



# **Priručnik za biološku bezbednost u laboratoriji**

Treće izdanje



**World Health Organization**

Geneva

2004

**Warning:** this translation is an unofficial translation made by the project *“Strengthening the Services of Public Health Laboratories in Serbia”*, an EU funded project managed by the European Agency for Reconstruction and implemented by the firm “Eptisa International”. It is supposed to be used as a working version.



EUROPEAN UNION  
European Agency for Reconstruction



Republic of Serbia  
MINISTRY OF HEALTH

**Napomena:** Ovaj dokument ne predstavlja zvaničan prevod originalnog dokumenta, već je preveden od strane projekta *„Unapređenje laboratorijskih usluga u Srbiji“*, koji finansira EU, a kojim upravlja Evropska agencija za rekonstrukciju. Ovaj dokument se koristi kao radni dokument.

SZO Katalogizacija u publikaciji  
Svetska zdravstvena organizacija

1. Čuvanje biohazarda (biološki opasnih materija) - metode 2.Laboratorije - standardi 3.  
Laboratorijska zaraza – prevencija i kontrola 4.Priručnici I.Naslov.  
ISBN 92 4 154650 6 (LC/NLM klasifikacija: QY 25) WHO/CDS/CSR/LYO/2004.11  
Svetska zdravstvena organizacija

***Ova publikacija podržana je Ugovorom o sredstvima/saradnji broj U50/CCU012445-08 iz Centara za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC), Atlanta, Džordžija, SAD. Njen sadržaj je isključivo odgovornost autora i ne mora da predstavlja zvanične stavove Centara za kontrolu i prevenciju bolesti.***

All rights reserved. Publikacije svetske zdravstvene zaštite mogu se dobiti od Sektora za marketing i distribuciju, Svetska zdravstvena organizacija, 20 Avenue Appia, 1211 Ženeva 27, Švajcarska (tel: +41 22 791 2476; fax: +41 22 791 4857; email: [bookorders@who.int](mailto:bookorders@who.int)). Zahteve za dozvolu za štampanje ili prevođenje publikacija SZO – bilo za prodaju ili za nekomercijalnu distribuciju – treba uputiti Sektoru za publikacije, na gore navedenoj adresi (fax: +41 22 791 4806; email: [Permissions@who.int](mailto:Permissions@who.int)).

Upotrebljene odrednice i prezentacija materijala u ovoj publikaciji ne podrazumevaju iznošenje bilo kakvog mišljenja od strane Svetske zdravstvene organizacije po pitanju pravnog statusa bilo koje zemlje, teritorije, grada ili regiona ili njihovih vlasti, ili po pitanju razgraničenja njihovih granica. Tačkaste linije na mapama predstavljaju približne granične linije za koje još ne postoji puno slaganje.

Navođenje određenih kompanija ili proizvoda određenih proizvođača ne podrazumeva da ih Svetska zdravstvena organizacija reklamira ili preporučuje na uštrb drugih slične prirode koji nisu pomenuti. Ako se izuzmu greške i omaške, imena zaštićenih proizvoda razlikuju se po početnim velikim slovima.

Svetska zdravstvena organizacija ne tvrdi da su informacije u ovoj publikaciji potpune i tačne i ne treba se smatrati odgovornom za bilo kakvu štetu nastalu kao rezultat njene upotrebe.

Dizajnirano uz minimalni broj dijagrama  
Štampano na Malti.

# Sadržaj

Predgovor	vi
Zahvalnost	vii
<b>1. Osnovni principi</b>	<b>1</b>
Uvod	1
<b>DEO I. Smernice biološke bezbednosti</b>	<b>5</b>
<b>2. Mikrobiološka procena rizika</b>	<b>7</b>
Uzorci za koje postoje ograničene informacije	8
Procena rizika i genetski modifikovani mikroorganizmi	8
<b>3. Osnovne laboratorije – Nivoi biološke bezbednosti 1 i 2</b>	<b>9</b>
Pravilnik o ponašanju	9
Projektovanje laboratorija i objekti	12
Laboratorijska oprema	14
Zdravstveni i medicinski nadzor	16
Obuka	16
Rukovanje otpadom	17
Bezbednost od požara, hemijska, električna, radijacijska i bezbednost opreme	19
<b>4. Izolovana laboratorija – Nivo 3 biološke bezbednosti</b>	<b>20</b>
Pravilnik o ponašanju	20
Projektovanje laboratorija i objekti	21
Laboratorijska oprema	22
Zdravstveni i medicinski nadzor	22
<b>5. Maksimalno izolovana laboratorija – Nivo 4 biološke bezbednosti</b>	<b>25</b>
Pravilnik o ponašanju	25
Projektovanje laboratorija i objekti	25
<b>6. Laboratorija/prostorije za životinje</b>	<b>28</b>
Laboratorija za životinje – Nivo 1 biološke bezbednosti	29
Laboratorija za životinje – Nivo 2 biološke bezbednosti	29
Laboratorija za životinje – Nivo 3 biološke bezbednosti	30
Laboratorija za životinje – Nivo 4 biološke bezbednosti	31
Beskičmenjaci	32
<b>7. Smernice za komisijsku inspekciju laboratorija/ laboratorijskih prostorija</b>	<b>33</b>
<b>8. Smernice za izdavanje sertifikata laboratorija</b>	<b>36</b>

<b>DEO II. Laboratorijska biosigurnost</b>	<b>45</b>
<b>9. Koncepti laboratorijske biosigurnosti</b>	<b>47</b>
<b>DEO III. Laboratorijska oprema</b>	<b>49</b>
<b>10. Biološki bezbedni kabineti</b>	<b>51</b>
Biološki bezbedni kabineti klase I	51
Biološki bezbedni kabineti klase II	53
Biološki bezbedni kabineti klase III	56
Vazdušne konekcije za biološki bezbedne kabinete	56
Izbor biološki sigurnog kabineta	57
Upotreba biološki sigurnih kabineta u laboratoriji	57
<b>11. Sigurnosna oprema</b>	<b>61</b>
Flekisbilni film izolatori sa negativnim pritiskom	61
Pipetska pomagala	63
Homogenizatori, šejkeri, integratori, sonikatori	63
Eze za jednokratnu upotrebu	64
Mikroinsineratori	64
Lična zaštitna oprema i odeća	64
<b>DEO IV. Dobre mikrobiološke tehnike</b>	<b>67</b>
<b>12. Laboratorijske tehnike</b>	<b>69</b>
Sigurna upotreba uzoraka u laboratoriji	69
Upotreba pipeta i pipetskih pomagala	70
Izbegavanje raznošenja zaraznog materija	70
Upotreba biološki bezbednih kabineta	70
Sprečavanje unošenja infektivnog materijala i kontakta sa kožom i očima	71
Izbegavanje ubrizgavanja infektivnog materijala	71
Odvajanje seruma	72
Upotreba centrifuga	72
Upotreba homogenizatora, šejkera, integratora, sonikatora	73
Upotreba drobilica tkiva	73
Održavanje i upotreba hladnjaka i zamrzivača	73
Otvaranje ampula koje sadrže liofilizovane zarazne materije	74
Skladištenje ampula koje sadrže zarazne materije	74
Standardne mere predostrožnosti u vezi sa krvlju i drugim telesnim tečnostima, tkivima i izlučevinama	74
Mere predostrožnosti sa materijama koje mogu sadržati prione	76
<b>13. Planovi za nepredviđene situacije i procedure za vanredna stanja</b>	<b>78</b>
Plan za nepredviđene situacije	78
Procedure za vanredna stanja za mikrobiološke laboratorije	79
<b>14. Dezinfekcija i sterilizacija</b>	<b>82</b>
Definicije	82
Čišćenje laboratorijskog materijala	83

Hemijski germicidi	83
Dekontaminacija lokalne sredine	88
Dekontaminacija biološki bezbednih kabineta	89
Pranje ruku/dekontaminacija ruku	90
Dezinfekcija toplotom i sterilizacija	90
Insineracija (spaljivanje)	92
Otpadni materijal	93
<b>15. Uvod u transport zaraznih supstanci</b>	<b>94</b>
Propisi međunarodnog transporta	94
Osnovni sistem trostrukog pakovanja	95
Procedura čišćenja prosutog materijala	95
<b>DEO V Uvod u biotehnologiju</b>	<b>99</b>
<b>16. Biološka bezbednost i rekombinantna DNK tehnologija</b>	<b>101</b>
Razmatranja biološke bezbednosti za biološke ekspresione sisteme	102
Razmatranja biološke bezbednosti za ekspresione vektore	102
Virusni vektori za genetski transfer	102
Transgenske i tzv 'knock-out' životinje	102
Transgenske biljke	103
Procena rizika za genetski modifikovane organizme	103
Dalja razmatranja	104
<b>DEO VI. Hemijska, električna i bezbednost od požara</b>	<b>105</b>
<b>17. Rizične hemikalije</b>	<b>107</b>
Načini izlaganja	107
Skladištenje hemikalija	107
Opšta pravila koja se tiču hemijske nekompatibilnosti	107
Toksični efekti hemikalija	107
Eksplozivne hemikalije	108
Prosipanje hemikalija	108
Kompresovani i tečni gasovi	109
<b>18. Dodatni laboratorijski rizici</b>	<b>110</b>
Rizici od požara	110
Opasnosti u vezi sa električnom energijom	111
Buka	111
Jonizujuće zračenje	111
<b>DEO VII. Organizacija bezbednosti i obuka</b>	<b>115</b>
<b>19. Službenik za biološku bezbednost i komitet za biološku bezbednost</b>	<b>117</b>
Službenik za biološku bezbednost	117
Komitet za biološku bezbednost	118
<b>20. Bezbednost za pomoćno osoblje</b>	<b>119</b>
Izgradnja i usluge održavanja zgrada (službe)	119
Usluge čišćenja (domaće)	119
<b>21. Programi obuke</b>	<b>120</b>

<b>DEO VIII. Kontrolna lista za biološku bezbednost</b>	123
<b>22. Kontrolna lista za biološku bezbednost</b>	125
Laboratorijske prostorije	125
Skladišta	125
Sanitarne i prostorije za osoblje	126
Zagrevanje i ventilacija	126
Osvetljenje	126
Usluge	126
Laboratorijska biobezbednost	127
Prevenција i zaštita od požara	127
Skladištenje zapaljivih tečnosti	128
Kompresovani i tečni gasovi	128
Električni rizici	128
Lična zaštita	129
Zdravlje i bezbednost osoblja	129
Laboratorijska oprema	130
Zarazne materije	130
Hemijske i radioaktivne supstance	130
<b>DEO IX. Literatura, aneksi i indeks</b>	133
<b>Literatura</b>	135
<b>Aneks 1 Prva pomoć</b>	138
<b>Aneks 2 Imunizacija osoblja</b>	139
<b>Aneks 3 Centri SZO za saradnju na polju biološke bezbednosti</b>	140
<b>Aneks 4 Bezbednost opreme</b>	141
Oprema koja može izazvati rizik	141
<b>Aneks 5 Hemikalije: rizici i mere predostrožnosti</b>	145
<b>Indeks</b>	170

# Zadnje Korice

Još od kada je prvi put objavljen, pre više od 20 godina, Priručnik za biološku bezbednost u laboratoriji pruža praktične savete po pitanju biološki bezbednih tehnika za upotrebu u laboratorijama svih nivoa. Dobre mikrobiološke tehnike i adekvatna upotreba opreme za biološku bezbednost od strane dobro obučenog osoblja predstavljaju osnovne elemente biološke bezbednosti u laboratoriji. Međutim, globalizacija, značajni napredak tehnologije, pojava novih bolesti i ozbiljne pretnje koje potiču od namerne zloupotrebe i ispuštanja mikrobioloških agenasa i toksina zahtevaju reviziju postojećih procedura. Zato je za ovo novo izdanje priručnik izrazito revidiran i proširen.

Priručnik sada pokriva procenu rizika i bezbednu upotrebu rekombinantne DNK tehnologije, i pruža smernice za komisijsku inspekciju i izdavanje sertifikata laboratorijama. Uvode se i pojmovi laboratorijske biološke sigurnosti, i razmatraju najnoviji međunarodni propisi za transport infektivnih supstanci. Uključen je i materijal o bezbednosti u laboratorijama u zdravstvu, koji je SZO prethodno objavila na drugim mestima.

Veruje se da će ovaj priručnik i dalje podsticati zemlje da primenjuju program za biološku bezbednost i nacionalne pravilnike ponašanja za bezbedno rukovanje potencijano infektivnim materijalima.



# Predgovor

Svetska zdravstvena organizacija (SZO) je odavno uvidela da je bezbednost, a naročito biološka bezbednost, važno međunarodno pitanje. Ona je objavila prvo *izdanje Priručnika za biološku bezbednost u laboratoriji* 1983.godine. Ovaj priručnik podsticao je zemlje da prihvate i primene osnovne koncepte biološke bezbednosti, kao i da razviju nacionalne pravilnike ponašanja za bezbedno rukovanje patogenim mikroorganizmima u laboratorijama u okviru svojih geografskih granica. Od 1983. mnoge zemlje upotrbile su stručni vodič koje Priručnik pruža da bi razvile pravilnik o ponašanju. Drugo izdanje Priručnika objavljeno je 1993.

SZO i kroz ovo treće izdanje priručnika nastavlja da pruža međunarodno vođstvo na planu biološke bezbednosti, i to kroz rešavanje pitanja koja se tiču biološke bezbednosti i sigurnosti, a sa kojima se susrećemo u ovom milenijumu. Treće izdanje podvlači značaj lične odgovornosti. Dodata su nova poglavlja o proceni rizika, bezbednom korišćenju rekombinantne DNK tehnologije i transportu zaraznih materija. Nedavni događaji u svetu ukazali su na nove pretnje ljudskom zdravlju kroz namernu zloupotrebu i ispuštanje mikrobioloških agenasa i toksina. Stoga treće izdanje takođe uvodi koncepte biološke bezbednosti – zaštita mikrobioloških materijala (supstanci) od krađe, gubitka ili diverzije, što bi moglo da vodi neadekvatnoj upotrebi ovih agenasa i izazivanju štete po ljudsko zdravlje. Ovo izdanje takođe uključuje informacije o bezbednosti iz publikacije *Bezbednost u zdravstvenim laboratorijama (I)* Svetske zdravstvene organizacije iz 1997.

Treće izdanje *Priručnika za biološku bezbednost u laboratoriji* Svetske zdravstvene organizacije je korisno štivo i vodič nacijama koje prihvataju izazov razvijanja i utvrđivanja nacionalnog pravilnika o ponašanju radi obezbeđivanja mikrobioloških supstanci, obezbeđujući istovremeno njihovu raspoloživost za klinička istraživanja i epidemiološke svrhe.

Dr A. Asamoah-Baah  
Pomoćnik generalnog direktora  
Infektivne bolesti  
Svetska zdravstvena organizacija  
Ženeva, Švajcarska

# Zahvalnost

Nastanak ovog trećeg izdanja Priručnika za bilošku sigurnost u laboratoriji omogućili su svojim doprinosom sledeći stručnjaci, na čemu im se duboko zahvaljujemo:

Dr W. Emmett Barkley, Medicinski institut 'Howard Hughes', Čevi Čeis, SAD

Dr Murray L. Cohen, Centar za kontrolu i prevenciju bolesti, Atlanta, SAD (penzionisan)

Dr Ingegerd Kallings, Švedski institut za kontrolu infektivnih bolesti, Stokholm, Švedska

Ms Mary Ellen Kennedy, konsultant za biološku bezbednost, Ešton, Ontario, Kanada

Ms Margery Kennett, Referentna laboratorija za infektivne bolesti Viktorije, Severni Melburn, Australija (penzionisana)

Dr Richard Knudsen, Kancelarija za zdravlje i bezbednost, Centar za kontrolu i prevenciju bolesti, Atlanta, SAD

Dr Nicoletta Previsani, Program za biološku bezbednost, Svetska zdravstvena organizacija, Ženeva, Švajcarska

Dr Jonathan Richmond, Kancelarija za zdravlje i bezbednost, Centar za kontrolu i prevenciju bolesti, Atlanta, SAD (penzionisan)

Dr Syed A. Sattar, Medicinski fakultet, Univerzitet u Otavi, Otava, Ontario, Kanada

Dr Deborah E. Wilson, Sektor za medicinu rada i bezbednost, Kancelarija za istraživanja, Nacionalni zdravstveni institut, Sektor za zdravlje, Vašington, SAD

Dr Riccardo Wittek, Institut za životinjsku biologiju, Univerzitet u Lozani, Lozana, Švajcarska

Takođe se zahvaljujemo na pomoći i:

Ms Maureen Best, Kancelarija za bezbednost u laboratoriji, Zdravlje Kanade, Otava, Kanada

Dr Mike Catton, Referentna laboratorija za infektivne bolesti Viktorije, Severni Melburn, Australija

Dr Shanna Nesby, Kancelarija za zdravlje i bezbednost, Centar za kontrolu i prevenciju bolesti, Atlanta, SAD

Dr Stefan Wagener, Kanadski naučni centar za zdravlje ljudi i divotinja, Vinipeg, Kanada

Autori i recenzenti se takođe zahvaljuju jedinstvenom doprinosu mnogih stručnjaka čiji je rad otelotvoren u prvom i drugom izdanju *Priručnika za biološku bezbednost u laboratoriji* kao i u publikaciji *Bezbednost u zdravstvenim laboratorijama* Svetske zdravstvene organizacije iz 1997 (1).

# Osnovni principi

## Uvod

Čitav priručnik obrađuje relativne rizike od infektivnih mikroorganizama podeljenih u rizične grupe (rizične grupe SZO 1, 2, 3 i 4). **Ovu klasifikaciju na rizične grupe treba koristiti isključivo u radu u laboratorijama.** Tabela 1 opisuje rizične grupe.

*Tabela 1. Klasifikacija infektivnih mikroorganizama na rizične grupe*

---

**Rizična grupa 1** (*ne nosi nikakav ili niski rizik po pojedinca i zajednicu*)

Mikroorganizam za koji je malo verovatno da će izazvati bolest kod ljudi ili životinja.

**Rizična grupa 2** (*umereni rizik po pojedinca, nizak rizik za zajednicu*)

Patogen koji može da izazove bolest kod ljudi ili životinja, ali koji malo verovatno može biti ozbiljan rizik za laboratorijske radnike, zajednicu, stoku ili životnu sredinu. Izloženost u laboratoriji može izazvati ozbiljnu infekciju, ali zato postoje efikasno lečenje i preventivne mere, a rizik od širenja infekcije je ograničen.

**Rizična grupa 3** (*visok rizik po pojedinca, nizak rizik za zajednicu*)

Patogen koji obično izaziva ozbiljnu bolest kod ljudi ili životinja, ali se obično ne širi sa jedne zaražene jedinke na drugu. Postoje preventivne mere i efikasno lečenje.

**Rizična grupa 4** (*visok rizik po pojedinca i zajednicu*)

Patogen koji izaziva ozbiljnu bolest kod ljudi ili životinja i koji se lako prenosi sa jedne na drugu jedinku, direktno ili indirektno. Efikasno lečenje i preventivne mere obično nisu dostupni.

---

Laboratorijski objekti određeni su kao osnovni – nivo 1 biološke bezbednosti, osnovni – nivo 2 biološke bezbednosti, čuvanje (kontrolisanje) – nivo 3 biološke bezbednosti, i maksimalno čuvanje – nivo 4 biološke bezbednosti. Odrednice nivoa biološke bezbednosti zasnovane su na sklopu svojstava projekta, konstrukcije, kapaciteta za čuvanje, opremi, postupcima i operativnim procedurama neophodnim za rad sa agensima različitih rizičnih grupa. Tabla 2 povezuje, ali ne 'izjednačava' rizične grupe sa nivoom biološke bezbednosti laboratorija projektovanih za rad sa organizmima svake rizične grupe.

Zemlje (regioni) treba da sastave nacionalnu (regionalnu) klasifikaciju mikroorganizama po rizičnim grupama uzimajući u obzir:

*Tabela 2. Odnos rizičnih grupa prema nivoima biološke bezbednosti, postupcima i opremi*

<b>NIVO RIZIKA PO BILOŠKU BEZBEDNOST TIP</b>	<b>TIP LABORATORIJE</b>	<b>PONAŠANJE U LABORATORIJI</b>	<b>ZAŠTITNA OPREMA</b>
<b>Osnovni – Nivo 1 biološke bezbednosti</b>	Osnovno podučavanje, istraživanja	DMT	nikakva; rad na otvorenom pultu
<b>Osnovni – Nivo 2 biološke bzbbednosti</b>	Osnovne zdravstvene usluge; dijagnostičke usluge, istraživanja	DMT uz zaštitnu odeću i znak za biološku opasnost	Rad na otvorenom pultu plus BBK zbog potencijalnih aerosola
<b>Čuvanje– Nivo 3 biološke bezbednosti</b>	posebne dijagnostičke usluge, istraživanja	Kao nivo 2 plus specijalna odeća, kontrolisani pristup, usmereni tok vazduha	BBK i/ili druga primarna sredstva za sve aktivnosti
<b>Maksimalno čuvanje – Nivo 4 biološke bezbednosti</b>	Jedinice opasnih patogena	Kao nivo 3 plus ulaz sa vazdušnom komorom, izlaz uz obavezno tuširanje, odlaganje posebnog otpada	Klasa III BBK, ili odela pod pritiskom zajedno sa klasom II BBK, autoklav sa duplim krajem (kroz zid), filtrirani vazduh

**BBK - biološki bezbedni kabinet; DMT – dobre mikrobiološke tehnike; (vidi Deo IV ovog priručnika)**

1. Patogenost organizma.
2. Način prenošenja i raspon prostiranja organizma. Na ove mogu uticati postojeći nivoi imuniteta lokalne populacije, gustina i kretanje populacije domaćina, prisustvo odgovarajućih vektora, kao i standardi higijene životne sredine.
3. Lokalna raspoloživost mera efikasne preventive. One mogu da uključuju: preventive putem imunizacije ili primene antiseruma (pasivna imunizacija); sanitarne mere, t.j. higijena vode i hrane; kontrolu životinjskih rezervoara ili vektore ineskata.
4. Lokalna raspoloživost efikasnog lečenja. Ovo uključuje pasivnu imunizaciju, vakcinisanje po izlaganju i upotrebu antimikrobnih, antivirusnih i hemoterapeutskih agenasa, a trebalo bi uzeti u obzir i mogućnost pojave otpornosti na lekove.

Svrstavanje nekog agensa u nivo biološke bezbednosti za laboratorijski rad mora biti zasnovano na proceni rizičnosti. Takva procena uzeće u obzir rizičnu grupu kao i druge faktore prilikom određivanja odgovarajućeg nivoa bioliške bezbednosti. Na primer, agens koji je svrstan u rizičnu grupu 2 može, generalno govoreći, zahtevati uslove biološke bezbednosti nivoa 2, opremu, ponašanje i procedure za bezbedno obavljanje posla. Međutim, ukoliko određeni eksperimenti zahtevaju stvaranje aerosola visoke koncentracije, onda nivo 3 biološke bezbednosti može biti prikladniji za pružanje

neophodnog stupnja bezbednosti, s obzirom da on obezbeđuje viši stupanj kontrolisanja aerosola na laboratorijskom random mestu. Dodeljeni nivo biološke bezbednosti za vrstu posla koju treba obaviti određuje se na osnovu stručne procene zasnovane na proceni rizika, a ne automatski, određivanjem nivoa bezbednosti u laboratoriji prema odrednicama date rizične grupe patogenog agensa koji se koristi u radu (vidi Poglavlje 2).

Tabela 3. Rezime zahteva nivoa biološke bezbednosti

**Tabela 3. Rezime zahteva nivoa biološke bezbednosti**

	NIVO BIOLOŠKE BEZBEDNOSTI			
	1	2	3	4
Izolacija laboratorije	Ne	Ne	Da	Da
Prostorija se može hermetički zatvoriti radi dekontaminacije	Ne	Ne	Da	Da
Ventilacija:	Ne		Da	Da
— unutrašnji tok vazduha	Ne	Poželjno	Da	Da
— kontrolisani sistem ventilacije	Ne	Poželjno	Da/Ne	Da
— HEPA-filtrirani ispust vazduha	Ne	Ne	Da	Da
Ulaz sa duplim vratima	Ne	Ne	Ne	Da
Vazдушna komora	Ne	Ne	Ne	Da
Vazдушna komora sa tušem	Ne	Ne	Da	—
Predkomora	Ne	Ne	Da/Ne	Ne
Predkomora sa tušem	Ne	Ne	Da/Ne	Da
Tretman otpadnih voda	Ne	Ne	Da	Da
Autoklav:	Ne		Poželjno	Da
— na licu mesta	Ne		Poželjno	Da
— u laboratoriji	Ne	Poželjno	Da	Da
— sa duplim krajem	Ne	Ne	Poželjno	Da
Biološki bezbedni kabineti	Ne	Ne	Da	Da
Sposobnost praćenja bezbednosti personala <sup>d</sup>	Ne	Poželjno	Da	Da
		Poželjno	Da	Da

<sup>a</sup> Funkcionalna i izolacija životne sredine od opšteg saobraćaja.

<sup>b</sup> Zavisi od lokacije izduvnih materija (vidi Poglavlje 4).

<sup>c</sup> Zavisi od agenasa koji se koriste u laboratoriji.

<sup>d</sup> Na primer, prozor, CCTV, dvosmerna komunikacija.

Tako, određivanje nivoa biološke bezbednosti uzima u obzir organizam (patogeni agens) koji se koristi, raspoložive kapacitete, kao i opremu, postupke i procedure potrebne da bi se posao bezbedno obavio u laboratoriji.



**DEO I**

# **Smernice biološke bezbednosti**





## 2. Mikrobiološke procena rizika

Sušтина primenjivanja biološke bezbednosti je procena rizika. Dok postoje mnoga raspoloživa pomoćna sredstva u proceni rizika određene procedure ili eksperimenta, najvažnija komponenta je stručna procena. Procenu rizika trebalo bi da obavljaju pojedinci koji su najbolje upoznati sa specifičnim karakteristikama organizama koji se razmatraju za upotrebu, opremom i procedurama koje treba upotrebiti, primercima životinja koji se mogu upotrebiti, kao i sa opremom za čuvanje i raspoloživim prostorijama. Direktor laboratorije ili glavni istraživač odgovoran je za sprovođenje te adekvatne i blagovremene procene rizika, kao i za tesnu saradnju sa komitetom za bezbednost date institucije i osobljem zaduženim za biološku bezbednost, na obezbeđivanju odgovarajuće opreme i prostorija raspoloživih za realizaciju posla koji se razmatra. Kada se jednom obavi, na procenu rizika trebalo bi se rutinski vraćati i revidirati kada je to potrebno, uzimajući u obzir pribavljanje novih podataka od važnosti za nivo rizika kao i druge relevantne nove informacije iz naučne literature.

Jedno od najkorisnijih sredstava raspoloživih za obavljanje procene mikrobiološkog rizika je sastavljanje rizičnih grupa mikrobioloških agenasa (vidi Poglavlje 1). Međutim, jednostavno oslanjanje na grupisanje rizika za određeni agens je nedovoljno za sprovođenje procene rizika. Drugi faktori koje treba razmotriti kao odgovarajuće su:

1. Patogenost agensa i infektivna doza
2. Potencijalni rezultat izloženosti
3. Prirodni put infekcije
4. Drugi putevi infekcije koji su rezultat laboratorijskih postupaka (parenteralno, prenošenje vazduhom, unošenje preko usta)
5. Stabilnost agensa u sredini
6. Koncentracija agensa i zapremina koncentrisane materije kojom se rukuje
7. Prisustvo odgovarajućeg domaćina (ljudskog ili životinjskog)
8. Raspoložive informacije iz studija o životinjama, izveštaja o laboratorijski stečenim infekcijama i kliničkih izveštaja
9. Planirana aktivnost u laboratoriji (sonikacija, aerosolizacija, centrifugiranje, etc.).
10. Bilo kakva genetska manipulacija organizmom koji može da proširi dijapazon domaćina agensa ili izmeni reagovanje agensa na poznate, efikasne režime lečenja (vidi poglavlje 16).
11. Lokalna raspoloživost efikasne preventive ili terapijskih intervencija.

Na osnovu informacija potvrđenih tokom procene rizika, nivo biološke bezbednosti može se odrediti za planirani rad, odgovarajuću ličnu zaštitnu opremu koja je odabrana i standardne operativne procedure (SOP) koje obuhvataju druge bezbedonosne intervencije razvijene u cilju obezbeđivanja najbezbednije mogućeg obavljanja posla.

### **Uzorci za koje postoje ograničene informacije**

Postupak procene rizika opisan gore funkcioniše dobro kada postoje raspoložive adekvatne informacije. Međutim, ima slučajeva kada nema dovoljno informacija za odgovarajuću procenu rizika, na primer, sa kliničkim ili epidemiološkim uzorcima prikupljenim na terenu. U ovim slučajevima, treba zauzeti oprezan pristup rukovanju uzorcima.

1. Uvek treba poštovati standardne mere predostrožnosti (2), i barijernu zaštitu koja se primenjuje (rukavice, mantili, zaštita za oči), kad god se uzorci dobijaju od pacijenata.
2. Osnovno čuvanje – postupci i procedure nivoa 2 biološke bezbednosti treba da budu minimalni zahtevi za rukovanje uzorcima.
3. Transport uzoraka treba da zadovoljava nacionalna i/ili međunarodna pravila i regulativu.

Neke dostupne informacije mogu da pomognu pri utvrđivanju rizika rukovanja ovim uzorcima:

1. Medicinski podaci o pacijentu
2. Epidemiološki podaci (podaci o bolestima i smrtnosti, pretpostavljeni put prenošenja, drugi podaci istraživanja o izbijanju)
3. Informacije o geografskom poreklu uzoraka

U slučaju izbijanja bolesti nepoznate etiologije, nacionalne stručne vlasti i/ili Svetska zdravstvena organizacija mogu da izrade odgovarajuća *ad hoc* uputstva i postave ih na Internet (kao što je to bio slučaj sa SARS-om tokom 2003. godine) da bi tako pokazali kako uzorke treba pripremiti za isporuku, kao i nivo biološke bezbednosti na kome ih treba analizirati.

### **Procena rizika i genetski modifikovani mikroorganizmi**

Detaljna rasprava o proceni rizika i genetskim modifikovanim organizmima (GMO) data je u Poglavlju 16.

## 3. Osnovne laboratorije – Nivoi 1 i 2 biološke bezbednosti

Za svrhe ovog priručnika smernice i preporuke, date kao minimalni zahtevi koji se odnose na laboratorije svih nivoa biološke bezbednosti, usmerene su na mikroorganizme u grupama rizika 1-4. Mada se neke mere opreza mogu učiniti nepotrebnim za neke organizme iz grupe rizika 1, one su poželjne zbog obuke koja promovira dobre (tj. bezbedne) mikrobiološke tehnike (DMT).

Sve dijagnostičke i zdravstvene laboratorije (za javno zdravlje, kliničke i bolničke) moraju biti projektovane za nivo 2 biološke bezbednosti ili viši. Kako ni jedna laboratorija nema potpunu kontrolu nad uzorcima koje dobija, laboranti mogu biti izloženi dejstvu organizama iz viših grupa rizika nego što se očekuje. Na ovu mogućnost mora se računati pri donošenju sigurnosnih planova i politika. U nekim zemljama neophodna je akreditacija kliničkih laboratorija. Na globalnom nivou, standardne mere bezbednosti (2) uvek treba prihvatiti i primenjivati.

Smernice za osnovne laboratorije – nivoa 1 i 2 biološke bezbednosti predstavljene ovde su sveobuhvatne i detaljne, s obzirom da su u osnovi rada u laboratorijama svih nivoa biološke bezbednosti. Smernice za rad u laboratorijama za čuvanje nivoa 3 biološke bezbednosti, kao i laboratorijama za maksimalno čuvanje nivoa 4 biološke bezbednosti (Poglavlja 4 i 5), su modifikacije i dodaci ovim smernicama, projektovane za rad sa opasnijim patogenima.

### **Pravilnik o ponašanju**

Ovaj pravilnik daje listu najvažnijih laboratorijskih postupaka i procedura koje su osnovne za DMT. U mnogim laboratorijama i nacionalnim laboratorijskim programima ovaj pravilnik može se upotrebiti za razvoj pisanih postupaka i procedura za bezbedne laboratorijske operacije.

Svaka laboratorija treba da prihvati bezbedonosni ili operativni priručnik koji identifikuje poznate i potencijalne opasnosti, kao i specifične postupke i procedure, u cilju eliminisanja ili minimiziranja takvih opasnosti. DMT su fundamentalne za laboratorijsku bezbednost. Specijalizovana laboratorijska oprema je dodatak, ali nikada ne može da zameni odgovarajuće procedure. Evo najvažnijih koncepata:

### **Pristup**

1. Međunarodni simbol i znak za biološku opasnost (Slika 1) mora biti postavljen na vrata prostorija gde se rukuje mikroorganizmima rizične grupe 2 ili višeg nivoa rizika.

*Slika 1. Znak upozorenja na biološku opasnost za laboratorijska vrata*



**Ovlašćenje za ulaz mora da odobri odgovorni istraživač naveden gore:**

2. Samo ovlašćene osobe smeju imati pristupa radnom prostoru laboratorije.
3. Vrata laboratorije treba držati zatvorena.
4. Deci ne treba dozvoliti pristup u radni prostor laboratorije.
5. Pristup životinjskim kućicama treba posebno ovlastiti.
6. Nikakve životinje ne smeju imati pristupa laboratoriji osim onih uključenih u rad laboratorije.

