu informatičke tehnike (IT) i opremu za telekomunikacije; potrošačku opremu; rasvjetna tijela; opremu za reprodukciju zvuka ili slike, glazbenu opremu; električne i elektroničke alate; igračke, opremu za razonodu i sportove; medicinske proizvode; instrumente za praćenje i kontrolu; automatske samposlužne uređaje itd.

Elektronički otpad klasificira se kao opasni otpad zbog visokog sadržaja toksičnih elemenata kao što su živa, kadmij, krom, brom, olovo, arsen, azbest, spojevi silicija, berilija, fosfor itd. Upravo zbog ne smije nikako završiti niti u glomaznom niti u komunalnom otpadu, te se mora sakupljati odvojeno od ostalih vrsta otpada kako bi se opasni dijelovi izdvojili i zbrinuli na odgovarajući način, a neopasni dijelovi (metal, plastika i sl.) ponovno iskoristili.

Održivo upravljanje elektroničkim otpadom podrazumijeva:

- Prevenciju nastanka elektroničkog otpada kroz ponovno korištenje, razmjenu, dijeljenje. Primjeri dobrih praksi uključuju npr. popravak postojećih uređaja, dijeljenje uređaja koji se rijetko koriste među laboratorijima, održivo postupanje sa potrošnom opremom (npr. ponovno punjenje tonera za printere).
- Adekvatno zbrinjavanje elektroničkog otpada preko ovlaštenih pravnih osoba.

## 2.2. ENERGIJA

### 2.2.1. PLAMENICI

Plamenici mogu biti značajni potrošači energije u laboratoriju. Kako bi se uštedjela energija potrebno je kada god je moguće koristiti redukcijski plamen (otvor za zrak zatvoren te ga otvarati samo tijekom eksperimenta po potrebi).

### 2.2.2. LAMINARI / KABINETI ZA RAD U ČISTOM

Laminari / kabineti za rad u čistom / digestori troše značajne količine energije i utječu na rad laboratorijskog klimatizacijskog sustava jer djeluju na uravnoteženje protoka zraka. Da bi se uštedjela energiju potrebno je:

- **Uvijek zatvarati vrata laminara/digestora.** (Polu)otvorena vrata značajno povećavaju potrošnju energije, ali i zdravstvene rizike za istraživače. Naime, kabineti za rad u čistom / nape uklanjaju potencijalno štetne nusproizvode kemijskih reakcija kako bi se osiguralo sigurno radno okruženje za sve korisnike laboratorija. Stoga je zatvaranje vrata laminara preporučljivo iz zdravstvenih i sigurnosnih razloga.
- Osigurati da su laminari isključeni kada se ne koriste duže vrijeme (noću, vikendom ili za vrijeme odmora). Na taj način se mogu uštedjeti značajne količine energije.
- Obavezno voditi evidenciju rada UV-lampi i osigurati da UV svjetla ne ostaju uključena dulje vrijeme nakon uporabe.
- Osigurati da laminari rade ispravno i da se dobro održavaju jer se tako osigurava siguran rad i optimalna potrošnja energije.
- Laminare/digestore ne koristiti kao ormariće za skladištenje kemikalija kako bi se preveniralo blokiranje ventilacijskih otvora opremom i kemikalijama zbog čega ventilatori moraju raditi više i povećati potrošnju energije te mogu ugroziti sigurnost pri radu.

### 2.2.3. HLADNJACI I ZAMRZIVAČI

Sveučilišni laboratoriji obično sadrže velik broj uređaja za hlađenje (hladnjake, zamrzivače i spremnike s tekućim dušikom). Oni mogu izravno činiti do 5% ukupne laboratorijske potrošnje energije, a također stvaraju neizravnu potrošnju, jer stvaraju toplinu što zahtijeva jače hlađenje prostora. Hladnjaci također zauzimaju znatne količine prostora koji bi se inače mogli koristiti u druge svrhe. Učinkovito upravljanje sustavima za hlađenje može bitno doprinijeti uštedi energije, a ono uključuje:

- Izbjegavanje kupnju dodatnih zamrzivača ako je moguće. Alternativno se može očistiti prostor u postojećem zamrzivaču ili dijeliti prostor u zamrzivaču sa susjednim laboratorijem. Ako je nužno kupiti novi zamrzivač, potrebno je nabaviti energetski učinkovit model (višeg energetskog razreda).
- Zamjena starih uređaja novima, energetski učinkovitijima. Različiti uređaji za hlađenje međusobno se mogu značajno razlikovati po potrošnji energije. Primjerice, stari zamrzivači koji hlade na -80 °C mogu imati višestruko veću potrošnju energije od novijih energetski učinkovitih modela.
- Čuvanje uzoraka na odgovarajućim temperaturama. Primjerice, mnogi se biološki uzorci čuvaju na nižim temperaturama nego što je potrebno (npr. ultra hladni zamrzivači često su postavljeni na maksimalne postavke kao što je -80 °C, dok je za čuvanje većine uzoraka dovoljno i -70 °C).

