

# Zbirka pravil varnega dela za študente na UL FKKT

3. letnik



September 2019

## VSEBINA

1	UVOD .....	3
2	RADIOAKTIVNE SNOVI .....	3
2.1	NAČINI IZPOSTAVITVE SEVANJU IN BIOLOŠKE POSLEDICE .....	6
2.2	OMEJEVANJE RAZŠIRJANJA ŽARKOV .....	9
2.3	UKREPI ZA VARNO DELO Z RADIOAKTIVNIMI SNOVMI .....	10
3	BIOLOŠKO TVEGANJE .....	11
3.1	UVOD .....	11
3.2	PRAVILA ZA DELO V LABORATORIJIH, KJER LAHKO PRIDE DO OKUŽBE .....	12
3.3	DELOVANJE BIOLOŠKIH VAROVALNIH KABINETOV .....	13
3.4	RAVNANJE Z BIOLOŠKIMI ODPADKI .....	14
3.5	DELO Z GENSKO SPREMENJENIMI ORGANIZMI .....	15
4	ZAGOTAVLJANJE VARNEGA DELA V LABORATORIJU .....	18
4.1	TEHNIČNI UKREPI .....	18
4.1.1	SISTEM PREZRAČEVANJA LABORATORIJEV NA UL FKKT .....	19
4.1.2	VARNA UPORABA KEMIKALIJ V LABORATORIJU .....	23
4.1.3	OPREMA ZA NUDENJE PRVE POMOČI IN GAŠENJA POŽARA .....	24
4.2	ORGANIZACIJSKI UKREPI .....	28
5	ZAKLJUČEK .....	29
6	SPISEK UPORABLJENE LITERATURE .....	29
7	PRILOGE .....	30
7.1	OZNAKE VENTILOV IN ODJEMNIH MEST .....	30
7.2	NAVODILO ZA VARNO UPORABO DIGESTORIJA .....	33
7.3	NAVODILO ZA VARNO DELO PRI ČIŠČENJU LABORATORIJEV .....	36

## 1 UVOD

Program usposabljanja študentov za varno delo je v III. letniku nadaljevanje usposabljanja po programu iz I. in II. letnika. Obvezno je poznavanje:

- laboratorijskega reda,
- uporabe osebne varovalne opreme,
- postopkov v primeru izrednih dogodkov (poškodba, požar, razlitje),
- označevanja nevarnih snovi,
- vsebine varnostnega lista,
- ukrepov za varno delo z vnetljivimi tekočinami,
- aktiviranja ročnega gasilnika.

V tretjem letniku se boste seznanili z radioaktivnimi snovmi. Kot bodoči inženirji boste zaposleni na delovnih mestih, kjer boste odgovorni za varno delo vaših sodelavcev, zato se boste seznanili z ukrepi za zagotavljanje varnega in zdravega dela v laboratoriju. v kemijskih laboratorijih se lahko pojavljajo tudi biološke nevarnosti. spoznali boste osnovna pravila varnega dela v biokemijskih laboratorijih.

## 2 RADIOAKTIVNE SNOVI



Slika 1: Varnostni znak za rakotvorno snov.

Radioaktivnost, to je oddajanje energije v obliki valov in delcev, je posledica sprememb atomskih jeder. Atom sestavlja jedro in elektronski oblak; ko se osredotočimo na jedra (*nucleus*) atomov, govorimo o *nuklidih*. Jedro atoma sestavljajo protoni in nevtroni, ki jim skupno pravimo *nukleoni*. Številu nukleonov v jedru pravimo *masno število*. Nuklid je torej atomska zvrst z izbranim številom protonov  $Z$  (vrstno število, atomsko število) in nevtronov  $N$ . Vsi različni nuklidi z istim atomskim številom  $Z$  so *izotopi* nekega elementa. Nuklidom, ki imajo isto število nevtronov  $N$ , pravimo *izotoni*, takim z istim masnim številom pa *izobari*. Nekateri nuklidi so stabilni, številni pa ne. Nestabilne nuklide (izotope) imenujemo tudi *radionuklidi* (radioaktivni izotopi). Nestabilna jedra se (postopoma) pretvarjajo v stabilnejša, tako da izvržejo masne delce, to je delce alfa (helijeva jedra), delce beta (elektroni, pozitroni), tako da razpadejo ali pa oddajo energijo v obliki svetlobnih kvantov. Ob radioaktivnem razpadu, kot popularno pravimo jedrskim prehodom, se sprošča energija v obliki kinetične energije razcepkov kot tudi v obliki visokoenergetskih elektromagnetnih valov, ki jih imenujemo žarki gama.

Primer: izotopi vodika

- stabilni izotop  ${}^1_1\text{H}$  (vodik) in  ${}^2_1\text{H}$  (devterij)
- nestabilni (radioaktivni) izotop:  ${}^3_1\text{H}$  (tritij)

Aktivnost  $A$  radioaktivne snovi pomeni število prehodov (razpadov) nestabilnih nuklidov v eni sekundi. Ena pretvorba na sekundo predstavlja aktivnost enega becquerela = 1 Bq. Če aktivnost  $A$  delimo z maso snovi, dobimo novo količino – specifično aktivnost  $a$ , ki se izraža z Bq/kg.

Kot nevarne štejemo take radioaktivne snovi, katerih specifična aktivnost  $a > 74$  kBq/kg. Razdeljene so v 4 skupine po tabeli 1:

Tabela 1: Stopnja radiotoksičnosti in specifična aktivnost.

Skupina radiotoksičnosti radioaktivnih snovi	Specifična aktivnost (Bq/kg)
I	$7,40 \cdot 10^4$
II	$7,40 \cdot 10^5$
III	$7,40 \cdot 10^6$
IV	$7,40 \cdot 10^7$

Aktivnost se s časom zmanjšuje na enak način kot množina izotopa. Čas, ki je potreben, da se aktivnost radioizotopa zmanjša na polovico, imenujemo razpolovni čas  $t_{1/2}$ .

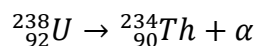
Nestabilni nuklidi razpadejo na različne načine:

- razpad  $\alpha$ ;
- razpad  $\beta$ ;
- razpad  $\gamma$ ;
- spontani razpad.

#### Razpad $\alpha$ :

Jedro razpade tako, da izseva delec alfa. Tako večinoma razpadajo težka jedra; opažen je pri vseh jedrih z atomskim številom  $Z > 83$  in vseh jedrih z masnim številom  $A > 209$ .

Primer:

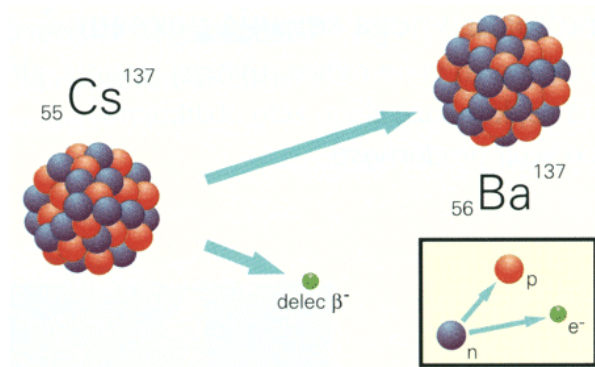


Pri razpadu se sprosti energija 5 MeV kot kinetična energija delca alfa in odzivna energija nuklida Th-234.

Razpad  $\beta$ :

Imamo dva različna razpada:  $\beta^-$  in  $\beta^+$ . Energija pri razpadu je od 0,5 do 3,8 MeV.

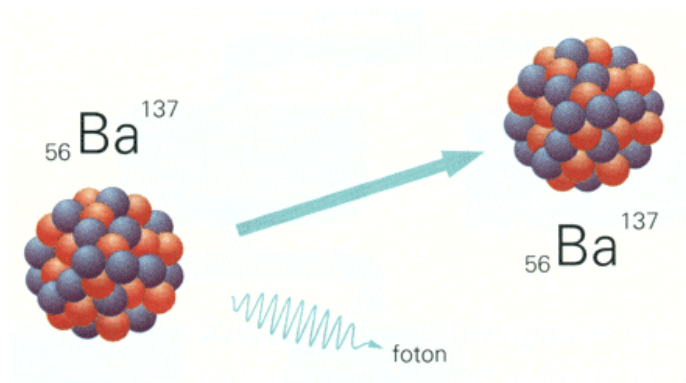
Pri razpadu  $\beta^-$  jedro oddaja negativno nabite elektrone (negatrone), pri razpadu  $\beta^+$  pa pozitivno nabite elektrone (pozitrone).



Slika 2: Razpad  $\beta^-$ .

Razpad  $\gamma$ :

Sestava jedra se pri razpadu  $\gamma$  ne spremeni. Vzbujeno jedro z oddajo fotona pride v nižje energetske stanje. Energije fotonov gama so 0,01-3 MeV.

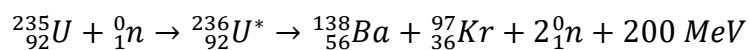


Slika 3: Razpad  $\gamma$ .

Spontani razpad

Jedra mnogih nuklidov razpadejo spontano. Nekateri nuklidi pa se pretvorijo v močno nestabilne po zajetju nevtrona.

Primer razpada  $^{235}\text{U}$ :



## 2.1 NAČINI IZPOSTAVITVE SEVANJU IN BIOLOŠKE POSLEDICE

Človek je ves čas izpostavljen ionizirajočemu sevanju. To izhaja bodisi iz okolice (kozmični žarki, rentgenski aparati, radionuklidi v okolju), ko govorimo o *zunanjem obsevanju*, bodisi izhaja iz radionuklidov prisotnih v samem telesu, čemur pravimo *notranje obsevanje*. Notranje obsevanje je posledica vnosa radioaktivnih snovi v organizem z vdihavanjem onesnaženega zraka, uživanjem hrane in pijače ter tudi skozi kožo (zlasti če je poškodovana). Smiselna je tudi delitev virov na naravne (npr. kozmično sevanje, K-40) in umetne (radiofarmaki, rentgenski aparati...).

Sevalna obremenitev je določena z *absorbirano dozo*, to je energijo, ki se je absorbirala v kilogramu snovi. Enota za absorbirano dozo D je

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$$

Ionizirajoče sevanje povzroča okvare celic. Niso pa vse vrste sevanj pri enaki absorbirani dozi enako škodljive, zato so uvedli novo količino, *ekvivalentno dozo H*

$$H = QD,$$

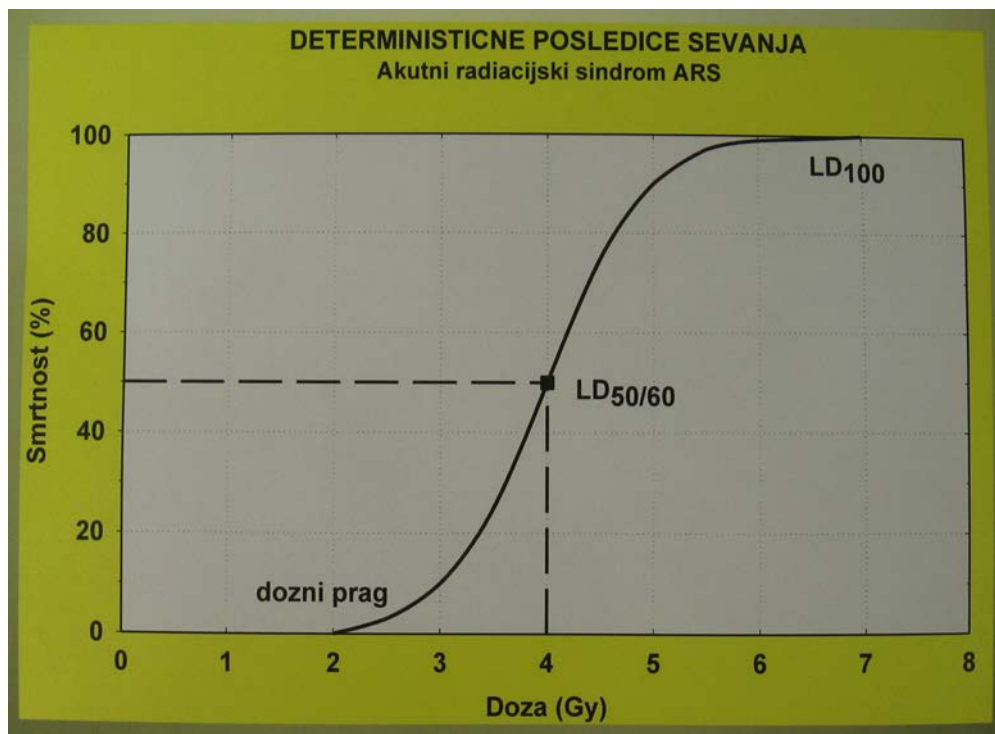
z enoto Sv (Sievert), ki je po dimenziji enaka J/kg, tako kot Gray. Z brezdimenzijskim faktorjem kvalitete *Q* (ki ga označujejo tudi kot RBE, kar je kratica relativno biološko učinkovitost) upoštevamo učinke na *živo tkivo*, kot so zbrani v tabeli 2.