### ***Lična zaštita***

1. Laboratorijski kombinezoni, mantili ili uniforme moraju se nositi sve vreme tokom rada u laboratoriji.
2. Odgovarajuće rukavice moraju se nositi tokom svih procedura koje mogu da uključuju direktni ili slučajni kontakt sa krvlju, telesnim tečnostima i drugim potencijalno zaraznim materijalima ili zaraženim životinjama. Posle upotrebe, rukavice treba aseptički ukloniti i oprati ruke.
3. Osoblje mora da pere ruke po rukovanju infektivnim materijalima i životinjama, a pre napuštanja radnog prostora laboratorije.

4. Zaštitne naočare, maske za lice (viziri) i druga zaštitna sredstva moraju se nositi kada je neophodno zaštititi lice i oči od prskanja tečnosti, čvrstih predmeta i izvora veštačkog ultraljubičastog zračenja.
5. Zabranjeno je nositi zaštitnu laboratorijsku odeću van laboratorije, tj. u kantinama, kafeterijama, kancelarijama, bibliotekama, drugim prostorijama za osoblje i taoletima.
6. Obuća otvorenih prstiju ne sme se nositi u laboratoriji.
7. Jelo, piće, pušenje, nanošenje kozmetike i rukovanje kontaktnim sočivima je zabranjeno u laboratoriskom radnom prostoru.
8. Skladištenje hrane i pića za ljude bilo gde u laboratorijskom radnom prostoru je zabranjeno.
9. Zaštitna laboratorijska odeća koja je korišćena u laboratoriji ne sme se odlagati u iste ormariće i pretince kao i odeća koja se nosi na ulici.

### ***Procedure***

1. Pipetiranje ustima strogo je zabranjeno.
2. Materijali se ne smeju stavljati u usta. Etikete se ne smeju lizati.
3. Sve tehničke procedure treba sprovoditi na način koji maksimalno smanjuje stvaranje aerosola i kapljica.
4. Upotrebu hipodermičkih igala i špriceva za injekcije treba ograničiti. Oni se ne smeju koristiti kao zamena za pipetska sredstva ili u bilo koje druge svrhe osim za parenteralne injekcije ili uzimanje tečnosti od laboratorijskih životinja.
5. Svako prosipanje tečnosti, akcidenti, otvorena i potencijalna izlaganja infektivnim materijalima moraju se prijaviti laboratorijskom nadzorniku. O ovakvim akcidentima i incidentima treba voditi pisanu dokumentaciju.
6. Pisana pravila procedure za čišćenje svih prosutih tečnosti moraju se doneti u poštovati.
7. Kontaminirane tečnosti moraju se dekontaminirati (hemijski ili fizički) pre ispuštanja u sanitarnu kanalizaciju. U zavisnosti od procene rizika, sistem za obradu otpadnih voda može biti potreban za agense kojima se rukuje.
8. Pisana dokumenta koja se kasnije iznose iz laboratorije, treba zaštititi od kontaminacije za vreme rada u laboratoriji.

### ***Radni prostor u laboratoriji***

1. Laboratorija treba da bude uredna, čista i oslobođena materijala koji nisu u direktnoj vezi sa poslom koji se obavlja.
2. Radne površine moraju se dekontaminirati posle bilo kakvog prosipanja potencijalno opasnih materijala na kraju radnog dana.
3. Svi kontaminirani materijali, uzorci i kulture moraju se dekontaminirati pre bacanja ili čišćenja za ponovnu upotrebu.
4. Pakovanje i transport moraju poštovati važeće nacionalne i/ili međunarodne propise.
5. U slučaju kada se prozori otvaraju, oni moraju imati zaštitne mrežice od insekata.

### **Upravljanje biološkom bezbednošću**

1. Direktor laboratorije (osoba koja snosi direktnu odgovornost za laboratoriju) je odgovoran za staranje o donošenju i prihvatanju plana upravljanja biološkom bezbednošću, kao i bezbedonosnom ili operativnom priručniku.
2. Nadzornik laboratorije (koji je odgovoran direktoru laboratorije) treba da se stara o organizovanju redovne obuke o laboratorijskoj bezbednosti.
3. Osoblje treba da bude upozoreno na posebne opasnosti. Od njega treba zahtevati da čita operativni ili priručnik za bezbednost i poštuje postupke i procedure. Nadzornik laboratorije treba da se stara da osoblje ove razume. Jedan primerak operativnog ili priručnika za bezbednost treba da postoji i u laboratoriji.
4. Takođe, treba da postoji program kontrole od insekata i glodara.
5. U slučaju potrebe, svem osoblju treba pružiti adekvatnu medicinsku procenu, nadzor i lečenje, pri čemu treba voditi odgovarajuću medicinsku dokumentaciju.

### **Projektovanje laboratorija i objekti**

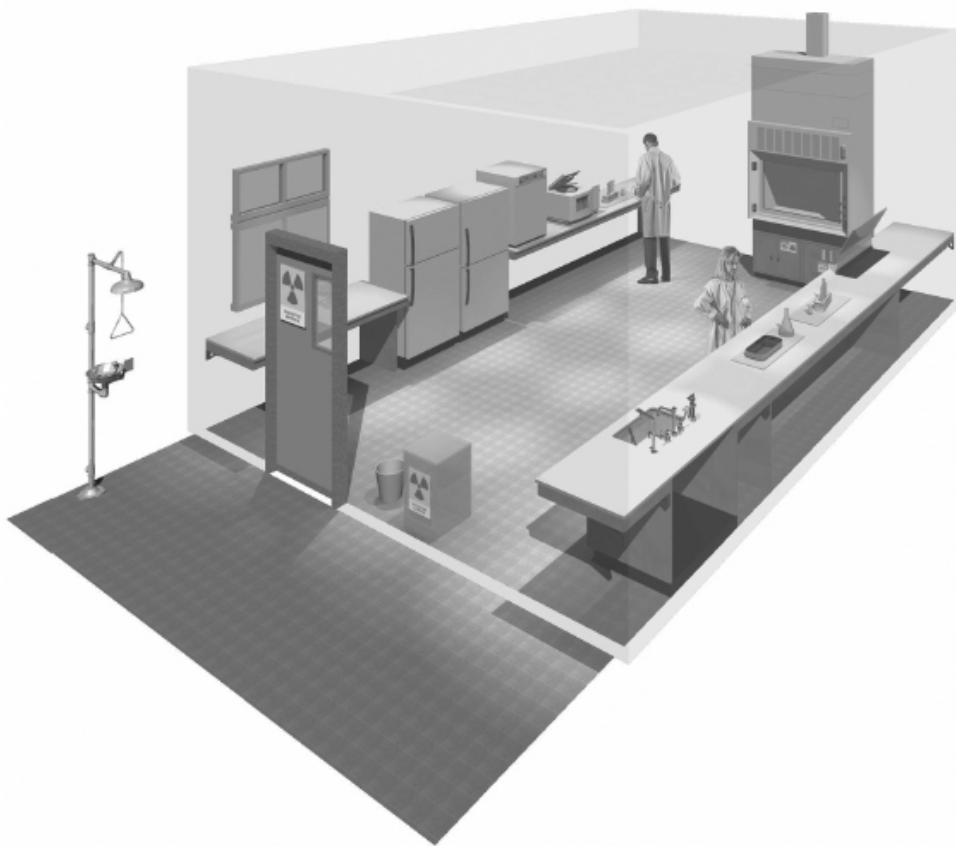
Prilikom projektovanja laboratorije i dodeljivanja određenih tipova poslova, posebnu pažnju treba posvetiti uslovima za koje se zna da predstavljaju probleme u bezbednosti. Ovi uključuju:

1. stvaranje aerosola
2. rad sa velikim zapreminama i/ili visokim koncentracijama mikroorganizama
3. prenatrpanost i veliku količinu opreme
4. navale glodara i insekata
5. neovlašćeni ulaz
6. tok rada: upotrebu određenih uzoraka i reagenasa.

Primeri projekata laboratorija za nivoe biološke bezbednosti 1 i 2 pokazani su na slikama 2 i 3.

### **Karakteristike projekta**

1. Za bezbedno obavljanje laboratorijskog rada, čišćenje i održavanje mora se obezbediti širok prostor.
2. Zidovi, plafoni i podovi treba da budu glatki, laki za čišćenje, nepromočivi i otporni na hemikalije i dezinfekciona sredstva koji se obično koriste u laboratoriji. Podovi ne treba da se klizaju.
3. Otvorene radne površine ne treba da propuštaju vodu i treba da budu otporne na dezinfekciona sredstva, kiseline, baze, organske rastvore i umerenu toplotu.
4. Rasveta treba da bude adekvatna za sve aktivnosti. Treba izbegavati nepoželjni odsjaj i blještanje svetla.
5. Laboratorijski nameštaj treba da bude od čvrstog materijala. Otvoreni prostor između i ispod klupa, kabineta i opreme treba da bude dostupan za čišćenje.
6. Prostor za skladištenje treba da bude adekvatan za zalihe za neposrednu upotrebu, što sprečava nered na radnim površinama i u prolazima. Takođe treba obezbediti dodatni prostor za dugoročno skladištenje, smešten van laboratorijskog radnog prostora.



**Slika 2. Tipična laboratorija nivoa 1 biološke bezbednosti**  
(grafikon zahvaljujući CUH2A, Prinstona, New Jersey, SAD)

7. Treba obezbediti prostor i prostorije za bezbedno rukovanje i skladištenje rastvora, radioaktivnih materijala i kompresovanih i tečnih gasova.
8. Van laboratorijskog radnog prostora treba obezbediti prostorije za skladištenje odeće za napolje i ličnih predmeta.
9. Van laboratorijskog radnog prostora takođe treba obezbediti prostorije za jelo, piće i odmor.
10. U svakoj laboratorijskoj prostoriji treba obezbediti lavaboe za pranje ruku sa tekućom vodom i po mogućstvu blizu izlaznih vrata.
11. Vrata treba da imaju staklene otvore, adekvatne indekse otpornosti na požar i po mogućstvu da se sama zatvaraju.
12. Na nivou biološke bezbednosti 1 i 2, autoklav ili neko drugo sredstvo za dekontaminaciju treba da bude na raspolaganju u odgovarajućoj blizini laboratoriji.
13. Sistemi za bezbednost treba da pokriju mogućnost požara, nestanka električne energije, da obezbede tuš za hitne slučajeve i lavaboe za ispiranje očiju.
14. Treba obezbediti adekvatno opremljeni i lako pristupačni prostor ili prostorije za hitnu pomoć. (vidi Aneks 1).

15. Prilikom planiranja novih prostorija, treba obratiti pažnju na obezbeđivanje sistema mehaničke ventilacije koji pruža dotok spoljnog vazduha bez recirkulisanja. Ukoliko nema mehaničke ventilacije, prozori treba da budu takvi da mogu da se otvore i treba da imaju zaštitnu mrežicu od insekata.
16. Od suštinskog značaja je pouzdan dotok vode dobrog kvaliteta. Između izvora za laboratoriju i dotoka pijuće vode ne treba da postoje poprečni spojevi. Da bi se zaštitio sistem vode za javnu upotrebu treba ugraditi sredstvo za sprečavanje povratnog toka vode.
17. Da bi se omogućio bezbedan izlaz, treba obezbediti pouzdano i adekvatno snabdevanje električnom energijom, kao i osvetljenje za vanredna stanja. Za podršku osnovnoj opremi kao što su inkubatori, biološki bezbedni kabineti, zamrzivači i sl, kao i za ventilaciju životinjskih kaveza, poželjno je ugraditi pomoćni generator.
18. Snabdevanje gasom treba da bude pouzdano i adekvatno. Dobro održavanje instalacija je obavezno.
19. Laboratorije i kućice životinja su povremeno mete vandala. Mora se uzeti u obzir fizička i sigurnost od požara. Obavezni su jaka vrata, prozori sa zastorima i ograničeni broj ključeva. Da bi se povećala sigurnost (vidi Poglavlje 9), treba razmotriti i primeniti i druge mere kao odgovarajuće.

### **Laboratorijska oprema**

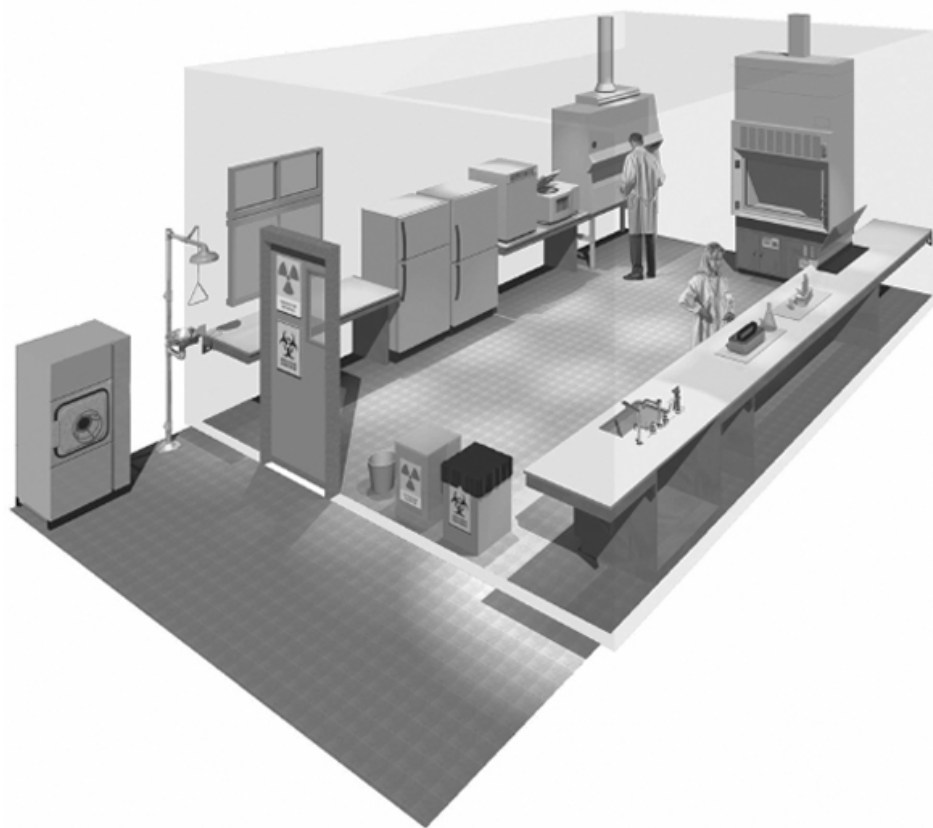
Zajedno sa dobrim procedurama i postupcima, upotreba zaštitne opreme pomoći će da se smanji rizik prilikom rukovanja sa materijama opasnim po biološku bezbednost. Ovaj odeljak bavi se osnovnim principima u vezi sa odgovarajućom opremom za laboratorije svih nivoa biološke bezbednosti. Zahtevi za laboratorijsku opremu koji se odnose na više nivoa biološke bezbednosti obrađeni su u zasebnim poglavljima.

Posle savetovanja sa službenikom za biološku bezbednost i komitetom za bezbednost (ako je određen), direktor laboratorije bi trebalo da se postara za obezbeđivanje adekvatne opreme i njeno propisno korišćenje. Opremu treba izabrati uzimanjem u obzir izvesnih opštih principa, tj. ona bi trebalo da bude:

1. projektovana da spreči ili ograniči kontakt između operatera i infektivnog materijala
2. konstruisana od materijala koji ne propuštaju tečnosti, otporni su na koroziju i zadovoljavaju strukturalne zahteve
3. proizvedena tako da nema hrapave ivice, oštre ivice ili nezaštićene pokretne delove
4. projektovana, konstruisana i instalirana tako da olakša jednostavne operacije i pruži lako održavanje, čišćenje, dekontaminaciju i testiranje za odobravanje upotrebe; treba izbegavati staklene predmete i druge lomljive materijale kad god je to moguće.

Možda će biti potrebno konsultovati detaljne radne i specifikacije konstrukcije da bi se potvrdilo da oprema poseduje neophodna sigurnosna svojstva (vidi takođe Poglavlja 10 i 11).





**Slika 3. Tipična laboratorija nivoa 2 biološke bezbednosti**  
 (grafikon obezbeđen zahvaljujući CUH2A, Princeton, NJ, USA).  
 Procedure pri kojima se lako mogu stvoriti aerosoli izvode se se uz biološki bezbedni kabinet. Vrata su zatvorena i obeležena odgovarajućim znakom za opasnost. Potencijalno kontaminirani otpad se odvađa od opšteg otpada.

### **Osnovna oprema za biološku bezbednost**

1. Pipetska pomagala – da bi se izbeglo pipetiranje ustima. Postoje različite vrste.
2. Biološki bezbedni kabineti, koje treba upotrebiti uvek kada:
  - a. se rukuje infektivnim materijalima; takvi materijali se mogu centrifugirati u otvorenoj laboratoriji ako se koriste zapečaćene sigurnosne šolje za centrifugu i ukoliko se one pune i prazne u biološki bezbednom kabinetu
  - b. postoji povećani rizik od infekcije koja se prenosi putem vazduha
  - c. se koriste procedure sa visokim potencijalom stvaranja aerosola; ove mogu da uključuju centrifugiranje, drobljenje, integrisanje (blendiranje), energično mućkanje ili miksovanje, razbijanje zvukom, otvaranje kontejnera sa infektivnim materijalom čiji unutrašnji pritisak može biti drugačiji od ambijentalnog pritiska, intranazalna inokulacija životinja i prikupljanje infektivnih tkiva sa životinja ili iz jaja.
3. Plastične eze za jednokratnu upotrebu. Kao alternativa, električni insineratori za eze

moгу se koristiti unutar biološki bezbednog kabineta da bi se smanjilo stvaranje aerosola.

4. Epruvete i flašice sa poklopcem sa zavrtnjem.
5. Sterilizatori ili druga odgovarajuća sredstva za dekontaminaciju infektivnih materijala.
6. Plastične Pasterove pipete za jednokratnu upotrebu, kad god je moguće, da bi se izbeglo staklo.
7. Oprema kao što su autoklavi i biološki bezbeni kabineti, mora biti ocenjena kao validna uz pomoć adekvatnih metoda pre nego što se upotrebi. Ponovno izdavanje sertifikata za upotrebu treba obavljati u redovnim intervalima, prema uputstvima proizvođača (vidi Poglavlje 7).

### **Zdravstveni i medicinski nadzor**

Poslodavac je, posredstvom direktora laboratorije, odgovoran za obezbeđivanje adekvatnog nadzora zdravlja laboratorijskog osoblja. Cilj takvog nadzora je praćenje bolesti stečenih na radu. Odgovarajuće aktivnosti za postizanje ovih ciljeva su:

1. Obezbeđivanje aktivne i pasivne imunizacije dge je na to ukazano (vidi Aneks 2)
2. Olakšavanje ranog otkrivanja laboratorijski stečenih infekcija
3. Izuzimanje visoko osetljivih pojedinaca (na pr.trudnih žena ili osoba sa slabim imunitetom) iz visoko hazardnog laboratorijskog posla
4. Obezbeđivanje efikasne opreme i procedura za ličnu zaštitu

### ***Smernice za nadzor laboranata koji rukuju mikroorganizmima na nivou 1 biološke bezbednosti***

Istorijski dokazi ukazuju da je malo verovatno de će mikroorganizmi kojim se rukuje na ovom nivou prouzrokovati ljudske bolesti ili životinjske bolesti od značaja za veterinu. Međutim, bilo bi idealno da se svi laboranti podvrgnu sistematskom zdravstvenom pregledu pre zapošljavanja, gde bi se zabeležila njihova medicinska istorija. Poželjno je neposredno prijavljivanje bolesti ili laboratorijskih akcidenata, a svi članovi osoblja treba da budu svesni značaja održavanja DMT.

### ***Smernice za nadzor laboranata koji rukuju mikroorganizmima nivoa 2 biološke bezbednosti***

1. Pre zapošljavanja ili angažovanja na nekom mestu neophodan je zdravstveni pregled. Medicinska istorija neke osobe treba da bude zabeležena, i obavljena ciljana procena okupacionog zdravlja.
2. Uprava laboratorije treba da vodi evidenciju o bolestima i odsustvu.
3. Žene u reproduktivnom dobu treba da budu svesne rizika izloženosti izvesnim mikroorganizmima po nerođeno dete, na primer rubela virusu. Konkretni postupci za zaštitu fetusa variraju, u zavisnosti od mikroorganizama kojima žene mogu biti izložene.

### **Obuka**

Ljudske greške i loše tehnike mogu kompromitovati i najbolja sredstva za zaštitu

laboranata. Zato, osoblje koje je svesno bezbednosti i dobro informisano da prepozna i kontroliše laboratorijske hazarde predstavlja ključni element u sprečavanju laboratorijski stečenih infekcija, incidenata i akcidenata. U ove svrhe, neophodno je da postoji stalna obuka po pitanju mera bezbednosti. Efikasan program bezbednosti počinje sa menadžerima laboratorije, koji treba da se staraju da bezbedni laboratorijski postupci i procedure budu integrisani u osnovnu obuku zaposlenih. Obuka iz oblasti mera bezbednosti treba da bude integralni deo uvođenja novih zaposlenih u laboratoriju. Zaposlenima treba predstaviti pravilnik o ponašanju i lokalne smernice, uključujući i operativni ili priručnik o bezbednosti. Treba usvojiti mere koje utvrđuju da su zaposleni pročitali i razumeli smernice, na primer stranice sa karakteristikama. Nadzornici laboratorije igraju ključnu ulogu u obučavanju svog neposrednog osoblja u laboratorijskim tehnikama. Službenik za biološku bezbednost može da pomogne u obuci, razvoju pomagala za obuku i vođenju dokumentacije (vidi takođe Poglavlje 21).

Obuka osoblja uvek treba da uključuje informacije o bezbednim metodama kod visoko hazardnih procedura na koje obično sve laboratorijsko osoblje nailazi, i koje obuhvataju:

1. rizik od udisanja (tj. stvaranje aerosola) prilikom upotrebe eza, nanošenja kultura na agar baze, pipetiranja, pravljenja razmaza, otvaranje kultura, uzimanje uzoraka krvi / seruma, centrifugiranja, itd.
2. rizik od unošenja prilikom rukovanja uzorcima, razmazima i kulturama
3. rizik od perkutanog unošenja prilikom upotrebe špriceva i igala
4. ugrize i ogrebotine pri radu sa životinjama
5. rukovanje krvlju ili drugim potencijalno hazardnim patološkim materijalom
6. dekontaminaciju i bacanje infektivnog materijala.

## **Rukovanje otpadom**

Otpadom se smatra sve što je za uklanjanje (bacanje).

U laboratorijama dekontaminacija otpada i njegovo konačno uklanjanje tesno su povezani. Kada je reč o dnevnoj upotrebi, malo kontaminiranog materijala će zahtevati stvarno uklanjanje iz laboratorije ili uništenje. Većina staklenih predmeta, instrumenata i laboratorijske odeće biće ponovo upotrebljena ili reciklirana. Najvažniji princip je da svi infektivni materijali treba da budu dekontaminirani, sterilisani parom ili spaljeni u laboratoriji.

Osnovna pitanja koja se postavljaju pre odbacivanja bilo kakvih objekata ili materijala iz laboratorija, a koja se tiču potencijalno infektivnih mikroorganizama ili životinjskog tkiva su:

1. Da li su predmeti ili materijali bili efikasno dekontaminirani ili dezinfikovani odobrenom procedurom?
2. Ako nisu, da li su spakovani na odobreni način za neposredno spaljivanje na licu mesta ili za transfer do drugog prostora sa kapacitetima za insineraciju?
3. Da li uklanjanje dekontaminiranih predmeta ili materijala uključuje bilo kakve dodatne potencijalne hazarde, biološke ili druge vrste, za one koji sprovode neposredne procedure uklanjanja ili koji bi mogli doći u kontakt sa izbačenim predmetima van laboratorije?

### ***Dekontaminacija***

Sterilizacija parom je preferirani metod za sve procese dekontaminacije. Materijali za dekontaminaciju i uklanjanje treba da budu stavljani u kontejnere, tj. plastične kese koje se mogu sterilisati, i koje su obeležene različitim bojama u zavisnosti od toga da li material u njima treba sterilisati i/ili spaliti. Alternativne metode treba predvideti samo ukoliko one uklanjaju i/ili ubijaju mikroorganizme (za više detalja vidi Poglavlje 14).

### ***Procedure rukovanja i uklanjanja za kontaminirane i otpadne materijale***

Treba prihvatiti sistem identifikacije i razdvajanja za infektivne materijale i njihove kontejnere. Moraju se poštovati nacionalni i međunarodni propisi. Kategorije treba da uključuju:

1. nekontaminirani (neinfektivni) otpad koji se može ponovo upotrebiti ili reciklirati ili izbaciti kao opšti otpad 'iz domaćinstva'
2. kontaminirani (infektivni) opšti predmeti – hipodermičke igle za injekcije, skalpeli, noževi i slomljeno staklo; sve ove predmete uvek treba prikupiti u neprobojne kontejnere sa poklopcima i tretirati kao infektivne
3. kontaminirani materijal za dekontaminaciju sterilizacijom a potom pranjem i ponovom upotrebom ili recikliranjem
4. kontaminirani materijal za sterilizaciju i uklanjanje
5. kontaminirani materijal za direktno spaljivanje.

### ***Oštri predmeti***

Posle upotrebe, hipodermičke igle ne treba vraćati u kapice, zatvarati ili uklanjati sa špriceva za jednokratnu upotrebu. Ceo set treba staviti u kontejner za uklanjanje oštih predmeta. Špriceve za jednokratnu upotrebu, upotrebljene samostalno ili zajedno sa iglama, treba staviti u kontejnere za uklanjanje oštih predmeta i spaliti, uz prethodnu sterilizaciju ako je to potrebno.

Kontejneri za uklanjanje oštih predmeta moraju biti neprobojni, i ne smeju biti napunjeni do punog kapaciteta. Kada su tri četvrtine puni treba ih staviti u kontejnere za 'infektivni otpad' i spaliti, uz prethodnu parnu sterilizaciju ukoliko to zahteva laboratorijska praksa. Kontejneri za uklanjanje oštih predmeta ne smeju se bacati na deponije.

### ***Kontaminirani (potencijalno infektivni) materijali za sterilizaciju i ponovnu upotrebu***

Kontaminirane (potencijalno infektivne) materijale za sterilizaciju i ponovnu upotrebu ne treba prethodno čistiti. Bilo kakvo neophodno čišćenje ili popravka moraju se obaviti tek pošto se izvrši sterilizacija ili dezinfekcija.

### ***Kontaminirani (potencijalno infektivni) materijali za bacanje***

Nezavisno od oštih predmeta, o kojima je bilo reči gore, svi kontaminirani (potencijalno infektivni) materijali se pre bacanja moraju sterilisati parom u nepropusnim kontejnerima, tj. u bojama obeleženim plastičnim vrećama za sterilizaciju. Posle sterilisanja, materijal se može smestiti u kontejnere za transfer za prevoz do insineratora.

Ukoliko je to moguće, materijale koji potiču od aktivnosti zdravstvene zaštite ne bi trebalo bacati na deponije čak ni posle dekontaminacije. Ukoliko se insinerator nalazi u laboratoriji, sterilizacija se može izostaviti: kontaminirani otpad treba staviti u dodeljene kontejnere (na pr. vreće obeležene bojama) i transportovati direktno do insineratora. Kontejneri za transfer za više upotreba treba da budu nepropusni i da imaju prijanjajuće poklopce. Treba da budu dezinfikovani i očišćeni pre nego što se vrate u laboratoriju za dalju upotrebu.

U svakoj radnoj stanici treba postaviti kontejnere za izbacivanje otpada, posude ili tegle, po mogućstvu nesalomljive (na pr. plastične). Kada se koriste dezinficijensi, otpadni materijal treba da bude u tesnom kontaktu za dezinficijensom (tj. nezaštićen mehurićima vazduha) za odgovarajući vremenski period, u skladu sa upotrebljanim dezinficijensom (vidi Poglavlje 14). Kontejneri za izbacivanje otpada treba da budu dekontaminirani i oprani pre nove upotrebe.

Sagorevanje kontaminiranog otpada mora da bude odobreno od nadležnih institucija za zdravstvenu zaštitu i zagađenje vazduha, kao i od strane predstavnika za laboratorijsku biološku bezbednost (vidi odeljak o sagorevanju u Poglavlju 14).

### **Bezbednost od hemijskog delovanja, požara, i strujna, radijacijska i bezbednost opreme**

Neuspeh zadržavanja patogenih organizama može biti indirektni rezultat hemijskih, strujnih, radijacijskih incidenata ili požara. Stoga je od osnovne važnosti održavanje visokih standarda bezbednosti na ovim poljima u bilo kojoj mikrobiološkoj laboratoriji. Pravila i zakone, utvrđene statutom za svaki od ovih slučajeva, doneće kompetentna nacionalna ili lokalna institucija, čiju pomoć treba potražiti ako je to neophodno. Hemijske, strujne i radijacijske opasnosti i opasnosti od požara detaljnije će biti razmotrene u Delu VI ovog priručnika (Poglavlja 17 i 18).

Dodatne informacije u vezi sa zaštitnom opremom date su u Poglavlju 11.

## **4. Izolovana laboratorija - nivo 3 biološke bezbednosti**

Izolovana laboratorija – nivoa 3 biološke bezbednosti projektovana je i opremljena za rad sa mikroorganizmima rizične grupe 3 kao i sa velikim zapreminama ili visokim koncentracijama mikroorganizama rizične grupe 2 koji predstavljaju povećani rizik od širenja aerosola. Čuvanje na nivou 3 biološke bezbednosti zahteva jačanje operativnih i programa bezbednosti izvan granica onih koji važe za osnovne laboratorije nivoa 1 i 2 biološke bezbednosti (predstavljenih u Poglavlju 3).

Smernice date u ovom poglavlju predstavljene su u vidu dodatka smernica datih za osnovne laboratorije nivoa 1 i 2 biološke bezbednosti, koje se zato moraju primeniti pre ovih specifičnih za izolovanu laboratoriju nivoa 3 biološke bezbednosti. Osnovni dodaci i promene su:

1. pravilnik o ponašanju
2. projekat laboratorije i prostrija
3. zdravstveni i medicinski nadzor

Laboratorije u ovoj kategoriji treba da budu registrovane ili na listi nacionalnih ili drugih adekvatnih zdravstvenih institucija.

### **Pravilnik o ponašanju**

U ovom slučaju primenjuje se Pravilnik o ponašanju za osnovne laboratorije – nivoa 1 i 2 biološke bezbednosti osim u slučajevima kada je modifikovan na sledeći način:

1. Međunarodni znak upozorenja i simbol za biološku opasanost (vidi Sliku 1) izložen na ulaznim vratima mora da odredi nivo biološke bezbednosti i dâ ime laboratorijskog nadzornika koji kontroliše pristup, kao i da ukaže na bilo koje posebne uslove ulaska u datu oblast, na pr. imunizaciju.
2. Laboratorijska zaštitna odeća mora biti tipa mantila sa čvrstom prednjom stranom ili koji se pozadi zakopčava, hirurških odela, kombinezona, sa zaštitom za glavu i, gde je to potrebno, zaštitom za cipele ili sa posebnim cipelama. Standardni laboratorijski mantili sa kopčanjem napred nisu odgovarajući, kao ni bluže koje u potpunosti ne pokrivaju ruke. Zaštitna odeća za laboratoriju ne sme se nositi van laboratorije, i mora biti dekontaminirana pre nego što se opere. Pri radu sa određenim agensima (na pr. poljoprivrednim ili zoonozama) mora se obezbediti mogućnost uklanjanja odeće za ulicu i presvlačenja u dodeljenu laboratorijsku opremu.

3. Otvoreno manipulisanje svim potencijalno infektivnim materijalom mora se sporvoditi u okviru biološki bezbednog kabineta ili druge primarne sprave za čuvanje (vidi takđe Poglavlje 10).
4. Respiratorno zaštitna oprema može biti neophodna za neke laboratorijske procedure ili rad sa životinjama zaraženim izvesnim patogenima (vidi Poglavlje 11).