Dostupne su i tehnologije skladištenja DNK na sobnoj temperaturi. Smanjenjem temperature zamrzivača za 5 do 10 stupnjeva značajno se smanjuje potrošnja energije.

- Racionalizacija količina uzoraka koji se pohranjuju. Čuvati samo potrebne uzorke i redovito provoditi godišnje čišćenje hladnjaka i uklanjanje starih/neželjenih uzoraka. Također, potrebno je koristiti odgovarajuće spremnike u kojima se pohranjuju uzorci kako bi u potpunosti iskoristio prostor hladnjaka/zamrzivača.
- Čišćenje i održavanje hladnjaka prema [optimiziranim protokolima](#). Potrošnja energije hladnjaka se povećava ako je unutrašnjost zamrznuta.
- Organiziranje inventara hladnjaka – potrebno je napraviti bazu uzoraka koja se može pretraživati kako bi se smanjilo nepotrebno otvaranje zamrzivača i minimaliziralo vrijeme potrebno za pronalazak uzoraka.

## 2.2.4. OSTALI LABORATORIJSKI UREĐAJI I OPREMA

Sveučilišni laboratoriji obično sadrže velike količine opreme, od kojih je većina specijalizirana i izuzetno skupa. Znanstvena oprema može značajno doprinosti laboratorijskoj potrošnji električne energije, 30–40 % ili više u nekim laboratorijima. Dio ove opreme uključen je 24 sata dnevno, 7 dana u tjednu, čak i kad se ne koristi ili ne treba, što troši značajne količine energije. U nekim slučajevima opremu je nužno stalno držati uključenu, a u drugima su potrebni posebni postupci za sigurno isključivanje opreme. Stoga se oprema često ostavlja uključenom jer korisnici laboratorija i tehničari nisu sigurni hoće li se oprema koristiti, može li se isključiti ili je nužan neki poseban postupak za isključivanje.

Isključivanje opreme koja nije potrebna - promatranje može pokazati koja oprema radi nepotrebno. Prekidači za utikače/isključenja trebali bi biti lako dostupni kao i uređaji za uštedu energije, npr. automatski mjerači vremena na pećima za sušenje, "slave" utičnice, koje isključuju svu povezanu perifernu opremu kada se može koristiti glavna oprema. Naljepnice/plakati mogu se koristiti za podizanje svijesti, a također je dobro da netko ima dodijeljenu odgovornost za osiguranje isključenja opreme.

Laboratorijska oprema može biti vrlo energetska intenzivna. Evo nekoliko savjeta za uštedu energije:

- Isključiti laboratorijsku opremu kad se ne koristi, posebno bilo što s funkcijom grijanja npr. blokovi za grijanje, mikroskopi, PCR instrumenti, vodene kupelji, autoklavi i inkubatori.
- U blizinu prekidača mogu se postaviti naljepnice kao podsjetnici za isključivanje.
- Procijeniti točno koliko je vremena potrebno da oprema dostigne određenu temperaturu i na uređaj postaviti naljepnicu "Vrijeme zagrijavanja" s ovim podacima. Na taj način sprječava se da instrument bude uključen duže nego što je potrebno.
- Kada god je moguće koristiti uređaje odgovarajuće veličine npr. veliki autoklav može potrošiti deset puta više energije od verzije manje zapremnine (koja je možda dovoljna).
- Velik broj uređaja, npr. sušnice i neki autoklavi, često imaju osnovnu potrošnju energije, što znači da se njihova ukupna potrošnja energije ne povećava s opterećenjem. Stoga je energetska učinkovitije procesuirati veće šarže materijala umjesto da se procesi puno puta izvode pri manjim opterećenjima.
- Instalirati timere na opremu koja je često uključena, ali bi se mogla isključiti noću ili vikendom npr. blokovi za grijanje, centrifuge i PCR strojevi.
- Redovito održavati i servisirati opremu jer joj to pomaže da radi učinkovitije u smislu potrošnje energije.

Dijeliti opremu kako bi se izbjeglo dupliciranje - mnogo je primjera dupliciranja opreme između različitih istraživačkih skupina u istoj zgradi ili u drugim dijelovima sveučilišta. Dijeljenje opreme može smanjiti troškove, racionalizirati korištenje prostora i smanjiti otpad.

## 2.2.5. KLIMATIZACIJSKI SUSTAVI I SVJETLO

Ventilacija i kondicioniranje zraka u laboratorijima čini oko 40–60 % potrošnje energije. Korištenjem ventilacijskih sustava osigurava se adekvatan protok zraka (tako da se sve opasne ili na drugi način neželjene tvari u laboratoriju razrjeđuju i raspršuju), a također osiguravaju, grijanjem i hlađenjem, adekvatne temperaturne uvjete. Velik broj laboratorija za hlađenje/grijanje ne koristi centralne ventilacijske sustave već pojedinačne klimatske sustave koji su često manje učinkoviti od centralnih rashladnih sustava. Osvjetljenje laboratorija također mora biti adekvatno, a predstavlja značajnu stavku potrošnje energije (do 15 % ukupne potrošnje električne energije) u laboratorijima (osobito onima u kojima je potrebno 24 satno osvjetljenje). Poduzimanjem nekih jednostavnih radnji mogu se povećati uštede energije:

- Osigurati da vrata i prozori budu zatvoreni u klimatiziranom prostoru, posebno vrata koja vode do stubišta i vanjskih prostora.
  - Osigurati da vrata i prozori budu zatvoreni u grijanom prostoru tijekom zimskih mjeseci, posebno vrata koja vode do stubišta i vanjskih prostora. Smanjiti temperaturu grijanih prostora na najviše 21 °C kako bi se spriječila prevelika potrošnja energije.
  - Klima uređaj koristiti samo tijekom tipičnog radnog vremena. Iznimno, ukoliko su u prostoru zamrzivači, hladnjaci, inkubatori i sl., klima uređaje se mogu koristiti i izvan radnog vremena kako bi se spriječilo pregrijavanje prostora i posljedično kvarenja uređaja i propadanja materijala koji se u njemu čuva.
  - Optimizirati temperaturu i vlagu koji su potrebni u laboratoriju.
- Energiju je moguće uštedjeti i regulacijom osvjetljenja u laboratoriju.**
- Isključiti osvjetljenje tijekom dana ako ima dovoljno prirodnog svjetla.
  - Koristiti osvjetljenje racionalno – usmjeriti svjetlost tamo gdje je potrebno umjesto osvjetljavanja velike površine.
  - Označiti prekidače svjetla tako da operatori mogu izolirati prekidač koji će osvjetliti njihovo područje, bez uključivanja svih svjetala.
  - Istražiti mogućnost instaliranja LED osvjetljenja ili senzora pokreta u područjima gdje je potrebno svjetla često ostavljati upaljena.
  - Postaviti podsjetnike za posljednju osobu u laboratoriju da ugasi svjetla prije odlaska.

## 2.3. VODA

- Izbjegavati hlađenje tekućom pitkom vodom. Zbog štednje vode sustavi hlađenja trebali bi biti povezani na centralnu distribuciju rashlađene vode u zgradi ili biti opremljeni rashladnom jedinicom koja se napaja električnom energijom unatoč činjenici da ovi usklađeni sustavi troše više energije.
- Ne koristiti vakuum crpke na tekuću pitku vodu; za postizanje vakuuma koristiti električne vakuum pumpe.

## 2.4. ZELENA KEMIJA U LABORATORIJIMA

Prilikom razvoja i dizajna eksperimenata potrebno je u najvećoj mogućoj mjeri pridržavati se [12 principa zelene kemije](#). Oni uključuju:

- Prevenciju nastanka otpada
- Dizajniranje sintetske reakcije na način da maksimalan udio reaktanata postane dio završnog produkta (engl. *atom economy*)
- Dizajniranje reakcije na način da se minimalizira ili u potpunosti izbjegne korištenje toksičnih kemikalija
- Korištenje manje toksičnih kemikalija
- Maksimalno racionaliziranje korištenja "pomoćnih" kemikalija.
- Optimiranje procesa (sinteze, ekstrakcije...) na način da budu energetske učinkoviti.
- Svođenje derivatizacije (uporabe blokirajućih skupina, zaštite / uklanjanja zaštite, privremene izmjene fizičko-kemijskih procesa) na najmanju moguću mjeru ili potpuno izbjegavanje ako je moguće, jer takvi koraci zahtijevaju dodatne reagense pri čemu se stvara otpad
- Korištenje održive sirovine/reagensy (npr. dobivene iz biomase i sl.)
- Optimiranje organske sinteze korištenjem selektivnih/specifičnih katalizatora kako bi se povećala iskoristivost procesa i maksimalno reduciralo nastajanje nusprodukata
- Dizajniranje kemikalija na način da njihovim raspadom nastaju neškodljivi produkti (netoksični, neperzistentni)
- Optimiziranje procedura koje omogućuju učinkovitu kontrolu/prevenciju zagađenja u realnom vremenu
- Pridržavanje principa "sigurne kemije" za prevenciju nesreća (reagensi koji se koriste za provođenje kemijskih reakcija biraju se na način da se minimalizira mogućnost nesreće u laboratoriju).

Navedenih načela potrebno se pridržavati ne samo u istraživačkom radu već i u provođenju nastavnih aktivnosti (studentskih vježbi). U tom kontekstu važno je istražiti mogućnosti prilagodbi programa studentskih vježbi koje će omogućiti "zeleniji" pristup, a da se pri tome i dalje zadovoljavaju predviđeni ishodi učenja pojedinog kolegija. Moguće intervencije uključuju:

- Zamjenu postojeće vježbe drugom (koja troši manje energije, manje reagensa ili troši netoksične reagense)
- Minimalizaciju kemijskih reakcija (npr. prilagodba vježbe za izvođenje na mikrotitarskim pločama)
- Uvođenje grupnih ili pokaznih vježbi, umjesto individualnih
- Usklađivanje kurikuluma srodnih kolegija kako bi se izbjeglo izvođenje laboratorijskih vježbi sa istim ishodom učenja.