Tabela 2: Vrsta sevanja in energija.

Vrsta sevanja	Energija	Q
žarki x, žarki gama, elektroni, pozitroni,		1
nevtroni	energija < 10 keV	5
	10 keV ≥ energija ≥ 100 keV	10
	100 keV ≥ energija ≥ 2 MeV	20
	2 MeV ≥ energija ≥ 20 MeV	10
	energija > 20MeV	5
Protoni	> 2MeV	2
delci alfa, razcepki jedra, težka jedra		20

Visoke doze znatno poškodujejo pomemben delež celic organa ali tkiva in možne so opazne zdravstvene posledice, ki se pokažejo večinoma relativno hitro po obsevanju (ure, dnevi, tedni), v nekaterih primerih (npr. pri katarakti očesne leče) pa šele po nekaj letih. Te posledice, ki jih strokovno imenujemo *deterministični učinki sevanja* (stari izraz - nestohastični učinki), se ne pojavijo pod mejno dozo – pod doznim pragom. Nad pragom se njihova pomembnost veča z dozo. Dozni pragovi so odvisni od poškodbe, ki jo opazujemo, od organa ali tkiva, ki kažejo znatne razlike v odpornosti na sevanje - *radioresistenci*, obstajajo pa tudi pomembne individualne razlike. Najpomembnejši deterministični učinki sevanja so:

- akutni radiacijski sindrom (okvara krvotvornih organov, pri višjih dozah tudi sluznic prebavnega trakta in živčnega sistema) - ARS;
- poškodba kože različnih stopenj;
- začasna ali trajna sterilnost;
- katarakta očesnih leč.



Slika 4: Deterministični učinki<sup>6</sup>.

Pri nizkih dozah je poškodovano majhno število celic in tudi poškodbe niso nujno nepopravljive, tako da ni takojšnjih vidnih zdravstvenih posledic. Kljub temu, pa z zakasnitvijo od nekaj let do desetletij (latentna doba) včasih izpostavljeni oboli za rakom, levkemijo; zaradi obsevanja spolnih celic, pa so mogoče posledice pri potomcih. Te posledice imenujemo **stohastični (naključni) učinki sevanja**. Vsa dognanja kažejo, da ti učinki nimajo doznega praga – pojavijo se tudi po obsevanju z nizkimi dozami – vendar verjetnost, da se bodo manifestirali, narašča z dozo. Tudi stohastične učinke želimo oceniti, pri čemer pa je upoštevamo tudi to, da niso vsi organi enako občutljivi na dano ekvivalentno prejeta dozo. Zato vpeljemo še eno količino, efektivno dozo, ki upošteva tudi tkivne utežne faktorje  $w_T$ , enota pa ostane ista kot pri ekvivalentni dozi, to je 1 Sievert.

Tabela 3: Efektivne doze, ki so dopustne za organe.

tkivo/organ	ICRP103(I6) 2008
gonade	0,08
rdeči kostni mozeg, debelo črevo, pljuča, želodec, prsi	0,12
mehur, jetra, požiralnik, ščitnica,	0,04
koža, pokostnica, žleze slinavke	0,01
ostalo	0,12

Ko torej ocenjujemo tveganje za poškodbe po več tkivih ali ocenjujemo polno tveganje, izračunamo efektivno dozo tako, da seštejemo prispevke po vseh organih, ki so prejeli evivalentno dozo  $E$ :

$$E = \sum H_T w_T.$$

V tabeli 4 so navedene zdravstvene posledice enkratne izpostavljenosti :

Tabela 4: Ekvivalentna doza in posledice.

Ekvivalentna doza (Sv)	Posledice
0,20 – 1	poškodbe kromosomov, sprememba števila belih krvničk, povišana temperatura
1 – 2	utrujenost, slabost, bruhanje
2 – 4	izguba las, smrt zaradi infekcije
6 – 10	50% smrtnost v 30 dneh
10 – 20	smrt v 4 do 14 dneh
nad 20	takojšnja smrt



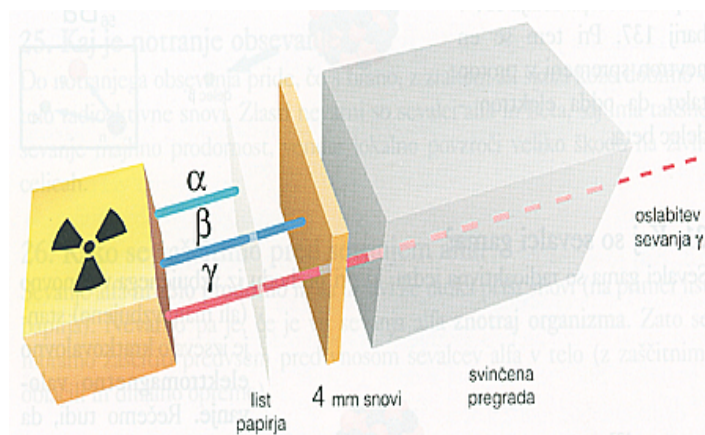
Ena od najpomembnejših lastnosti ionizirajočega sevanja je sposobnost prodiranja v globino tkiva. Prodornost je odvisna od vrste sevanja ter energije delcev. Za delo s temi snovmi je nujno poznati vire in načine obsevanja. Tabela 5 navaja nekaj radioaktivnih izotopov skupaj z vrsto izsevanih žarkov<sup>1</sup>:

Tabela 5: Izvor sevanja in izsevani žarki.

Izvor	Izsevani žarki
$^{241}\text{Am}$	$\alpha, \gamma$
$^3\text{H}$	$\beta$
$^{131}\text{I}, ^{60}\text{Co}, ^{192}\text{Ir}, ^{137}\text{Cs}$	$\beta, \gamma$
$^{125}\text{I}$	X žarki, $\gamma$
$^{226}\text{Ra}$	$\alpha, \beta, \gamma$

## 2.2 OMEJEVANJE RAZŠIRJANJA ŽARKOV

Pri zunanjem obsevanju je en bistvenih ukrepov omejevanje dostopa ustreznih žarkov. Med žarki alfa, beta in gama so glede tega bistvene razlike. Delce alfa zaustavi že odmrta povrhnjica na koži. Ker so ti delci tako veliki ne morejo vstopati skozi kožo.  $\beta$  delci lahko prodrejo do 1 cm v telo, medtem ko potuje  $\gamma$  valovanje skozi celo telo.



Slika 5: Prodiranje alfa in beta delcev ter gama žarkov<sup>7</sup>.

## 2.3 UKREPI ZA VARNO DELO Z RADIOAKTIVNIMI SNOVMI

*Pri delu z radioaktivnimi snovmi se moramo zavedati, da že vsaka minimalna doza prejetega sevanja lahko povzroča škodljive učinke na telo.*

Pri delu v okolju, kjer so viri ionizirajočega sevanja, je zaščita nujna. Osnovna zaščita so:

- čas  
Dvakrat daljša izpostavljenost pomeni dvakrat večjo dozo!
- razdalja  
Dvakrat večja razdalja pomeni štirikrat manjšo dozo, trikrat večja razdalja devetkrat manjšo...
- ščit  
S ščitom (zaslonom) se zaščitimo pred sevanjem:
  - pred žarki  $\alpha$  že nekaj cm zraka,
  - pred žarki  $\beta$  nekaj mm kovine,
  - pred žarki  $\gamma$  nekaj cm svinca ali železa, nekaj 10 cm betona.

Varstvo pred ionizirajočim sevanjem mora doseči dva cilja:

1. z dovolj nizko izpostavitvijo (doza pod pragom) preprečiti deterministične posledice;
2. zmanjšati verjetnost za pojav stohastičnih učinkov na sprejemljivo mero.

Za doseg teh ciljev naj vse dejavnosti z viri ionizirajočih sevanj potekajo v skladu s sledečimi splošnimi načeli:

- Opravičitev dejavnosti (The justification of a practice).  
Pri vsaki dejavnosti, ki bi povzročila izpostavitve sevanju, mora biti končni neto rezultat tak, da so koristi za posameznika ali družbo večje, kot bi bila storjena zdravstvena škoda.
- Optimizacija varstva (The optimisation of protection).  
Pri določeni dejavnosti je treba skrbeti, da so posamezne doze in število izpostavljenih ljudi čim nižje, upoštevajoč pri tem socialne in ekonomske faktorje. To načelo je znano pod imenom **ALARA** (As Low As Reasonably Achievable) - tako nizko, kot je to dosegljivo na smiseln način.
- Omejitev individualnih doz in tveganja (Individual dose and risk limits).  
Izpostavitve posameznikov mora biti v okviru doznih mej, ki zagotavljajo, da izpostavitve ne vodi do tveganj, ki jih družba ocenjuje kot nesprejemljiva.

Dozne omejitve niso edini varovalni faktor, ampak je treba predvsem upoštevati načelo ALARA: **Dejanska izpostavitve sevanju naj bo čim nižja!**

Z viri sevanj ne smejo delati osebe, mlajše od 18 let ter ženske med nosečnostjo.

Pri delu z viri sevanj morajo osebe nositi osebni dozimeter.

Osebe ki delajo z viri sevanj morajo predhodno opraviti zdravniški pregled.

### 3 BIOLOŠKO TVEGANJE

Metka Renko, Katedra za biokemijo FKKT, Univerza v Ljubljani, 1999



Slika 6: Varnostni znak za biološko nevarnost.

#### 3.1 UVOD

V biokemijskih laboratorijih so poleg vseh nevarnosti, ki prežijo v kemijskih laboratorijih, še dodatne biološke nevarnosti, predvsem možnost okužbe delavca z vzorci, ki vsebujejo patogene organizme (povzročitelje bolezni), možnost zastrupitve z različnimi toksini in senzibilizacije (alergizacije) z biološkim materialom. Iz podatke, da ostane vzrok in način pri kar 80 % laboratorijskih okužb neznan, je razvidno, kako mimogrede se lahko pri delu v laboratoriju okužimo. Zato se moramo pri delu ves čas zavedati nevarnosti okužbe (Tabela 6), upoštevati pravila za delo v laboratoriju in se primerno zaščititi.

Tabela 6: Nevarnosti v biokemijskem laboratoriju.