### **Projekat laboratorije i objekti**

U ovom slučaju primejuje se projekat laboratorija i prostorija za osnovne laboratorije – nivo 1 i 2 biološke bezbednosti, osim kada je modifikovan na sledeći način:

1. Laboratorija mora biti odvojena od prostora koji su otvoreni za neograničeni protok saobraćaja u okviru zgrade. Dodatno odvajanje može se postići postavljanjem laboratorije na kraju hodnika, ili konstruisanjem pregradnog zida i vrata, ili ulaza kroz pretkomoru (na pr. ulaz sa duplim vratima ili osnovna laboratorija – nivoa 2 biološke bezbednosti), opisivanjem posebne zone projektovane da održi razliku u pritisku između laboratorije i njoj susednog prostora. Pretkomora bi trebalo da pruža mogućnosti razdvajanja čiste i prljave odeće, a tuš takođe može biti neophodan.
2. Vrata pretkomore mogu se sama zatvarati i naizmenično zaključavati tako da su samo jedna vrata otvorena u jednom trenutku. Za potrebe hitnog izlaženja može se obezbediti panel za ‘prolaz’.
3. Površine zidova, podova i plafona treba da bude voodootporne i lake za čišćenje. Otvori na ovim površinama (na pr.za cevi vodovoda) treba da budu hermetički zatvoreni kako bi olakšali dekontaminaciju prostorije.
4. Laboratorija mora raspolagati mogućnošću hermetičkog zatvaranja radi dekontaminacije. Sistem kanala za protok vazduha mora biti konstruisan tako da omogućuje gasnu dekontaminaciju.
5. Prozori moraju biti zatvoreni, zapečaćeni i otporni na lomljenje.
6. Pored svakih izlaznih vrata treba obezbediti stanicu za pranje ruku sa automatskim komandama.
7. Mora da postoji kontrolisani sistem za ventilaciju koji održava usmereni protok vazduha u laboratoriji. Treba instalirati sredstvo za vizuelno praćenje sa ili bez alarma tako da osoblje u bilo kom trenutku može biti sigurno da se održava odgovarajući usmereni protok vazduha u laboratoriji.
8. Sistem ventilacije zgrade mora biti tako konstruisan da vazduh iz laboratorije – nivoa 3 biološke bezbednosti ne cirkuliše kroz druge prostorije u okviru zgrade. Vazduh se može filtrirati HEPA filterima (visoko efikasni filteri za zadržavanje čestica), prerađivati i ponovo vraćati u tu laboratoriju. Kada se ispušta vazduh iz laboratorije (osim onaj iz biološki bezbednih kabineta) u atmosferu van zgrade, on se mora raspršiti daleko od nastanjenih zgrada i sistema za usisavanje vazduha. U zavisnosti od agenasa koji se upotrebljavaju, ovaj vazduh može se ispustiti kroz HEPA filtere. Kontrolni sistem grejanja, ventilacije i klima-uređaja (HVAC) može se instalirati radi sprečavanja stalnog rasta pritiska u laboratoriji. Treba obratiti pažnju na instalaciju zvučnih alarma i jasno vidljivih signala koji imaju za cilj da obaveste osoblje o prestanku funkcionisanja HVAC sistema.

9. Svi HEPA filteri moraju se instalirati na način koji omogućuje dekontaminaciju gasova i testiranje.
10. Kabineti za biološku bezbednost treba da budu smešteni dalje od prostora kojim se prolazi i van poprečnih struja sa vrata i ventilacionih sistema (vidi Poglavlje 10).
11. Izduvni vazduh iz biološki bezbednih kabineta klase I i klase II (vidi Poglavlje 10),
12. koji će biti propušten kroz HEPA filtere, mora se ispuštati na takav način da se izbegne mešanje sa vazдушnim balansom iz kabineta ili sistemom izduvnih gasova iz zgrade.
13. Autoklav za dekontaminaciju kontaminiranog otpadnog materijala treba da postoji u izolovanoj laboratoriji. Ukoliko infektivni otpad treba ukloniti iz laboratorije radi dekontaminacije i bacanja, on mora biti transportovan u hermetički zatvorenim, nesalomljivim i nepropusnim kontejnerima prema nacionalnim ili međunarodnim propisima, kao što je adekvatno.
14. Sigurnosna sredstva za sprečavanje povratnog toka tečnosti moraju se ugraditi u vodovodne instalacije. Vakuumske cevi treba da budu zaštićene sifonima za dezinfekciju tečnosti i HEPA filterima, ili drugim sličnim sredstvima. Alternativne vakuumske pumpe takođe treba da budu propisno zaštićene zaliscima i filterima.
15. Projekat prostorija izolovane laboratorije – nivoa 3 biološke bezbednosti kao i operativne procedure treba dokumentovati.

Primer projekta laboratorije za Nivo 3 biološke bezbednosti prikazan je na slici 4.

### **Laboratorijska oprema**

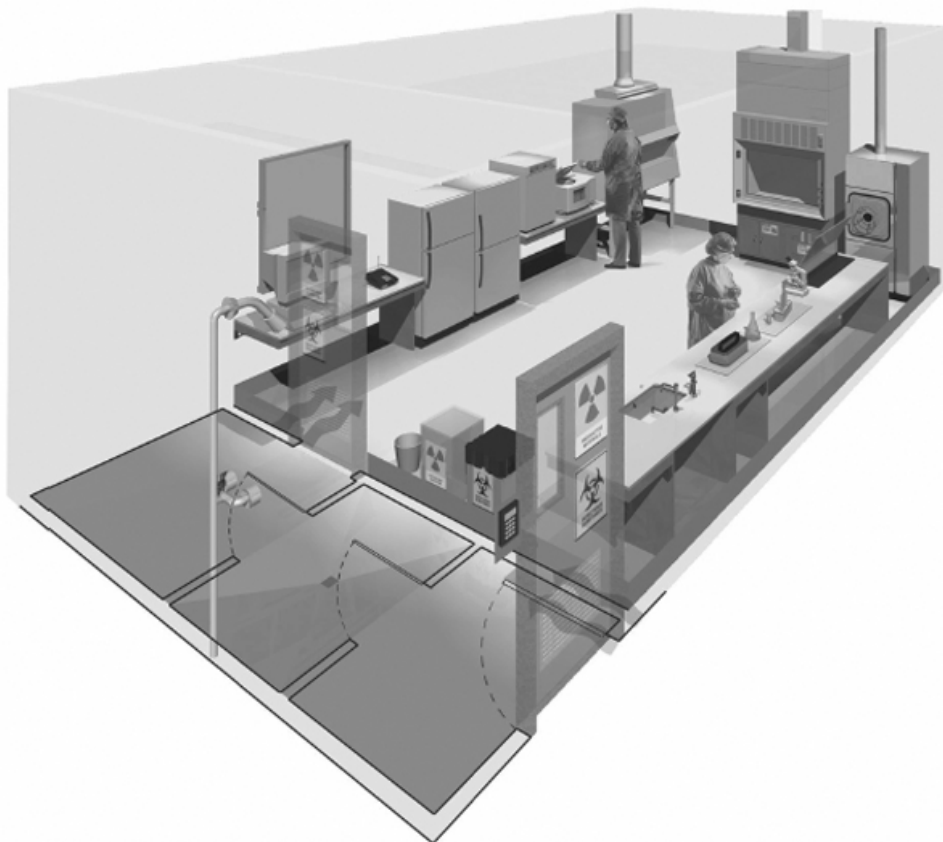
Principi za izbor laboratorijske opreme, uključujući i biološki bezbedne kabinete (vidi Poglavlje 10) isti su kao i za osnovne laboratorije – nivoa 2 biološke bezbednosti. Međutim, na nivou 3 biološke bezbednosti, rukovanje svim potencijalno infektivnim materijalom mora se sprovoditi unutar biološki bezbednog kabineta ili nekoj drugoj primarnoj spravi za čuvanje. Treba obratiti pažnju na opremu kao što su centrifuge, kojima je potrebna dodatna oprema za čuvanje, na primer, sigurnosne posude ili rotori. Nekim centrifugama i drugoj opremi, kao što su instrumenti za sortiranje ćelija za rad sa infektivnim ćelijama, može biti potrebna dodatna lokalna ispusna ventilacija sa HEPA filterima za uspešno zadržavanje.

### **Zdravstveni i medicinski nadzor**

Ciljevi programa za zdravstveni i medicinski nadzor za osnovne laboratorije – nivoa 1 i 2 biološke bezbednosti važe takođe i za izolovane laboratorije – nivoa 3 biološke bezbednosti, osim kada se primenjuju sledeće modifikacije:

1. Zdravstveni pregled sveg laboratorijskog osoblja koje radi u izolovanim laboratorijama – nivoa 3 biološke bezbednosti je obavezan. On treba da uključuje beleženje detaljne medicinske istorije i ciljanih okupacionih fizičkih pregleda.
2. Posle zadovoljavajuće kliničke procene, ispitanik može da dobije medicinsku kontakt karticu (kao što je, na primer, prikazano na slici 5) koja potvrđuje da su on ili





**Slika 4. Tipična laboratorija nivoa 3 biološke bezbednosti**

*((grafikon je obezbeđen zahvaljujući CUH2A, Princeton, NJ, USA). Laboratorija je odvojena od opšteg protoka saobraćaja i pristupa joj se kroz pretkomoru (ulaz sa dvostrukim vratima ili osnovna laboratorija – nivoa 2 biološke bezbednosti) ili otvaranjem vazdušne komore. U prostoriji se nalazi i sterilizator za dekontaminaciju otpada pre bacanja. Postoji i lavabo sa automatskim komandama. Uspostavljen je usmereni protok vazduha i celokupan rad sa infektivnim materijalima obavlja se u unutar biološki bezbednih kabineta.*

ona zaposleni u prostoru izolovane laboratorije – nivoa 3 biološke bezbednosti. Ova kartica trebalo bi da uključi sliku nosioca kartice, bude veličine novčanika, i uvek se nosi sa sobom. Imena osoba za kontakt koja se upisuju u kartice treba da budu lokalno dogovorena, ali mogu da uključe i laboratorijskog direktora, medicinskog savetnika i/ili službenika za biološku bezbednost.

## A. Prednja strana kartice

<b>Obaveštenje o praćenju bolesti</b>	
Ime _____	Slika nosioca kartice
_____	
<b>ZAPOSLENOM</b> Čuvajte ovu karticu u svom vlasništvu. U slučaju febrilne bolesti, dajte ovu karticu svom lekaru i obavestite jednu od sledećih osoba redosledom koim su naveden:	
Dr _____	Tel ( na poslu) _____
	(kućni) _____
Dr _____	Tel (na poslu) _____
	(kucni) _____

## B. Poledina kartice

<b>LEKARU</b> Nosilac ove kartice radi u zoni _____ gde su prisutni patogeni virusi, rikecija, bakterije, protozoe ili helminti. U slučaju neobjašnjivih febrilnih bolesti, molim pozovite poslodavca. U cilju pribavljanja informacija o agensima kojima je ovaj zaposleni možda bio izložen
Naziv laboratorije: _____
Adresa: _____
_____
_____
Tel: _____

Slika 5. Predloženi format za zdravstvenu kontakt karticu

## 5. Maksimalno izolovana laboratorija – Nivo 4 biološke bezbednosti

Maksimalno izolovana laboratorija – Nivo 4 biološke bezbednosti projektovana je za rad sa mikroorganizmima rizične grupe 4. Pre nego što se takva laboratorija projektuje i stavi u upotrebu, treba obaviti intenzivne konsultacije sa institucijama koje imaju iskustva u vođenju slične laboratorije. Operativne maksimalno izolovane laboratorije – nivoa 4 biološke bezbednosti treba da budu pod kontrolom nacionalnih ili drugih zdravstvenih organizacija. Sledeće informacije treba smatrati jedino uvodnim materijalom. Subjekti koji se bave razvojem laboratorije nivoa 4 biološke bezbednosti treba da kontaktiraju Program za biološku bezbednost Svetske zdravstvene organizacije za dodatne informacije<sup>1</sup>.

### Pravilnik o ponašanju

Primenjuje se pravilnik o ponašanju za nivo 3 biološke bezbednosti, osim tamo gde se primenjuju sledeće izmene:

1. Primenjuje se pravilo dve osobe, pri čemu ni jedan pojedinac nikada ne radi sam. Ovo je naročito važno ukoliko se radi u prostorijama nivoa 4 biološke bezbednosti sa obaveznim nošenjem kombinezona.
2. Zahteva se kompletna izmena odeće i cipela pre ulaska i po izlasku iz laboratorije.
3. Osoblje treba da bude obučeno za procedure izvlačenja osoblja u slučaju povrede ili bolesti osoblja.
4. Treba uspostaviti metod komunikacije za rutinske i kontakte u hitnim slučajevima između osoblja koje radi u maksimalno izolovanoj laboratoriji – nivoa 4 biološke bezbednosti i osoblja van laboratorije.

### Projekat laboratorije i objekti

Karakteristike izolovane laboratorije nivoa 3 biološke bezbednosti se takođe primenjuju i na izolovane laboratorije nivoa 4 biološke bezbednosti uz sledeće dodatke:

1. **Primarno čuvanje** Treba primeniti sistem primarnog čuvanja koji se sastoji od jednog ili kombinacije sledećih elemenata:
  - *Kabinet laboratorija klase III.* Neophodan je prolaz kroz najmanje dvojna vrata pre ulaska u prostorije koje sadrže biološki bezbedne kabinete klase III (kabinet soba). U konfiguraciji ove laboratorije biološki bezbedan kabinet klase III pruža sredstvo

---

<sup>1</sup> Program za biološku bezbednost, Odeljenje za Nadzor i reagovanje na zarazne bolesti, Svetska zdravstvena organizacija, 20 Avenue Appia, 1211 Ženeva 27, Švajcarska (<http://www.who.int/csr/>).

primarnog čuvanja. Neophodno je da postoji tuš za osoblje i spoljne prostorije za presvlačenje. Zalihe i materijali koji nisu uneti u kabinet sobu kroz prostor za razmenu unose se kroz autoklav sa duplim vratima ili komoru za fumigaciju. Jednom kada se spoljna vrata bezbedno zatvore, osoblje u laboratoriji može da otvori unutrašnja vrata i dobije materijale. Vrata autoklava ili komore za fumigaciju se međusobno tako zaključavaju da spoljna vrata ne mogu da se otvore dok se autoklav ne pokrene kroz ciklus sterilizacije ili fumigaciona komora ne bude dekontaminirana (vidi Poglavlje 10).

- *Zaštitna laboratorija sa obaveznim nošenjem kombinezona* sa sopstvenim aparatom za disanje se znatno razlikuje po dizajnu u zahtevima prostorija od laboratorije za biološku bezbednosti nivoa 4 sa biološki bezbednim kabinetima klase III. Prostorije u zaštitnoj laboratoriji sa obaveznim nošenjem kombinezona su tako uređene da usmeravaju osoblje kroz prostorije za presvlačenje i dekontaminaciju pre ulaska u oblasti gde se rukuje infektivnim materijalom. Mora se obezbediti tuš za dekontaminaciju, i osoblje mora da ga koristi pre napuštanja prostora laboratorije. Takođe postoji i poseban tuš za osoblje, sa unutrašnjim i spoljnim prostorijama za presvlačenje. Osoblje koje ulazi u prostor laboratorije mora da obuče odelo iz jednog dela, sa pod pritiskom, HEPA filterom i sa obezbeđenim vazduhom. Odelu se vazduh mora obezbediti uz pomoć sistema koji ima 100% sposobnost redundance sa nezavisnim izvorom vazduha za upotrebu u hitnim slučajevima. Ulaz u laboratorijski prostor je kroz vrata sa ugrađenom vazdušnom komorom i hermetički zatvorenim vratima. Mora da postoji odgovarajući sistem upozoravanja za osoblje koje radi u laboratoriji za upotrebu u slučaju kvara na mehaničkom sistemu ili prestanka dotoka vazduha (vidi Poglavlje 10).
2. **Kontrolisani pristup.** Maksimalno zaštićena laboratorija – nivoa 4 biološke bezbednosti mora da bude smeštena u posebnoj zgradi ili u jasno odeljenoj zoni u okviru obezbeđene zgrade. Ulaz i izlaz osoblja i zaliha mora biti kroz vazdušnu komoru ili propusni sistem. Po ulazu, osoblje mora u potpunosti da se presvuče, a pre odlaska, zaposleni treba da se istuširaju pre nego što obuku svoju odeću.
3. **Sistem kontrolisanog vazduha** U prostorijama mora da postoji negativni pritisak. I dovodni i odvodni vazduh moraju se propustiti kroz HEPA filter. Postoje značajne razlike u ventilacionim sistemima kabinetske laboratorije klase III i laboratorije sa obaveznim nošenjem kombinezona:
- *Kabinetska laboratorija klase III.* Dotok vazduha u biološki bezbedan kabinet klase III može se vršiti od vazduha iz prostorije kroz HEPA filter montiran na kabinet ili se može vršiti direktno kroz sistem za snabdevanje vazduhom. Ispuni vazduh iz biološki bezbednog kabineta klase III mora da prođe kroz dva HEPA filtera pre ispuštanja van prostorije. Kabinet mora da funkcioniše pod negativnim pritiskom u odnosu na laboratoriju koja ga okružuje u svakom trenutku. Potrebno je da postoji namenjeni necirkulatorni sistem za ventilaciju za kabinet laboratoriju.
  - *Laboratorija sa obaveznim nošenjem kombinezona.* Potrebno je da postoji namenjeni sistem za dotok i ispuštanje vazduha. Komponente za dotok i ispuštanje ventilacionog sistema su izbalansirane tako da obezbeđuju usmereni tok vazduha u okviru prostorija iz prostora sa najmanje opasnosti do prostora sa najvećom potencijalnom opasnošću.

Potrebni su ventilatori za višak izduvnih gasova da obezbede da prostor ostane pod negativnim pritiskom u svakom trenutku. Diferencijalni pritisci u okviru laboratorije sa obaveznim nošenjem kombinezona i između ove laboratorije i susednih prostora moraju se pratiti. Treba takođe pratiti protok vazduha u komponentama za dotok i ispuštanje sistema za ventilaciju, i primeniti adekvatni sistem kontrola da bi se sprečila hermetizacija laboratorije sa obaveznim nošenjem kombinezona. Za prostor laboratorije mora se obezbediti vazduh propušten kroz HEPA filter, tuš za dekontaminaciju i dekontaminacione vazdušne ili druge komore. Ispusni vazduh iz laboratorije sa obaveznim nošenjem kombinezona mora se propustiti kroz niz od dva HEPA filtera pre ispuštanja. Posle dvostrukog HEPA filtriranja, ispusni vazduh se eventualno može recirkulisati, ali samo u okvirima laboratorije sa obaveznim nošenjem kombinezona. Ispusni vazduh iz nivoa 4 biološke bezbednosti se ni pod kojim okolnostima ne sme recirkulisati u druge prostore. Ukoliko se izabere recirkulisanje vazduha u okviru laboratorije sa obaveznim nošenjem kombinezona, to se mora obavljati uz krajnju opreznost. Posebnu pažnju treba posvetiti vrstama istraživanja koja se sprovode, opremi, hemikalijama i od drugim materijalima koji se koriste u laboratoriji sa obaveznim nošenjem kombinezona, kao i životinjskim vrstama koje mogu biti uključene u istraživanja.

Svi HEPA filteri treba da budu testirani i proglašeni validnim za potrebu jednom godišnje. Kućišta za HEPA filtere su projektovana da omoguće *in situ* dekontaminaciju filtera pre uklanjanja. Filter se eventualno može ukloniti stavljanjem u hermetički primarni kontejner da bi se potom dekontaminirao i/ili uništio spaljivanjem.

4. **Dekontaminacija otpadnih voda.** Sve otpadne vode iz prostora sa obaveznim nošenjem kombinezona, dekontaminacione komore, dekontaminacionog tuša ili biološki bezbednog kabineta kase III moraju biti dekontaminirane pre konačnog izbacivanja. Obrada toplotom je metod koji se preferira. Pre izbacivanja, može biti potrebno obaviti prebacivanje otpadnih voda u neutralni pH factor. Voda iz tuša i toaleta osoblja može se ispustiti direktno u sanitarnu kanalizaciju bez obrade.
5. **Sterilizacija otpada i materijala.** U laboratorijskom prostoru mora da postoji propusni autoklav sa duplim vratima. Za opremu i predmete koji ne trpe sterilizaciju parom moraju biti na raspolaganju drugi načini dekontaminacije.
6. Moraju biti obezbedena **ulazni otvori vazdušne komore** za uzorke, metrijale i životinje.
7. Mora biti obezbedeno **napajanje električnom energijom** u slučajevima nužde.
8. Moraju se instalirati posebni kanalizacioni odvodi.

Zbog velike složenosti projektovanja i konstruisanja prostorija za nivo 4 biološke bezbednosti, bilo u konfiguraciji kabineta ili prostorija, šeme ovih prostorija nisu priložene. Zbog velike složenosti rada u laboratoriji nivoa 4 biološke bezbednosti, treba izraditi poseban detaljni priručnik o radu i testirati ga kroz obuku. Osim toga, potrebno je osmisliti i program za hitne situacije (vidi Poglavlje 13). U pripremi ovog programa treba uspostaviti aktivnu saradnju sa nacionalnim i lokalnim zdravstvenim vlastima. Druge usluge u hitnim situacijama, na primer vatrogasne službe, policije i bolnica određenih za prijem u ovakvim slučajevima takođe treba da budu uključene.

## 6. Laboratorije za životinje

Oni koji koriste životinje u eksperimentalne i dijagnostičke svrhe imaju moralnu obavezu da se maksimalno postaraju da izbegnu pričinjavanje životinjama nepotrebne patnje ili bola. Životinjama treba obezbediti udobne, higijenske kućice i adekvatnu hranu i vodu. Na kraju eksperimenta sa njima se mora postupati na humani način.

Kućica za životinje treba da bude nezavisna, odvojena jedinica iz sigurnosnih razloga. Ukoliko je ona u okviru laboratorije, treba da bude projektovana tako da bude odvojena od javnih delova laboratorije ako se za time javi potreba, kao i da se može dekontaminirati i dezinfikovati.

Tabela 4. *Nivoi čuvanja prostora za životinje: rezime postupaka i bezbedonosna oprema*

RIZIČNA GRUPA	NIVO ČUVANJA	LABORATORIJSKI POSTUPCI I BEZBEDONOSNA OPREMA
1	ABSL – 1	Ograničeni pristup, zaštitna odeća i rukavice
2	ABSL – 2	ABSL–postupci iz broja 1 plus: znak upozorenja za opasnost. Klasa I ili II Biološki bezbednih kabineta za aktivnosti koje stvaraju aerosole. Dekontaminacija otpada i kaveza pre pranja.
3	ABSL – 3	ABSL–postupci iz broja 2 plus: kontrolisani pristup. Biološki bezbedni kabineti posebna zaštitna odeća za sve aktivnosti.
4	ABSL – 4	ABSL–postupci iz broja 3 plus: strogo ograničeni pristup. Presvlačenje odeće pre ulaska. Biološki bezbedni kabineti klase III odela sa pozitivnim pritiskom. Tuširanje prilikom izlaska. Dekontaminacija svih otpadnih materijala pre uklanjanja iz laboratorije.

**ABSL – nivo biološke bezbednosti laboratorije za životinje;**

Laboratorije za životinje, kao i druge laboratorije, mogu biti određene prema proceni rizika i rizičnoj grupi mikroorganizama koja se ispituje, kao laboratorije za životinje nivoa 1, 2, 3, i 4 biološke bezbednosti.

U odnosu na agense koji se koriste u životinjskoj laboratoriji, faktori koje treba uzeti u obzir su:

1. Normalni put prenošenja
2. Zapremine i koncentracije koje treba upotrebiti
3. Putevi inokulacije
4. Da li se i kojim putem ovi agensi mogu izlučiti.

U odnosu na životinje koje se koriste u životinjskoj laboratoriji, faktori koje treba uzeti u obzir su:

1. Priroda životinja, tj. njihova agresivnost i sklonost da grizu i grebu
2. Njihovi prirodni ekto i endo paraziti
3. Zoonoze na koje su osetljive
4. Potencijalna diseminacija alergena.

Kao i kod laboratorija, zahtevi koji se tiču karakteristika projekta, opreme i mera predostrožnosti postaju sve stroži u zavisnosti od nivoa biološke bezbednosti. Oni su opisani u daljem tekstu i sumirani u tabeli 4. Smernice su date tako da svaki viši nivo uključuje standarde nižih nivoa.

### **Laboratorija za životinje – nivo 1 biološke bezbednosti**

Ova laboratorija je odgovarajuća za držanje stoke posle karantina (osim ne ljudskih primata, po pitanju kojih treba konsultovati nacionalne vlasti), kao i za životinje koje su namerno inokulirane agensima iz rizične grupe 1. Potrebna je primena dobrih mikrobioloških tehnika. Direktor laboratorije za životinje mora da utvrdi smernice, procedure i protokole za sve operacije, kao i za pristup vivarijumu. Treba ustanoviti odgovarajući program medicinskog nadzora zaposlenih. Treba pripremiti i usvojiti bezbedonosni ili operativni priručnik.

### **Laboratorija za životinje – nivo 2 biološke bezbednosti**

Ova laboratorija je pogodna za rad sa životinjama koje su namerno inokulirane mikroorganizmima rizične grupe 2. Primenjuju se sledeće mere predostrožnosti:

1. Moraju se zadovoljiti svi zahtevi za životinjske laboratorije nivoa 1 biološke bezbednosti.
2. Na vrata i duga odgovarajuća mesta treba postaviti znak upozorenja za biološku opasnost (vidi sliku 1).
3. Laboratorija mora biti projektovana za lako čišćenje i održavanje.
4. Vrata moraju biti takva da se otvaraju na unutra i da se sama zatvaraju.
5. Grejanje, ventilacija i osvetljenje moraju biti adekvatni.
6. Ukoliko se obezbedi mehanička ventilacija, tok vazduha mora biti na unutra. Ispusni vazduh se izbacuje napolje i ne treba ga recirkulisati ni kroz jedan deo zgrade.
7. Pristup se mora ograničiti na ovlašćena lica.
8. Nikakve druge životinje ne smeju se puštati u laboratoriju osim onih koje učestvuju u eksperimentima.
9. Mora da postoji program zaštite od insekata i glodara.

10. Prozori, ukoliko ih ima, moraju biti otporni na lomljenje i, ako mogu da se otvore, moraju imati mrežice za zaštitu od insekata.
11. Posle upotrebe, radne površine moraju se dekontaminirati efikasnim dezinficijensom (vidi Poglavlje 14).
12. Biološki bezbedni kabineti (klase I ili II) ili izolovani kavezi sa dotokom vazduha i HEPA filterima za ispusni vazduh moraju se obezbediti za rad u toku koga mogu nastati aerosoli.
13. Na licu mesta ili u adekvatnoj blizini životinjskih kaveza mora da postoji autoklav.
14. Materijali za oblaganje dna kaveza životinja moraju se ukloniti na način koji smanjuje stvaranje aerosola i prašine.
15. Svi otpadni materijali i materijali za oblaganje dna kaveza moraju se dekontaminirati pre izbacivanja.
16. Upotreba oštih instrumenata treba da bude ograničena kad god je to moguće. Oštri predmeti uvek treba da budu prikupljeni u nepoderive kontejnere sa poklopcima i tretirani kao zarazni.
17. Materijali za sterilizaciju ili spaljivanje moraju se transportovati obezbeđeni, u zatvorenim kontejnerima.
18. Životinjski kavezi moraju se dekontaminirati posle upotrebe.
19. Leševi životinja moraju se spaliti.
20. U laboratoriji se moraju nositi zaštitna odeća i oprema koje se uklanjaju po izlasku.
21. Mora se obezbediti lavabo za pranje ruku. Osoblje mora prati ruke pre napuštanja laboratorije za životinje.
22. Sve povrede, koliko god beznačajne, moraju se adekvatno tretirati, prijaviti i zabeležiti.
23. Jelo, piće, pušenje i upotreba kozmetike zabranjeni su u laboratoriji.
24. Sve osoblje mora biti propisno obučeno.

### **Laboratorija za životinje – nivo 3 biološke bezbednosti**

Ova laboratorija je pogodna za rad sa životinjama koje su namerno inokulirane agensima rizične grupe 3, ili kada je drugačije naznačeno po proceni rizika. Sve sisteme, postupke i procedure treba jednom godišnje revidirati i potvrditi. Primenuju se sledeće mere predostožnosti:

1. Svi zahtevi za životinjske laboratorije – nivoa 1 i 2 biološke bezbednosti moraju se zadovoljiti.
2. Pristup mora biti striktno kontrolisan.
3. Laboratorija mora biti odvojena od drugog laboratorijskog i prostora za kućice životinja prostorijom sa ulazom sa dvostrukim vratima koja funkcioniše kao pretkomora.
4. Pretkomora treba da ima lavaboe za pranje ruku.
5. U pretkomori treba da postoje tuševi.
6. Potrebna je mehanička ventilacija koja treba da obezbedi neprestani protok vazduha kroz sve prostorije. Ispusni vazduh mora da prođe kroz HEPA filtere pre



- nego što se ispusti u atmosferu bez recirkulacije. Sistem mora biti projektovan tako da spreči slučajni obrnuti tok i pozitivnu hermetizaciju u bilo kom delu životinjskih kućica.
7. Na mestu pogodnom za životinjske kućice mora da postoji autoklav gde se čuva biološki opasan material. Infektivni otpad treba sterilisati pre nego što se premesti u druge delove laboratorije.
  8. Laboratorija treba da ima na raspolaganju insinerator ili treba napraviti neki alternativni dogovor sa nadležnima.
  9. Životinje zaražene mikroorganizmima rizične grupe 3 moraju biti smeštene u kaveze u izolovanim prostorijama ili prostorijama sa ventilacionim ispuštima smeštenim iza kaveza.
  10. Podloga na dnu kaveza treba da ima što je manje moguće prašine.
  11. Sva zaštitna odeća mora se dekontaminirati pre pranja.
  12. Prozori moraju biti zatvoreni, hermetički zatvoreni i otporni na lomljenje.
  13. Treba ponuditi odgovarajuću imunizaciju osoblja.

### **Laboratorija za životinje – nivo 4 biološke bezbednosti**

Rad u ovoj laboratoriji je normalno povezan sa radom u maksimalno izolovanoj laboratoriji – nivoa 4 biološke bezbednosti, a nacionalna i lokalna pravila i regulative moraju se uskladiti kako bi se primenjivali na oba slučaja. Ukoliko se posao obavlja u laboratoriji sa obaveznim nošenjem kombinezona, moraju se koristiti dodatni postupci i procedure van onih opisanih ovde (vidi Poglavlje 5).

1. Svi zahtevi koji se tiču životinjskih laboratorija – nivoa 1, 2 i 3 biološke bezbednosti, moraju se zadovoljiti.
2. Pristup se mora strogo kontrolisati; jedino osoblje koje odredi direktor ustanove treba da ima ovlašćen pristup.
3. Osoblje ne sme da radi samo: obavezna je primena pravila rada u dvoje.
4. Zaposleni treba da imaju najveći mogući nivo obuke kao mikrobiolozi, kao i da budu upoznati sa opasnostima koje njihov posao uključuje i neophodnim merama predostrožnosti.
5. Prostor za smeštaj životinja zaraženih agensima rizične grupe 4 mora da zadovolji kriterijume za čuvanje koji su opisani i koji se primenjuju u maksimalno izolovanim laboratorijama – nivoa 4 biološke bezbednosti.
6. U laboratoriju se mora ulaziti kroz pretkomoru sa vazdušnom komorom, čija čista strana mora biti odvojena od ograničene strane prostorom za presvlačenje i tuširanje.
7. Osoblje mora da presvuče odeću koja se nosi na ulici i obuče specijalnu, zaštitnu odeću. Posle rada osoblje mora da skine zaštitnu odeću, dâ je na sterilizaciju i istušira se pre izlaska.
8. Laboratorija se mora provetravati ispusnim sistemom sa HEPA filterima projektovanim da obezbedi negativni pritisak (usmereni protok vazduha na unutra).
9. Ventilacioni sistem mora biti projektovan da spreči reverzivni tok i pozitivnu hermetozaciju.

10. Za razmenu materijala mora da se obezbedi autoklav sa dvostrukim krajem sa čistim delom u prostoriji van laboratorijskog prostora.
11. Za razmenu materijala koji se ne sterilise mora da se obezbedi prolazna vazдушna komora sa čistim krajem u prostoriji van laboratorijskih prostorija.
12. Svako rukovanje životinjama zarženim agensima iz rizične grupe 4 mora se odvijati pod uslovima maksimalnog čuvanja – nivoa 4 biološke bezbednosti.
13. Sve životinje moraju biti smeštene u izolatore.
14. Sve podloge iz životinjskih kaveza i otpadni materijal moraju se sterilisati pre uklanjanja iz laboratorija.
15. Mora da postoji medicinsko nadziranje osoblja.

### **Beskičmenjaci**

Kao i kod kičmenjaka, nivo biološke bezbednosti za životinjske laboratorije biće određen rizičnom grupom agenasa koji se istražuju ili kada se drugačije odredi procenom rizika. Sledeće dodatne mere predostrožnosti su neophodne kod izvesnih insekata, naročito onih koji lete:

1. Treba obezbediti posebne prostorije za zaražene i nezaražene beskičmenjake.
2. Prostorije moraju biti projektovane tako da se mogu hermetički zatvoriti radi fumigacije.
3. Laboratorija treba da ima insekticid sprejeve.
4. Treba obezbediti rashladne prostorije kako bi se, gde je to potrebno, smanjile aktivnosti beskičmenjaka.
5. Pristup bi trebalo da bude kroz pretkomoru koja ima mrežice od insekata i zaštitne zastore na vratima.
6. Sva ispusni ventilacioni kanali i prozori koji se otvaraju treba da imaju zaštitne mreže.
7. Ne treba dozvoliti da se rešetke-mrežice za otpad na slivnicima i cediljke do kraja osuše.
8. Sav otpadni materijal treba da bude dekontaminiran sterilizacijom, pošto se neki beskičmenjaci ne mogu ubiti dezinficijensom.
9. Treba proveriti broj larvi i odraslih oblika letećih, gmižućih i skakaćih insekata.
10. Kontejneri za krpelje i grinje treba da stoje na podmetaču sa uljem.
11. Infektivni ili potencijalno infektivni leteći insekti moraju se držati u kavezima sa dvostrukom mrežom.
12. Infektivni ili potencijalno infektivni insekti obrađuju se u biološki bezbednim kabinetima ili izolatorima.
13. Infektivni ili potencijalno infektivni insekti mogu se obrađivati na podmetaču za rashlađivanje.

Za dalje informacije videti reference (3–6).

## **7. Smernice za komisijsku inspekciju laboratorija/laboratorijskih prostorija**

Inspekcija laboratorija/laboratorijskih prostorija može se definisati kao sistematični proces pregledanja i dokumentovanja koji označava da su određene laboratorijske strukturalne komponente, sistemi i/ili sistemske komponente instalirane, pregledane, funkcionalno testirane i verifikovane da bi zadovoljile određene nacionalne ili međunarodne standarde, kao adekvatne. Ove zahteve utvrđuju kriterijumi projekta i funkcija projekta sistema zgrade. Drugim rečima, laboratorije određene za nivo biološke bezbednosti 1-4 imaju različite i sve složenije inspekcijske zahteve. Geografski i klimatski uslovi kao što su geološke naprsline ili ekstremna toplota, hladnoća ili vlažnost takođe mogu uticati na projekat laboratorije, a otud i na zahteve inspekcije. Po završetku procesa komisijske inspekcije, relevantne strukturalne komponente i sistemi podrške biće podvrgnuti različitim uslovima rada i prestanka funkcionisanja koji se može sa razlogom očekivati, i na kraju će biti odobreni.

Proces komisijske inspekcije i kriterijumi prihvatanja treba da budu rano ustanovljeni, po mogućstvu tokom faze programiranja projekta konstrukcije ili renoviranja. Priznavanjem procesa komisijske inspekcije rano u toku projekta, arhitekti, inženjeri, zdravstveno i osoblje zaduženo za bezbednost, i konačno korisnici laboratorija razumeju zahteve performansi specifičnih laboratorija i postavljaju jedinstvena očekivanja za performanse laboratorije i/ili laboratorijskog prostora. Proces komisijske inspekcije pruža instituciji i okolnoj zajednici veći stupanj sigurnosti da će strukturalni, električni, mehanički i vodovodni sistemi, sistemi za čuvanje i dekontaminaciju, alarmni i sistemi za bezbednost funkcionisati kao što su projektovani, da obezbede čuvanje bilo kojih potencijalno opasnih mikroorganizama sa kojima se radi u određenoj laboratoriji ili životinjskoj laboratoriji.

Aktivnosti komisijske inspekcije uglavnom počinju tokom faze programiranja projekta i nastavljaju se tokom perioda konstruisanja i potonjeg perioda garancije za upotrebu laboratorije/prostora. Period garancije uglavnom treba da traje godinu dana od početka korišćenja. Preporučuje se da se angažuje inspektor za komisijsku inspekciju koji je nezavistan od arhitektonskih, inženjerskih i konstrukcijskih firmi koje se bave projektovanjem i izgradnjom. Inspektor za komisijsku inspekciju služi kao zastupnik institucije koja gradi ili renovira laboratoriju i treba ga smatrati članom projektantskog tima; neophodno je uključivanje inspektora u ranoj fazi programiranja projekta. U nekim

slučajevima institucija može da funkcioniše kao sopstveni inspektor za komisijsku inspekciju. U slučaju složenijih laboratorija (nivo 3 ili 4 biološke bezbednosti) institucija može želiti da zadrži spoljnog inspektora za komisijsku inspekciju koji je pokazao iskustvo i uspeh u procesu inspekcije složenih laboratorija za biološku bezbednost i životinjskih laboratorija. Kada se koriste usluge nezavisnog inspektora za komisijsku inspekciju, institucija ipak treba da bude član inspeksijskog tima. Uz inspektora za komisijsku inspekciju, preporučuje se da službenik za bezbednost institucije, predstavnik projekta, direktor programa i predstavnik osoblja za funkcionisanje i održavanje takođe budu deo time. Sledi lista laboratorijskih sistema i komponenti koji se mogu uključiti u inspeksijski plan za funkcionalno testiranje, u zavisnosti od nivoa čuvanja laboratorije koja se renovira ili gradi. Lista nije iscrpna. Očigledno je da konkretan plan za komisijsku inspekciju odražava složenost laboratorije koja se planira.

1. Izgradnja automatskih sistema uključujući linkove za daljinsko praćenje i kontrolna mesta
2. Sistemi za elektronski nadzor i detekciju
3. Elektronske sigurnosne brave i odgovarajući čitači
4. Grejanje, ventilacija (dotok i ispušt vazduha) i sistemi klimatizacije (HVAC)
5. Sistemi za HEPA filtriranje
6. Sistemi za HEPA dekontaminaciju
7. Kontrole HVAC i sistema za ispuštanje vazduha i kontrolne međubrave
8. Hermetički izolacioni prigušivači
9. Sistemi laboratorijskih frižidera
10. Bojlери i parni sistemi
11. Sistemi za detekciju i gašenje požara i alarmni sistemi
12. Aparati za sprečavanje povratnog toka domaće vode
13. Sistemi za prerađenu vodu (tj. reverzibilna osmoza, destilisana voda)
14. Tretman otpadnih voda i sistemi neutralizacije
15. Primarni vodoinstalacioni sistemi
16. Sistemi za hemijsku dekontaminaciju
17. Medicinski laboratorijski gasni sistemi
18. Sistemi obezbeđivanja čistog vazduha
19. Sistemi vazduha za servis i instrumente
20. Sistemi za verifikaciju diferencijalnog pritiska laboratorija i pomoćnih prostorija
21. LAN i sistemi kompjuterskih podataka
22. Sistemi snabdevanja električnom energijom u normalnim uslovima
23. Sistemi za snabdevanje električnom energijom u vanrednim slučajevima
24. Sistemi za neprekinuto snabdevanje električnom energijom
25. Sistemi za osvetljavanje u vanrednim slučajevima
26. Zaptivači otvora za rasvetu
27. Zaptivači otvora za električnu i mehaničku instalaciju
28. Sistemi telefona

29. Kontrolne međubrave vazdušnih komora
30. Hermetičko zatvaranje brave
31. Zaptivači otvora za prozore
32. Pregradni otvor za prolaz
33. Verifikacija strukturalnog integriteta: betonski podovi, zidovi i plafoni
34. Verifikacija oplata: podovi, zidovi i plafoni
35. Hermetizacija omotača nivoa 4 biološke bezbednosti i funkcije izolovanja
36. Biološki bezbedni kabineti
37. Autoklavi
38. Sistemi tečnog azota i alarmi
39. Sistemi za detekciju vode (na primer u slučaju poplave unutar zone čuvanja
40. laboratorije)
41. Tuš za dekontaminaciju i hemijski aditivni sistemi
42. Sistemi za pranje kaveza i neutralizaciju
43. Upravljanje otpadnim materijalom.

## **8. Smernice za izdavanje sertifikata laboratorija / laboratorijskog prostora**

Laboratorije su složene i dinamične sredine. Današnje biomedicinske i kliničke laboratorije moraju biti u stanju da se brzo prilagode stalno rastućim potrebama i pritiscima javnog zdravlja. Primer za ovo je potreba da laboratorije prilagode prioritete kako bi izašle u susret izazovima novih ili ponovnom javljanju već postojećih zaraznih bolesti. Da bi obezbedile da se prilagođavanje i održavanje preuzmu odmah i na adekvatan i bezbedan način, sve biološke istraživačke i kliničke laboratorije trebalo bi da redovno prolaze akreditaciju i dobijaju sertifikat. Izdavanje sertifikata laboratorije pomaže da se obezbedi:

1. primena propisne inženjerske kontrole, kao i njeno adekvatno funkcionisanje u skladu sa projektom
2. primena adekvatne specifične administrativne kontrole prema potoklu
3. adekvatna ličnu zaštitna oprema za zadatke koji se obavljaju
4. uzimanje u obzir dekontaminacije otpada i materijala, kao i primena propisnih procedura za rukovanje otpadom
5. primena propisnih procedura za opštu laboratorijsku bezbednost, uključujući fizičku, električnu i hemijsku bezbednost.

Izdavanje sertifikata laboratorijama razlikuje se od aktivnosti za komisijsku inspekciju laboratorija (Poglavlje 7) na nekoliko značajnih načina. Izdavanje sertifikata je sistematsko ispitivanje svih bezbedonosnih sredstava i procesa u okviru laboratorije (inženjerske kontrole, administrativne i kontrole lične zaštitne opreme). Postupci i procedure koji se tiču biološke bezbednosti se takođe ispituju. Izdavanje sertifikata laboratoriji je aktivnost stalnog proveravanja kvaliteta i bezbednosti koja treba da se odvija u regularnim intervalima.

Aktivnosti izdavanja sertifikata laboratorijama mogu da obavljaju adekvatno obučeni stručnjaci za bezbednost i zdravlje ili za biološku bezbednost. Institucije mogu da zaposle osoblje sa odgovarajućim skupom veština potrebnim za obavljanje revizija, pregleda i inspekcija (ovi izrazi se koriste kao sinonimi) povezanim sa procesom izdavanja sertifikata. Međutim, institucije mogu da razmotre upošljavanje ili se od njih može tražiti da uposle neku treću stranu da obezbedi ove usluge.

Laboratorije za biomedicinska istraživanja ili kliničke laboratorije mogu da razviju alate za reviziju, pregled ili inspekciju da bi se obezbedila doslednost u procesu

izdavanja sertifikata. Ovi alati treba da budu dovoljno fleksibilni da uzmu u obzir fizičke i proceduralne razlike između laboratorija koje zahteva vrsta posla koji se obavlja, dok se istovremeno obezbeđuje dosledan pristup u okviru institucije. Mora se obratiti pažnja da ove alate upotrebljava samo adekvatno obučeno osoblje, i da se oni ne koriste kao zamena za zdravu profesionalnu procenu biološke bezbednosti. Primeri ovakvih alata dati su u tabelama 5-7.

Laboratorijsko osoblje i uprava treba da raspravljaju o nalazima revizija, pregleda i inspekcija. U okviru laboratorije, treba odrediti pojedinca čija će odgovornost biti da se stara o preduzimanju korektivnih mera za sve nedostatke primećene tokom procesa revizije. Dok se nedostacima ne posveti odgovarajuća pažnja ne treba završiti proces izdavanja sertifikata laboratoriji, niti se ona sme proglasiti funkcionalnom.

Složenost funkcionisanja laboratorije nivoa 4 biološke bezbednosti izlazi iz okvira ovog priručnika. Za detalje i dodatne informacije, treba kontaktirati Program za biološku bezbednost Svetske zdravstvene organizacije<sup>2</sup> (videti takođe Aneks 3).

---

<sup>2</sup> Program za biološku bezbednost, Odeljenje za nadzor i reagovanje na zarazne bolesti, Svetska zdravstvena organizacija, 20 Avenue Appia, 1211 Ženeva 27, Švajcarska (<http://www.who.int/csr/>).

Tabela 5. *Osnovna laboratorija – Nivo 1 biološke bezbednosti: pregled laboratorijske bezbednosti*

Lokacija.....	Datum.....			
Osoba odgovorna za laboratoriju.....				
<b>KONTROLISANI PREDMET (UNETI DATUM PROVERE)</b>	<b>DA</b>	<b>NE</b>	<b>N/P<sup>3</sup></b>	<b>KOMENTARI</b>
<b>Laboratorija</b>				Nivo biološke bezbednosti
Adekvatno obeležavanje: ultraljubičasto svetlo, laser, radioaktivni materijal, itd. .... _ _ _				Priložite odgovarajući formular za pregled nivoa biološke bezbednosti
Adekvatne smernice za biološku bezbednost koje su raspoložive i na snazi .....				
Laboratorijska oprema propisno obeležena (biohazardna, radioaktivna, toksična, itd.) .. _ _ _				
<b>Projekat laboratorije</b>				
Projektovana za lako čišćenje .....				
Ultraljubičasta svetla u prostoriji na interlok prekidaču				
Sve police obezbeđene .....				
Gornje površine stolova otpornih na vodu, kiseline, baze, organske rastvore i toplotu. _ _ _				
Obezbeđeno adekvatno osvetljenje _ _ _				
Raspoloživ i adekvatno upotrebljen odgovarajući prostor za skladištenje _ _ _				
<b>Gasni cilindri</b>				
Svi cilindri obezbeđeni .....				
Poklopci na rezervnim cilindrima .....				
Hazardni i gasovi koji izazivaju gušenje jedino u prostorijama sa ventilacijom				
Však ili prazni cilindri prisutni .....				
<b>Hemikalije</b>				
Zapaljive materije spremljene u kabinete za skladištenje zapaljivog materijala..... _ _ _				
Supstance koje formiraju peroksidi sa dvostrukim datumom (datum primanja i datum otvaranja).... _ _				
Hemikalije propisno odvojene .....				
Hazardne hemikalije skladištene iznad nivoa oka _ _ _				
Hemikalije skladištene na podu .....				
Kontejneri hemikalija ostavljeni otvoreni .....				
Svi rastvori propisno obeleženi .....				
Živini termometri u upotrebi .....				
<b>Frižideri/zamrzivači/sobe za rashlađivanje</b>				
Hrana za ljudsku upotrebu prisutna .....				
Zapaljive materije u jedinicama zaštićenim od eksplozije _ _ _				
Obeleženi spolja ako sadrže kancerogene, radioaktivne i/ili biohazardne materije .....				
Hladna soba ima izlaz za hitne situacije .....				

<sup>3</sup> N/P – nije primenljivo



Lokacija.....	Datum.....			
Osoba odgovorna za laboratoriju.....				
<b>KONTROLISANI PREDMET (UNETI DATUM PROVERE)</b>	<b>DA</b>	<b>NE</b>	<b>N/P<sup>4</sup></b>	<b>KOMENTARI</b>
<b>Električna oprema</b>				
Produžni kablovi prisutni .....				
Štekeri uzemljeni i sa odgovarajućim polaritetom ....				
Konekcije pored slivnika, ispod tuševa itd. ....				
Oprema sa izgorelim ili oštećenim žicama .....				
Preopterećeni utikači ili produžni kablovi.....				
Električni kablovi postavljeni iznad poda .....				
Odgovarajući osigurači u kućištima .....				
Električni utikači pored izvora vode zadovoljavaju lokalne kodove .....				
Uzemljenja prisutna na električnim kablovima .....				
Portabl grejači prostora .....				
<b>Lična zaštitna oprema.....</b>				
Lavabo raspoloživ u laboratoriji .....				
Zaštitni tuševi raspoloživi .....				
Lična zaštitna oprema raspoloživa (rukavice, mantili, naočare, itd.).....				
Korisnici laboratorije propisno obučeni				
Laboratorijske bluze, mantili, zaštitna odela, rukavice i druga lična zaštitna odeća.....				
Lična zaštitna oprema raspoloživa za kriogensko skladištenje (na izrazito niskim temperaturama)				
<b>Upravljanje otpadnim materijalom</b>				
Dokazi o nepropisnom uklanjanju otpadnog materijala				
Otpadni materijal odvojen u odgovarajuće kontejnere				
Kontejneri za hemijski otpad obeleženi, etiketirani, sa datumom i zatvoreni.....				
Aдекватno upravljanje i skladištenje kontejnera sa hemijskim materijalom.....				
Kontejneri za oštre predmete upotrebljeni i propisno uklonjeni.....				
Bez đubreta na podu .....				
Procedure za uklanjanje otpada se primenjuju u laboratoriji.....				
<b>Programi za bezbednost i zdravlje na radu dostupni</b>				
Obaveštavanje o opasnosti.....				
Respiratorna zaštita .....				
Čuvanje sluha .....				
Praćenje formaldehida .....				
Praćenje etilen oksida .....				
Praćenje anestetičkog gasa .....				

<sup>4</sup> N/P – nije primenljivo

KONTROLISANI PREDMET (UNETI DATUM PROVERE)	DA	NE	N/P <sup>5</sup>	KOMENTARI
<b>Opšta kontrola upravljanja</b>				
Laboratorijski tok vazduha je negativan u odnosu na zone opšteg korišćenja, hodnika i kancelarija.....				
Lavabo i odvodi u funkciji ventili ....				
Lavabo dostupni za pranje ruku .....				
Izloženi delovi mašina (zupčanici, prenosnici) .....				
Vakuumska cev ima filtere i mrežice na laboratorijskim radnim površinama.....				
Opasnost od povratnog toka po snabdevanje vodom ..				
Sistemi destilovane vode u dobrom stanju.....				
Aktivni i efikasni program kontrole insekata i glodara..				
<b>Opšti postupci i procedure</b>				
Hrana za ljudsku upotrebu skladištena van laboratorije.....				
Mikrotalasne pećnice jasno obeležene "Nije za pripremu hrane, isključivo za laboratorijsku upotrebu".....				
Jelo, piće, pušenje i/ili primena kozmetike koji se odvijaju u laboratoriji.....				
Stakleni kontejneri pod pritiskom pričvršćeni trakom ili rešetkom (t.j. vakuumski poklopci/rešetke ).				
Pipetiranje ustima zabranjeno .....				
Mehanička sredstva za pipetiranje raspoloživa i u upotrebi				
Zaštitna laboratorijska odeća skladištena odvojeno od ulične odeće.....				
<b>Opšte održavanje laboratorije</b>				
Stakleni kontejneri skladišteni na podu .....				
Opasnost od prevrtanja naglašena .....				
Čisti ubrusi na radnim površinama .....				
Polomljeno staklo uklanja se mehaničkim sredstvima (četka i đubravnik, hvataljke, itd.).....				
<b>Zaštita od požara</b>				
Vrhovi plafonske prskalice slobodni i nezapušeni .....				
Otvori u zidovima, plafonu, podu, itd.....				
Žičano povezivanje ili gasne cevi kroz otvore za vrata..				
Minimalni prolaz širine 1 m u laboratoriji_ _				
Višak zapaljivih materija skladištenih u laboratoriji .....				
<b>Zagrejana kupatila sa konstantnom temperaturom</b>				
sa niskim nivoom vode i opremljena sistemom za islučivanje u slučaju pregrevanja.....				
Konstruisana od negorljivih materijala.....				
Potpis nadzornika za bezbednost:..... Datum kompletiranja pregleda				

<sup>5</sup> N/P – nije primenljivo

Table 6. *Osnovna laboratorija – Nivo 2 biološke bezbednosti: pregled laboratorijske bezbednosti.*  
*Ovaj formular koristi se zajedno sa formularom za pregled nivoa 1 biološke bezbednosti u laboratoriji*

Lokacija.....Datum.....				
Osoba odgovorna za laboratoriju.....				
<b>KONTROLISANI PREDMET (UNETI DATUM PROVERE)</b>	<b>DA</b>	<b>NE</b>	<b>N/P<sup>6</sup></b>	<b>KOMENTARI</b>
<b>Biološki bezbedni kabinet (BBK)</b>				Datum:
Sertifikat izdat tokom prošle godine				Lokacija:
Površina BBK očišćena adekvatnim dezinficijensom na početku i na kraju svakog postupka...				Marka:
				Tip:
				Serijski br.:
Prednja rešetka i ispusni filter nezapušeni.....				
Otvoreni plamen upotrebljen unutar kabineta.....				
Vakuumske cevi imaju ugrađene filtere i dezinfekcione mreže u upotrebi .....				
BBK ugrožen vazduhom iz prostorije ili lokacije .....				
BBK upotrebljen kada postoji mogućnost stvaranja aerosola				
<b>Laboratorija</b>				
Pristup ograničen isključivo na ovalšćeno osoblje.....				
Ulaz oganičen na osoblje informisano o svim potencijalnim opasnostima.....				
Znak za biološku opasnost postavljen na vrata laboratorije kao što je propisano.....				
• Informacije na znaku precizne i aktuelne.....				
• Znak čitak i ne izobličen.....				
Sva vrata zatvorena .....				
<b>Dekontaminacija</b>				
Dekontaminacija specifična u skladu sa organizmima koji se koriste.....				
Svako prosipanje i akcidenti koji uključuju infektivne materije prijavljeni laboratorijskom nadzorniku.....				
Adekvatno sredstvo za dekontaminaciju upotrebljeno tokom čišćenja prosute materije.....				
Radne površine dekontaminirane pre i posle svakog postupka, svakodnevno, kao i posle prosipanja				
<b>Rukovanje kontaminiranim otpadnim materijalom</b>				
Kontejneri za infektivni otpad propisno upotrebljeni....				
Kontejneri ne prepunjeni .....				
Kontejneri propisno obeleženi i zatvoreni .....				
Zalihe kulutra i drugi regulisani otpad.....				
Pravilno dekontaminiran pre uklanjanja.....				

<sup>6</sup> N/P – nije primenljivo

KONTROLISANI PREDMET (UNETI DATUM PROVERE)	DA	NE	N/P <sup>7</sup>	KOMENTARI
Materijali dekontaminirani van laboratorije transportovani u zatvorenim, trajnim, nepropusnim kontejnerima u skladu sa lokalnim pravilima i zakonima.....				
Kombinovani otpadni materijal biološki dekontaminiran pre uklanjanja kao hemijski ili radioaktivni otpad .....				
<b>Lična zaštita</b>				
Laboratorijsko osoblje se redovno podseća na odgovarajuću imunizaciju/testove na agense kojima se rukuje.....				
Kontaktirane odgovarajuće medicinske usluge za medicinsku procenu, nadzor i lečenje posledica izloženosti na radnom mestu.....				
Nošenje rukavica pri rukovanju infektivnim materijalima ili kontaminiranom opremom .....				
Obezbeđena zaštita lica kada se radi sa infektivnim materijalom van BBK.....				
Pranje ruku posle skidanja rukavica, posle rada sa infektivnim agensima, a pre napuštanja laboratorije				
Antibakterijske supstance na raspolaganju za neposrednu prvu pomoć .....				
<b>Postupci</b>				
BBK u upotrebi kada postoji mogućnost za stvaranje infektivnih aerosola/prskanja..... _ _ _				
Pripremljen i prihvaćen priručnik za biološku bezbednost .... _ _ _				
Osoblje čita, ponavlja i prati instrukcije u vezi sa postupcima i procedurama, uključujući priručnik za bezbednost i rukovanje (važi na godišnjem nivou) .				
Obavljene procedure u cilju svođenja aerosola/prskanja na najmanju moguću meru .....				
Kombinacija šprica i igle za jednokratnu upotrebu ..... upotrebljeni sa infektivnim agensima_ _ _				
Šolje i rotor centrifuge otvoreni samo u BBK.....				
Infektivni uzorci transportovani van BBK u odobrenim kontejnerima i u skladu sa odobrenim pravilima za transport .....				
<b>Oprema</b>				
Lavabo za pranje ruku dostupan blizu izlaza iz laboratorije .....				
Potpis nadzornika za bezbednost:.....				Datum kompletiranja pregleda: .....

<sup>7</sup> N/P – nije primenljivo

Tabela 7. *Izolovana laboratorija – Nivo 2 biološke bezbednosti: pregled laboratorijske bezbednosti.*  
 Ovaj formular koristi se zajedno sa formularom za pregled nivoa 1 i nivoa 2 biološke bezbednosti u laboratoriji

Lokacija.....	Datum.....			
Osoba odgovorna za laboratoriju.....				
<b>KONTROLISANI PREDMET (UNETI DATUM PROVERE)</b>	<b>DA</b>	<b>NE</b>	<b>N/P<sup>8</sup></b>	<b>KOMENTARI</b>
<b>Laboratorijske prostorije</b>				
Laboratorija odvojena od neograničenog protoka saobraćaja u zgradi.....				
Pristup laboratoriji kroz pretkomoru sa vratima na automatsko zatvaranje.....				
Svi otvori u laboratoriji hermetički zatvoreni/ zapečaćeni ili se mogu zapečatiti radi dekontaminacije.....				
Jedinstveni prolaz za ispusni vazduh iz prostora sa ispuhom projektovanim dalje od prostorija koje se koriste.....				
Kontrolni ventilacioni sistem za praćenje usmerenog protoka vazduha dostupan.....				
<b>Lična zaštita</b>				
U laboratoriji se nosi zaštitna odeća sa zatvorenom prednjom stranom.....				
Zaštitna laboratorijska odeća nosi se samo u laboratorijskom prostoru .....				
Lavabo za pranje ruku sa automatskom kontrolom ili kontrolom na pritisak lakta ili stopala.....				
<b>Zaštita ruku</b>				
Za rukovanje infektivnim materijalom, potencijalno, kontaminiranom opremom i radim površinama, nose se duple rukavice.....				
<b>Respiratorna zaštita</b>				
Svo osoblje nosi respiratornu zaštitu u laboratoriji kada se aerosoli bezbedno ne zadržavaju u BBK.....				
<b>Postupci</b>				
Obezbeđena zaštita sluzokože kada se radi sa infektivnim materijalom van BBK.....				
Osoblje je upozoreno na posebne opasnosti u vezi sa agensima.....				
Od osoblja se zahteva da čita i prati sve instrukcije u vezi sa postupcima i procedurama, uključujući priručnik za bezbednost ili funkcionisanje.....				
Osoblje se dodatno obučava jednom godišnje po pitanju promena u proceduri.....				
Sav dekontaminirani otpad sterilise se pre uklanjanja..				
Potpis nadzornika za bezbednost:.....	Datum kompletiranja pregleda: .....			

<sup>8</sup> N/P – nije primenljivo



**DEO II**

# **Laboratorijska biosigurnost**





## 9. Pojmovi laboratorijske biološke sigurnosti

*Priručnik za biološku bezbednost u laboratoriji* se u prošlosti fokusirao na tradicionalne smernice za biološku bezbednost za laboratorije. Priručnik ističe upotrebu dobrih mikrobioloških radnih postupaka, adekvatnu opremu za čuvanje, adekvatni projekat prostorija, funkcionisanje i održavanje, kao i administrativne postupke u cilju smanjenja rizika od povreda ili bolesti radnika. U preporukama koje slede rizik po okolinu i okolnu zajednicu je takođe sveden na minimum. Sada je postalo neophodno proširiti taj tradicionalni pristup biološkoj bezbednosti kroz uvođenje laboratorijskih mera za biološku sigurnost. Događanja na globalnom nivou iz nedavne prošlosti stavila su u prvi plan potrebu da se zaštite laboratorije i materijali koje one sadrže od namernog izlaganja opasnosti na načine koji mogu nauditi ljudima, stoci, poljoprivrednim usevima i životnoj sredini. Međutim, pre nego što se laboratorijske potrebe za biološkom sigurnošću mogu definisati, važno je razumeti razliku između ‘laboratorijske biološke bezbednosti’ i ‘laboratorijske biološke sigurnosti’.

“Laboratorijska biološka bezbednost” je termin koji se koristi da se opišu principi čuvanja, tehnologije i postupci koji se primenjuju da bi se sprečilo nenamerno izlaganje patogenima i toksinima, ili njihovo slučajno oslobađanje. ‘Laboratorijska biološka sigurnost’ odnosi se na institucionalne i lične mere sigurnosti u cilju sprečavanja gubitka, krađe, zloupotrebe, diverzije ili namernog ispuštanja patogena i toksina.

Efikasni postupci za biološku bezbednost su u samoj osnovi aktivnosti laboratorijske biološke sigurnosti. Kroz procenu rizika, koja se obavlja kao integralni deo programa za biološku bezbednost neke institucije, prikupljaju se informacije u vezi sa vrstom organizama koji su raspoloživi, njihovom fizičkom lokacijom, osobljem koje zahteva pristup tim organizmima, kao i identifikaciji onih koji su za njih odgovorni. Ove informacije mogu se upotrebiti da bi se procenilo da li institucija poseduje biološke materijale koji su atraktivni za one koji žele da ih nepropisno upotrebe. Treba razviti nacionalne standarde koji prihvataju tekuće odgovornosti zemalja i institucija u cilju zaštite uzoraka, patogena i toksina od zloupotrebe.

Treba pripremiti i primeniti specifičan program za biološku sigurnost za svaku ustanovu u skladu sa zahtevima te ustanove, tipom laboratorijskog posla koji se obavlja i lokalnim uslovima. A kao rezultat toga, aktivnosti za laboratorijsku biološku sigurnost treba da predstavljaju različite potrebe institucije i uključuju informacije od naučnih direktora, glavnih istraživača, službenika za biološku bezbednost, laboratorijskog naučnog osoblja, osoblja zaduženog za održavanje, administrativnog osoblja, osoblja zaduženog za informacione tehnologije, tela za sprovođenje zakona i osoblja za obezbeđenje ako je to potrebno.

Laboratorijske mere za biološku sigurnost treba da budu zasnovane na sveobuhvatnom programu odgovornosti za patogene i toksine koji obuhvata ažurirani inventar sa lokacijom skladištenja, identifikacijom osoblja sa dozvoljenim pristupom, opisom upotrebe, dokumentacijom o unutrašnjem i spoljnom transferu u okviru i između objekata, i bilo koje dezaktiviranje i/ili uklanjanje materijala. Isto tako, treba ustanoviti protokol određene institucije za laboratorijsku biološku sigurnost u cilju identifikovanja, izveštavanja, istraživanja i 'popunjavanja pukotina' u laboratorijskoj biološkoj sigurnosti, uključujući razlike u popisu inventara. Učešće, uloge i odgovornosti nadležnih za javno zdravlje i sigurnost u slučaju narušavanja sigurnosti moraju biti jasno definisani.

Obuka za laboratorijsku biološku sigurnost, koja se razlikuje od obuke za laboratorijsku biološku bezbednost, treba da bude omogućena svom osoblju. Takva obuka treba da pomogne osoblju da razume potrebu za zaštitom takvih materijala, razloge za sprovođenje specifičnih mera za biološku sigurnost, i treba da uključuje pregled relevantnih nacionalnih standarda i procedura specifičnih za neku instituciju. Procedure koje opisuju uloge i odgovornosti osoblja po pitanju sigurnosti, a u slučaju narušavanja sigurnosti, takođe treba da budu predstavljene za vreme obuke.

Profesionalna i etička podobnost za rad sa opasnim patogenima sveg osoblja koje ima redovni ovlašćeni pristup osetljivim materijalima je takođe centralno pitanje za efikasno izvođenje aktivnosti laboratorijske biološke sigurnosti.

Kao zaključak, mere predostrožnosti treba da postanu rutinski deo rada u laboratoriji, isto tako kao što su to i aseptične tehnike i drugi bezbedni mikrobiološki postupci. Mere za laboratorijsku biološku sigurnost ne treba da koče efikasnu raspodelu referentnog materijala, kliničkih i epidemioloških uzoraka i informacija s tim u vezi, neophodnih za klinička ili ispitivanja u domenu javnog zdravlja. Kompetentno telo koje upravlja sigurnošću ne bi trebalo da se nepotrebno meša u svakodnevne aktivnosti naučnog osoblja ili bude kočnica za sprovođenje istraživanja. Legitimni pristup značajnom istraživačkom i kliničkom materijalu mora biti zaštićen. Procena podobnosti osoblja, obuka koja se tiče sigurnosti i rigorozno poštovanje procedura za zaštitu od patogena su razumna sredstva za unapređivanje laboratorijske biološke sigurnosti. Svi ovi naponi moraju se uspostaviti i održavati kroz redovne procene rizika i pretnji, i redovne revizije i osavremenjivanje procedura. Provera poklapanja sa ovim procedurama, sa jasnim instrukcijama u pogledu uloga, odgovornosti i remedijalnih postupaka, treba da bude sastavni deo programa i nacionalnih standarda za laboratorijsku biološku sigurnost.

**DEO III**

# **Laboratorijska oprema**



## 10. Biološki bezbedni kabineti

Biološki bezbedni kabineti (BBK) su projektovani da zaštite operatera, laboratorijsku sredinu i radne materijale od izloženosti infektivnim aerosolima i prskanjima koji mogu nastati pri rukovanju materijalima koji sadrže infektivne agense, kao što su primarne kulture, zalihe i dijagnostički uzorci. Čestice aerosola se stvaraju bilo kojom aktivnošću koja oslobađa energiju u tečni ili polu tečni materijal, kao što su mućkanje, ulivanje, mešanje ili ispuštanje tečnosti na površinu ili u drugu tečnost. Druge laboratorijske aktivnosti, kao što su nanošenje kultura na agar baze, inokuliranje bočica sa kulturama ćelija pipetom, upotreba više-kanalnih pipeta za razdeljivanje tečnih suspenzija infektivnih agenasa na pločice sa mikrokulturama, homogenizacija i vorteks-centrifugiranje infektivnih materijala, i centrifugiranje infektivnih tečnosti ili rad sa životinjama, mogu da stvore infektivne aerosole. Čestice aerosola manje od 5  $\mu\text{m}$  u prečniku i manje kapi od 5–100  $\mu\text{m}$  u prečniku nisu vidljive golim okom. Laboratorijski radnik uglavnom nije svestan da se takve čestice stvaraju i da se mogu udahnuti ili da mogu kontaminirati radnu površinu materijala. Pri propisnoj upotrebi, biološki bezbedni kabineti su se pokazali kao veoma efikasni u smanjivanju laboratorijski stečenih infekcija i kontaminiranja kultura usled izloženosti aerosolima. Biološki bezbedni kabineti takođe štite životnu sredinu.

Tokom godina osnovni projekat biološki bezbednih kabineta pretrpeo je nekoliko modifikacija. Glavnu promenu činilo je dodavanje HEPA filtera sistemu za ispus vazduha. HEPA filter zadržava 99.97% čestica 0.3  $\mu\text{m}$  u prečniku i 99.99% čestica veće ili manje veličine. Ovo omogućuje HEPA filteru da efikasno zadrži sve poznate infektivne agense i obezbedi da jedino ispusni vazduh bez mikroba bude ispušten iz kabineta. Druga modifikacija projekta bila je da se HEPA filtrirani vazduh usmeri preko radne površine, obezbeđujući zaštitu materijala sa radne površine od kontaminacije. Ovo svojstvo se često naziva zaštitom proizvoda. Ovi osnovni koncepti projekta doveli su do razvijanja tri klase biološki bezbednih kabineta. Ovaj vid zaštite koji pruža svaki od njih predstavljen je u tabeli 8.