Vzorci, ki lahko vsebujejo patogene organizme:	Možni načini okužbe
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kri in krvni pripravki</li><li>• Druge telesne tekočine</li><li>• Telesni izločki (urin, izpljunka, blato)</li><li>• Tkiva in tkivne kulture (še posebej humana)</li><li>• Ekološki vzorci (voda, prst, odplake)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Okužbe skozi usta (npr. pipetiranje z usti)</li><li>• Vdihovanje aerosolov</li><li>• Okužbe skozi poškodovano kožo</li><li>• Poškodba z okuženim priborom (igle, razbita steklovina)</li><li>• Ugriz poskusne živali</li><li>• Nesreča pri centrifugiranju</li></ul>

### 3.2 PRAVILA ZA DELO V LABORATORIJIH, KJER LAHKO PRIDE DO OKUŽBE

Laboratorije glede na stopnjo nevarnosti okužbe delimo na štiri skupine, pri čemer je v laboratoriju četrte stopnje ogroženost zdravja osebja največja. Ker se pravila za delo v teh laboratorijih razlikujejo in tudi spreminjajo in ker med študijem ne boste delali v laboratorijih višjih stopenj, je najpomembnejše pravilo to, **da se pred pričetkom dela pozanimate, za kakšen laboratorij gre, kakšna je stopnja nevarnosti okužbe in kakšna so pravila za delo. O tem vas je dolžan poučiti vodja laboratorija.**

Na splošno veljajo sledeča pravila:

V laboratoriju **prve stopnje** delamo z dobro znanimi organizmi, za katere vemo, da ne povzročajo bolezni pri človeku. Pri delu uporabljamo haljo, zaščitna očala in rokavice, če imamo na rokah poškodovano kožo. Za delo v laboratoriju prve stopnje veljajo sledeča pravila:

1. Vstop v laboratorij je dovoljen samo zaposlenim.
2. Po delu si vedno temeljito umijemo roke.
3. V laboratoriju je prepovedano uživanje in shranjevanje hrane in pijač, kajenje in nanašanje kozmetičnih sredstev.
4. Med delom se nikoli ne dotikamo obraza ali drugih nezaščitnih delov telesa.
5. Pipetiranje z usti je prepovedano.
6. Vse postopke, kjer bi lahko prišlo do nastanka aerosolov (mešanje, prepričevanje, sonificiranje) izvajamo previdno in počasi.
7. Delovne površine vsak dan dekontaminiramo. Če se nam vzorec polije, polite površine pobrišemo in dekontaminiramo takoj.
8. Vse vzorce, preden jih zavržemo, dekontaminiramo. Če v laboratoriju ni možnosti dekontaminacije, jih ustrezno zapakiramo za prevoz do prostorov za dekontaminacijo. (Glej posebno poglavje o ravnanju z bio1oškim odpadki!)

V laboratoriju **druge stopnje** delamo z vzorci, ki vsebujejo patogene organizme, za katere ni znano, da bi povzročali huda obolenja. Pri delu uporabljamo haljo, zaščitna očala, zaščitno masko, rokavice in varovalni kabinet II (glej posebno poglavje o varovalnih kabinetih!). Haljo imamo samo za delo v tem laboratoriju in jo po končanem delu pustimo v laboratoriju. Za delo v laboratoriju veljajo ista pravila kot za laboratorij prvega reda, z dodatkom, da mora biti osebje, ki dela v tem laboratoriju, posebej usposobljeno in cepljeno proti boleznim, za katere obstaja nevarnost, da bi jih lahko dobili. Vsem ostalim je vstop v laboratorij prepovedan. Postopke, pri katerih prihaja do nastanka aerosolov, izvajamo v varovalnem kabinetu.

V laboratoriju **tretje stopnje** se dela z vzorci, ki vsebujejo znane patogene organizme, ki pri človeku povzročajo huda, tudi smrtna obolenja, zato je nevarnost za zdravje osebja velika. V teh laboratorijih smejo delati samo posebej usposobljeni ljudje, ki imajo opravljen tečaj za tako delo in so ustrezno cepljeni. Vsem ostalim je vstop v laboratorij prepovedan. Pri delu uporabljamo poleg zaščitnih sredstev, ki se uporabljajo v laboratoriju druge stopnje, še varovalni kabinet III, v katerem izvajamo vse postopke. Laboratorij tretje stopnje mora biti opremljen z avtoklavom, zato da ves material dekontaminiramo, preden ga odnesemo iz laboratorija.

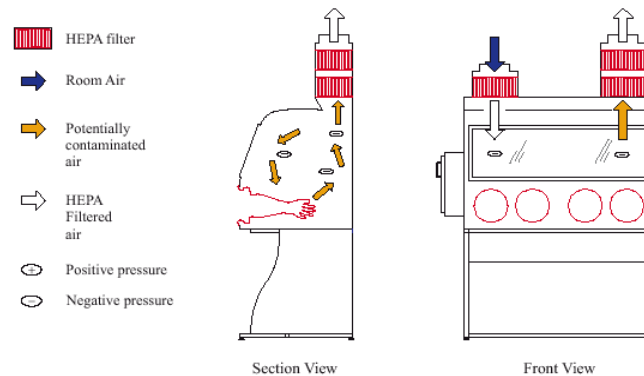
V laboratoriju **četrte stopnje** poteka delo z eksotičnimi organizmi, za katere še niso znane posledice okužbe ali pa zanje še ni zdravil oziroma cepiv. Tudi v teh laboratorijih smejo delati samo posebej usposobljeni ljudje. Laboratorij četrte stopnje je opremljen kot laboratorij tretje stopnje, če pa nima varovalnega kabineta III, ampak samo varovalni kabinet II, mora osebje nositi posebne zaščitne obleke.

Ker pri pedagoškem procesu ne uporabljamo vzorcev, ki vsebujejo patogene organizme, boste med študijem delali samo v laboratorijih prve stopnje in kvečjemu v laboratorijih med prvo in drugo stopnjo. Za delo v laboratorijih višjih stopenj se boste morali posebej usposobiti na delovnem mestu.

### 3.3 DELOVANJE BIOLOŠKIH VAROVALNIH KABINETOV

Biološki varovalni kabineti so namenjeni varnemu delu z biološkimi materiali. Glede na izvedbo in tudi uporabo jih delimo v tri skupine (I, II in III). Bistveni sestavni del bioloških varovalnih kabinetov so posebni filtri, ki zadržijo 99,97 % delcev velikosti  $0,3\mu\text{m}$  in s tem sterilizirajo zrak.

**Biološki varovalni kabineti I** delujejo tako, da črpajo zrak iz okolice skozi odprtino za delo in



Slika 7: Shema biološkega varovalnega kabineta

potem filtriranega spuščajo v okolico skozi odprtino na vrhu kabineta. Na ta način ščitijo pred okužbo delavca, ne pa materiala, s katerim ta dela.

**Biološki varovalni kabineti II** zrak, ki ga črpajo iz okolice najprej prefiltrirajo, potem sterilni zrak črpajo z vrha kabineta proti delovni površini, nakar ta zrak še enkrat prefiltrirajo in spustijo v okolico. Tako ščitijo pred okužbo delavca in material, s katerim se dela. Poznamo več izvedb bioloških varovalnih kabinetov II, ki se razlikujejo po deležu zraka, ki se v kabinetu reciklira.

**Biološki varovalni kabineti III** so namenjeni delu z vzorci, ki vsebujejo najbolj nevarne patogene organizme. Zrak, ki prihaja v kabinet skozi odprtino na vrhu, se filtriran črpa navzdol proti delovni površini in nato vrača v okolico skozi dva zaporedna filtra ali pa en filter in incinerator. Material se vnaša in jemlje iz kabineta skozi avtoklav z dvojimi vrati, kar omogoča sterilizacijo materiala, preden ga vzamemo iz kabineta. Delavec rokuje z materialom s pomočjo rokavic, ki so pritrjene na sprednji del kabineta. Vse druge naprave, potrebne za delo (inkubator, hladilnik, centrifuga), morajo biti del kabineta.



Slika 8: Biološki varovalni kabinet  
[http://www.iskra-pio.si/sl/laminarne-komore/mcxc-2#prettyPhoto\[MCxx-2\]/1/](http://www.iskra-pio.si/sl/laminarne-komore/mcxc-2#prettyPhoto[MCxx-2]/1/)

### 3.4 RAVNANJE Z BIOLOŠKIMI ODPADKI

Vse biološke odpadke in ves material, ki je pri delu prišel v stik z vzorci, moramo sterilizirati, preden jih zavržemo ali operemo za ponovno uporabo. Način sterilizacije je odvisen od vrste materiala. Steklovino, kovinski pribor, tekočine in material iz plastičnih mas avtoklaviramo. Čisto steklovino in kovinski pribor za ponovno uporabo lahko suho steriliziramo, tekočine, ki jih nameravamo zavreči pa lahko dekontaminiramo z dodatkom razkužil. Dele živalskih trupel sežgemo v posebnih pečeh (incineratorjih). Če v laboratoriju ni ustrezne opreme za sterilizacijo, moramo odpadke pravilno zapakirati za prevoz do prostorov za sterilizacijo. Posebej moramo paziti na ostre predmete (igle, rezila), ki jih moramo zapreti v posebne škatle, da pri prevozu ne poškodujejo embalaže ali celo osebja.

### 3.5 DELO Z GENSKO SPREMENJENIMI ORGANIZMI

Marko Dolinar, Katedra za biokemijo UL FKKT, januar 2013

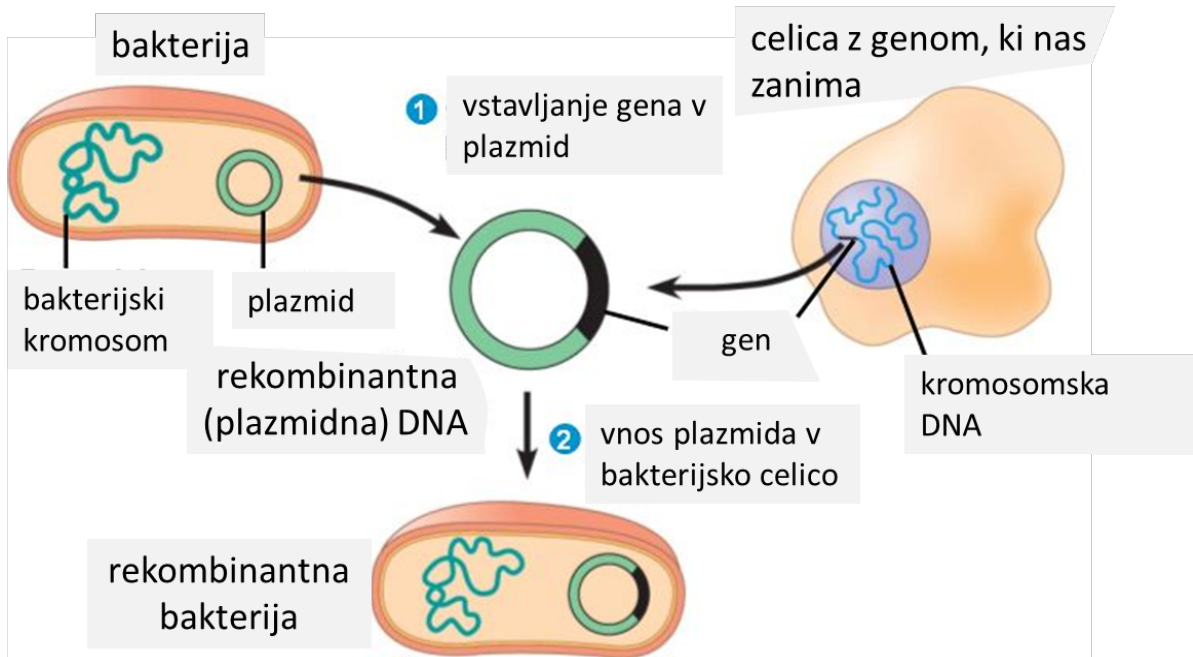
V prejšnjem poglavju o biološki varnosti ste spoznali nekatere vidike tveganja pri delu z biološkimi vzorci. Šlo je za dejavnike, ki so prisotni v vzorcih iz okolja, ali za vzorce človeškega ali živalskega izvora, odvzete za analizo. Kot ste videli, laboratorije razvrstimo v štiri skupine glede na tveganje, ki ste mu pri delu lahko izpostavljeni. Podobna klasifikacija velja tudi za delo z gensko spremenjenimi organizmi, čeprav so tveganja v tem primeru drugačna.