**Pažnja.** Kabineti sa horizontalnim i vertikalnim istekom vazduha (radne stanice sa čistim vazduhom) nisu biološki bezbedni kabineti i ne treba ih koristiti kao takve.

### Biološki bezbedni kabinet klase I

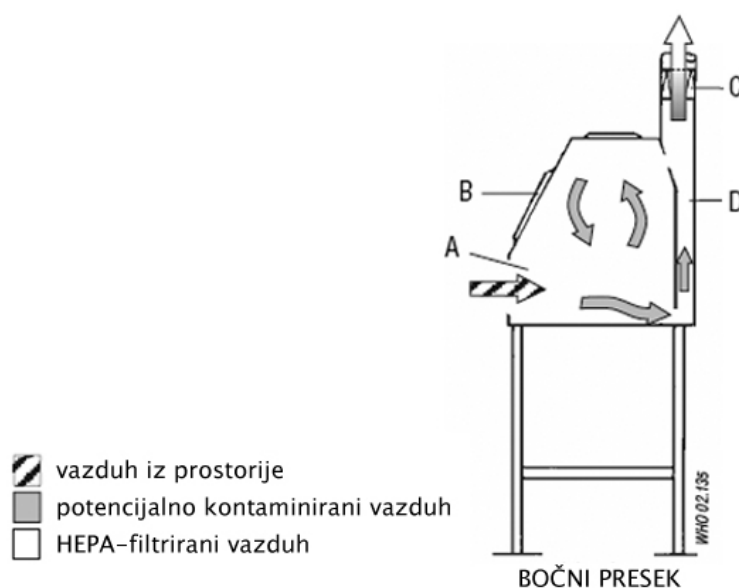
Slika 6 daje šematski dijagram biološki bezbednog kabineta klase I. Vazduh iz prostorije se uvlači kroz prednji otvor minimalnom brzinom od 0.38m/s, prelazi preko radne površine i ispušta se iz kabineta kroz ispusni kanal. Usmereni tok vazduha šalje čestice aerosola koje se mogu stvoriti na radnoj površini dalje od laboratorijskog radnika i u ispusni kanal.

**Tabela 8. Izbor biološki bezbednog kabineta prema vrsti zaštite koja je potrebna**

VRSTA ZAŠTITE	IZBOR BIOLOŠKI BEZBEDNOG KABINETA
Lična zaštita, mikroorganizmi grupe rizika 1–3	klasa I, klasa II, klasa III
Lična zaštita, mikroorganizmi u grupi rizika 4, kabinet sa zaštitnim rukavicama	klase III
Lična zaštita, mikroorganizmi u grupi rizika 4, laboratorija sa obaveznim nošenjem kombinezona	klase I, klase II
Zaštita proizvoda	klase II, klase III jedino ako je uključen laminarni protok
Zaštita od isparivih radionuklida/ hemijska zaštita, Minimalne količine	klasa IIB1, klasa IIA2 ispuštanje napolje
Zaštita od isparivih radionuklida/ hemijska zaštita,	klasa I, klasa IIB2, klasa III

Prednji otvor omogućava da operater rukama dohvati radnu površinu unutar kabineta dok on ili ona posmatra radnu površinu kroz stakleni prozor. Prozor takođe može biti potpuno podignut kako bi se omogućio pristup radnoj površini zbog čišćenja ili u neke druge svrhe.

Vazduh iz kabineta se ispušta kroz HEPA filter: a) u laboratoriju



**Slika 6. Šematski prikaz biološki bezbednog kabineta klase I**  
**A, prednji otvor; B, prozorski okvir; C, ispusni HEPA filter;**  
**D, ispusni plenum.**

a zatim van zgrade kroz ispusni sistem zgrade; b) napolje kroz ispusni sistem zgrade; ili c) direktno napolje. HEPA filter može biti smešten u ispusnom plenumu biološki bezbednog kabineta ili u ispusnom sistemu zgrade. Neki biološki bezbedni kabineti klase I opremljeni su ugrađenim ispusnim ventilatorom, dok se drugi oslanjaju na ispusni ventilator u sistemu za ispus vazduha zgrade.

BBK klase I bio je prvi priznati biološki bezbedni kabinet i, zbog svog jednostavnog dizajna, još uvek je u širokoj upotrebi širom sveta. Ima tu prednost da osoblju i okolini pruža zaštitu i takođe se može upotrebiti za rad sa radionuklidima i isparivim toksičnim hemikalijama. Pošto se nesterilisani vazduh iz prostorije uvlači preko radne površine kroz prednji otvor, ne smatra se konstantno pouzdanom zaštitom proizvoda.

### **Biološki bezbedni kabineti klase II**

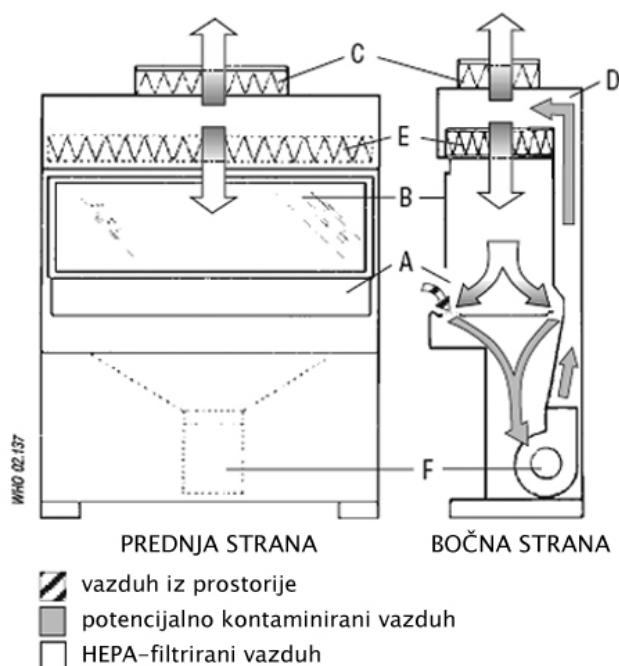
Kako je upotreba kultura ćelija i tkiva u svrhe širenja virusa i druge svrhe rasla, nije se više smatralo zadovoljavajućim da nesterilisani vazduh iz prostorije prelazi preko radne površine. Biološki bezbedni kabinet klase II dizajniran je ne samo da pruži osoblju zaštitu, već i da zaštiti materijale sa radne površine od kontaminiranog vazduha prostorije. Biološki bezbedni kabineti klase II, kojih ima četiri vrste (A1, A2, B1 i B2), razlikuju se od biološki bezbednih kabineta klase I u tome što dozvoljavaju da jedino vazduh propušten kroz HEPA filter (sterilan) prelazi preko radne površine. Biološki bezbedni kabineti klase II mogu se upotrebiti za rad sa infektivnim agensima grupe rizika 2 i 3. Biološki bezbedni kabineti klase II mogu se upotrebiti za rad sa infektivnim agensima rizične grupe 4 kada se koriste odela sa pozitivnim pritiskom.

#### **Biološki bezbedni kabinet klase II tipa A1**

Biološki bezbedni kabinet klase II tipa A1 prikazan je na slici 7. Unutrašnji ventilator uvlači vazduh iz prostorije (vazduh dotoka) u kabinet kroz prednji otvor i na prednju prijemnu rešetku. Brzina uvlačenja ovog vazduha treba da iznosi najmanje 38 m/s na prednjoj strani prednjeg otvora. Vazduh dotoka onda prolazi kroz HEPA filter pre nego što krene nadole preko radne površine. Dok vazduh teče nadole on se 'deli' na oko 6-10 cm od radne površine, pri čemu jedna polovina vazduha koji teče nadole prolazi kroz prednju ispusnu rešetku, a druga prolazi kroz zadnju ispusnu rešetku. Bilo koje čestice aerosola nastale na radnoj površini hvataju se ovim mlazom vazduha nadole i propuštaju kroz prednju ili zadnju ispusnu rešetku, pružajući tako najviši nivo zaštite proizvoda. Vazduh se potom ispušta kroz zadnji plenum u prostor između ulaznog i ispusnog filtera smešten na vrhu kabineta. Zahvaljujući relativnoj veličini ovih filtera, oko 70% vazduha ponovo cirkuliše kroz ulazni HEPA filter nazad u radni prostor; preostalih 30% prolazi kroz ispusni filter u prostoriju ili napolje.

Ispusni vazduh iz biološki bezbednog kabineta klase II tipa A1 može se ponovo vratiti u prostoriju ili ispuštiti van zgrade kroz a prstenastu vezu prema određenom kanalu ili kroz sistem za ispus vazduha zgrade.

Ponovo cirkulisanje ispusnog vazduha kroz prostoriju ima tu prednost da smanjuje



*Slika 7. Šematski prikaz biološki bezbednog kabineta klase IIA1  
A, prednji otvor; B, prozorski okvir; C, ispusni HEPA filter;  
D, zadnji plenum; E, dovodni HEPA filter; F, ventilator.*

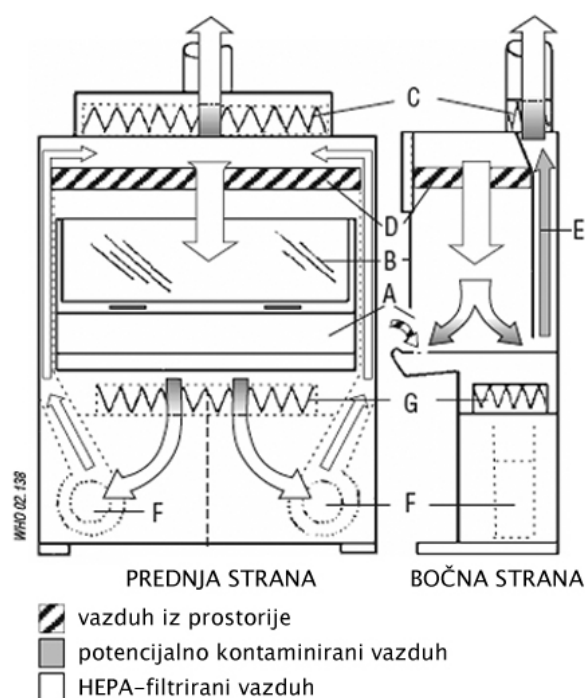
troškove goriva jer se zagrejani i/ili ohlađeni vazduh ne izbacuje napolje u sredinu. Veza sa cevnim ispusnim sistemom takođe omogućuje nekim biološki bezbednim kabinetima da se koriste za rad sa isparivim radionuklidima i isparivim toksičnim hemikalijama (tabela 8).

### ***Klasa II tipa A2 sa ispustom napolje B1 i B2 biološki bezbedni kabineti***

Klasa IIA2 sa ispustom napolje, IIB1 (slika 8) i IIB2 biološki bezbedni kabineti su varijacije tipa IIA1. Njihove karakteristike, zajedno sa karakteristikama klase I i klase III biološki bezbednih kabineta, prikazane su u tabeli 9. Svaka varijacija omogućuje da se biološki bezbedni kabinet upotrebi u specijalne svrhe (vidi tabelu 8). Ovi biološki bezbedni kabineti razlikuju se jedan od drugog u nekoliko aspekata: brzina uvlačenja vazduha kroz prednji otvor; količina ponovo cirkulisanog vazduha preko radne površine i ispuštenog iz kabineta; ispusni sistem, koji određuje da li se vazduh iz kabineta ispušta u prostoriju, ili napolje, kroz namenjeni ispusni sistem ili kroz ispusni sistem zgrade; i određivanje pritiska (da li kabineti imaju imaju biološki kontaminirane cevi i plenuma pod negativnim pritiskom, ili imaju biološki kontaminirane cevi i plenuma okružene cevima i plenumima sa negativnim pritiskom).

Detaljan opis različitih biološki bezbednih kabineta klase IIA i II B može se dobiti iz referenci (7) i (8), kao i iz brošura proizvođača.





Slika 8. Šematski prikaz biološki bezbednog kabineta klase IIB1  
 A, prednji otvor; B, prozorski okvir; C, ispusni HEPA filter;  
 D, dovodni HEPA filter; E, ispusni plenum sa negativnim pritiskom;  
 F, ventilator; G, HEPA filter za dovodni vazduh. Potrebno je  
 da postoji konekcija ispusnog vazduha iz kabineta sa sistemom  
 za ispus vazduha zgrade

Tabela 9. Razlike između biološki bezbednih kabineta klase I, II i III

BIOLOŠKI BEZBEDNI KABINETI	BRZINA NA PREDNJOJ STRANI (m/s)	PROTOK VAZDUHA (%)		ISPUSNI SISTEM
		PONOVO CIRKULISAN	ISPUŠTEN	
Klasa Ia	0.36	0	100	• Čvrsti spoj na kanal
Klasa IIA1	0.38-0.51	70	30	• Ispusni vazduh ide u prostoriju ili u prstenastu vezu
Klasa IIA2 sa ispustom napolje	0.51	70	30	• Ispusni vazduh ide u prostoriju ili u prstenastu vezu
Klasa IIB1 <sup>a</sup>	0.51	30	70	• Čvrsti spoj na kanal
Klasa IIB2 <sup>a</sup>	0.51	0	100	• Čvrsti spoj na kanal
Klasa III <sup>a</sup>	NP	0	100	• Čvrsti spoj na kanal

NP – ne primenjuje se,

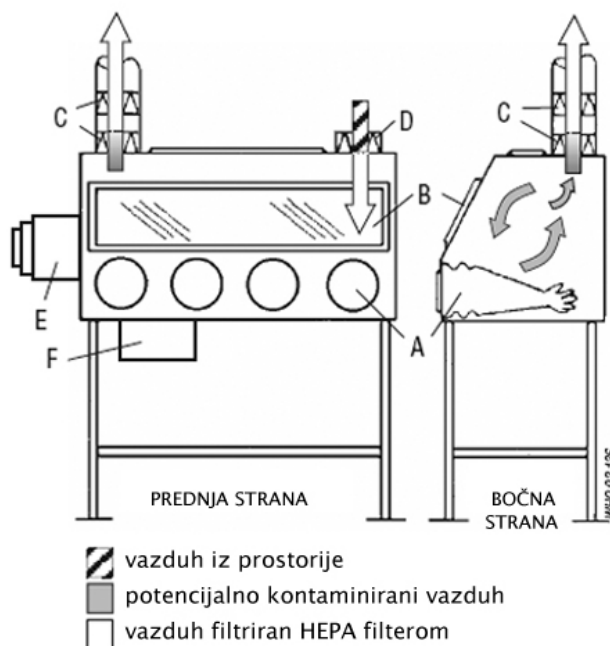
<sup>a</sup> Svi biološki kontaminirani kanali su pod negativnim pritiskom ili su povezani kanalima i plenumima sa negativnim pritiskom.

### Biološki bezbedni kabinet klase III

Ovaj tip (slika 9) pruža najviši nivo lične zaštite i koristi se za agense rizične grupe 4. Svi otvori su hermetički zatvoreni. Dovodni vazduh je propušten kroz HEPA filter a ispusni vazduh prolazi kroz dva HEPA filtera. Tok vazduha održava se ispusnim sistemom koji je van kabineta, i koji održava negativni pritisak u unutrašnjosti kabineta (oko 124.5 Pa). Pristup radnoj površini obavlja se uz pomoć debljih, nepoderivih gumenih rukavica, koje su prikačene za otvore u kabinetu. Biološki bezbedni kabinet klase III treba da ima prikačenu prolaznu kutiju koja se može sterilisati i koja je opremljena HEPA filtriranim ispusom. Kabinet klase III može se povezati na autoklav sa duplim vratima koji se koristi za dekontaminaciju svih materijala koji ulaze ili izlaze iz kabineta. Nekoliko kutija sa rukavicama može se prikačiti kako bi se produžila radna površina. Biološki bezbedni kabineti klase III pogodni su za rad u biološki bezbednim laboratorijama nivoa 3 i 4.

### Vazdušne konekcije biološki bezbednog kabineta

“Prsten” ili “kapa” je projektovan za klasu IIA1 i IIA2 sa ventilom koji vodi van biološki bezbednih kabineta. Prsten prijanja na kućište ispusta kabineta uvlačeći ispusni vazduh kabineta u kanale za odvod vazduha iz zgrade. Mali otvor, obično prečnika 2.5 cm se ostavlja između prstena i kućišta za ispus iz kabineta.



Slika 9. Šematski prikaz biološki bezbednog kabineta klase III (kutija sa rukavicama)  
A, Otvori za rukavice dužine ruku sa rukavicama; B, prozorski okvir;  
C, HEPA filteri sa dvostrukim ispusom; D, dovodni HEPA filter;  
E, sterilizator sa dvostrukim završetkom ili prolazna kutija; F, rezervoar za hemijsko umakanje. Potrebna je konekcija ispusta kabineta na nezavisni sistem za ispus vazduha zrade.

Ovaj mali otvor omogućuje da vazduh iz prostorije takođe bude usisan u sistem za ispuštavanje vazduha zgrade. Kapacitet ispusta vazduha mora biti dovoljan da obuhvati kako vazduh iz prostorije tako i ispuštavanje iz kabineta. Prsten mora biti pokretljiv ili projektovan da omogućuje testiranje funkcionisanja kabineta. U principu, na učinak prstenasto vezanog biološki bezbednog kabineta fluktuiranja vazduha zgrade ne utiču mnogo.

Biološki bezbedni kabineti klase IIB1 i IIB2 su čvrsto povezani na ventilacioni kanal, tj. čvrsto povezani bez ikakvih otvora, na sistem za ispuštavanje vazduha zgrade, ili po mogućstvu, na posebni izduvni sistem. Sistem za ispuštavanje vazduha zgrade mora tačno odgovarati zahtevima protoka vazduha koje je naveo proizvođač, kako za zapreminu, tako i za statički pritisak. Izdavanje sertifikata za rad biološki bezbednih kabineta čvrsto povezanih na ventilacioni kanal zahteva više vremena nego što je to slučaj kod biološki bezbednih kabineta koji recikliraju vazduh u prostoriju ili koji su povezani preko prstenaste veze.

### **Izbor biološki bezbednog kabineta**

Biološki bezbedni kabinet treba izabrati prvenstveno u skladu sa tipom zaštite koja je potrebna: zaštita proizvoda; zaštita osoblja od mikroorganizama rizične grupe 1-4; zaštita osoblja od izloženosti radionuklidima i isparivim toksičnim hemikalijama; ili kombinacija ovih. Slika 8 pokazuje koji se biološki bezbedni kabineti preporučuju za svaki tip zaštite. Isparive ili toksične hemikalije ne treba koristiti u biološki bezbednim kabinetima koji recikliraju ispušni vazduh u prostoriju, tj. biološki bezbednim kabinetima klase I koji nisu povezani na ispušni sistem zgrade, ili u kabinetima klase IIA1 ili klase IIA2. Biološki bezbedni kabineti klase IIB1 prihvatljivi su za rad sa minimalnim količinama isparivih hemikalija ili radionuklida. Biološki bezbedni kabineti klase IIB2, koji se takođe naziva totalni ispušni kabinet, neophodan je kada se očekuje upotreba značajnijih količina radionuklida ili isparivih hemikalija.

### **Upotreba biološki bezbednih kabineta u laboratoriji**

#### **Lokacija**

Brzina vazduha koji utiče kroz prednji otvor u biološki bezbedni kabinet iznosi oko 0.45m/s. Pri ovoj brzini može se lako narušiti integritet usmerenog ulaznog toka vazduha strujama koje stvaraju ljudi koji prolaze blizu biološki bezbednog kabineta, otvoreni prozori, registri za dotok vazduha, kao i otvaranjem i zatvaranjem vrata. Idealno bi bilo smestiti biološki bezbedne kabine na mesto koje je udaljeno od prometa i potencijalno ometajućih vazдушnih struja. Treba obezbediti 30cm čistog prostora iza i sa svake strane kabineta kad god je to moguće da bi se omogućio lak pristup i održavanje. Da bi se omogućilo precizno merenje brzine vazduha kroz ispušni filter i zamene ispušnog filtera može biti potreban prostor od 30 do 35 cm iznad kabineta.

#### **Operateri**

Ukoliko se biološki bezbedni kabineti ne koriste propisno, koristi od njihove zaštite mogu biti u velikoj meri smanjene. Operateri treba da budu pažljivi i održavaju integritet dotoka vazduha sa prednje strane kada stavljaju ruke u kabine i izvlače ih. Ruke treba uvlačiti i izvlačiti polako, vertikalno u odnosu na prednji otvor. Rukovanje materijalima

unutar biološki bezbednih kabineta treba započeti oko 1 minut posle uvlačenja šaka i ruku da bi se kabinetu omogućilo da se prilagodi i 'vazduhom očisti' površinu šaka i ruku. Broj pokreta preko prednjeg otvora treba smanjiti na minimalni i to tako što sve neophodne predmete treba uneti u kabinet pre početka rada.

### ***Postavljanje materijala***

Prednja ulazna rešetka biološki bezbednih kabineta klase II ne sme se blokirati papirom, opremom ili drugim predmetima. Materijale koje treba uneti u kabinet treba površinski dekontaminirati 70% alkoholom. Rad se može obavljati na upijajućim peškirim natopljenim dezinficijensom kako bi se upile kapljice od štrcanja i prskanja. Sve materijale treba postaviti što je moguće dalje unutar kabineta, prema zadnjoj ivici radne površine, a bez blokiranja zadnje rešetke. Opremu koja stvara aerosole (na pr. miksera, centrifuge i sl.) treba postaviti prema zadnjoj strani kabineta. Velike predmete, kao što su vreće za biohazardni materijal, poslužavnike za upotrebljene pipete i flašice za usisavanje treba postaviti na jednu stranu unutrašnjosti kabineta. Aktivni rad treba da teče u pravcu od čistog ka kontaminiranom prostoru preko radne površine.

Vreće za biohazardni materijal koje se sterilišu i poslužavnik za prikupljanje pipeta ne treba stavljati van kabineta. Česti pokreti van i unutra neophodni za upotrebu ovih kontejnera mogu narušavati integritet vazdušne barijere kabineta, i ugroziti zaštitu osoblja i proizvoda.

### ***Funkcionisanje i održavanje***

Većina biološki bezbednih kabineta projektovana je tako da omogućuje rad 24 časa na dan, a istraživači smatraju da stalni rad pomaže kontrolisanju nivoa prašine i čestica u laboratoriji. Biološki bezbedni kabineti klase IIA1 i IIA2 koji ispuštaju vazduh u prostoriju ili su povezani uz pomoć prstenaste konekcije na posebne ispusne kanale mogu se isključiti kada nisu u upotrebi. Drugi tipovi kao što su IIB1 i IIB2, koji imaju čvrsto povezane instalacije na ventilacioni kanal, moraju imati protok vazduha sve vreme kako bi pomogli da se održi balans vazduha u prostoriji. Kabinet treba uključiti bar 5 minuta pre početka rada i ostaviti uključen toliko po završetku rada da bi mu se omogućilo da se 'prečisti', tj. da bi se dalo dovoljno vremena za uklanjanje kontaminiranog vazduha iz sredine kabineta.

Sve popravke biološki bezbednih kabineta treba da obavlja kvalifikovani tehničar. Bilo koji nedostatak u funkcionisanju biološki bezbednih kabineta treba prijaviti i izvršiti popravku pre nego što se biološki bezbedni kabinet ponovo upotrebi.

### ***Ultraljubičasta svetla***

Ultraljubičasta svetla se ne zahtevaju u biološki bezbednim kabinetima. Ako se ona koriste, moraju se čistiti jednom nedeljno kako bi se uklonila prašina i prljavština koja može blokirati germicidni učinak svetla. Intenzitet ultraljubičastog svetla treba proveravati kada se izdaje novi sertifikat za upotrebu kabineta kako bi se utvrdilo da je emisija svetla adekvatna. Ultraljubičasta svetla se moraju isključiti dok je prostorija zauzeta, kako bi se oči i koža zaštitili od nenamernog izlaganja.

### ***Otvoreni plamen***

Otvoreni plamen treba izbegavati u blizini sredine oslobođene mikroba, stvorenoj unutar biološki bezbednih kabineta. On prekida šemu toka vazduha i može biti opasan kada se koriste isparive, zapaljive supstance. Za sterilizaciju bakterioloških eza, radije se koriste mikrogorionici ili električne ‘peći’ nego otvoreni plamen.

### ***Prosipanja***

Svako ko koristi laboratoriju treba da pročita i razume laboratorijski protokol za rukovanje prosipanjima. Kada se prosipanje biohazardnog materijala dogodi unutar biološki bezbednog kabineta, čišćenje treba odmah da počne, dok kabinet nastavlja da radi. Treba upotrebiti efikasni dezinficijens i primeniti ga na način koji stvaranje aerosola svodi na minimum. Sve materijale koji dolaze u kontakt sa prosutim agansom, treba dezinfikovati i/ili sterilisati.

### ***Izdavanje sertifikata***

Funkcionalni rad i integritet svakog biološki bezbednog kabineta treba potvrditi i uskladiti sa nacionalnim i međunarodnim standardima performansi u vreme instaliranja, i redovno posle od strane kvalifikovanih tehničara, a u skladu sa isstrukcijama proizvođača. Evaluacija efektivnosti rada u kabinetu treba da obuhvata testove integriteta kabineta, testiranje na propuštanje (curenje) HEPA filtera, profil brzine vazduha, brzinu pri ulazu, stepen negativnog pritiska / ventilacije, putanje dima, alarme i među brave. Takođe se mogu sprovesti opcioni testovi na električna curenja, intenzitet osvetljenja, intenzitet ultraljubičastog svetla, nivo buke i vibracija. Da bi se ovi testovi obavili potrebni su posebna obuka, veštine i oprema. Strogo se preporučuje da ih sprovodi kvalifikovano osoblje.

### ***Čišćenje i dezinfekcija***

Svi predmeti unutar biološki bezbednih kabineta, uključujući opremu, treba da budu površinski dekontaminirani i uklonjeni iz kabineta kada se rad završi, pošto preostale kulture mogu omogućiti rast mikroba. Unutrašnje površine biološki bezbednih kabineta treba dekontaminirati pre i posle svake upotrebe. Radne površine i unutrašnji zidovi treba da budu obrisani dezinficijensom koji će uništiti bilo koje mikroorganizme koji bi se mogli naći unutar kabineta. Na kraju radnog dana, finalna dekontaminacija površina treba da obuhvati brisanje radne površine, unutrašnjosti, zadnje strane i unutrašnjosti stakla. Rastvor izbeljivača ili 70% alkohol treba koristiti tamo gde su efikasni za ciljane organizme. Drugo brisanje sterilnom vodom je potrebno kada se koristi korozivni dezinficijens kao što je izbeljivač. Preporučuje se da se kabinet ostavi da radi. U suprotnom, treba da radi bar 5 minuta da bi se pročistio vazduh unutra pre nego što se isključi.

### ***Dekontaminacija***

Biološki bezbedni kabineti moraju se dekontaminirati pre nego što se filter promeni i ukloni. Najčešći metod za dekontaminaciju je fumigacija formaldehid gasom. Dekontaminaciju biološki bezbednih kabineta treba da obavlja kvalifikovani stručnjak.

### ***Lična zaštitna oprema***

Kad god se koriste biološki bezbedni kabineti treba nositi ličnu zaštitnu odeću. Laboratorijski mantili prihvatljivi su za rad koji se obavlja na nivoima 1 i 2 biološke bezbednosti. Laboratorijski mantil sa čvrstim prednjim delom koji se zakopčava pozadi pruža bolju zaštitu i treba ga koristiti na nivoima 3 i 4 biološke bezbednosti (osim kod laboratorija sa obaveznim nošenjem kombinezona). Rukavice treba navući preko ručnih zglobova i kombinezona, a ne nositi ispod. Elastični rukavi mogu da se nose kako bi se zaštitili ručni zglobovi istraživača. Neke procedure mogu zahtevati nošenje maski i zaštitnih naočara.

### ***Alarmi***

Biološki bezbedni kabineti mogu biti opremljeni jednom ili dve vrste alarma. Takvi alarmi mogu se naći samo kod kabineta sa kliznim prozorskim oknima. Alarm označava da je operater pomerio prozorski okvir u nepravilnu poziciju. Korektivni postupak za ovu vrstu alarma podrazumeva vraćanje prozorskog okvira u propisani položaj. Alarmi za dotok vazduha pokazuju prekid šeme normalnog dotoka vazduha u kabinetu. Ovo predstavlja neposrednu opasnost po operatera ili proizvod. Kada se oglasi alarm za dotok vazduha, odmah treba prestati sa radom i obavestiti nadzornika laboratorije. Više detalja može se naći u uputstvu za upotrebu koje daje proizvođač. Obuka za upotrebu biološki bezbednih kabineta treba da pokriva i ovaj aspekt.

### ***Dodatne informacije***

Izbor pravog tipa biološki bezbednog kabineta, njegova instalacija, propisna upotreba i godišnje izdavanje sertifikata za njegovu upotrebu su složeni procesi. U velikoj meri se preporučuje da se oni obavljaju pod nadzorom dobro obučenog i iskusnog stručnjaka za biološku bezbednost. On treba dobro da poznaje bitnu literaturu navedenu u literaturi, i bude obučen o svim aspektima biološki bezbednih kabineta. Operateri treba da dobiju formalnu obuku za rad i upotrebu biološki bezbednih kabineta.

Za dalje informacije videti reference (5) i (7-16) u literaturi, i Poglavlje 11.

# 11. Sigurnosna oprema

Kako aerosoli predstavljaju bitan izvor infekcije, treba se postarati da se smanji mera njihovog stavljanja i disperzije. Hazardni aerosoli mogu nastati kao rezultat mnogih laboratorijskih operacija, na primer integrisanja, miksovanja, mlevenja, mućkanja, mešanja, upotrebe sonikatora i centrifugiranja infektivnih materijala. Čak i kada se koristi zaštitna oprema, najbolje je da se ove operacije izvode u odobrenom biološki bezbednom kabinetu kad god je to moguće. Biološki bezbedni kabineti, njihova upotreba i testiranje obrađeni su u poglavlju 10. Upotreba zaštitne opreme nije garancija zaštite, osim ako operater nije obučen i ako ne koristi propisne tehnike. Oprema treba da bude redovno testirana kako bi se obezbedile njene stalne bezbedne performanse.

Tabela 10 pruža kontrolnu listu zaštitne opreme dizajnirane da eliminiše ili smanji izvesne opasnosti, i ukratko daje bezbednosne karakteristike. Više detalja o većini ove opreme dato je na daljim stranama. Dodatne informacije o njenoj propisnoj upotrebi date su u poglavlju 12.

Informacije o opremi i postupcima koji mogu stvoriti opasnosti predstavljene su u Aneksu 4.

## **Fleksibilni film izolatori sa negativnim pritiskom**

Fleksibilni film izolator sa negativnim pritiskom je samostalna naprava za primarno čuvanje koja pruža maksimalnu zaštitu od hazardnih bioloških materijala. Može se postaviti na pokretni pult. Radno mesto je potpuno omotano providnim polivinilhloridnim (PVC) omotačem koji je visi sa čeličnog okvira. Izolator se održava pod unutrašnjim pritiskom nižim od atmosferskog pritiska. Dovodni vazduh se propušta kroz jedan HEPA filter a odvodni kroz dva HEPA filtera, izbegavajući tako potrebu da se ispusni vazduh odvodi van zgrade. Izolator može biti opremljen inkubatorom, mikroskopom i drugom laboratorijskom opremom, puput centrifuga, životinjskih kaveza, i sl. Materijal se unosi i iznosi iz izolatora kroz otvore za dovod i uzorke bez narušavanja mikrobiloške bezbednosti. Postupci se obavljaju uz upotrebu gumenih rukava koji obuhvataju rukavice za jednokratnu upotrebu. Instaliran je manometer za merenje pritiska u omotaču.

Izolatori sa fleksibilnim filmom se koriste za rukovanje organizmima sa visokim rizikom (grupa rizika 3 ili 4) na poljima rada gde nije izvodljivo ili adekvatno instalirati ili održavati konvencionalne biološki bezbedne kabinete.

**Tabela 10. Oprema za biološku bezbednost**

OPREMA	OTKLONJENA OPASNOST	BEZBENOSNE KARAKTERISTIKE
<b>Biological safety cabinet</b>		
— Klasa I	Aerosol i prskanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimalni ulaz vazduha (brzina na ulazu) na otvoru pristupa radu.</li> <li>• Adekvatna filtracija ispusnog vazduha.</li> <li>• Ne pruža zaštitu proizvoda</li> </ul>
— Klasa II	Aerosol i prskanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimalni ulaz vazduha (brzina na ulazu) na otvoru pristupa radu.</li> <li>• Adekvatna filtracija ispusnog vazduha.</li> <li>• Pruža zaštitu proizvoda</li> </ul>
— Klasa III	Aerosol and prskanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Makismalno čuvanje</li> <li>• Pruža zaštitu proizvoda ako se uključi laminarni tok vazduha</li> </ul>
Fleksibilni film izolatori sa negativnim pritiskom	Aerosol i prskanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Makismalno čuvanje</li> </ul>
Zaštita od prskanja	Prskanje hemikalija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formira zastor između opretera i posla</li> </ul>
Pipetska pomagala	Opasnost od pipetiranja ustima, na pr. unošenje patogena, inhalacija aerosola stvorenih udisanjem ustima na pipeti, izduvavanje tečnosti ili curenje sa pipette, kontaminacija usisnika pipete	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednostavan za upotrebu</li> <li>• Kontrolise kontaminaciju usisnika pipette, štiteći pipetsko pomagalo, korisnika i vakuusku cev</li> <li>• Može se sterilisati</li> <li>• Kontrolise curenje sa vrha pipete</li> </ul>
Mikroinsineratori za eze, eze za jednokratnu upotrebu	Prskanje iz eza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaštićeni u otvorenoj čaši ili keramičkoj tubi. Zagrevaju se uz pomoć gasa ili struje.</li> <li>• Za jednokratnu upotrebu, nije potrebno zagrevanje</li> </ul>
Nepropusne posude za prikupljanje i transport infektivnih materijala za sterilizaciju unutar laboratorije	Aerosoli, prosipanja i curenja,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nepropusna konstrukcija sa poklopcem</li> <li>• Trajan</li> <li>• Može se sterilisati</li> </ul>
Kontejner za uklanjanje oštih predmeta	Rane od uboda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Može se sterilisati</li> <li>• Čvrst, neprobojan</li> </ul>
Kontejneri za transport između laboratorija, institucija	Oslobađanje mikroorganizama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Čvrst</li> <li>• Nepropusni primarni i sekundarni kontejneri koji zadržavaju prosute tečnosti</li> <li>• Absorbent material to contain spills</li> </ul>



OPREMA	OTKLONJENA OPASNOST	BEZBENOSNE KARAKTERISTIKE
Autoklavi, rični ili automatski	Infektivnimaterijal (bezbedan za uklanjanje ili ponovnu upotrebu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odobreni dizajn</li> <li>• Efikasna sterilizacija toplotom</li> </ul>
Flašice sa zatvaračima sa zavrtnjem	Aerosoli ili prosipanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• efektivno čuvanje</li> </ul>
Zaštita vakuumske cevi	Kontaminacija laboratorijskog vakuumskog sistema aerosolima i tečnostima koje se prelivaju	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filter tipa patrone (uloška) sprečava prolaz aerosola (čestice veličine 0.45 µm)</li> <li>• Bočica za tečnosti koje se prelivaju sadrži odgovarajući dezinficijens. Gumena lopta se može upotrebiti da automatski odseče vakuum kada je flaša za skladištenje puna</li> <li>• Čitava jedinica se može sterilisati</li> </ul>

### Pipetska pomagala

Pipetska pomagala se uvek moraju koristiti za procedure pipetiranja. Pipetiranje ustima strogo je zabranjeno. Značaj pipetskih pomagala ne može se prenegalašavati. Najčešće opasnosti u vezi sa procedurama pipetiranja su rezultat isuisavanja ustima. Udisanje i unošenje hazardnog materijala preko usta odgovorno je za mnoge infekcije povezane sa laboratorijom.

Patogeni se takođe mogu preneti do usta ako se kontaminirani prst stavi na deo pipete kojim se uvlači vazduh. Manje poznata opasnost od pipetiranja ustima je udisanje aerosola prouzrokovano usisavanjem ustima. Zapušač od vate nije dovoljan mikrobiološki filter pod negativnim ili pozitivnim pritiskom, i čestice se mogu usisati kroz njega. Kada je taj komad vate čvrsto nabijen, jako usisavanje može da rezultira udisanjem tog komada, aerosola, pa čak i tečnosti. Unošenje patogena se sprečava upotrebom pipetskih pomagala.

Aerosoli takođe mogu nastati kada se tečnost prospe iz pipete na radnu površinu, kada se kulture mešaju naizmeničnim usisavanjem i duvanjem, i kada se poslednja kap izduva iz pipete. Udisanje aerosola koji neizbežno nastaju tokom postupka pipetiranja može se sprečiti radom u biološki bezbednom kabinetu.

Pipetska pomagala treba pažljivo izabrati. Njihov dizajn i upotreba ne treba da stvore dodatnu opasnost od infekcije i treba ih lako sterilisati i čistiti. Pri rukovanju mikroorganizmima i ćelijskim kulturama treba koristiti vrhove pipeta sa zatvaračima (otpornim na aerosole).

Pipete sa naprslim ili iskrzanim usisnikom ne treba koristiti jer stvaraju opasnost.

### Homogenizatori, šejkeri, integratori i sonikatori

Kućni (kuhinjski) homogenizatori nisu zapečaćeni/hermetički zatvoreni i propuštaju aerosole. Treba koristiti jedino opremu dizajniranu za laboratorijsku upotrebu. Njena

konstrukcija svodi na minimum ili sprečava takva propuštanja. Stomaheri, koji sada postoje za upotrebu sa malim i velikim zapreminama, takođe mogu proizvesti aerosole.

Homogenizatore koji se koriste za mikroorganizme rizične grupe 3 uvek treba puniti i ponovo otvarati u biološki bezbednim kabinetima.

Sonikatori mogu da ispuste aerosole. Njima treba rukovati u biološki bezbednim kabinetima ili ih pokrivati štitnicima tokom upotrebe. Štitnike i spoljne strane sonikatora treba dekontaminirati posle upotrebe.

### **Eze za jednokratnu upotrebu**

Prednost eza za jednokratnu upotrebu je ta što one ne treba da se steriliju i zato mogu da se koriste u biološki bezbednim kabinetima gde bi Bunsenov plamenik i mikroinsineratori poremetili protok vazduha. Ove eze treba potopiti u dezinficijens posle upotrebe i ukloniti kao kontaminirani otpad (vidi poglavlje 3)

### **Mikroinsineratori**

Gasni ili električni mikroinsineratori imaju štitove od borsilikatnog stakla ili keramike koji maksimalno smanjuju prskanje i raspršivanje infektivnog materijala kada se eze steriliju. Međutim, mikroinsineratori mogu da poremete protok vazduha i zato ih u biološki bezbednim kabinetima treba postaviti bliže zadnjem delu radne površine.

### **Lična zaštitna odeća i oprema**

Lična zaštitna oprema i odeća može poslužiti kao barijera u cilju smanjivanja rizika od izloženosti aerosolima, prskanjima i akcidentalne inokulacije. Odeća i oprema koje se odaberu zavisiće od prirode posla koji se obavlja. Pri radu u laboratoriji treba nositi zaštitnu odeću. Pre napuštanja laboratorije treba ukloniti zaštitnu odeću i oprati ruke. Tabela 11 rezimira neke vrste lične zaštitne opreme koja se koristi u laboratorijama, kao i zaštitu koju pruža.

### **Laboratorijski mantili, kombinezoni, kecelje**

Laboratorijski mantili bi po mogućstvu trebalo da budu potpuno zakopčani. Međutim, mantili sa dugim rukavima i zakopčavanjem pozadi ili kombinezoni pružaju bolju zaštitu nego obični laboratorijski mantili i preferiraju se u mikrobiološkim laboratorijama ili pri radu sa biološki bezbednim kabinetima. Preko laboratorijskih mantila ili kombinezona mogu se nositi kecelje gde je to potrebno, da bi se pružila dalja zaštita od prosipanja hemikalija ili bioloških materijala kao što su krv ili tečne kulture. Blizu laboratorije ili u njoj treba da postoji perionica. Laboratorijske mantile, kombinezone ili kecelje ne treba nositi van laboratorijskog prostora.

### **Zaštitne naočare, maske za lice**

Izbor opreme za zaštitu lica i očiju od prskanja, trunja i komadića zavisi od aktivnosti koja se obavlja. Propisane ili osnovne naočare mogu biti

*Tabela 11. Lična zaštitna oprema*

OPREMA	OTKLONJENA OPASNOST	BEZBEDNOSNE KARAKTERISTIKE
Laboratorijski mantili, gowns, kombinezoni	Kontaminacija odeće	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otavaruju se pozadi</li> <li>• Pokrivaju odeću koja se nosi na ulici</li> </ul>
Plastične kecelje	Kontaminacija odeće	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vodootporni</li> </ul>
Obuća	Kontakt i prskanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zatvorenih prstiju</li> </ul>
Naočare	Kontakt i prskanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stakla otporna na uticaje (moraju biti optički ispravne ili se nositi preko korektivnih naočari)</li> <li>• Bočni štitnici</li> </ul>
Bezbednosne naočare	Kontakt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact-resistant lenses (must be optically correct)</li> <li>• Bočni štitnici</li> </ul>
Štitnici za lice	Kontakt i prskanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• štite cello lice</li> <li>• Iako se uklanjaju u slučaju akcidenta</li> </ul>
Respiratori	Inhalacija aerosola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postojeći modeli dizajnirani su za jednokratnu upotrebu; za prečišćavanje vazduha na polovini lica ili celom licu; za prečišćavanje vazduha za celo lice ili za usta i nos; i respiratori sa dotokom vazduha;</li> </ul>
Rukavice	Direktni kontakt sa mikroorganizmima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrobiološki dozvoljeni lateks, vinil ili nitril za jednokratnu upotrebu;</li> <li>• Zaštita ruku</li> </ul>
	Posekotine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mrežaste rukavice</li> </ul>

proizvedene sa posebnim okvirima koji dozvoljavaju da se sočiva postave u okvir sa spoljne strane, koristeći poseban<sup>9</sup> materijal, ili povijen, ili sa bočnim štitnicima (zaštitne naočare). Zaštitne naočare ne pružaju adekvatnu zaštitu od prskanja čak i kada se sa njima nose bočni štitnici. Naočare za zaštitu od prskanja i uticaja od hemikalija treba nositi preko normalnih propisanih naočara i kontaktnih sočiva (koji ne obezbeđuju zaštitu od biološke i hemijske opasnosti). Štitnici za lice (viziri) su napravljeni od posebne plastike, stvljaju se preko lica i drže za glavu trakama ili kapama.

Naočare, zaštitne naočare, ili štitnike za lice ne treba nositi van laboratorijskog prostora.

<sup>9</sup> Shatterproof – materijal, obično staklo posebno napravljeno tako da ne stvara opasne, oštre komadiće ako se razbije;

## **Respiratori**

Respiratorna zaštita može se koristiti kada se izvode visoko hazardni postupci (na primer čišćenje prosutog infektivnog materijala). Izbor respiratora zavisiće od vrste opasnosti. Respiratori se proizvode sa zamenljivim filterima za zaštitu od gasova, isparenja, sitnih čestica i mikroorganizama. Neophodno je da se filter namesti u odgovarajući tip respiratora. Da bi se postigla optimalna zaštita, respiratore treba pojedinačno namešiti da odgovaraju licu operatera i testirati. Potpuno samostalni respiratori sa integralnim dotokom vazduha pružaju punu zaštitu. Za izbor pravog respiratora treba potražiti savet odgovarajuće kvalifikovane osobe, tj. higijeničara na radu. Hirurški tip maski štiti jedino pacijenta i ne pruža respiratornu zaštitu osoblju. Neki respiratori za jednokratnu upotrebu (ISO 13.340.30) dizajnirani su za zaštitu od izloženosti biološkim agensima.

Respiratore ne treba nositi van laboratorijskog prostora.

## **Rukavice**

Prilikom obavljanja postupaka u laboratoriji može doći do kontaminacije ruku. Ruke su takođe 'osetljive' na povrede od oštih predmeta. Mikrobiološki odobrene rukavice od lateksa, vinila ili nitrilne hirurške rukavice za jednokratnu upotrebu u širokoj su upotrebi za osnovni rad u laboratoriji, kao i za rukovanje infektivnim agensima, krvlju i telesnim tečnostima. Rukavice za više upotreba se takođe mogu koristiti, ali se mora posvetiti pažnja njihovom pranju, uklanjanju, čišćenju i dezinfekciji.

Rukavice treba ukloniti i temeljno oprati ruke posle rukovanja infektivnim materijalima, rada u biološki bezbednom kabinetu, kao i pre napuštanja laboratorije.

Upotrebljene rukavice za jednokratnu upotrebu treba ukloniti i baciti sa infektivnim laboratorijskim otpadom.

Kod laboratorijskih i kod radnika koji nose rukavice od lateksa, naročito one sa talkom, prijavljene su alergične reakcije kao što su dermatitis i neposredna hipersenzitivizacija. Zato treba pružiti alternativu za lateks rukavice sa puderom.

Rukavice pojačane mrežicom od nerđajućeg čelika treba nositi kada postoji mogućnost izlaganju ostrim instrumentima, tj. tokom postmortem ispitivanja. Takve rukavice štite od posekotina, ali ne i od povreda ubodom.

Rukavice ne treba nositi van laboratorijskog prostora.

Za dalje informacije videti bibliografiju (12), (17) i (18).

**DEO IV**

# **Dobre mikrobiološke tehnike**



## 12. Laboratrijske tehnike

Ljudska greška, loše laboratorijske tehnike i pogrešna upotreba opreme mogu prouzrokovati većinu povreda i radom izazvanih infekcija u laboratoriji. Ovo poglavlje daje tehnički pregled koji je napravljen da bi se izbegli ili smanjili najčešće prijavljeni problemi ove prirode.

### **Sigurna upotreba uzoraka u laboratoriji**

Nepravilno sakupljanje, transport i rukovanje uzorcima u laboratoriji nose rizike infekcija uključenog osoblja.

### ***Kontejneri za uzorke***

Kontejneri za uzorke mogu biti od stakla ali je poželjnije da budu od plastike. Trebalo bi da su čvrsti i da ne cure kada je poklopac ili zatvarač pravilno postavljen. Materijal ne sme da bude van kontejnera. Uzorci moraju biti pravilno obeleženi da bi se olakšala identifikacija. Zahtevi za uzorcima ili obrasci za specifikacije ne bi trebalo da budu obmotani oko kontejnera već smešteni u odvojene vodootporne koverte.

### ***Transport uzoraka u objektu***

Da bi se izbegla slučajna curenja ili prosipanja, trebalo bi da se koriste sekundarni kontejneri, kao što su kutije opremljene ručicama, tako da kontejneri sa uzorcima ostanu uspravljeni. Mogu biti od plastike ili metala, treba da budu takvi da mogu da se sterilisu ili budu na delovanje hemijskih dezinficijensa, a zaštitni poklopac treba da ima zaptivač. Treba ih redovno dekontaminirati.

### ***Prijem uzoraka***

Laboratorije koje primaju veliki broj uzoraka treba da odrede posebnu prostoriju ili prostor za ovu upotrebu.

### ***Otvaranje paketa***

Osoblje koje prima i raspakuje uzorke treba da bude svesno potencijalnih zdravstvenih rizika, i obučeno za standardne mere predostrožnosti (2), posebno kada rukuje kontejnerima koji su slomljeni ili cure. Primarni kontejneri treba da budu otvoreni u biološki bezbednim kabinetima. Dezinficijensi treba da budu dostupni.

## Upotreba pipeta i pipetskih pomagala

1. Pipetska pomagala se uvek moraju koristiti. Pipetiranje ustima je zabranjeno.
2. Sve pipete moraju imati pamučne zapašaće da bi se smanjila kontaminacija pipetskih sprava.
3. Ne sme se prođuvavati vazduh kroz tečnost koja sadrži infektivne agense.
4. Zarazni materijali se ne smeju mešati naizmeničnim uvlačenjem i izduvavanjem kroz pipetu.
5. Tečnosti se ne smeju na silu izbacivati iz pipeta.
6. "Mark-to-Mark" pipete su bolje u odnosu ne ostale zato što ne zahtevaju izduvavanje do poslednje kapi.
7. Kontaminirane pipete treba da budu potpuno potopljene u nesalomiv kontejner ispunjen odgovarajućim dezinficijensom. Treba ih ostaviti u dezinficijens određeno vreme pre nego što se odlože.
8. Upotrebljeni kontejner za pipete treba se smestiti u biološki bezbedni kabinet, a ne izvan njega.
9. Špricevi opremljeni hipodermičkim iglama se ne smeju koristiti za pipetiranje.
10. Treba koristiti uređaje za otvaranje septum boca, koje omogućavaju korišćenje pipeta a izbegavaju upotrebu hipodermičnih igala i špriceva.
11. Da bi se izbegla disperzija infektivnog materijala koji je ispušten iz pipete treba postaviti absorpcioni materijal na radnu površinu; ovo treba odstraniti kao infektivni otpad posle upotrebe.

## Izbegavanje raznošenja zaraznog materijala

1. U cilju izbegavanja prevremenog prosipanja materijala, mikrobiološke eze treba da imaju prečnik od 2 do 3 mm i budu potpuno zatvorene. Da bi se vibracije svele na minimum, držalje ne treba da budu duže od 6 cm.
2. Rizik od prskanja infektivnog materijala na plamen Bunsenovog plamenika treba izbeći korišćenjem potpuno ograđenog električnog mikroincineratora za sterilizaciju eza. Poželjnije su eze za jednokratnu upotrebu kojima nije potrebna ponovna sterilizacija.
3. Treba voditi računa o izbegavanju stvaranja aerosola pri sušenju uzoraka sputuma.
4. Odbačeni uzorci i kulture za sterilizaciju i/ili odlaganje treba da budu odloženi u nepropusne kontejnere, tj. laboratorijske vreće za otpatke. Poklopci moraju biti osigurani (autoklaving trakom) pre nego što se odlože u kontejnere za smeće.
5. Radni prostor mora biti dekontaminiran odgovarajućim dezinficijensom na kraju svakog radnog perioda.

Za dalje informacije videti referencu (12).

## Upotreba biološki bezbednih kabineta

1. Upotreba i ograničenja biološki bezbednih kabineta treba da budu objašnjena svim potencijalnim korisnicima (videti poglavlje 10), sa preporukom nacionalnih standarda i odgovarajuće literaure. Osoblju treba da budu predstavljeni pisani protokoli ili priručnici za bezbednost ili rad. Naročito mora biti jasno da kabinet neće zaštititi operatera od curenja, lomljave ili loše tehnike.



2. Dokle god ne radi propisno, kabinet se ne sme koristiti.
3. Zaštitno staklo ne sme biti otvoreno kada je kabinet u upotrebi.
4. U kabinetu treba da bude minimalni broj aparata i materijala. Cirkulacija vazduha na zadnjem plenumu ne sme biti blokirana.
5. Bunsenovi plamenici se ne smeju koristiti u kabinetu. Stvorena toplota će narušiti tok vazduha i može uništiti filtre. Električni mikroinsinerator je dozvoljen, ali su bolje sterilne eze za jednokratnu upotrebu.
6. Sav rad mora biti obavljan na sredini ili u zadnjem delu radne površine vidljiv kroz zaštitnu staklenu ploču.
7. Promet ljudi u prolazu iza operatera mora biti sveden na minimum.
8. Operator ne treba da narušava tok vazduha stalnim sklanjanjem ili ubacivanjem njegovih ili njenih ruku.
9. Vazdušne rešetke ne smeju biti blokirane beleškama, pipetama ili drugim materijalima, jer će ovo narušiti tok vazduha izazivajući potencijalnu kontaminaciju materijala i izlaganje operatera istoj.
10. Površina biološki bezbednog kabineta treba da bude obrisana korišćenjem odgovarajućeg dezinficijensa po završetku rada na kraju dana.
11. Kabinetski ventilator treba da bude uključen najmanje 5 minuta pre početka i 5 minuta posle završetka rada u kabinetu.
12. Dokumentaciju nikada ne treba ostavljati u biološki bezbednim kabinetima.

Za dalje informacije o biološki sigurnim kabinetima pogledati Poglavlje 10.

### **Izbegavanje unošenja infektivnog materijala kao i kontakta sa kožom i očima**

1. Veliki čestice i sitne kapi (>5 $\mu$ m u prečniku) oslobođene tokom mikrobiološke manipulacije brzo se slegnu na radnu površinu i ruke operatera. Zato treba nositi zaštitne rukavice za jednokratnu upotrebu. Radnici u laboratoriji treba da izbegavaju da dodiruju usta, oči i lice.
2. Hrana i piće se ne smeju konzumirati ili čuvati u laboratoriji.
3. U laboratoriji ne treba stavljati u usta nikakve predmete: hemijske olovke, grafitne olovke i gume za žvakanje.
4. Kozmetika ne sme upotrebljavati u laboratoriji.
5. Tokom neke operacije koja može da rezultira prosipanjem potencijalno infektivnih materijala, lice, oči i usta moraju biti pokriveni maskom ili drugačije zaštićeni.

### **Izbegavanje ubrizgavanja infektivnog materijala**

1. Slučajna inokulacija koja je rezultat povrede slomljenim ili odlomljenim staklom može biti izbegnuta pažljivim vežbama i procedurama. Staklena aparatura treba da bude zamenjena plastičnom kad god je to moguće.
2. Slušajno ubrizgavanje može nastati i slučajnim ubodima, na primer hipodermičkim iglama, staklenom Pasterovom pipetom, ili slomljenim staklom.
3. Povrede nastale ubodom iglom mogu se smanjiti: (a) minimiziranjem upotrebe špriceva i igala (na primer, postoje jednostavne sprave za otvaranje septum boca sa zapušačem, tako da se umesto špriceva i igala mogu da upotrebe pipete) ili (b) korišćenjem

4. posebno napravljenih oštih sigurnosnih uređaja kada su špricevi i igle neophodni.
5. Nikada ne treba vraćati poklopce na igle. Predmeti za jednokratnu upotrebu treba da se bace u neprobojne, čvrste kontejnere sa poklopcem.
6. Plastične Pasterove pipete treba zameniti onim napravljenim od stakla.

### **Odvajanje seruma**

1. Samo pravilno obučeno osoblje treba da bude angažovano za ovaj posao.
2. Obavezno je nošenje rukavica i zaštite za oči i mukozne membrane.
3. Prskanja i kapljice mogu se izbeći ili minimizirati dobrim laboratorijskim tehnikama. Krv i serum treba uzimati samo pipetom, nikako presipanjem. Korišćenje pipete ustima mora biti zabranjeno.
4. Posle upotrebe, pipete treba potpuno potopiti u odgovarajući dezinficijens. One treba tu da ostanu određeno vreme pre bacanja ili pranja i sterilizacije do naredne upotrebe.
5. Odbačene epruvete sa uzorcima koje sadrže ugruške krvi itd. (zapušene zatvaračima), treba staviti u odgovarajuće nepropusne kontejnere za sterilizaciju i/ili incineraciju.
6. Odgovarajući dezinficijensi treba da budu dostupni za čišćenje iscurelih i prosutih materijala (vidi poglavlje 14).

### **Upotreba centrifuga**

1. Zadovoljavajuća mehanička performansa upotrebe laboratorijskih centrifuga je unapred zadat zahtev mikrobiološke bezbednosti.
2. Centrifugama se upravlja po instrukcijama proizvođača.
3. Centrifuge treba da budu postavljane na taj nivo, da zaposleni mogu da vide unutar njih kako bi pravilno uneli stalke i posude.
4. Epruvete i kontejneri za uzorke za upotrebu u centrifugama treba da budu napravljeni od debelog stakla ili plastike i provereni na oštećenja pre upotrebe.
5. Epruvete i posude za uzorke treba uvek da budu sigurnosno zaatvorene (ako je moguće zatvaračima sa zavrtnjem) za centrifugaciju.
6. Posude i stalci moraju da budu opterećeni, uravnoteženi, zatvarani i otvarani u biološki bezbednim kabinetima.
7. Posude i stalke treba upariti po težini, sa epruvetama na odgovarajućem mestu koje su precizno izbalansirane.
8. Veličina prostora koju treba ostaviti između nivoa tečnosti i okvira centrifuge treba da bude određena prema instrukcijama proizvođača.
9. Za balansiranje praznih posuda treba koristiti destilovanu vodu ili alkohol (propanol 70%). Slane ili hipohloridne rastvorenje ne treba koristiti jer korodiraju metale.
10. Za mikroorganizme rizičnih grupa 3 i 4 moraju se koristiti hermetičke centrifugalne posude.
11. Kada se koriste centrifuge sa ugaonim rotorima, mora se paziti da epruveta ne bude prepunjena jer može da iscure.

12. Utrašnjost bubnja centrifuge svakodnevno treba proveravati da nema mrlja i prljavština od zemlje u nivou rotora. Ako je evidentno da ima, tada protokole o korišćenju centrifuge treba ponovo proceniti.
13. Rotori centrifuga i posude treba kontrolisati svakodnevno zbog korozije i malih pukotina.
14. Posude, rotor i centrifugalne činije treba dekontimirati posle svake upotrebe.
15. Posle upotrebe, posude treba odlagati u okrenutom položaju da iscure balansirajuća tečnost.
16. Pri korišćenju centrifuga, mogu se osloboditi zarazne čestice koje se prenose vazduhom. Ako je centrifuga postavljena na tradicionalni način, sprema otvorena, u biološki bezbednim kabinetima Klase 1 ili Klase 2 čestice putuju suviše brzo da bi ih zadržao protok vazduha u prostoriji. Ubacivanjem centrifuge Klase 3 sprečava se šira disperzija emitovanih aerosola. Međutim, dobra centrifuga i sigurno zatvorene epruvete pružaju adekvatnu zaštitu od zaraznih aerosola i raspršenih čestica.

### **Upotreba homogenizatora, šejkera, integratora i sonikatora**

1. Kućni (kuhinjski) homogenizatori ne treba da se koriste u laboratorijama zato što mogu da procure i oslobode aerosole. Laboratorijski integratori i stomaheri su bezbedniji.
2. Zatvarači, posude ili boce treba da budu u dobrom stanju i bez pukotina ili naprslina. Zatvarači treba da su odgovarajućih veličina, a zaptivači trebada budu u dobrom stanju.
3. Pritisak raste u posudi u toku rada homogenizatorima, šejkerima i sonikatorima. Aerosoli sa zaraznim materijalom mogu da prođu između zatvarača i posude. Posebno se preporučuje, plastika, politetrafluoroetilenske posude (PTFE), zato što staklo može da se slomi i oslobodi infektivni materijal uz mogućnost da povredi operatera.
4. Kada su u upotrebi, homogenizatori, šejkeri i sonikatori treba da budu pokriveni jačom providnom plastičnom navlakom. Nju treba dezinfikovati posle upotrebe. Ovim mašinama treba upravljati ispod plastičnih pokrivača u biološki bezbednim kabinetima gde god je to moguće.
5. Na kraju operacije kontejnere treba otvarati u biološki bezbednim kabinetima.
6. Osoblju koji koristi sonikatore treba omogućiti da zaštiti sluh.

### **Upotreba drobilica tkiva**

1. Staklene drobilice treba držati u upijajućem materijalu rukama zaštićenim rukavicama. Plastične drobilice su sigurnije.
2. Drobilice tkiva treba otvarati u biološki bezbednim kabinetima.

### **Održavanje i upotreba hladnjaka i zamrzivača**

1. Hladnjake, zamrzivače i komore sa čvrstim ugljendioksidom (suvim ledom) treba odmrzavati i čistiti periodično, a svaku slomljenu ampulu, epruvetu, itd., prilikom odlaganja, treba ukloniti. Prilikom čišćenja treba nositi zaštitu za lice i zaštitne rukavice. Posle čišćenja, unutrašnje površine kabineta treba dezinfikovati.

2. Svi kontejneri odloženi u hladnjake treba da budu jasno obeleženi naučnim imenom sadržaja u njima, datumom odlaganja i imenom osobe koja ih je odložila. Neobeležene i zastarele materijale treba sterilisati i izbaciti. Sadržaju zamrzivača treba voditi evidenciju.
3. Zapaljivi rastvori se ne smeju odlagati u hladnjaku ukoliko nije zaštićen od eksplozija. Upozorenje za ovo treba postaviti na vratima hladnjaka.

### **Otvaranje ampula koje sadrže liofilizovane zarazne materijale**

Teba obratiti pažnju pri otvaranju ampula sa materijalom od suvog leda, jer njihov sadržaj može biti pod smanjenim pritiskom, tako da iznenadni prodor vazduha može da rasprši nekematerijale u atmosferu. Ampule uvek treba otvarati u biološki bezbednom kabinetu. Za otvaranje ampula preporučuju se sledeće procedure.

1. Prvo, dekontaminirati spoljašnju površinu ampule.
2. Obelježiti epruvetu turpijom blizu sredine pamučnog ili celuloznog zatvarača ako on postoji.
3. Držati ampulu u alkoholom natopljenom pamuku da bi zaštitili ruke pre nego što se slomi na turpijom obeleženom mestu.
4. Odvojiti vrh nežno i tretirati ga kao kontaminirani materijal.
5. Ako je zatvarač još uvek iznad sadržaja ampule, odstraniti ga sterilnom pincetom.
6. Polako dodati tečnost za resuspenziju ampuli da bi izbegli pojavu pene.

### **Skladištenje ampula koje sadrže infektivni materijal**

Ampule sa infektivnim materijalom nikada ne treba uroniti u tečni azot zato što se naprsle ili nedovoljno dobro zatvorene ampule mogu slomiti ili eksplodirati pri uklanjanju. Ako se zahtevaju vrlo niske temperature, ampule treba da se odlažu samo u plinastoj fazi iznad tečnog azota. Inače, zarazni materijale treba odlagati u mehaničke kabinete sa dubokim zamrzavanjem, ili na suvom ledu. Radnici u laboratoriji treba da nose zaštitu za oči i ruke pri uklanjanju ampula sa hladnog skladištenja.

Spoljne površine ampula skladištenih na ovaj način treba dezinfikovati prilikom njihovog uklanjanja iz skladištenja.

### **Standardne preventivne mere vezane za krv i druge telesne tečnosti, tkiva, izlučevine itd.**

Standardne mere (koje uključuju i "Univerzalne mere predostrožnosti"(19)) su osmišljene da smanje rizik prenosa mikroorganizama sa poznatog i nepoznatog izvora infekcije. (2)

### **Sakupljanje, obeležavanje i transport uzoraka**

1. Standardne mere (2) uvek treba primenjivati: rukavice se nose za sve procedure
2. Krv pacijenata i životinja sakuplja obučeno osoblje.
3. Za flebotomiju, konvencionalni sistem igle i šprica treba zameniti vakuumskim uređajem za jednokratnu upotrebu. On omogućava sakupljanje krvi direktno u

- zatvorenom transportu i/ili epruvetama za prenos kulture, automatski onesposobljavajući iglu posle upotrebe.
4. Epruvete treba postaviti u odgovajuće kontejnere za transport do laboratorije (vidi Poglavlje 15 o transportnim zahtevima) laboratorijskog objekta (vidi odeljak Transport uzoraka unutar laboratorije u ovom poglavlju). Zahtevani formulari treba stavljati u odvojene nepropusne vreće ili kovertе.
  5. Prijemno osoblje ne treba da otvara ove vreće.

### ***Otvaranje epruveta i sadržaja sa uzorcima***

1. Epruvete sa uzorcima otvaraju se u biološki bezbednim kabinetima.
2. Obavezno je nošenje rukavica. Takođe se mora nositi zaštita za oči i sluzokožu (zaštitne naočare i zaštitna maska za lice).
3. Zaštitnoj odeći treba dodati i plastičnu kecelju.
4. Zapušač treba držati pomoću parčeta papira ili gaze da bi se izbeglo rasipanje.

### ***Staklo i oštri predmeti***

1. Gde god je moguće staklo treba zameniti plastikom. Treba koristiti samo laboratorijski ocenjeno (borsilikatno staklo). Svaki predmet koji je otkinut ili naprsnut treba baciti.
2. Hipodermičke igle ne smeju se koristiti kao pipete (vidi odeljak o Izbegavanju ubrizgavanja zaraznog materijala u ovom poglavlju).

### ***Mikroskopski razmazi***

Fiksiranje i pravljenje mrlja od krvi, sputuma i fekalnih uzoraka za mikroskopiju ne ubija baš sve organizme i viruse na razmazima. Ovim predmetima treba rukovati pincetama, odlagati ih na prikladano mesto, dekontaminirati ili sterilisati pre uklanjanja.

### ***Automatizovana oprema (sonikatori, vorteks mikseri)***

1. Oprema treba da je zatvorenog tipa da bi se izbegla disperzija kapi i aerosola.
2. Otpadnu vodu treba sakupljati u zatvorenim posudama za dalju sterilizaciju ili uklanjanje.
3. Opremu treba dezinfikovati na kraju svake sesije, sledeći instrukcije proizvođača.

### ***Tkiva***

1. Treba koristiti formalinske fiksative.
2. Treba izbegavati zamrznuto segmentiranje. Kriostat treba da bude zaštićen kada je to neophodno, a operator treba da nosi sigurnosnu zaštitu preko lica. Radi dekontaminacije, temperatura instrumenta treba da bude podignuta najmanje za 20°C.

## **Dekontaminacija**

Za dekontaminaciju preporučuju se hipohloriti i dezinficijensi visokog nivoa. Rastvori sa sveže pripremljenim hipohloritom treba da sadrže hlor u količini od 1g/l za opštu upotrebu i 5g/l za slučaj prosipane krvi. Glutaraldehid se može koristiti za dekontaminaciju površina (vidi Poglavlje 14).