Molekularna biologija in biokemija sta dandanes nepredstavljeni brez uporabe tehnik molekulskega kloniranja in rekombinantno pripravljenih proteinov. Pri molekulskem kloniranju gre za to, da iz ene kopije neke genetske informacije (poenostavljeno lahko govorimo kar o genu) pridobite tako veliko število kopij, da lahko izvedete potrebne analize. Rekombinantni proteini pa so tisti, ki jih dobimo ob uporabi genske tehnologije, običajno v gojenih celicah, ki so po izvoru drugačne od tistih, ki v naravi proizvajajo ta protein. Najenostavnejši primer je, da zapis za nek človeški protein (na ravni DNA) prenesemo v bakterijske celice, ki nato proizvajajo človeški protein.

Pri večini postopkov molekulskega kloniranja in pri pripravi rekombinantnih proteinov uporabljamo mikroorganizme, ki so sicer taki, kot so jih izolirali iz naravnih virov, so pa naknadno genetsko spremenjeni. Vanje so namreč vključili dodatne gene za lastnosti, ki olajšajo delo s temi celicami in omogočajo analize, ki smo si jih zamislili. Delo z gensko spremenjenimi organizmi (GSO) je dovoljeno samo v posebej opremljenih laboratorijih in ga sme izvajati samo osebje, ki je za tako delo usposobljeno, pri delu pa je treba izvajati ukrepe, ki preprečujejo, da bi GSO prišel iz laboratorija v okolje.

Slika 1 prikazuje enostaven postopek priprave gensko spremenjenega organizma. Tak poskus je mogoče izvesti v vsakem solidno opremljenem laboratoriju ob poznavanju ustreznih tehnik. DNA najpogosteje vnašamo posredno, preko vektorskih molekul, kakršni so plazmidi. Plazmidi so krožne molekule DNA, ki se v celici podvojujejo samostojno in jih pri bakterijah in nekaterih kvasovkah pogosto najdemo v več deset kopijah tudi v naravi. Če DNA, ki jo želimo klonirati, vključimo v plazmid, plazmid pa vnesemo v celico, se bo takšen genetsko spremenjen (rekombinantni) plazmid prenesel tudi v celice, ki bodo nastale pri celični delitvi. Bakterije se v optimalnih pogojih za rast delijo vsakih ~30 minut, kar pomeni, da lahko iz ene same gensko spremenjene celice v enem dnevu dobimo več milijonov celic, vsaka od njih pa bo imela več deset kopij plazmidov z vstavljenim genom, ki nas zanima. Celični kloni bodo vsebovali identične kopije vektorja z vključenim genom, ki ga preučujemo.

Če bi gensko spremenjeni organizmi zašli v okolje, obstaja teoretična možnost, da bi se v okolju obdržali in s tem morda izpodrinili naravne organizme. Lahko bi prišlo do izmenjevanja genetskega materiala z organizmi v okolju in tako bi gen, ki smo ga nameravali preučevati v laboratoriju, postal del organizmov, ki ga ne rabijo in bi jim morda lahko celo škodoval. Zato moramo skrbeti, da GSO, s katerim delamo, nikoli ne pride iz laboratorija. Dodaten razlog, zakaj nočemo gensko spremenjenih organizmov v okolju, je, da plazmidi pogosto vsebujejo gene za odpornost proti antibiotikom. Če bi se ti geni razširili v okolju, bi mikroorganizmi, proti katerim se želimo boriti, postali odporni proti antibiotikom, zato teh antibiotikov ne bi več mogli uporabljati. Še posebej nevarno pa bi bilo, če bi v okolje zašli geni za toksine in za dejavnike, povezane z razvojem kakšnih bolezni.



Slika 9: Način priprave gensko spremenjene bakterije (Neil A. Campbell in sod., *Biology*, 8. izdaja. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 2008).

Delo z GSO-ji torej poteka v nadzorovanih laboratorijskih pogojih. Take laboratorije imenujemo 'zaprti sistemi'. Slovenska zakonodaja podobno kot drugje v Evropi natančno predpisuje, katere zahteve mora izpolnjevati laboratorij, v katerem je delo z gensko spremenjenimi celicami dovoljeno. Laboratoriji morajo biti prijavljeni pri ustreznem ministrstvu (pri nas je to Ministrstvo za kmetijstvo in okolje), o svojem delu pa mora redno poročati. Zaposleni se morajo držati predpisanih postopkov dela in skrbeti za to, da (mikro)organizme po opravljenih analizah ali drugih poskusih 'inaktivirajo', torej toplotno ali kemijsko obdelajo, tako da celice niso več sposobne življenja. Za termično inaktivacijo uporabljamo predvsem avtoklave.

Prijava zaprtega sistema za delo z GSO-ji temelji na oceni tveganja, torej natančni opredelitvi, do kakšne mere bi lahko gen, vektor, gostiteljska celica vsak posebej ali v kombinaciji predstavljali tveganje za ljudi, živali ali naravno okolje. Če je tveganje zelo majhno, zaprti sistem uvrstimo v 1. varnostni razred. Če je tveganje večje, moramo izvajati več zadrževalnih ukrepov, zaprti sistem pa uvrstimo v 2. varnostni razred. V Sloveniji ni laboratorijev, v katerih bi izvajali delo z GSO-ji v 3. ali 4. varnostnem razredu, kjer bi bilo tveganje še večje in morebitna škoda težko ali sploh ne popravljiva.

Zadrževalni ukrepi pri delu v zaprtem sistemu so različni. Najprej so tu fizikalni ukrepi, to so okna, vrata, delovne površine, ki jih je lahko dezinficirati, itd. Organizacijski ukrepi so, da delo z GSO-ji dovolimo samo osebjem, ki je za tovrstno delo usposobljeno in seznanjeno s tveganjem, ki ga tako delo predstavlja. V to skupino ukrepov sodijo tudi interna navodila za delo, upoštevanje dobre laboratorijske prakse, obvezna uporaba zaščitnih halj in rokavic ipd. Med biološke ukrepe prištevamo predvsem izbor organizmov, s katerimi delamo. Ti naj bi bili nepatogeni (ne bi bili sposobni povzročiti bolezni) in, če je le mogoče, taki, da se niti ne morejo obdržati v človeškem organizmu. Enako poskusimo izbrati celice, ki so oslABLJENE in v okolju ne bi vzdržale v konkurenci z naravnimi organizmi, ki so na razmere v okolju dobro prilagojeni.



Poleg tega, da delo izvajamo po predpisanih postopkih in v zaprtih sistemih, ki so ustrezno opremljeni, moramo v laboratoriju imeti tudi natančno določena pravila glede tega, kakšne ukrepe je treba izvajati, če bi kljub pazljivosti prišlo do razlitja celic in prenosa gensko spremenjenih organizmov v okolje. Točno je predpisano, kdo je zadolžen za posamezne naloge in v katerih primerih bi bilo treba o sprostitvi GSO-jev v okolje obvestiti ustrezne službe, ki bi ravnale, kot da bi šlo za naravno nesrečo.

Čeprav se boste z gensko spremenjenimi organizmi srečali predvsem študentje biokemije, je mogoče, da boste tudi drugi, ki vas zanimajo področja biotehnologije, sintezne biologije in podobnih, kdaj delali v zaprtih sistemih za delo z gensko spremenjenimi organizmi. Takrat se boste morali s postopki, ki so določeni za posamezen laboratorij, podrobneje seznaniti in zapisana pravila natančno spoštovati.

Kot je bilo že omenjeno, je treba vse ostanke kultur GSO-jev in ves laboratorijski material, ki je prišel v stik z živimi gensko spremenjenimi celicami, sterilizirati. Najpogostejši način sterilizacije je z avtoklaviranjem. Slika 10 prikazuje nekaj modelov avtoklavov, naprav za termično inaktivacijo in sterilizacijo. Uporabljamo jih za to, da v njih steriliziramo tudi sveža gojišča za rast celic, raztopine za delo v laboratoriju, ki morajo biti sterilne, po končanih poskusih pa v njih uničimo celice, da ne bi zašle v okolje.



Slika 10: Laboratorijski avtoklavi z malim do srednjim volumnom (spletne strani proizvajalcev CertoClav, Zirbus, Hirayama)

Avtoklaviranje je kuhanje pri povečanem tlaku. Empirično je bilo ugotovljeno, da 20-minutno kuhanje pri 121 °C uniči vse bakterije, pa tudi druge tipe celic. Enak učinek dosežemo, če avtoklaviramo 10 minut pri 135 °C. Ker so avtoklavi visokotlačne naprave, je potrebno njihovo redno vzdrževanje in preverjanje delovanja. Predvsem je pomembno to, da v prostoru za avtoklaviranje ne ostajajo žepi zraka in da celoten prostor, v katerem poteka sterilizacija, zasede pregreta vodna para. Suha vročina je za sterilizacijo manj primerna. Steklovino na primer lahko razkužimo, če jo 2 h inkubiramo pri 200 °C.

Alternativni postopek sterilizacije je incineracija (odpadke, ki vsebujejo GSO-je zbiramo v plastičnih posodah, ki jih, ko so polne, neprodušno zapremo in oddamo v sežig specializiranemu podjetju). Izvedemo lahko tudi kemično sterilizacijo z uporabo dezinfekcijskih raztopin. Pripraviti jih moramo natančno po navodilih proizvajalca in skrbeti, da niso starejše, kot je navedeno na embalaži. Delovne površine lahko razkužimo s 70-odstotnim etanolom ali z razkužilom. Razkužila morajo delovati nekaj časa, da res učinkujejo. Morebitne večje volumne razlitih mikroorganizmov popivnamo z vpojnim papirjem ali absorpcijskimi granulami – oboje nato avtoklaviramo ali incineriramo.

Pri delu z GSO-ji moramo voditi tudi natančen laboratorijski dnevnik, v katerem navedemo, s kakšnimi volumni genetsko spremenjenih celičnih kultur smo delali in kako smo celice po končanem delu uničili. Praviloma imajo laboratoriji posebne dnevnike dela z GSO-ji, vodijo pa tudi avtoklavirni dnevnik, iz katerega mora biti razvidno, kdo je kdaj avtoklaviral koliko materiala, v dnevnik pa zapisujemo tudi vsa vzdrževalna dela na avtoklavu, opravljena testiranja in morebitne okvare.

## 4 ZAGOTAVLJANJE VARNEGA DELA V LABORATORIJU

Zagotavljanje varnosti in zdravja v laboratoriju je ključno izhodišče pri načrtovanju dela v laboratoriju. Pri tem je treba upoštevati nenehne spremembe, ki nastajajo v laboratoriju. Izhodišče so naslednji kriteriji/področja:

- namembnost/vrsta laboratorija.
- postopki in opravila, ki se bodo izvajala v laboratoriju.
- struktura ljudi v laboratoriju.

Zagotavljanje laboratorijske varnosti zajema tehnične in organizacijske ukrepe. Tehnični ukrepi se nanašajo na opremljenost objekta, prostora in delovne opreme (napeljave, aparature, ostala oprema za delo). Z organizacijskimi ukrepi določimo pravila dela v laboratoriju. Tehnični ukrepi so podlaga za sprejem organizacijskih ukrepov. Organizacijske ukrepe določa vsaka delovna organizacija, zavod ali ustanova sama zase, tehnični ukrepi pa določajo opremo za zagotavljanje varnega in zdravega dela ter varovanja okolja.

### 4.1 TEHNIČNI UKREPI

Eden od glavnih ciljev laboratorija je zagotoviti varen prostor, v katerem lahko znanstveniki, laboranti, študentje in ostalo osebje opravljajo svoje delo. Predvsem v raziskovalnih, pedagoških, pa tudi analitskih laboratorijih se odvija cel kup različnih postopkov in opravil. Pri tem moramo poznati:

- dejavnosti, ki se ali se bodo izvajale v laboratoriju,
- snovi in opremo, ki se uporablja,
- ostale dejavnosti, ki laboratorij opredelijo kot »poseben tip laboratorija«

V laboratoriju se uporablja relativno veliko število snovi in pripravkov - zmesi, njihova količina pa je majhna.

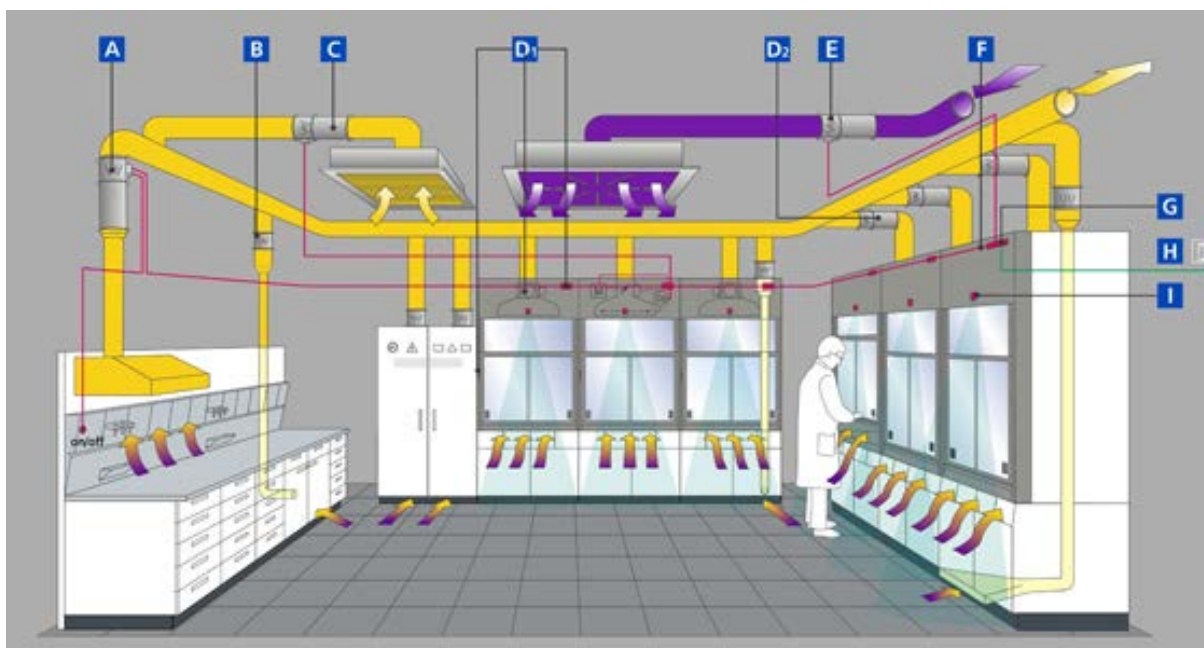
Med tehnične ukrepe se šteje ustrezna opremljenost laboratorija. Vsa oprema, aparature, snovi (nevarne kemikalije), inštalacije, idr., morajo zagotavljati varne delovne pogoje. Osnovne zahteve so podane v Pravilniku o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih<sup>9</sup>. Detajlnejše zahteve podaja nemška smernica za laboratorije Richtlinien für Laboratorien<sup>10</sup>, tukaj pa se omejimo samo na nekaj osnovnih zahtev, ki se nanašajo na:

- prezračevanje laboratorija,
- varna uporaba kemikalij v laboratoriju,
- opremo za nudenje prve pomoči in gašenja požara.

#### 4.1.1 SISTEM PREZRAČEVANJA LABORATORIJEV NA UL FKKT

Z ustreznim prezračevanjem zagotovimo, da so koncentracije kemikalij, ki se sproščajo nižje od mejnih vrednosti MV. Mnoge snovi lahko z zrakom tvorijo vnetljive ali celo eksplozivne zmesi, čemur se izognemo z učinkovitim odsesavanjem le teh. Ker je spodnja meja vnetljivosti vedno nekoliko višja od MV, preprečimo vžig že z uravnavanjem MV.

Prezračevanje je lahko splošno, s katerim zagotovimo prezračevanje celotnega prostora ali pa lokalno, z digestoriji ali prezračevalnimi napami.



Legenda:

A, B, C, E	zračne lopute
D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , G	kontrola pretoka zraka
F	vodilo sistema nadzora prezračevanja
I	kontrola zaslona

Slika 11: Prezračevalni elementi v laboratoriju.

<http://www.waldner-lab.de/en/fume-cupboards/laboratory-control.aspx>

Prezračevanje vseh prostorov fakultete se vodi računalniško preko centralnega nadzornega sistema (CNS sistem). Sistem prezračevanja je ločen glede na namembnost prostorov – pogoji prezračevanja so različni za predavalnice, laboratorije, jedilnico, hodnike in druge prostore. CNS sistem skrbi za ustrezno prezračevanje in ga prilagaja stanju v prostoru.

V vsakem laboratoriju je zagotovljen sistem splošnega in lokalnega prezračevanja. Splošno prezračevanje s sistemom dovoda in odvoda zraka ustrezne temperature in vlage, zagotavlja najmanj 4-kratno izmenjavo zraka v prostoru na uro. Z vklopom lokalnega prezračevanja, kot so digestoriji, nape ali lokalni odvodi dosežemo zahtevano 8-kratno izmenjavo zraka za delovni režim. S podtlakom najmanj -5 Pa preprečimo širjenje hlapov iz laboratorija v sosednji prostor. Sistem prezračevanja deluje neprekinjeno ob pogoju, da so vrata in okna zaprta.

V primeru požarnega alarma se prezračevanje prostora prekine. Zvočni alarm, to je požarna sirena in govorno sporočilo nas opozorita, da moramo z delom prekiniti in zapustiti objekt. Koncentracije tehničnih plinov v prostoru nadzira CNS sistem. V primeru povišane koncentracije tehničnega plina oziroma znižane koncentracije kisika v prostoru, CNS sistem zagotovi maksimalno prezračevanje prostora, seveda ob pogoju, da so vrata in okna zaprta.

**Ustrezen sistem prezračevanja v laboratoriju lahko zagotovimo le v primeru, da so vrata in okna zaprta!**

Funkcija digestorija je:

- preprečiti nastajanje potencialno eksplozivnih zmesi,
- preprečiti izhajanje nevarnih količin ali koncentracij hlapov par, aerosolov ali prahu v laboratorij,
- ščititi uporabnika pred brizgi nevarnih snovi ali letečih delov.

#### Opis delovanja digestorijev

Digestorij je priključen na prezračevalni sistem preko odsesovalnih cevi. Z odsesavanjem se znotraj delovnega prostora tvori podtlak. Vlek zraka se vrši skozi pomožne odprtine nad in pod oknom. Zaobljeni robovi okenskega okvirja omogočajo optimalen dovod zraka. Plini, hlapi, aerosoli in prah se v komori, oz. notranjem delovnem prostoru pomešajo in odsesajo.

Notranji delovni prostor je dostopen z odpiranjem dvižnega okna, ki se odpre z navpičnim gibanjem. Regulator dvižnega okna omogoča odpiranje in zapiranje s pomočjo motoriziranega pogona. Dvižno okno ima dva vodoravna steklena okna, ki se premikata v nasprotnih smereh. Vodoravna okna omogočata dostop do delovnega prostora v notranjosti ter nudita fizično zaščito za telo.

Osnovni način delovanja digestorijev je v vseh laboratorijih UL FKKT enak. Razlikujejo se po:

- širini (120 ali 150 cm),
- opremljenostjo s priključki (voda, elektrika, komprimiran zrak, tehnični plini),
- tipom omarami pod digestorijem,

kot je razvidno na sliki 12, kjer so prikazani sestavni deli digestorija.



1. DVIŽNO OKNO
2. VODORAVNO DRŠNO OKNO
3. ZGORNJE OKNO
4. KONTROLNA PLOŠČA Z INDIKATORSKIMI LUČMI
5. SENZOR GIBANJA
6. SENZOR OVIRE
7. FID STIKALO
8. TIPKA ZA IZKLOP V SILI
9. VTIČNICE
10. STIKALO NAPAJANJA 3-FAZNIH VTIČNIC V DIGESTORIJU
11. STIKALO NAPAJANJA VTIČNIC V DIGESTORIJU
12. VENTIL ZA ZEMELJSKI PLIN (rumene barve)
13. VENTIL ZA TEHNIČNI PLIN Z MANOMETROM
14. REGULATOR PRETOKA TEHNIČNEGA PLINA
15. VENTIL ZA VODO (zelene barve)
16. VARNOSTNA OMARA ZA VNETLJIVE KEMIKALIJE
17. VARNOSTNA OMARA ZA JEDKE KEMIKALIJE
18. PODDIGESTORIJSKA NAVADNA OMARA

Slika 12: Opis digestorija in pripadajoče opreme.

### **Pravila za delo v digestoriju**

Pri delu v digestoriju je treba upoštevati Navodilo za varno uporabo digestorija (v nadaljevanju: navodilo za digestorij). Navodilo za digestorij je nameščeno v vsakem laboratoriju. **Zaščitni ukrepi in pravila obnašanja pri delu z digestorijem so:**

1. Pri uporabi digestorija je treba upoštevati Laboratorijski red UL FKKT.
2. Delo v digestoriju je dovoljeno izvajati le ob vključenem prezračevanju. Pred pričetkom dela je treba na kontrolni plošči vklopiti stikalo za vklop (zasveti zelena luč), da se v času 3 minut vzpostavi ustrezen režim prezračevanja laboratorija.
3. Pretok prezračevanja digestorija določamo s tipkami na kontrolni plošči in položajem dvižnega in drsnega okna.
4. Delo pri nižanjem režimu delovanja je dovoljeno le, kadar ni sproščanja par, aerosolov ali prah.
5. Prepovedano je vsakršno poseganje v sisteme delovanja digestorija z namenom odstranjevanja ali zmanjševanja funkcij delovanja digestorija.
6. Iz pulta digestorija je treba odstraniti vso nepotrebno opremo, da si omogočite zadostno delovno površino.
7. Priklop in odklop električne opreme znotraj digestorija se vedno izvaja v brez napetostnem stanju: stikalo napajanja vtičnic (položaj 10 ali 11 na sliki 12) mora biti v izklopljenem stanju, ko se priklaplja ali odklapija kabel v ali iz vtičnice. S tem preprečimo nastanek iskre.
8. Odpiranje in zapiranje dvižnega okna poteka avtomatsko, ko z rahlim stiskom odprtih na sredini spodnjega roba okvirja dvižnega okna ali s potiskom roke dvignemo oziroma spustimo dvižno okno.
9. Med delom mora biti dvižno okno zaprto. Vodoravno drsno okno je dovoljeno odpirati le, kadar je to potrebno. Dvižno in vodoravno drsno okno ne smeta biti istočasno odprta.
10. Med delom je treba kontrolirati stanje indikatorskih luči na kontrolni plošči. V primeru vklopa alarma je treba zapreti drsno oziroma dvižno okno digestorija.
11. V digestoriju ni dovoljeno hranjenje kemikalij.
12. Vnetljive in jedke kemikalije je treba hraniti v označenih varnostnih omarah.
13. Pri odpiranju ventilov se je treba prepričati, da se odpre namenski ventil. Barvne oznake in nomenklature, ki označujejo posamezen medij so navedene v prilogi 1 [OZNAKE VENTILOV IN ODJEMNIH MEST](#).
14. Priključne cevi je treba zavarovati pred zdrsom z odjemnih mest.
15. Po končanem delu je treba zapreti vse ventile za pline in vodo ter izklopiti digestorij.