## **Mere predostrožnosti sa materijama koji mogu sadržati prione**

Prioni (takođe poznati kao “spori virusi”) se povezuju sa prenosivom spongiformnom encefalopatijom (TSE), naročito Creutzfeldt-Jakobovom bolešću (CJD; uljučujući i novi oblik), Gerstmann-Sträussler-Scheinkerovim sindromom, fatalnom porodičnom insomnijom i kuru kod ljudi; goveđom spongiformnom encefalopatijom (BSE) kod stoke; i drugim prenosivim encefalopatijama kod jelena, severnih jelena i krznara. Iako se CJD prenosi na ljude, nema dokazanih slučajeva laboratorijski povezanih infekcija bilo kojim od ovih agenasa. Ipak, mudro je poštovati određene mere predostrožnosti pri rukovanju materijalima sa zaraženih ili potencionalno zaraženih ljudi i životinja.

Izbor nivoa biološke bezbednosti za rad sa materijalima u vezi sa TSE zavisiće od prirode agensa i uzoraka koji se proučavaju, i treba ga preduzeti u konsultaciji sa nacionalnim organima vlasti. Najveće koncentracije priona su pronađene u tkivu centralnog nervnog sistema. Proučavanja životinja nam govore da se visoke koncentracije priona najverovatnije nalaze u slezini, timusu, limfi, limfnim čvorovima i plućima. Nedavne studije ukazuju da prioni u lingvalnom i skeletnom mišićnom tkivu takođe mogu predstavljati rizik infekcije (20 - 23).

Potpunu neaktivnost priona teško je postići. Važno je naglasiti upotrebu raspoloživih instrumenata gde god je to moguće i upotrebiti raspoloživu zaštitu radnih površina u biološki bezbednom kabinetu.

Glavna mera predostrožnosti preduzima se da bi se izbeglo unošenje kontaminiranih materijala u organizam ili ubod kože radnika u laboratoriji. Sledeće dodatne mere predostrožnosti treba preduzeti ako agensi nisu uništeni normalnim procesima laboratorijske dezinfekcije i sterilizacije.

1. Veoma se preporučuje upotreba posebno namenjene opreme, to jest opreme koja se ne deli sa ostalim laboratorijama.
2. Moraju se nositi raspoloživa laboratorijska zaštitna odeća (ogrtaci i kecelje) i rukavice (gumene rukavice ojačane čelikom za patologe).
3. Veoma se preporučuje upotreba raspoloživih plastičnih posuda, koje se mogu koristiti i baciti posle upotrebe kao suvi otpad.
4. Procesore tkiva ne treba koristiti zbog problema sa dezinfekcijom. Umesto toga mogu se koristiti tegle i plastične građuisani bokali.
5. Sve radnje izvode se u biološki bezbednim kabinetima.
6. Veliku pažnju treba posvetiti izbegavanju stvaranja aerosola, unošenja u organizam, i posekotina uboda kože .
7. Tkiva stavljena u formalin treba tretirati kao još uvek zarazna, čak i posle dužeg izlaganja u njemu.
8. Histološki uzorci koji sadrže prione uglavnom su neaktivni posle izlaganja trajanju od jednog časa u 96% restvoru mravlje kiseline.

9. Radni otpad, uključujući i rukavice za jednokratnu upotrebu, ogrtače i kecelje, treba sterilisati uz pomoć parnog sterilizatora na 134–137 °C ciklusu od 18 min, ili u šest uzastopnih ciklusa od 3 minuta praćenih insinercijom.
10. Instrumenti koji nisu za jednokratnu upotrebu, uključujući čelične mrežaste rukavice, moraju se sakupiti i dekontaminirati.
11. Otpadne vode zaražene prionima dekontaminiraju se natrijum hipohloridom koji sadrži hlor u količini 20g/l (2%) (kranji rastvor) u trajanju od 1h.
12. Procedure vaporizacije paraformaldehida ne umanjuju titre priona, i oni ostaju otporni na ultraljubičasto zračenje. Međutim, kabineti se moraju dekontaminirati standardnim metodama (tj. formaldehidnim gasom) da bi se deaktivirali drugi agensi koji mogu biti prisutni.
13. Biološki bezbedni kabineti kontaminirani prionima i ostale površine mogu biti dekontaminirani natrijum hiperhloridom koji sadrži hlor sa 20g/l u trajanju od 1h.
14. Visokoefikasni vazdušni filteri za čestice (HEPA) treba da budu spaljeni na minimalnoj temperaturi od 1000°C posle uklanjanja. Preporučuju se sledeći dodatni koraci u vezi sa sagorevanjem i to uključuje:
  - a. prskanje izložene strane filtera lakom za kosu pre uklanjanja
  - b. pakovanje filtera u toku njihovog skidanja
  - c. uklanjanje HEPA filtra iz radne prostorije tako da nedostupni plenum kabineta ne bude kontaminiran.
15. Instrumente treba potopiti u natrijum hipohlorid koji sadrži dostupan hlor na 20g/l (2%) u trajanju od 1h i onda isprati u vodi pre sterilizacije.
16. Instrumenti koji se ne mogu sterilisati mogu se očistiti ponavljanjem kvašenja natrijum hipohloridom koji sadrži dostupan hlor na 20g/l (2%) u trajanju preko 1h trajanja. Potrebno je odgovarajuće pranje da bi se odstranio preostali natrijum hipohlorit.

Za dalje informacije o rukovanju nekonvencionalnim agensima videti reference (12), (26) i (27).

# 13. Planovi za nepredviđene situacije i procedure za vanredna stanja

Svaka laboratorija koja radi sa infektivnim mikroorganizmima treba da odredi mere predostrožnosti koje odgovaraju opasnostima od organizama i životinja sa kojim se rukuje.

Napisani plan za postupanje u akcidentima u laboratoriji i objektima sa životinjama je potreba u svakom objektu koji radi ili skladišti mikroorganizme rizičnih grupa 3 i 4 (izolovana laboratorija - Nivo 3 biološke bezbednosti i maksimalno izolovana laboratorija - Nivo 4 biološke bezbednosti). Nacionalne i/ili lokalne zdravstvene vlasti treba uključiti u razvoj plana priparavnosti u slučaju nesreće.

## Plan za nepredviđene situacije

Treba da omogući operativne procedure za:

1. Mere predostrožnosti za slučaj prirodnih nepogoda, to jest požara, poplave, zemljotresa i eksplozije
2. Procene rizika biološke opasnosti
3. Postupak i dekontaminaciju u slučaju nesreće
4. Hitnu evakuaciju osoblja i životinja iz prostorija
5. Hitni medicinski tretman izloženih i povređenih osoba
6. Medicinsko nadgledanje izloženih osoba
7. Kliničko zbrinjavanje izloženih osoba
8. Epidemiološku istragu
9. Post-incidentni nastavak rada.

U razvoju ovog plana sledeće probleme treba razmotriti kao dodatak:

1. Identifikaciju organizama visokog rizika
2. Lokaciju oblasti visokog rizika, to jest laboratoriju, prostor za skladištenje, objekte sa životinjama
3. Identifikaciju osoblja i populacije izloženih riziku
4. Identifikaciju odgovornog osoblja i njihovih dužnosti, to jest službenika za biološku bezbednost, osoblja bezbednosti, lokalnog organa vlasti, kliničkog osoblja, mikrobiologa, veterinaru, epidemiologa, vatrogasne i policijske službe
5. Listu objekata za tretman i izolaciju koji mogu primiti izložene i zaražene osobe
6. Transport izloženih i zaraženih
7. Liste imunoseruma, vakcina, lekova, specijalne opreme i zaliha
8. Dodatnu opremu za hitne slučajeve, na primer zaštitnu odeću, dezinficijense, hemijske i biološke komplete za rukovanje prosutom tečnošću, opremu za dekontaminaciju i zalihe.

## Postupci za vanredna stanja u mikrobiološkim laboratorijama



### ***Povrede nastale ubodom, posekotine i ogrebotine***

Osoba koja je izložena dejstvu treba da odstrani zaštitnu odeću, opere ruke i svaki izloženi deo, upotrebi odgovarajući kožni dezinficijens, i potraži medicinsku pomoć ako je to potrebno. Uzrok povrede i organizme koji mogu biti uključeni treba prijaviti, a odgovarajuće kompletne medicinske izveštaje čuvati.

### ***Unošenje u organizam potencijalno zaraznog materijala***

Zaštitnu odeću treba ukloniti i potražiti medicinsku pomoć. Treba prijaviti identifikaciju unešenog materijala u organizam i okolnosti incidenta, i za sve ovo treba imati odgovarajuću i kompletnu medicinsku dokumentaciju.

### ***Oslobađanje potencijalno infektivnih aerosola (van biološki bezbednih kabineta)***

Sve osobe treba smesta da napuste ugroženo područje i svaka od njih treba da se podvrgne medicinskom pregledu. Nadležnog za laboratoriju i službenika zaduženog za biološku bezbednost treba momentalno informisati. Niko ne treba da ulazi u prostoriju neko odgovarajuće vreme (oko 1h), kako bi se omogućilo da se aerosoli prenesu i da se veće čestice slegnu. Ako laboratorija nema centralni izduvni sistem, ulaženje treba odgoditi (oko 24h).

Treba postaviti oznake koji ukazuju da je ulaz zabranjen. Posle odgovarajućeg vremena, treba nastaviti sa dekontaminacijom koju nadgleda službenik za biološku bezbednost. Treba nositi odgovarajuću zaštinu odeću kao i respiratornu zaštitu.

### ***Slomljeni kontejneri i prosute infektivne supstance***

Slomljeni kontejneri, kontaminirani infektivnim materijama i prosute supstance treba prekriti platnenim ili papirnatim ubrusima. Potrebno ih je prelitati dezinficijensima i ostaviti ih tako neko odgovarajuće vreme. Ubrusi od papira ili tkanine kao i slomljeni materijal mogu se ošistiti, dok komadiće stakla treba ukloniti pincetom. Kontaminirano područje treba obrisati dezinficijensom. Ako se đubravnici koriste za čišćenje slomljenog materijala, treba ih sterilisati ili ostaviti u dezinficijensu. Tkanine, papirne ubruse i džogere koji se koriste za čišćenje treba odložiti u kontejner za kontaminirani otpad. Tokom svih ovih procedura treba nositi zaštitne rukavice.

Ako su laboratorijski formulari ili drugi papirni pisani materijal kontaminirani, informacije treba prepisati u drugi formular, a originale baciti u kontejner za kontaminirani otpad.

### ***Lom epruveta koje sadrže potencijalno infektivni materijale u centrifugama koje nemaju posude sa hermetičkim zatvaranjem***

Ako se dogodi ili se sumnja na lomljenje epruveta dok mašina radi, treba isključiti motor i ostaviti uređaj zatvoren (oko 30min) da bi se omogućilo taloženje. Ako je otkrivena lomljava po zaustavljanju rada mašine, poklopac treba odmah zatvoriti i tako ga ostaviti (na pr. oko 30 min). U oba slučaja treba informisati nadležnog za biološku bezbednost. Za sve naredne operacije potrebno je nositi jake rukavice (od

debele gume), presvučene odgovarajućim rukavicama za jednokratnu upotrebu, ako je neophodno. Pinceta ili pamučna vata koriste se za sakupljanje komadića stakla.

Sve slomljene epruvete, fragmenti stakla, posude, stalci i rotor potapaju se u dezinficijens za koji se zna da deluje protiv organizama o kojima je reč (vidi poglavlje 14). Cele, zatvorene epruvete ostavljaju se u dezinficijens u odvojenim kontejnerima.

Bubanj treba obrisati istim dezinficijensom, u odgovarajućem rastvoru, a onda ponovo obrisati, oprati vodom i osušiti. Sve materijale korišćene u čišćenju treba tretirati kao infektivni materijal.

### ***Lomljenje epruveta unutar hermetički zatvorenih posuda (sigurnosne posude)***

Sve hermetički zatvorene posude za centrifugu treba puniti i prazniti u biološki bezbednim kabinetima. Ako se sumnja na lomljavu unutar zaštitne šolje, nju treba olabaviti, a posudu sterilisati. Druga mogućnost je da se zaštitna šolja hemijski dezinfekuje.

### ***Požar i prirodne nepogode***

Vatrogasne i druge službe moraju biti uljučene u razvoj planova za pripravnost u slučaju nesreće. Treba im reći unapred koje prostorije sadrže potencijalno infektivne materijale. Dobro je, na obostranu korist, ovim službama organizovati posete laboratoriji, kako bi bile upoznate sa njenim rasporedom i sadržajem.

Posle prirodne nepogode, lokalne i nacionalne hitne službe upozoravaju se za slučaj potencijalnih opasnosti unutar i/ ili oko laboratorijskih zgrada. One treba da uđu samo u prisustvu obučenog laboratorijskog radnika. Infektivni materijal treba sakupljati u nepropusne kutijame ili jače vreće za jednokratnu upotrebu.

Sklanjanje ili krajnje odlaganje treba da bude određeno od strane osoblja za biološku bezbednost na osnovama lokalnog statuta.

### ***Hitne službe: kome se obratiti***

Sledeći brojevi telefona i adrese treba da budu vidno izloženi u objektu:

1. Institucija ili sama laboratorija (adresa i lokacija ne moraju se detaljno znati od strane onog koji poziva ili pozvane službe)
2. Upravnik institucije ili laboratorije
3. Šef laboratorije
4. Službenik za biološku bezbednost
5. Vatrogasna služba
6. Bolnice/ hitne službe/ medicinsko osoblje (imena klinika, odeljenja i/ ili medicinskog osoblja ako je moguće)
7. Policija
8. Medicinski službenik
9. Odgovorni tehničar
10. Vodovod, gas i elektrodistribucija

### ***Oprema za vanredne situacije***

Sledeća oprema za vanredne situacije mora biti dostupna:

1. Komplet za prvu pomoć, koji uključuje univerzalne i specijalne protivtrove
2. Odgovarajući protivpožarni aparati, čebad za gašenje požara.

Takođe se predlaže sledeće, ali može se razlikovati zavisno od lokalnih okolnosti:

1. Kompletna zaštitna odeća (jednodelni kombinezoni, rukavice i pokrivači za glavu - za incidente koji uključuju mikroorganizme rizičnih grupa 3 i 4)
2. Zaštitne maske za lice sa respiratorima sa odgovarajućim hemijskim i posebnim filterskim kanisterima.
3. Aparatura za dezinfekciju prostorija, tj. sprejevi i formaldehidni raspršivači
4. Nosila
5. Alati, čekići, sekire, kompleti ključeva za zavrtnje, odvrtiči, merdevine, konopci
6. Oprema za demarkaciju i obeležavanje oblasti opasnosti.

Za dalje informacije vidi reference (12) i (28).

# 14. Dezinfekcija i sterilizacija

Osnovno znanje o dezinfekciji i sterilizaciji je od ključne važnosti za biološku bezbednost u laboratoriji. Pšto vrlo prljavi predmeti ne mogu biti brzo dezinfikovani ili sterilisani, podjednako je važno razumeti osnove čišćenja pre dezinfikovanja. U vezi sa ovim, sledeći opšti principi primenjuju se na sve poznate klase mikrobioloških patogena.

Zahtevi za specifičnom dekontaminacijom zavisiće od vrste eksperimentalnog rada i prirode infektivnih agenasa sa kojima se rukuje. Ovde date opšte informacije mogu se koristiti za istovremeni razvoj standardizovanih i specifičnih procedura u radu sa biohazardima uključenim u određenoj laboratoriji. Dezinficijensi su specifični za svaki materijal i proizvođača. Stoga, sve preporuke za upotrebu dezinficijensa treba da prate specifikacije proizvođača.

## Definicije

U upotrebi je više različitih izraza za dezinfekciju i sterilizaciju. Sledeći su česti za biološku bezbednost:

**Antimikrobni** - agens koji ubija mikroorganizme i potiskuje njihov rast i razmnožavanje.

**Antiseptik** - supstanca koja sprečava rast i razvoj mikroorganizama bez nepotrebnog ubijanja istih. Antiseptici se obično upotrebljavaju na površini tela.

**Biocid** - opšti izraz za bilo koji agens koji ubija mikroorganizme.

**Hemijski germicid** - hemikalija ili mešavina hemikalija koja se obično koristi za ubijanje mikroorganizama.

**Dekontaminacija** – svaki proces za uklanjanje i/ili ubijanje mikroorganizama. Isti izraz se takođe koristi za odstranjivanje ili neutralizaciju opasnih hemikalija i radioaktivnih materijala.

**Dezinficijens** - hemikalija ili mešavina hemikalija koja se koristi za ubijanje mikroorganizama, ali ne i spora. Dezinficijensi se obično primenjuju na predmetima.

**Dezinfekcija** – u fizičkom ili hemijskom smislu odnosi se na ubijanje mikroorganizama, ali ne i spora.

**Mikrobiocid** - hemikalija ili mešavina hemikalija koja ubija mikroorganizme. Izraz se često koristi umesto “biocida”, “hemijskih germicida” ili “antimikrobskog”.

**Sporocid** - hemikalija ili mešavina hemikalija koja se koristi za ubijanje mikroorganizama i spora.

**Sterilizacija** - proces koji ubija i/ili odstranjuje sve klase mikroorganizama i spora.

### Čišćenje laboratorjskog materijala

Čišćenje je odstranjivanje prljavštine, organske materije ili fleka. Uključuje četkanje, usisavanje, brisanje prašine, pranje ili kvašenje vodom koja sadrži sapun ili deterdžent. Prljavština, zemlja i organski materija mogu štiti mikroorganizme i mogu uticati na efikasnost dekontaminanata (antispetici, hemijski germicidi i dezinficijensi).

Predčišćenje je bitno da bi se postigla pravilna dezinfekcija ili sterilizacija. Mnogo germicidalnih proizvoda deluje samo na unapred očišćenim predmetima. Predčišćenje se mora obaviti pažljivo kako bi se izbeglo izlaganje infektivnim agensima.

Takođe je potrebno koristiti hemijski kompatibilne materijale sa germicidima koji se primenjuju kasnije. Uobičajeno je da se upotrebljavaju isti hemijski germicidi za predčišćenje i dezinfekciju.

### Hemijski germicidi

Više vrsta hemikalija se može koristiti kao dezinficijens ili antiseptik. Kako postoji sve veći broj i raznolikost komercijalnih proizvoda, formulacije se moraju pažljivo odabrati za specifične potrebe.

Bakterijska aktivnost mnogih hemikalija je brža i bolja na višim temperaturama. U isto vreme, više temperature mogu ubrzati njihovo isparenje i degradaciju. Posebna pažnja je potrebna u upotrebi i skladištenju takvih materijala u tropskim oblastima, gde njihov rok upotrebe može biti skraćen zbog visokih temperatura ambijenta. Mnogi germicidi mogu biti štetni po ljude i okolinu. Oni se selektuju, skladište, upotrebljavaju i odlažu, pažljivo sledeći instrukcije proizvođača. Za ličnu bezbednost, rukavice, kecelje i zaštita za oči se preporučuju u pripremi rastvora hemijskih germicida.

Za redovno čišćenje podova, zidova, opreme i nameštaja, ne zahtevaju sa hemijski germicidi. Međutim, njihova upotreba je primerena u određenim slučajevima kontrole širenja zaraze.

Pravilna upotreba hemijskih germicida doprineće bezbednosti na radnom mestu i smanjiti rizik od zaraznih agenasa. Broj germicidalnih hemikalija treba ograničiti iz ekonomskih razloga, kontrole inventara i ograničenja zagađenja okoline u što je moguće većoj meri.

Klase hemijskih germicida, koje se obično koriste, opisane su ispod, sa opštim informacijama o njihovoj primeni i profilima bezbednosti. Dok se drugačije ne označi, koncentracije germicida su date u masi po zapremini (w/v). Tabela 12 rezimira preporučene rastvore jedinjenja koja oslobađaju hlor.

Tabela 12. **Preporučeni rastvori jedinjenja koja oslobađaju hlor.**

	“ČISTI ” USLOVI” <sup>a</sup>	“PRLJAVI” USLOVI” <sup>b</sup>
potreban hlor koji se zahteva	0.1% (1 g/l)	0.5% (5 g/l)
Rastvor natrijum hipohlorita (5% potrebnog hlora)	20 ml/l	100 ml/l
Kalcijum hipohlorit (70% potrebnog hlora)	1.4 g/l	7.0 g/l
Prah natrijum dihloroizocijanuata (60% potrebnog hlora)	1.7 g/l	8.5 g/l
Tablete natrijum dihloroizocijanuata (1.5 g potrebnog hlora po tableti)	1 tableta po litru	4 tablete po litru
Hloramin (25% potrebnog hlora) <sup>c</sup>	20 g/l	20 g/l

<sup>a</sup> Posle odstranjivanja gomile materijala

<sup>b</sup> Za natapanje, na primer na krvi ili pre odstranjivanja gomile materijala

<sup>c</sup> Vidi tekst

### **Hlor (natrijum hipohlorit)**

Hlor, brzo delujući oksidant, široko je dostupan, i spada u hemijske germicide širokog spektra dejstva. Normalno se prodaje kao izbeljivač, vodeni rastvor natrijum hipohlorita (NaOCl), koji se može rastvoriti u vodi za različite koncentracije dostupnog hlora.

Hlor, posebno izbeljivač, je visoko alkalni i može biti korozivan za metal. Njegova aktivnost je značajno umanjena organskom materijom (proteinom). Skladištenje zaliha ili rad sa izbeljivačem u otvorenim kontejnerima, posebno na višim temperaturama, oslobađa gas hlor i na taj način slabi bakterijski potencijal. Frekvencija kojom treba menjati radne rastvore izbeljivača zavisi od njihove početne snage, vrste (na primer sa ili bez poklopca) i veličine kontejnera, frekvencije i vrste upotrebe i uslova ambijenta. Opšta je preporuka da rastvori materijala sa visokim nivoima organske materije treba menjati najmanje svakog dana nekoliko puta na dan, dok oni sa manjom frekvencijom upotrebe mogu da traju duže od nedelje.

Dezinficijensi za opštu upotrebu u laboratoriji treba da imaju koncentraciju 1g/l potrebnog hlora. Jači rastvor, sadrži 5g/l potrebnog hlora, preporučuje se u radu sa biohazardnim prosutim materijalima i u prisustvu velike količine organske materije. Rastvori sa natrijum hipohloritom, kao kućnim izbeljivačem, sadrže 50g/l potrebnog hlora i zato se rastvaraju u odnosima 1:50 ili 1:10 da bi se dobile koncentracije 1g/l odnosno 5g/l. Industrijski rastvori izbeljivača sadrže koncentraciju natrijum hipohlorita blizu 120 g/l i zato se moraju rastvarati tako da održe nivoe na koje je ukazano.

Granule ili tablete kalcijum hipohlorita (Ca(ClO)<sub>2</sub>) generalno sadrže 70% potrebnog hlora. Prpremljeni rastvori sa granulama ili tabletama, koji sadrže 1.4 g/l i 7.0 g/l, tada će sadržati 1.0 g/l odnosno 5.0 g/l potrebnog hlora.

Izbeljivač se ne preporučuje kao antiseptik, ali se može koristiti kao dezinficijens opšte upotrebe i za potapanje materijala koj ne sadrže metale. U vanrednim situacijama, izbeljivač se može koristiti za dezinfekciju pijaće vode, sa krajnom koncentracijom od 1 do 2 mg/l potrebnog hlora.

Gas hlor je veoma toksičan. Zato se izbeljivač mora čuvati samo na dobro provetranim mestima. Izbeljivač se ne sme mešati sa kiselinama kao preventiva brzom oslobađanju gasa hlora. Mnogi nusproizvodi hlora mogu biti štetni za ljude i okolinu, tako da ih treba izbegavati.

### **Natrijum dihlorizocijanurati**

Natrijum dihlorizocijanurat (NaDCC) u obliku praha sadrži 60% potrebnog hlora. Rastvori sa prahom NaDCC sa 1.7 g/l i 8.5 g/l sadržeće 1 g/l odnosno 5 g/l potrebnog hlora. Uopšteno, tablete NaDCC ekvivalent su sadržaju od 1.5 g/l hlora po tableti. Jedna ili četiri tableta rastvorenih u 1l vode daće aproksimativno potrebne koncentracije od 1g /l odnosno 5 g/l. Prah ili tablete NaDCC su lake i nisu teške za čuvanje. Čvrst NaDCC može se upotrebiti kod prosute krvi ili drugih biološki opasnih tečnosti i ostaviti 10 minuta pre odstranjivanja.

Dalje čišćenje ugroženog mesta može se nastaviti.

### **Hloramini**

Hloramini su dostupni kao prah koji sadrži oko 25% potrebnog hlora. Oni oslobađaju hlor sporije nego hipohloriti. Stoga su potrebne više inicijalne koncentracije zbog efikasnosti ekvivalentne onoj kod hipohlorita. Drugačije rečeno, rastvori hloramina nisu dezaktivirani organskom materijom kao rastvori hipohlorita, a koncncracije od 20 g/l preporučuju za "čiste" i "prljave" situacije.

Rastvori hloramina nemaju miris. Međutim, predmeti nakvašeni njima moraju se potpuno isprati kako bi se odstranili ostaci nagomilanih dodataka (natrijum tozilhloramid) u sastavu hloramin-T praška.

### **Hlor dioksid**

Hlor dioksid ( $\text{ClO}_2$ ) je snažan i brzo delujući germicid, dezinficijensni agens i oksidant, za koji se često kaže da je aktivan na onim nivoima koncentracija nižim od potrebnih kod onih sa hlorom u izbeljivaču. Dioksid hlora je nestabilan kao gas i prilikom razlaganja u gas hlor ( $\text{Cl}_2$ ) i kiseonik ( $\text{O}_2$ ) oslobodiće toplotu. Međutim, hlor dioksid je rastvorljiv u vodi i stabilan u vodenom rastvoru. Hlor dioksid se može dobiti na dva načina: (1) na licu mesta mešanjem dve odvojene komponente, hlorovodonične kiseline (HCl) i natrijum hlorita ( $\text{NaClO}_2$ ); (2) naručivanjem stabilnog oblika, koji se aktivira na licu mesta kada se zahteva njegova upotreba.

Od svih oksidirajućih biocida, hlor dioksid je najselektivniji oskidant. Ozon i hlor reaktivniji su od hlor dioksida, i koristi ih većina oraganskih jedinjenja. Hlor dioksid, međutim, reaguje samo sa redukovanim jedinjenjima sumpora, sekundarnim i tercijalnim aminima, i nekim drugim više redukovanim i organskim jedinjenjima.

Zbog toga, hlor dioksidom se može postići stabilniji ostatak pri mnogo nižim dozama u odnosu kada sa koriste ili hlor ili ozon. Pravilno generisan, u slučajevima višeg organskog punjenja, zbog svoje selektivnosti, hlor dioksid se može efektivnije koristiti od hlora ili ozona.

### **Formaldehid**

Formaldehid (HCHO) je gas koji ubija sve mikroorganizme i spore na temperaturama iznad 20°C, ali nije aktivan protiv priona.

Formaldehid je relativno spor i treba mu nivo vlage od oko 70%. Na tržištu se nalazi kao čvrst polimer, paraformaldehid, u pahuljicama i tabletama, kao formalin, rastvor gasa u vodi od oko 370g/l (37%), koji sadrži metanol 100% kao sabilizator. Obe formule se zagrevaju da oslobode gas koji se koristi za dekontaminaciju i dezinfekciju slobodnih zapremina kao što su bezbedni kabineti i prostorije ( vidi odeljak o Lokalnoj dekontaminaciji okoline u ovom poglavlju). Formaldehid (5% formalin u vodi) može se koristiti kao tečni dezinficijens.

Formaldehid se smatra kancerogenim. To je opasan, iritirajući gas koji ima oštar miris, i njegova para može iritirati oči i sluzokožu. Zbog toga se mora čuvati u digestoru ili dobro provetravanim prostorijama. Nacionalni propisi za hemijsku bezbednost se moraju poštovati.

### **Glutaraldehid**

Kao formaldehid, glutaraldehid (OHC(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CHO) je takođe aktivan protiv vegetativnih bakterija, spora, gljiva i lipidnih i nelipidnih virusa. Nekorozivan je i bržeg dejstva od formaldehida. Međutim, glutaraldehidu je potrebno nekoliko sati da bi se ubile bakterijske spore.

Generalno govoreći, glutaraldehid se isporučuje kao rastvor u koncentraciji od oko 20 g/l (2%) i neki proizvodi se “aktiviraju” (baznog porekla) pre upotrebe, dodavanjem bikarbonatnih jedinjenja, koji idu uz proizvod. Aktivirani rastvor može se ponovo upotrebiti za 1-4 nedelje zavisno od formulacije, tipa i frekvencije upotrebe. Neki proizvodi imaju štapiće koji daju samo grubu indicaciju nivoa aktivnog glutaraldehida potrebnog u upotrebljivim rastvorima. Glutaraldehidni rastvori se odbacuju ako postanu turbidni.

Glutaraldehid je otrovan, iritira kožu i sluzokožu, pa se kontakt sa njim mora izbegavati. Mora se koristiti u digestor ili dobro provetravanim prostorima. Ne preporučuje se kao sprej ili rastvor za dekontaminaciju okoline. Moraju se poštovati nacionalni propisi za bezbednost.

### **Jedinjenja fenola**

Jedinjenja fenola, šira grupa agenasa, bila su među najranijim germicidima. Međutim, skorije mere bezbednosti ograničavaju njihovu upotrebu. Aktivni su protiv vegetativnih bakterija i lipidnih virusa, i kada su pravilno formulisana, takođe su aktivni protiv mikobakterija.



Nisu aktivni protiv spora i njihova aktivnosti protiv nelipidnih virusa je promenljiva. Mnogo proizvoda na bazi fenola koristi se za dekontaminaciju okoline, a neki (triklosan i hloroksilenol) su među često korišćenim antisepticima.

Triklosan je čest u proizvodima za pranje ruku. Uglavnom je aktivan protiv vegetativnih bakterija i siguran za kožu i sluzokožu. Međutim, u laboratorijskim istraživanjima, bakterije otporne na manje koncentracije triklosana takođe pokazuju otpornost na određene vrste antibiotika. Značaj ovog saznanja ostaje nepoznat.

Neka jedinjenja fenola su osetljiva i mogu biti nedelotvorna zbog tvrdoće vode, pa se tako moraju rastvarati destilovanom ili dejonizovanom vodom.

Jedinjenja fenola se ne preporučuju za korišćenje na površinama za kontakt sa hranom i prostorijama sa malom decom. Guma ih može absorbovati i takođe probiti kožu. Nacionalni propisi za hemijsku bezbednost se moraju poštovati.

### **Kvaternarna jedinjenja amonijaka**

Više vrsta ovih jedinjenja koristi se kao miksture i često u kombinaciji sa drugim germicidima, kao što su alkoholi. Imaju dobru aktivnost protiv nekih vegetativnih bakterija i lipidnih virusa. Određene vrste (na primer benzalkonium hlorid) se koriste kao antiseptici.

Germicidalna aktivnost određenih vrsta kvaternarnih jedinjenja amonijaka je prilično umanjena organskom materijom, čvrstoćom vode i anjonskih deterdženata. Stoga je potrebno pažljivo selektovati agense za predčišćenje kada se kvaternarna jedinjenja amonijaka koriste za dezinfekciju. Potencijalno štetne bakterije mogu narasti u rastvorima kvaternarnih jedinjenja amonijaka. Zahvljujući niskoj biodegradibilnosti, ova jedinjenja se mogu akumulirati u okolini.

### **Alkoholi**

Etanol (etil alkohol,  $C_2H_5OH$ ) i propanol 2 (izopropil alkohol,  $(CH_3)_2CHOH$ ) imaju slične dezinficijenske karakteristike. Aktivni su protiv vegetativnih bakterija, gljiva i lipidnih virusa, ali nisu aktivni protiv spora. Njihovo dejstvo na nelipidne viruse je promenljivo. Za najveću efektivnost treb ih koristiti u koncentracijama od oko 70% (w/v) u vodi: više ili niže koncentracije ne moraju biti germicidalne. Glavna prednost vodenih rastvora alkohola je ta što oni ne ostavljaju nikakve ostatke na obrađenim predmetima.

Miksture sa drugima agensima efektivnije su nego on sam, to jest 70% (w/v) alkohola sa 100 g/l formaldehida, i alkohol koji sadrži 2 g/l potrebnog hlora. Vodeni rastvor etanola od 70% može se upotrebiti na koži, radnim površinama laboratorije, u biološki bezbednim kabinetima, i za kvašenje malih delova na hirurškim instrumentima. Pošto etanol može da osuši kožu, često se meša sa razblaživačima. Preporučuju se alkoholne vlažne maramice za dekontaminaciju malo uprljanih ruku u situacijama gde je pravilno pranje ruku teško ili nemoguće. Međutim, mora se zapamtiti da etanol nije efektivan protiv spora i možda ne može ubiti sve vrste

nelipidnih virusa.

Alkoholi su isparivi i zapaljivi i ne smeju se koristiti u blizini otvorenog plamena. Radne rastvore treba skladištiti u propisne kontejnere da bi se izbegla alkoholna isparenja. Alkoholi mogu očvrnuti gumu i razgraditi određene vrste lepka. Pravilan inventar i skladištenje etanola u laboratoriji je veoma važno da bi se izbegla njegova upotreba u svrhe koje ne potpadaju pod dezinfekciju. Boce sa rastvorima alkohola moraju biti jasno obeležene da bi se izbegla sterilizacija.

### **Jod i jodoform**

Dejstva ovih dezinficijenasa su slična onima sa hlorom, mada organske materije u nešto manjoj meri umanjuju njihovo dejstvo. Jodom se mogu premazivati fabričke i spoljne površine i nije prikladno upotrebljavati ga kao dezinficijens. Drugačije rečeno, jodoform i tinkture joda su dobri antiseptici. Povidon-jod je pouzdan i siguran za čišćenje u hirurgiji i kao predoperativan kožni antiseptik. Antiseptici na bazi joda neprikladni su za upotrebu na medicinskim/zubarskim uređajima. Jod ne treba koristiti na aluminijumu ili bakru.