Celotno Navodilo za varno uporabo digestorija je v [prilogi 2](#).

#### 4.1.2 VARNA UPORABA KEMIKALIJ V LABORATORIJU

Pred pričetkom uporabe kemikalije mora uporabnik preveriti nevarne lastnosti kemikalije. Podatek, ali je kemikalija razvrščena v enega od razredov nevarnih kemikalij, razberemo iz oznak na embalaži, podatkov v katalogu proizvajalca kemikalije ali v varnostnih listih. Varnostne liste za vse komercialno dostopne nevarne kemikalije najdemo na intranetu. Varnostni list določa ukrepe za delo z nevarno kemikalijo.

Splošna pravila, ki jih moramo upoštevati pri uporabi kemikalij so:

- Pred uporabo nevarnih snovi mora biti uporabnik seznanjen z nevarnostmi in zaščitnimi ukrepi.
- Upoštevati je treba podatke o nezdružljivosti kemikalij.
- Embalaža z nekomercialno kemikalijo ali vzorec mora biti označen tako, da je mogoča identifikacija (snov, koncentracija, uporabnik).
- Pretakanje kemikalij mora potekati na način, da se prepreči razlitje kemikalij. V primeru razlitja je treba uporabiti ustrezna absorpcijska sredstva.
- Pipetiranje z usti je prepovedano. Pri pipetiranju je treba uporabljati ustrezne tehnične pripomočke.
- Delo z rakotvornimi ali mutagenimi snovi mora potekati v zaprtem sistemu.
- Rakotvorne, mutagene, akutno strupene snovi ter snovi strupene za razmnoževanje je treba hraniti zaklenjene. Vsakič jih je dovoljeno odmeriti le v količini, potrebni za posamezen eksperiment. Treba je voditi evidenco o uporabi (snov, količina, datum, uporabnik).
- Delo, pri katerem se lahko nevarne snovi sproščajo kot plin, hlapi, para, aerosol ali prah, je treba izvajati v digestoriju ali pod odsesovalno napo.
- Transport kemikalij je dovoljen samo v zaprti embalaži z uporabo košare ali vozička.
- Kemikalije je treba hraniti v namenskih omarah in pri tem upoštevati nezdružljivost kemikalij.
- Prepovedano je hranjenje nevarnih kemikalij na pultih, odprtih policah in v digestoriju.
- Prepovedano je hranjenje kemikalij v embalaži, namenjeni za živila.

Poseben poudarek je na skladiščenju kemikalij v laboratoriju. Pri tem moramo upoštevati naslednja načela:

- Nevarne kemikalije je treba skladiščiti tako, da ne ogrožajo zdravja človeka in okolja.
- Posode z nevarnimi snovmi smejo biti hranjene v policah, omarah in posebnih napravah samo do take višine, da jih je še varno jemati in odložiti. Na splošno se posod, ki jih je mogoče nositi samo z obema rokama, ne sme odstavljati ali jemati nad višino prijema (170 do 175 cm).
- Nevarne snovi, ki vsebujejo hlape, škodljive zdravju, je treba hraniti na mestih s stalnim odsesavanjem.
- Vnetljive kemikalije je treba hraniti v posebnih kovinskih omarah, ki so požarno odporne in priključene na odsesavanje.
- Snovi, ki se pri sobni temperaturi zaradi delovanja zraka ali vlage lahko same vnamejo, je treba hraniti ločeno od drugih eksplozivnih, oksidirajočih, zelo vnetljivih in vnetljivih snovi, kot tudi zaščiteno pred širjenjem požara.

- Visoko koncentrirane dušikove (V) kisline (solitrne) in klorove (VII) kisline (perklorne) je treba shraniti tako, da pri razbitju steklenice nevarne reakcije niso možne. To je mogoče doseči npr. z namestitvijo v dodatne proti razbitju varne in odporne posode.

V laboratoriju se običajno skladiščijo kemikalije, ko so razvrščene v različne razrede nevarnosti. Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij<sup>12</sup> pa določa razrede skladiščenja. V pravilniku so navedena tudi pravila glede skupnega skladiščenja kemikalij posameznih skladiščnih razredov.

Na fakulteti poteka skladiščenje kemikalij na treh nivojih: centralno skladišče kemikalij, skladiščenje kemikalij na katedri ter skladiščenje kemikalij v laboratoriju. V laboratoriju je dovoljeno hraniti le minimalne potrebne količine kemikalij. Največja dovoljena embalažna enota je 2,5 L.

V laboratorijih se nahajajo omare, namenjene skladiščenju posameznim skupinam razredov nevarnih kemikalij. Piktogrami na omari označujejo namembnost posamezne omare, kot je razvidno na sliki 12.

#### 4.1.3 OPREMA ZA NUDENJE PRVE POMOČI IN GAŠENJA POŽARA

Oprema za nudenje prve pomoči in gašenja požara spada med kurativne ukrepe, s katerimi blažimo posledice nezgode.

#### PRHA IN PIPA ZA IZPIRANJE OČI

Prhe so nameščene na izhodih iz lamel in izhodih iz študentskih laboratorijev. Prha se aktivira s potegom držala navzdol, kot kaže puščica na sliki 13.



Slika 13: Prha za telo.



Slika 14: Pipa za izpiranje oči.

Pipe za izpiranje oči so nameščene na vseh koritih. Na sliki 14 je primer pipe za izpiranje oči. Za aktiviranje potegnemo pipo iz ležišča in pritisnemo rdeč gumb.



## IZPIRALNA POSTAJA

Na centralnih hodnikih so nameščene izpiralne postaje v primeru politja z jedkimi snovmi. Na sliki 15 je prikaz izpiralne postaje.



Slika 15: Izpiralna postaja.

Diphoterine® je namenjen izpiranju oči ali manjše površine kože zaradi stika z jedko kemikalijo. Učinkovitost izpiranja dosežemo v prvih 60 sekundah po politju zato je bistveno, da z izpiranjem pričnemo takoj. Plastenka s tekočino je namenjena izpiranju oči, spray pa izpiranju kože. Grafični prikaz uporabe je na sliki 16. Hexafluorine® je namenjen izpiranju oči zaradi stika s fluorovodikovo kislino. Grafični prikaz uporabe je na sliki 17.



Slika 16: Grafični prikaz uporabe Diphoterine®.



Slika 17: Grafični prikaz uporabe Hexafluorine®.

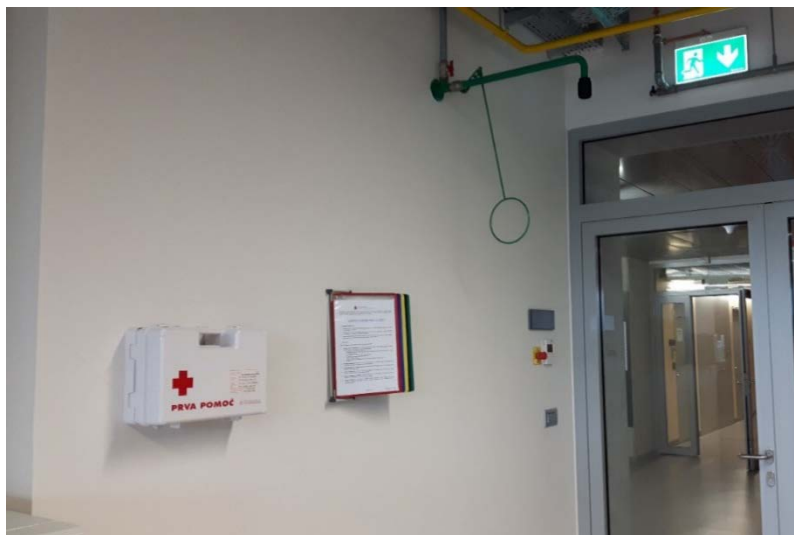
Pravila pri politju u jedko snovjo:

- 1. Nikoli ne smemo odlašati z izpiranjem!**
2. Izpiranje odkritih predelov telesa pričnemo čim hitreje v prvi minuti po politju.
3. Odstranimo obleko in/ali kontaktne leče.
4. Po odstranitvi oblačil čim hitreje izperemo tudi slečene dele telesa.
5. Oblačil politih s kemikalijami ne smemo več obleči.
6. Med izpiranjem izpraznimo celotno vsebino Diphoterine-a®/Hexafluorine-a®. Če teh nimamo, takoj začnemo izpirati z vodo.
- 7. Po vsakem izpiranju se posvetujemo z zdravnikom!**

### **OMARICA ZA PRVO POMOČ**

se nahaja v vsakem študentskem laboratoriju na vidnem mestu, kot je prikazano na sliki 18. Vsebina omarice je predpisana. V njej se nahajajo različni povoji, obliži, sterilne gaze, sanitetna vata, trikotna ruta, sponke in škarje.

Na omarici so napisane osebe za nudenje prve pomoči s telefonskimi številkami.

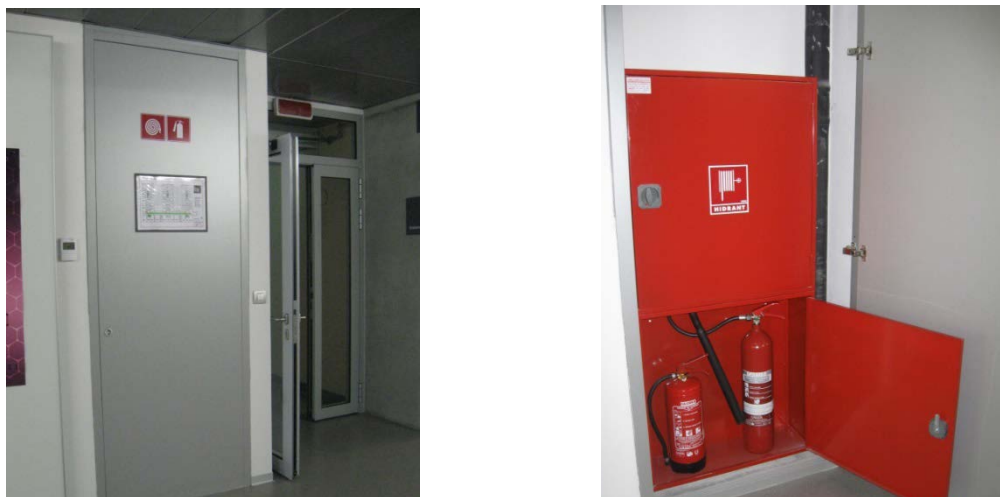


*Slika 18: Omarica PRVE POMOČI*

## OPREMA ZA GAŠENJE POŽARA

Poleg aktivnih sistemov za odkrivanje, javljanja in gašenje požara (ročni in avtomatski javljalniki požara ter sprinkler sistem) se nahajajo še gasilniki in hidranti namenjeni začetnemu gašenju požara. Gasilniki in hidranti so nameščeni v omarah, kot je prikazano na sliki 19. Lokacija teh je razvidna iz Načrta evakuacije, izobešenega na centralnih hodnikih.

V zgornji omari je nameščen hidrant, v spodnji omari pa sta dva ročna gasilnika: na levi strani je gasilnik na prašek, na desni strani gasilnik na CO<sub>2</sub>.



Slika 19: Omara, v kateri so nameščeni hidrant in gasilnika.

Protipožarne odeje (Slika 20) so nameščene v vsaki etaži na steni na glavnem hodniku. S protipožarno odejo lahko pokrijemo gorečo površino ali ovijemo osebo z gorečim oblačilom.



Slika 20: Protipožarna odeja.

Velja, da se lahko požar preko začetnega vžiga širi na sosednja goriva v polno razviti požar. V začetku, takoj po vžigu je požar manj obsežen in lažje ga je pogasiti. To velja za gorenje večine gorljivih trdnih snovi in vnetljivih tekočin z višjo temperaturo.

## 4.2 ORGANIZACIJSKI UKREPI

Z organizacijskimi ukrepi določimo pravila dela v laboratoriju. Sem sodi shema odgovornosti za varno delo vsakega posameznika, usposabljanje za varno delo, navodila za delo (kot so laboratorijski red, navodila za posamezna dela in navodila za delo s kemikalijami, navodila za čiščenje, požarni red, ocena tveganja, idr.). V laboratorijih lahko delajo različno usposobljeni ljudje, od začetnikov do vrhunsko usposobljenih strokovnjakov. Ker v laboratoriju običajno dela več ljudi hkrati, lahko z delom vplivajo drug na drugega. Zato je potrebno zagotoviti takšne razmere, da je delo varno za vse.

### Pisna navodila za varno delo v laboratoriju

Za vsak laboratorij morajo biti izdelana pisna navodila za varno delo. Laboratorijski red določa osnovna navodila za varno delo za vse laboratorije na UL FKKT, konkretna navodila za posamezna dela pa so navedena v navodilih za varno delo. Ta morajo biti izobešena v laboratoriju na vidnem mestu, in tako sproti opominjajo na postopke varnega dela.

Laboratorijski red je nameščen v vsakem laboratoriju na steni, kot je prikazano na sliki 21 in je objavljen na spletni strani:

[http://www.fkkt.uni-lj.si/fileadmin/datoteke/2-%C5%A0tudij/Varnost\\_in\\_zdravje\\_pri\\_delu\\_za\\_%C5%A1tudente/Laboratorijski\\_red\\_UL\\_FKKT\\_19.\\_maj\\_2017\\_z\\_%C5%BEigom.pdf](http://www.fkkt.uni-lj.si/fileadmin/datoteke/2-%C5%A0tudij/Varnost_in_zdravje_pri_delu_za_%C5%A1tudente/Laboratorijski_red_UL_FKKT_19._maj_2017_z_%C5%BEigom.pdf).



Slika 21: Primer namestitve Laboratorijskega reda UL FKKT v laboratoriju

Zraven Laboratorijskega reda je nameščen še Navodilo za varno delo pri čiščenju laboratorijev ter druga navodila.

[Navodilo za varno delo pri čiščenju laboratorijev](#) je v prilogi št. 3.

## 5 ZAKLJUČEK

V treh letih ste spoznali skupine nevarnih snovi in tveganja pri delu z njimi. Veste, kje dobite podatke o nevarnih snoveh, kako postopati z njimi in katera osebna varovalna sredstva uporabiti pri delu.

Število kemikalij gromozansko narašča iz dneva v dan, njihov učinek na ljudi pa se pokaže šele z leti. Vsako leto je vedno več kemikalij na seznamu rakotvornih snovi. Pri delu s kemikalijami se je treba zavedati, da te predstavljajo določeno tveganje. Tveganju se ne da izogniti, zmanjšati pa ga moramo na najnižjo možno. Najboljši ukrep je zamenjava kemikalij z manj škodljivimi, vendar ta ni možna v vseh primerih. Kemikalije so lahko nevarne in zato se moramo naučiti spoštovati njihove toksikološke in varnostne poglede. Naučiti se moramo odgovornega vedenja pri ravnanju s kemikalijami.

## 6 SPISEK UPORABLJENE LITERATURE

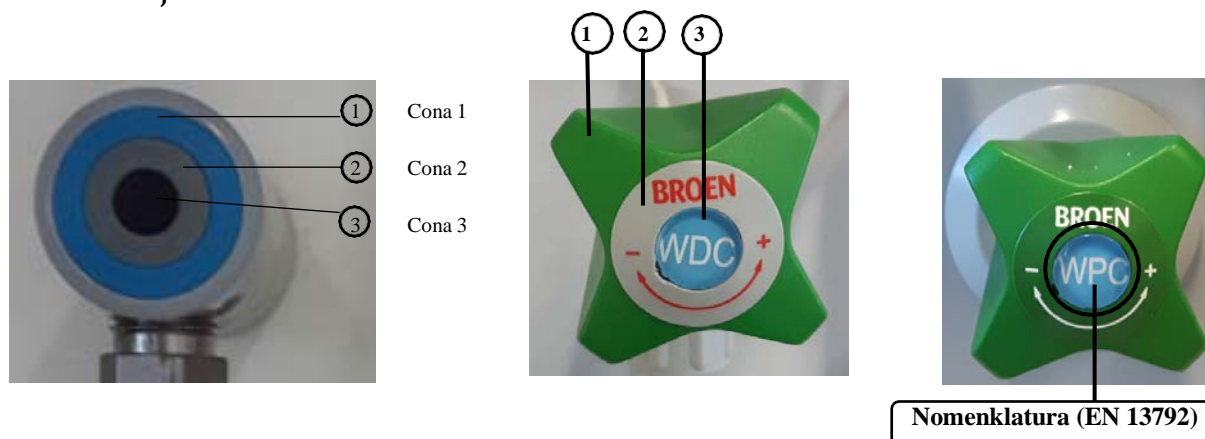
1. Pravilnik o uporabi virov sevanja in sevalni dejavnosti (Ur. list RS, št. [27/18](#)).
2. Pravilnik o varovanju zdravja pri delu nosečih delavk, delavk, ki so pred kratkim rodile ter doječih delavk (Uradni list RS, št. [62/15](#))
3. Tomaž Fortuna: ŽIVLJENJE S SEVANJEM, Zavod republike Slovenije za varstvo pri delu, Ljubljana 1995.
4. Robert Burke: HAZARDOUS MATERIALS CHEMISTRY FOR EMERGENCY RESPONDERS, Second edition, 2003
5. W. J. Maim: Fundamentals of Laboratory Safety, Van Nostrand Reinhold. New York, 1991
6. K. Fun: CRC Handbook of Laboratory Safety, 3. izdaja, CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, Boston, 1990
7. <http://www-f9.ijs.si/~golob/sola/mer2/FMFEMaj2011.pdf>
8. Spletna stran Izobraževalnega centra za jedrsko tehnologijo
9. Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99, 39/05 in 43/11 – ZVZD-1)
10. Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen, DGUV Information 213-850, Stand: Oktober 2011, (Nachdruck mit redaktionellen Änderungen 04/2017)
11. Spletna stran podjetja Waldner
12. Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (Uradni list RS, št. 23/18)

## 7 PRILOGE










1. Oznake ventilov in odjemnih mest
2. [Navodilo za varno uporabo digestorija](#)
3. [Navodilo za varno delo pri čiščenju laboratorijev](#)



### 7.1 OZNAKE VENTILOV IN ODJEMNIH MEST

Označevanje:



Vode	Nomenklatura (EN 13 792)	Cona 1	Cona 2	Cona 3	
Pitna voda, hladna	WPC	zelena	zelena	modra	
Demineralizirana voda, hladna	WDC	zelena	siva	modra	
Vnetljivi plinasti ogljikovodiki	Nomenklatura (EN 13 792)	Cona 1	Cona 2	Cona 3	
Zemeljski plin	G	rumena	rumena	rumena	
Drugi gorilni plini, plinske mešanice	Nomenklatura (EN 13 792)	Cona 1	Cona 2	Cona 3	
Argon/Metan	Ar/CH <sub>4</sub>	rdeča	rumena	siva	
Vodik	H <sub>2</sub>	rdeča	rdeča	rdeča	

Nevnetljivi plini	Nomenklatura (EN 13 792)	Cona 1	Cona 2	Cona 3	
Dušik	N <sub>2</sub>	modra	zelena	zelena	
Dušikov oksid	N <sub>2</sub> O	modra	zelena	modra	
Zrak, sintetičen 80/20	SA	modra	modra	zelena	
Stisnjen zrak	CA	modra	modra	rumena	
Kisik	O <sub>2</sub>	modra	modra	modra	
Ogljikov dioksid	CO <sub>2</sub>	modra	modra	črna	
Ksenon	Xe	modra	siva	rdeča	
Argon	Ar	modra	siva	siva	
Helij	He	modra	siva	bela	

Toksični plini	Nomenklatura (EN 13 792)	Cona 1	Cona 2	Cona 3	
Amonijak	NH <sub>3</sub>	črna	zelena	rdeča	
Acetilen	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	rumena	bela	zelena	

## BARVNE OZNAKE CEVOVODOV



Vir: Internet (<https://www.varstvo-pri-delu.com/oznacevanje-cevovodov>)



## 7.2 NAVODILO ZA VARNO UPORABO DIGESTORIJA

### Navodilo za varno uporabo digestorija

#### 1. Območje uporabe

**Model:** Digestorij Waldner SCALA Secuflow, priključen na odsesovalni sistem, z vgrajeno različno opremo za posamezen digestorij.

**Lokacija:** Vsi laboratoriji, v katerih so digestoriji, razen laboratorijev XP09, K033 in 2079, v katerih so digestoriji za posebne namene.

#### 2. Namen uporabe

Funkcija digestorija je:

- preprečiti nastajanje potencialno eksplozivnih zmesi,
- preprečiti izhajanje nevarnih količin ali koncentracij hlapov par, aerosolov ali prahu v laboratorij,
- ščititi uporabnika pred brizgi nevarnih snovi ali letečimi deli.

V digestoriju ni dovoljeno:

- izvajanje postopka kislinskega razklopa,
- izvajanje postopka, zaradi katerega lahko pride do poškodb na opremi in napeljavah digestorija,
- delo z radioaktivnimi snovmi,
- delo z mikroorganizmi in gensko spremenjenimi organizmi.

#### 3. Zaščitni ukrepi in pravila obnašanja

1. Pri uporabi digestorija je treba upoštevati Laboratorijski red UL FKKT.
2. Skrbnik laboratorija seznaniti uporabnike digestorija pred pričetkom samostojnega dela s tem navodilom. Priloga navodila sta OPIS DIGESTORIJA IN PRIPADAJOČE OPREME ter OPIS ZASLONA IN KONTROLNE PLOŠČE.
3. Delo v digestoriju je dovoljeno izvajati le ob vključenem prezračevanju. Pred pričetkom dela je treba na kontrolni plošči vklopiti stikalo za vklop (zasveti zelena luč), da se v času 3 minut vzpostavi ustrezen režim prezračevanja laboratorija.
4. Pretok prezračevanja digestorija določamo s tipkami na kontrolni plošči in položajem dviznega in drsnega okna. Podatki o količinah odvedenega zraka so navedeni na intranetni strani.
5. Delo pri znižanem režimu delovanja je dovoljeno le, kadar ni sproščanja par, aerosolov ali prahu.
6. Prepovedano je vsakršno poseganje v sisteme delovanja digestorija z namenom odstranjevanja ali zmanjševanja funkcij delovanja digestorija.
7. S pulta digestorija je treba odstraniti vso nepotrebno opremo, da si omogočite zadostno delovno površino.

8. Priklop in odklop električne opreme znotraj digestorija se vedno izvaja v brez napetostnem stanju: stikalo napajanja vtičnic (položaj 10 ali 11 v prilogi) mora biti v izklopljenem stanju, ko se prikloplja ali odkloplja kabel v ali iz vtičnice. S tem preprečimo nastanek iskre.
9. Odpiranje in zapiranje dvižnega okna poteka avtomatsko, ko z rahlim stiskom odprtin na sredini spodnjega roba okvirja dvižnega okna ali s potiskom roke dvignemo oziroma spustimo dvižno okno.
10. Med delom mora biti dvižno okno zaprto. Vodoravno drsno okno je dovoljeno odpirati le, kadar je to potrebno. Dvižno in vodoravno drsno okno ne smeta biti istočasno odprti.
11. Med delom je treba kontrolirati stanje indikatorskih luči na kontrolni plošči. V primeru vklopa alarma je treba zapreti drsno oziroma dvižno okno digestorija.
12. V digestoriju ni dovoljeno hranjenje kemikalij.
13. Vnetljive in jedke kemikalije je treba hraniti v označenih varnostnih omarah.
14. Pri odpiranju ventilov se je treba prepričati, da se odpre izbrani ventil. Barvne oznake in nomenklature, ki označujejo posamezen medij, so navedene na intranetni strani.
15. Priključne cevi za vodo ali plin je treba zavarovati pred zdrsom z odjemnih mest.
16. Po končanem delu je treba zapreti vse ventile za pline in vodo ter izklopiti digestorij.
17. Za ostala navodila in informacije glej <http://www.fkkt.uni-lj.si/sl/intranet/varnost-in-zdravje-pri-delu-ter-pozarna-varnost-na-fkkt/stavba-vecna-pot-113/laboratoriji/>

#### 4. Obnašanje ob motnjah

1. Kdor opazi nenormalno delovanje digestorija, je dolžan takoj obvestiti skrbnika ali vodjo laboratorija.
2. Tipka za izklop v sili, s katerim izklopimo napajanje vseh vtičnic na digestoriju, se nahaja na plošči pod oknom digestorija.
3. Ugasnjena zelena luč in utripajoča rdeča luč z zvočnim alarmom opozarja na nezadosten odvod zraka, v tem primeru je treba delo v digestoriju prekiniti.
4. V primeru vklopa alarma za tehnični plin je treba takoj zapreti ventile za plin in okna v prostoru, zapustiti prostor ter o tem obvestiti recepcijo na interno tel. št. 8000.

#### 5. Obnašanje ob nezgodah, prva pomoč



O vseh nezgodah takoj obvestite recepcijo na interno tel. št. 8000.

V primeru slabosti, vrtoglavice ali slabega počutja je treba prostor takoj zapustiti in oditi na svež zrak. Opekline hladimo z vodo najmanj 15 minut. Oskrbimo tudi najmanjše rane. Omarica za prvo pomoč se nahaja na steni na hodniku.



Za gašenje začetnega požara se v omarah na hodniku nahaja oprema za gašenje požara: hidrant, ročna gasilnika na CO<sub>2</sub> in prah, ter protipožarna odeja. Lokacija opreme za gašenje požara je razvidna iz načrta evakuacije.

## 6. Vzdrževanje, odstranjevanje

1. Čiščenje digestorija se izvaja v skladu z Navodilom za varno delo pri čiščenju laboratorijev.
2. Vsa vzdrževanja in popravila lahko izvaja le pooblaščen serviser proizvajalca.
3. Vsako okvaro ali nenormalno delovanje je treba takoj sporočiti vodji službe za upravljanje skupnih prostorov in naprav, g. Klemnu Birtiču.
4. Pooblaščen serviser proizvajalca opravi pregled digestorija vsako leto. Pregled v skladu z zakonodajo s področja varnosti in zdravja pri delu se opravi na vsake 3 leta. Za preglede skrbi služba za varstvo pri delu.

## 7. Posledice neupoštevanja

Kršenje ali neupoštevanje tega navodila pomeni hujšo kršitev delovne dolžnosti.

Navodilo velja od 26. 01. 2018 dalje.

Revizija se izdela na vsaka tri leta oziroma ob vsaki večji spremembi.

Za revizijo je zadolžena služba za varstvo pri delu.

Pripravila: Dominika Slabajna

Prof. dr. Jurij SVETE,  
dekan UL FKKT

Datum: 25. januar 2018

## 7.3 NAVODILO ZA VARNO DELO PRI ČIŠČENJU LABORATORIJEV

### Navodilo za varno delo pri čiščenju laboratorijev

#### 1 Območje in namen uporabe

Navodilo velja v vseh laboratorijih UL FKKT na Večni poti 113.

Navodilo velja za:

- **osebje laboratorija:** to so osebe, ki delajo v laboratoriju (zaposleni in študentje), vodja laboratorija in skrbnik laboratorija,
- **čistilke** – to so osebe, ki so na fakulteti razporejene na delovno mesto »čistilka«.

#### 2 Organizacija dela

1. Osebje laboratorija skrbi za:
  - čiščenje laboratorijskega pohištva, opreme in napeljav in
  - odstranjevanje nevarnih odpadkov.
2. Čistilke v laboratorijih skrbijo za:
  - čiščenje talnih in stenskih površin in
  - praznjenje košev za pisarniške odpadke.

#### 3 Nevarnosti za človeka in okolje



1. Nevarnost zdrsa na spolzkih tleh.
2. Nevarnost stika s kemikalijami (vdihavanje hlapov, brizg, politje ipd.).
3. Nevarnost vreza z ostrimi predmeti (razbita steklovina, injekcijske igle).
4. Nevarnost padca z lestve pri čiščenju.

#### 4 Zaščitni ukrepi in pravila obnašanja

1. Pri čiščenju je treba upoštevati določila Laboratorijskega reda UL FKKT.
2. Dovoljeno je uporabljati samo dvokrako stopničasto lestev z varovanjem razpona.
3. Čistilke pomagajo osebju pri čiščenju laboratorija na osnovi dogovora s skrbnikom laboratorija. Delovne površine morajo biti pred čiščenjem prazne (odstranjene kemikalije, aparature, pribor, steklovina idr.).
4. Dodatna navodila in ukrepe za čiščenje, ki se nanašajo na specifičnosti laboratorija (rentgenski laboratorij, delo z biološkimi dejavniki tveganja idr.) določi vodja laboratorija.
5. Koše se mora sprazniti tako, da se odpadki pretresejo, poseganje z roko med odpadke ni dovoljeno.
6. Za odstranjevanje nevarnih odpadkov skrbi osebje laboratorija.

7. Zaščitni ukrepi in pravila obnašanja, ki dodatno veljajo za čistilke:
  - a) V prostor ni dovoljeno vstopiti, če so vidni znaki nasilnega vstopa (vloma) ali je aktiviran alarm za tehnični plin.
  - b) Če opazi razlitje vode ali kemikalije, zazna vonj po kemikalijah ali nenavaden hrup, mora prostor takoj zapustiti.
  - c) Čiščenje se izvaja po Načrtu čiščenja Barjans d.o.o., ki velja za laboratorij.
  - d) Dovoljena je uporaba le tistih čistil, ki so navedena v načrtu čiščenja, oziroma čistil, ki jih izda vodja Službe za vzdrževanje prostorov in druge storitve, g. Mirko Belak. Čistila se uporabljajo na način, ki je naveden v načrtu čiščenja in po navodilih na embalaži.
  - e) Pred pričetkom mokrega čiščenja talnih površin je treba postaviti opozorilne table za nevarnost zdrsa na mokrih tleh.
  - f) Prepovedano je premikanje ali poseganje v laboratorijsko opremo.
  - g) Po končanem delu je treba prostor zapreti in zakleniti.
8. Zaščitni ukrepi in pravila obnašanja, ki dodatno veljajo za osebje laboratorija:
  - a) Dolžnost osebja laboratorija je, da skrbi za:
    - dnevno čiščenje delovnih površin (pulti, umivalna korita, mize in digestoriji) in steklovine,
    - takojšnje čiščenje v primeru razlitja, raztrosa, razbitja, prevrnitve opreme za delo ipd.,
    - dnevno zbiranje in odstranjevanje nevarnih odpadkov.
  - h) Skrbnik laboratorija poskrbi, da so v laboratoriju:
    - na voljo oprema za čiščenje (čistila, krpe idr.) ter milo in brisače pri umivalnem koritu,
    - nameščene ustrezne posode za nevarne odpadke,
    - izvedena čiščenja laboratorijskega pohištva in opreme (digestoriji, hladilniki, zamrzovalniki, omare, predalniki) po potrebi oziroma po dogovoru z vodjem laboratorija.
  - i) Vodja laboratorija poskrbi, da se najmanj na vsakih 6 mesecev izvede generalno čiščenje laboratorija, ki zajema čiščenje vsega laboratorijskega pohištva, omar, digestorijev, hladilnikov/zamrzovalnikov. V sklopu generalnega čiščenja je treba pregledati stanje kemikalij (embalaža, rok uporabe) in opreme.
  - j) Čiščenje laboratorijskega pohištva, opreme in aparatur je treba izvesti po navodilih proizvajalca.
  - k) Onesnaženo steklovino je treba sproti očistiti, osušiti in pospraviti na za to določeno mesto.
  - l) Če se za čiščenje uporabljajo kemikalije, je obvezna uporaba ustrezne osebne varovalne opreme, ki je navedena v varnostnem listu kemikalije.

## 5 Obnašanje ob motnjah

V primeru kakršnegakoli neobičajnega stanja v laboratoriju, kot so: alarm za tehnični plin, razlitje kemikalije ali vode, vonj po kemikalijah, nenavadnem šum zaradi delovanja aparatur in napeljave, mora čistilka takoj zapustiti laboratorij in o tem takoj obvestiti osebje katedre oziroma recepcijo na int. tel. št. **8000**.

## 6 Izreden dogodek



1. Vsak izreden dogodek (nezgoda, razlitje, požar, vlom) je treba takoj javiti recepciji na int. tel. št. 8000 in ga prijaviti službi varstva pri delu.
2. V primeru slabosti, vrtoglavice, slabega počutja je potrebno prostor takoj zapustiti in oditi na svež zrak.
3. Če pride do stika kemikalije s kožo ali očmi, je treba takoj spirati z vodo min. 15 minut. Pipa za izpiranje oči je nameščena ob vsakem umivalnem koritu. Prhe za telo so na izhodih iz študentskih laboratorijev in na izhodih iz lamel na centralni hodnik.
4. Omarice za prvo pomoč se nahajajo v recepciji, študentskih laboratorijih in čajnih kuhinjah.
5. Gasilniki in hidranti za gašenje začetnega požara so v označenih omarah na hodniku. Lokacije je razvidna iz načrta evakuacije.

## 7 Vzdrževanje, odstranjevanje

Vsako nepravilno delovanje sistemov in naprav je treba javiti g. Klemnu Birtiču (030/618-089), v nujnih primerih pa javiti recepciji na int. tel. št. **8000**.  
Odstranjevanje večje opreme se opravi po dogovoru z g. Mirkom Belakom (040/636-915).

## 8 Posledice neupoštevanja

Kršenje ali neupoštevanje tega navodila za varno delo pomeni hujšo kršitev delovne dolžnosti.

Navodilo velja od 19. 06. 2017 dalje. Veljavnost: 3 leta oz. ob vsaki spremembi.  
Za revizijo je zadolžena služba varstva pri delu.

Izdelala: Dominika Slabajna

Datum: 20. 06. 2017

Prof. dr. Matjaž Krajnc,

Dekan UL FKKT