Jod može biti toksičan. Organski proizvodi bazirani na jodu moraju se čuvati na temperaturi od 4 - 10 °C da bi se izbegao razvoj potencijalno štetnih bakterija u njemu.

### **Vodonik peroksid i peracidi**

Kao i hlor, vodonik peroksid ( $H_2O_2$ ) i peracidi su jaki oksidanti i mogu biti važni germicidi širokog spektra. Za ljude i okolinu oni su takođe sigurniji od hlora.

Vodonik peroksid se može naći kao unapred pripremljen 3% rastvor ili kao 30% vodeni rastvor koji se rastvara u 5-10 puta veću zapreminu sterilisane vode. Međutim, takvi 3-6% rastvori vodonik peroksida sami su relativno spori i ograničeni kao germicidi. Danas dostupni proizvodi imaju druge sastojke za stabilizaciju sadržaja vodonik peroksida, da ubrzaju njegovu germicidno dejstvo i učine ga manje korodivnim. Vodonik peroksid se može koristiti za dekontaminaciju radnih površina, laboratorijskih stolova i biološki bezbednih kabineta, a jači rastvori mogu biti prikladni za dezinfekciju medicinskih/stomatoloških uređaja osetljivih na toplotu. Upotreba isparenog vodonik peroksida ili parasetične kiseline ( $CH_3COOH$ ) za dekontaminaciju medicinske/zubarske opreme osetljive na toplotu zahteva specijalizovanu opremu.

Za metale kao što su aluminijum, bakar, mesing i cink, vodonik peroksid i peracidi mogu biti korozivni, i mogu skinuti boju sa proizvoda, kose, kože i sluzokože. Predmeti obrađeni njima moraju biti u potpunosti oprani pre kontakta sa očima i sluzokožom. Njih uvek treba čuvati što dalje od toplote, zaštićene od svetla.

### **Dekontaminacija lokalne sredine**

Dekontaminacija laboratorijskog prostora, nameštaja i opreme zahteva kombinaciju tečnih i gasnih dezinficijenasa. Površine se mogu dekontaminirati korišćenjem rastvora natrijum hipohlorita ( $NaOCl$ ); rastvor koji sadrži 1 g/l potrebnog hlora može biti

odgovarajući za opštu sanaciju okoline, ali jači rastvori (5g/l) se preporučuju u situacijama visokog rizika. Za dekontaminaciju okoline formulom propisani rastvori koji sadrže 3% vodonik peroksida ( $H_2O_2$ ) su odgovarajuće zamene za rastvore izbeljivača.

Prostorije i oprema se dekontaminiraju fumigacijom formaldehidnim gasom koji se dobija zagrevanjem paraformaldehida ili kuvanjem formalina. Ovaj proces je veoma opasan i zahteva posebno obučeno osoblje. Sve otvore treba zatvoriti (prozori, vrata, itd.) zaštinom trakom ili nečim sličnim pre nego što se gas generiše. Fumigaciju treba obavljati pri temperaturi ambijenta od najmanje 21°C i pri relativnoj vlažnosti od 70 % (vidi odeljak o Dekontaminaciji biološki bezbednih kabineta u ovom poglavlju.)

Posle fumigacije prostoriju se mora potpuno provetravati pre nego što se dozvoli osoblju da uđe. Svako mora da nosi odgovarajuće zaštitne maske prilikom ulaska u prostoriju pre nego što se ona provetri. Gasni amonijum bikarbonat može se upotrebljavati za neutralizovanje formaldehida. Dimljenje manjih prostorija parom vodonik peroksida je takođe efektivno, ali za stvaranje pare zahteva specijalnu opremu.

### **Dekontaminacija biološki bezbednih kabineta**

Za dekontaminaciju biološki bezbednih kabineta Klase 1 i Klase 2 dostupna je oprema koja nezavisno stvara, cirkuliše i neutrališe gas formaldehid. Odgovarajuća količina paraformaldehida (krajnja koncentracija od 0.8% paraformaldehida u vazduhu) se eventualno može postaviti u tiganj na vreloj električnoj ploči. Drugi tiganj koji sadrži 10% više amonijum bikarbonata od paraformaldehida, na drugoj vreloj ploči, je takođe postavljen unutar kabineta. Priključci ploče su van kabineta, tako da se tiganjima upravlja od spolja tako što se ploče uključuju i isključuju ako je to potrebno. Ako je relativna vlažnost ispod 70 %, treba postaviti otvoren kontejner sa vrelom vodom u kabinet pre nego što se prednji poklopac zapečati i zalepi jačom zaštitnom samolepljivom trakom. Jaka zaštitna folija lepi se preko prednjeg otvora i izduvnog otvora da se osigura da gas ne prodre u prostoriju. Električne izvode koji štrče kroz prednji poklopac takođe treba obaviti i zatvoriti trakom.

Ploča za formaldehidni tiganj je uključena, a isključuje se kada ispari sav paraformaldehid. Kabinet treba ostavi ovako najmanje 6 sati. Onda treba uključiti ploču za drugi tiganj i postići da amonijum bikarbonat ispari. Ova ploča se isključuje i ventilator u kabinetu se uključi u dva intervala vremena od po 2s da bi se omogućila cirkulacija amonijum bikarbonatnog gasa. Kabinet treba ostaviti ovako 30 minuta pre nego što se poklopac (ili zaštitna plasična folija) i zaštitna folija sa izduvnog otvora ne odstrane. Površine kabineta treba brisati nadole da bi se, pre upotrebe, odstranili ostaci.

## **Pranje ruku/ dekontaminacija ruku**

Pri rukovanju biohazardnim materijalima, treba nositi odgovarajuće rukavice kad god je to moguće. Međutim, ovo ne zamenjuje potrebu da osoblje laboratorije stalno i pravilno pere ruke. One se moraju prati posle rukovanja biohazardnim materijalima, životinjama, kao i pre odlaska iz laboratorije.

U većini slučajeva, temeljno pranje ruku običnim sapunom i vodom dovoljno je da se one dekontaminiraju, ali se upotreba germicidalnih sapuna preporučuje u situacijama visokog rizika. Ruke u potpunosti treba nasapunjati, trljanjem, najmanje 10 sekundi, isprati u čistoj vodi, i osušiti papirnim ubrusom ili peškirom (ali se može koristiti i električni sušač ruku, ako je dostupan).

Preporučuju se slavine kojima se može rukovati stopalom ili laktom. Gde ih nema, mogu se koristiti papirni ubrusi/peškiri da bi se slavina isključila i izbegla kontaminacija opranih ruku.

Kao što je prethodno pomenuto, mogu se koristiti vlažne alkoholne maramice da bi se blago dekontaminirale ruke kada odgovarajuće pranje nije dostupno.

## **Dezinfekcija toplotom i sterilizacija**

Toplota je najčešća među fizičkim sredstvima koja se koriste za dekontaminaciju patogena. “Suva” toplota, koja je u potpunosti nekorzivna, koristi se za obradu mnogih predmeta u laboratoriji koji mogu izdržati temperature do 160°C ili više za periode od 2 do 4 sata. Paljenje ili insineracija (videti dole) je takodje oblik suve toplote. “Vlažna” toplota je efektivna kada se koristi u obliku parne sterilizacije.

Prokuvavanje obično ne znači i ubijanje svih mikroorganizama ili patogena, ali se može koristiti kao minimalni proces za dezinfekciju gde drugi metodi (hemijska dezinfekcija ili dekontaminacija parnom sterilizacijom) nisu primenljivi ili dostupni.

Sterilisanim predmetima se mora tako rukovati i odlagati tako da oni ostanu nekontaminirani dok se opet ne koriste.

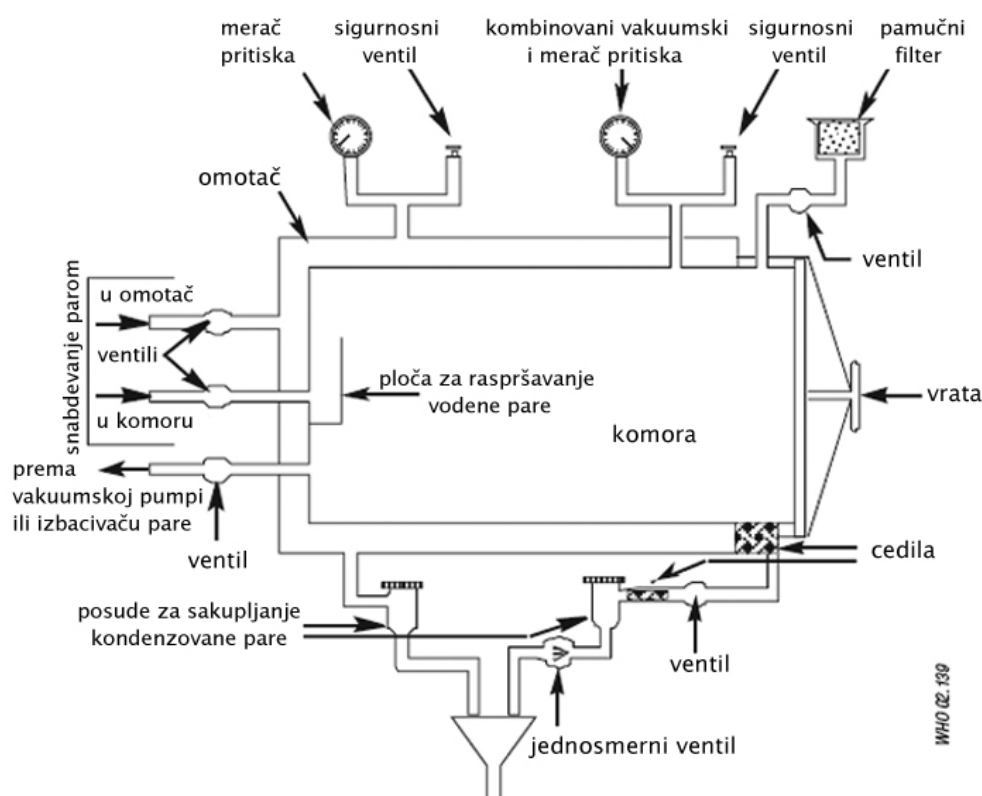
## **Parna sterilizacija - Autoclaving**

Zasićena para pod pritiskom (autoclaving) je najefektivnije i najstabilnije sredstvo sterilizacije laboratorijskih materijala. U većini primena, sledeći ciklusi osiguraće sterilizaciju pravilno napunjenih autoklava:

1. 3 min držati na 134°C
2. 10 min držati na 126°C
3. 15 min držati na 121°C
4. 25 min držati na 115°C

Primeri različitih autoklava uključuju sledeće.

***Sterilizator sa gravitacionim pomakom pare.*** Slika 10. pokazuje opštu konstrukciju sterilizator sa gravitacionim pomakom pare. Para ulazi u komoru pod pritiskom i potiskuje teži vazduh na dole i kroz cev odvoda opremljenim HEPA filterom.



**Slika 10. Autoklav sa gravitacionim pomakom pare**

Serilizator tipa “Pre-vacuum autoclave”. Ove mašine omogućavaju uklanjanje vazduha iz komore pre nego sto para uđe. Izvlačenje vazduha vrši se kroz cevi opremljene HEPA filtrom. Na kraju ciklusa, para se automatski izbacuje. Ovi autoklave mogu raditi na 134°C i ciklus sterilizacije se stoga može smanjiti na 3 min. Oni su idealni za porozne predmete, ali se ne mogu koristiti za obradu tečnosti zbog vakuma.

Autoklavi na bazi lonca sa zagrevanjem na gorivo. Ove treba koristiti samo ako sterilizator sa gravitacionim pomakom pare nije dostupan. Pune se od vrha i zagrevaju gasom, strujom i drugim vrstama goriva. Vruća voda generiše paru zagrevanjem na dnu suda, i vazduh se oslobadja kroz ventil naviše. Toplota se smanjuje. Pritisak i temperatura rastu dok sigurnosna cev ne dođe do datog nivoa. Ovo je početak vremena za čekanje. Na kraju ciklusa toplota se isključuje, pušta se da temperature padne na 80°C ili niže pre nego sto se poklopac otvori.

### ***Punjenje autoklava***

Materijale ne treba pakovati gusto u komori koja ima sistem lakog ulaska pare i uklanjanja vazduha. Vreće treba da omoguće da para stigne do njihovog sadržaja.

### ***Mere za upotrebu autoklava***

Sledeća pravila mogu minimizirati opasnosti u rukovanju sudovima pod pritiskom.

1. Za odgovornost rukovanja i rutinskog održavanja treba odrediti obučeno osoblje.
2. U preventivni program održavanja potrebno je uključiti regularnu inspekciju prostorije, inspekciju pečata vrata i sve mere kontrole koje sprovodi kvalifikovano osoblje.
3. Para treba da bude zasićena i oslobođena hemikalija (na pr. korzivni inhibitori) koje mogu kontaminirati predmete koji se sterililišu.
4. Svi materijali moraju biti sterilisani u kontejnerima koji dozvoljavaju neposredno odstranjivanje vazduha i dobar prodor toplote; komora ne treba da bude prenatrpana tako da para može svuda podjednako da dopre.
5. Za autoklave bez uređaja za sigurnosnim samozaključavanjem, koje sprečava otvaranje vrata kada je komora pod pritiskom, glavni vetil za paru se treba zatvoriti i tako dozvoliti da temperatura padne ispod 80°C pre nego što se vrata otvore.
6. Podešavanje laganog izduvavanja treba koristiti prilikom sterilisanja tečnosti, pošto one mogu da se preliju kada se uklone usled velikog zagrevanja.
7. Operateri treba da nose odgovarajuće rukavice i vizire za zaštitu pri otvaranju autoklava, čak i kad temperatura padne ispod 80°C.
8. Prilikom rutinskog posmatranja rada autoklava, biološki indikatori ili termoparovi se moraju postaviti u centru svakog tovara. Stalno praćenje termoparovima i uređajima za snimanje krajnje je poželjno u situacijama najgoreg slučaja sterilizacije za određivanje odgovarajućih operativnih ciklusa.
9. Odvodni filteri (mrežice) komore treba skidati i čistiti svakodnevno.
10. Treba se postarati da se ispusni ventili lonca pod pritiskom autoklava ne zapuše papirom i sl. u tovaru.

### **Incineracija (spaljivanje)**

Incineracija je korisna za uklanjanje životinjskih tela kao i anatomske i drugog laboratorijskog otpada, sa ili bez prethodne dekontaminacije (vidi Poglavlje 3). Incineracija zaraznog materijala je alternativa sterilizaciji parom samo ako je pod laboratorijskom kontrolom.

Pravilna incineracija zahteva efikasna sredstva za kontrolu temperature i komoru za sekundarno paljenje. Mnogi incineratori, naročito oni sa komorom za samo jedno sagorevanje, su nezadovoljavajući za rukovanje zaraznim materijalima, životinjskim telima i plastikom. Takvi materijali ne mogu se u potpunosti uništiti, a otpaci iz dimnjaka mogu da zagade atmosferu mikroorganizmima, toksičnim hemikalijama i dimom. Međutim, postoje mnoge odgovarajuće konfiguracije komora za sagorevanje. Idealno, temperatura u glavnoj komori treba da bude najmanje 800°C, a u sekundarnoj komori 1000°C.

Materijale za sagorevanje, čak i pre dekontaminacije, treba transportovati

do incineratora i to po mogućstvu u plastičnim vrećama. Nadzornici uinsineratora treba da dobiju odgovarajuća upostva o utovaru i kontroli temperature. Treba takođe pomenuti da efikasna operacija u insineratoru zavisi u mnogome od prave kombinacije materijala u otpadu koji se spaljuje.

Postoji stalna zabrinutost vezana za moguće negativne efekte po okolinu, od postojećih ili predloženih incineratora, i naponi su usmereni ka projektovanju insineratora koji ne štete životnoj sredini i štede energiju.

### **Otpadni materijal**

Odlaganje laboratorijskog i medicinskog otpada podleže različitim regionalnim, nacionalnim, i međunarodnim propisima. Najnovije verzije tih važnih dokumenata moraju se uzeti u obzir pre nego što se osmisli i primeni program rukovanja, transporta i odlaganja biohazardnog otpada. Uopšteno rečeno, pepelom iz insineratora može se rukovati kao sa normalnim domaćim otpadom i mogu ga uklonjati lokalne nadežne službe. Autoklavni otpad se može ukloniti sagorevanjem van naselja ili na ovašćenim deponijama (vidi Poglavlje 3).

Za dalje informacije vidi reference (13) i (29-30).

# 15. Uvod u transport zaraznih supstanci

Transport zaraznih i potencijalno zaraznih materijala predmet je strogih nacionalnih i međunarodnih propisa. Oni opisuju pravilnu upotrebu pakovanja, kao i druge zahteve za otpremanjem tih materijala.

Zaposleni u laboratorijama moraju otpremiti zarazne supstance po primenljivim transportnim zakonima. Saglasnost sa pravilima će:

1. smanjiti mogućnost da paketi budu oštećeni i da cure, i otud će se:
2. smanjiti izlaganje mogućim infekcijama
3. poboljšati efikasnost isporuke paketa.

## Propisi međunarodnog transporta

Pravila za transport infektivnih materijala (bilo koji način transporta) zasnovana su na sledećem dokumentu *Ujedinjene nacije - Model pravila za transport opasnih materijala* (40). Ove preporuke uradio je Komitet eksperata Ujedinjenih nacija za transport opasnih materijala (UNCETDG). Da bi bio zakonski obavezan, Model pravila Ujedinjenih Nacija mora se uvesti u nacionalne zakone i međunarodne modele regulisanja od strane kompetentnih vlasti (na pr. Tehničke instrukcije za bezbedni transport opasnih materijala avionom (41) Međunarodne organizacije za civilnu avijaciju (ICAO) za transport avionom i Evropskim sporazum koji se bavi međunarodnim prenosom opasnih materijala putevima (ADR) (42)).

Svake godine Međunarodna asocijacija za vazdušni transport (IATA) izdaje *Smernice za prenos infektivnih supstanci* (43). IATA smernice moraju da prate *Tehničke instrukcije* koje izdaje ICAO kao minimalni standard, ali mogu uvesti i dodatna ograničenja. IATA smernice moraju se poštovati ako prenos materijala vrši kompanija članica IATA.

Pošto je *Model pravila za transport opasnih materijala Ujedinjenih nacija* dinamičan skup preporuka koji podleže izmenama na dve godine, čitalac se upućuje na poslednja izdanja nacionalnih i međunarodnih modela regulative za primenljive tekstove regulativa.

*Svetska zdravstvena organizacija* služi kao savetodavno telo UNCETDG. Glavne promene u propisima transporta odnose se na transport zaraznih supstanci i unete su u 13. izdanje (2003) *Model pravila za transport opasnih materijala Ujedinjenih nacija* (40). Uputstva o usvojenim izmenama dostupna su kod *Svetske zdravstvene organizacije* (44).



Međunarodne regulative nemaju nameru da istisnu bilo koje lokalne ili nacionalne zahteve. Međutim, u situacijama gde nacionalni zahtevi ne postoje, međunarodni modal propisa se mora slediti.

Važno je istaknuti da međunarodni transport zarzanih supstanci zavisi i predmet je propisa o uvozu/izvozu.

### **Osnovni sistema trostruki pakovanja**

Sistem trostrukog pakovanja, izbor transporta zaraznih i potencijalno zaraznih substance, dat je kao primer na slici 11. Ovaj sistem sastoji se od tri sloja: primarnog prijemnog suda, sekundarnog pakovanja i spoljašnjeg pakovanja.

Primarni prijemni sud se sastoji od uzorka koji mora biti nepromočiv, ne sme curiti i čiji sadržaj mora biti odgovarajuće označen. Primarni prijemni sud se umotava u dovoljno apsorbujuće materijale da bi se upila sva tečnost u slučaju loma ili curenja.

Sekundarno nepromočivo pakovanje koristi da bi se u njega stavilo i zaštitilo primarno pakovanje. Nekoliko umotanih primarnih može se smestiti u jedno sekundarno pakovanje. Ograničenja zapremine i/ili težine pri pakovanju zaraznih supstanci nalaze se u odredjenim regulativnim tekstovima.

(Treći sloj štiti sekundarno pakovanje od fizičke povrede u tranzitu. Moraju se takođe dostaviti obrasci sa podacima o uzorku, pisma, i druge vrste informacija koje identifikuju ili opisuju uzorak, i identifikuju otpremnika i primaoca, kao i bilo koja druga potrebna dokumentacija u skladu sa najnovijim propisima.

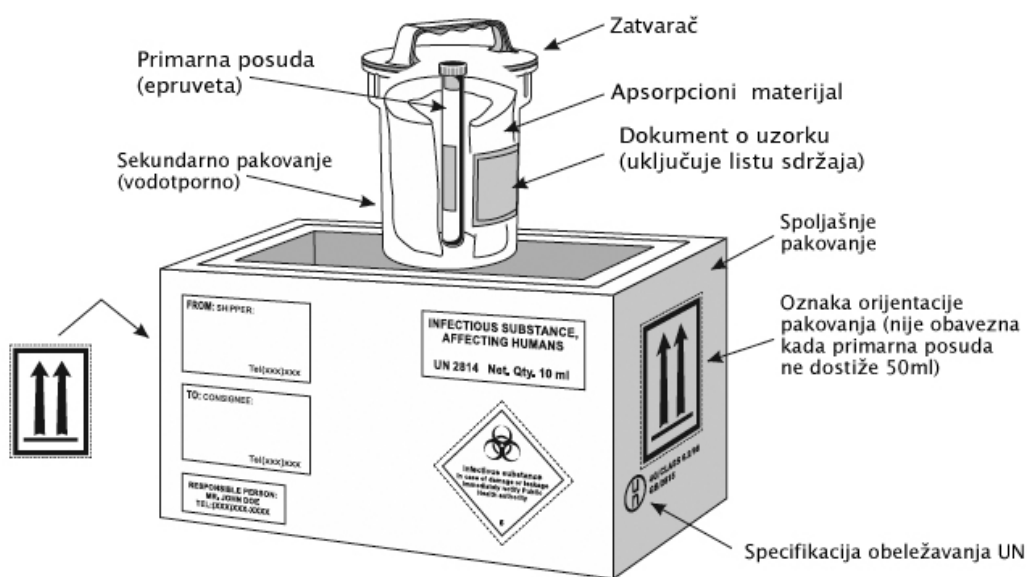
*Model pravila za transport opasnih materijala Ujedinjenih nacija* propisuju upotrebu dva različita trostruka sistema pakovanja. Osnovni trostruki sistem pakovanja se primenjuje za transport različitih infektivnih supstanci; međutim, organizmi visokog rizika moraju se otpremiti u skladu sa mnogo strožim zahtevima. Za dalje detalje o upotrebi različitih pakovanja u skladu sa materijalima koje treba transportovati, savetuje se konsultovanje nacionalnih i/ili međunarodnih modela propisa koji su primenljivi na tekstove o regulativi.

### **Procedura čiscenja pri prosipanju materija**

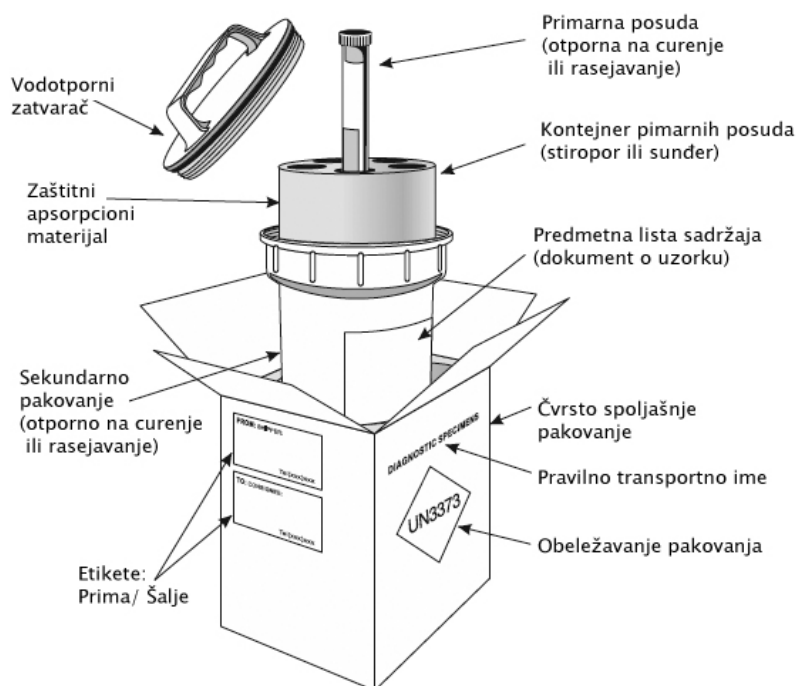
U slučaju prosipanja infektivnih ili potencijano infektivnih materijala treba koristiti sledeću proceduru čiscenja pri prosipanju.

1. Nositi rukavice i zaštitnu odeću, koja uključuje zaštitu lica i očiju kako je naznačeno.
2. Prekriti prosutu materiju ubrusom (papir ili tkanina) da bi se materija upila.
3. Prosuti odgovarajući dezinficijens preko papirnih ubrusa i po okolini (uopšteno, 5% rastvori su dovoljni; ali za prosute materije u avionu, treba koristiti kvaternarne amonijumske dezinficijense).
4. Primeniti dizinficijens koncentrično počevši od spoljnih granica gde je prosuta materija ka centru.
5. Posle određenog vremena (na pr. 30 min), počistiti materijal. Ako ima polomljenog stakla ili drugih oštih delova, koristiti đubravnik ili deo črvstog kartona da bi se sakupio materijal i odložio u neprobojan kontejner za odlaganje.

## Pakovanje i obeležavanje infektivnih supstanci A kategorije



## Pakovanje i obeležavanje infektivnih supstanci B kategorije



Slika 11. Primeri sistema trostrukog pakovanja (grafike omogućila IATA, Montreal, Kanada)

6. Počistiti i dezinfikovati površinu po kojoj je prosipan material (ako je potrebno ponoviti korake od 2-5).
7. Odložiti kontaminirane materijale u nepromočiv, neprobojan kontejner za odlaganje
8. Posle uspešne dezinfekcije, obavestiti nadležne vlasti da je mesto sada dekontamintirano.



**DEO V**

# **Uvod u biotehnologiju**



# 16. Biobezbednost i rekombinantna DNK tehnologija

Tehnologija rekombinantne DNK uključuje kombinovanje genetskog materijala iz različitih izvora stvarajući genetski modifikovane organizme (GMO) koji možda nikada pre nisu postojali u prirodi. Kod molekularnih biologa najpre je postojala bojaznost da takvi organizmi mogu imati nepredvidiva i nepoželjna svojstva koja mogu predstavljati biohazard u slučaju da pobegnu iz laboratorije. Ova zabrinutost postala je fokus naučne konferencije u Asilomaru, CA, SAD, 1975 (45). Na tom sastanku raspravljalo se o problemima bezbednosti. Predložene su prve osnove u vezi sa Tehnologijom rekombinantne DNK. Više od 25 godina istraživačkog iskustva pokazuje da se genetski inženjering može obvaljati na bezbedan način kada se izvede odgovarajuća procena rizika i kada se koriste adekvatne mere bezbednosti.

Tehnologija rekombinantne DNK ili genetski inženjering prvi put je korišćena kako bi se klonirali segmenti DNK iz bakterija i kako bi se naglasili specifični proizvodi gena za dalja proučavanja. Rekombinantni DNK molekuli takođe treba da se koriste kako bi se stvorili GMO kao što su transgenske i “knock-out” životinje i biljke.

Tehnologija rekombinantne DNK imala je već ogroman uticaj na biologiju i medicinu. Verovatno će imati čak i veći uticaj sada pošto su nukleotidne sekvence i ceo ljudski genom dostupni. Desetine hiljada gena nepoznatih funkcija proučavaće se korišćenjem tehnologije rekombinantne DNK. Genska terapija može postati rutinsko lečenje za određene bolesti. Novi vektori za transfer gena verovatno će biti pronađeni korišćenjem tehnika genetskog inženjeringa. Transgenske biljke stvorene tehnologijom rekombinantne DNK imaće sve veću ulogu u savremenoj agronomiji.

Eksperimenti koji uključuju konstrukciju ili upotrebu GMO trebalo bi da se izvode posle procene rizika po biološku bezbednost. Patogene promene i bilo koji potencijalni rizici povezani sa ovim organizmima mogu biti novina ovih ne tako dobro opisanih karakteristika. Osobine donatorskog organizma, priroda sekvenci DNK koje će biti prenesene, osobine organizma primaoca i osobine okoline moraju se proceniti. Ovi faktori trebalo bi da pomognu u određivanju nivoa biološke bezbednosti koji je potreban da bi se sa sigurnošću rukovalo rezultirajućim GMO, i da bi se identifikovali biološki i fizički sadržajni sistemi koji bi trebalo da se koriste.

## Razmatranja biološke bezbednosti za biološke ekspresione sisteme

Biološki ekspresioni sistemi sastoje se od vektora i ćelija domaćina. Da bi se one učinile efektivnim i sigurnim za upotrebu, mora se zadovoljiti jedan broj kriterijuma. Primer takvog biološkog ekspresionog sistema je plazmid pUC18. Često korišćen kao klonirajući vektor sa ćelijama *Escherichia coli* K12, pUC18 plazmid je u potpunosti podeljen u sekvence. Svi potrebni geni za ekspresiju u drugim bakterijama obrisani su iz njenog prethodnog plazmida pBR322. *Escherichia coli* K12 je nepatogena i ne može permanentno da naseli stomak zdravih ljudi i životinja. Rutinski eksperimenti genetskog inženjeringa mogu se sa sigurnošću izvesti kod *E. coli* K12/pUC18 na nivou biološke bezbednosti, uzimajući u obzir da ubačeni niz ekspresionih DNK produkata ne zahteva više biološko bezbedne nivoe.

## Razmatranja biološke bezbednosti za ekspresione vektore

Viši nivoi biološke bezbednosti mogu biti potrebni kada:

1. ekspresija DNK sekvenci koja proizilazi iz patogenih organizama može da poveća virulentnost GMO.
2. ubačene sekvence DNK nisu dobro opisane, na pr. za vreme pripreme genomskih DNK biblioteka iz patogenih mikroorganizama
3. genski proizvodi imaju potencijalnu farmakološku aktivnost
4. gen proizvodi kôd za toksine.

## Virusni vektori za genetski transfer

Viralni vektori, odnosno adenovirus vektori, koriste se za transfer gena na druge ćelije. Takvi vektori nemaju određene gene za virusnu replikaciju i mogu se preneti u ćelijske linije koje sadrže defekt.

Deo takvih vektora može biti zaražen replikacijom sposobnih virusa, nastalim retkim spontanom rekombinacijama kod transfernih ćelijskih linija, ili mogu nastati iz nedovoljnog prečišćavanja. Ovim vektorima se može rukovati na istom nivou biološke bezbednosti kao i roditeljskim adenovirusom iz koga su nastali.

## Transgenske ili tzv. “knock-out” životinje

Životinje koje nose strani genetski material (transgenske životinje) treba da se drže na nivoima čuvanja odgovarajućim za karakteristike proizvoda sa stranim genima. Životinje sa ciljanim brisanjem specifičnih gena (“knock-out” životinje) generalno ne predstavljaju naročitu biološku opasnost.

Primeri transgenskih životinja uključuju životinje koje pokazuju receptore za viruse i koje nisu obično sposobne da zaraze tu vrstu. Ako bi takve životinje pobile iz laboratorije i prenele transgene na divlje životinje, “životinjski rezervoar” za taj određeni virus teoretski bi se mogao generisati.

Ova mogućnost razmatra se za poliovirus i od naročite je važnosti u kontekstu izlečenja dečije paralize. Transgenski miševi, pokazujući receptor ljudskog poliovirusa generisanog u različitim laboratorijama, bili su podložni poliovirusnoj



infekciji različitim putevima inokulacije, a nastala bolest bila je klinički i histopatološki slična ljudskoj dečijoj paralizi. Međutim, primer miša razlikuje se od ljudi u tome što je replikacija probavnog trakta oralno prenesenog poliovirusa ili nedovoljna ili se ne dešava. Stoga je veoma neverovatno da takvi transgenski miševi pobegnu u divljinu što bi rezultiralo stvaranjem novog životinjskog rezervoara za poliovirus. Ipak, ovaj primer pokazuje da se za svaku novu liniju transgenih životinja moraju uraditi detaljne studije, kako bi se odredili putevi kojima se životinje mogu zaraziti. Studije moraju odrediti i potrebnu veličinu inokuluma za infekciju, kao i obim prenosa virusa zaraženim životinjama. Osim toga, treba preduzeti sve mere kako bi se osigurala stroga izolacija receptorskih transgenskih miševa.

### **Transgenske biljke**

Transgenske biljke koje pokazuju gene koji dozvoljavaju toleranciju na herbicide i ili rezistentnost na insekte su danas predmet različitih kontroverzi u mnogim delovima sveta. Diskusije se usredsređuju na bezbednost hrane napravljene od takvih biljaka kao i od dugotrajnih posledica njihovog uzgajanja.

Transgenske biljke koje pokazuju gene životinjskog ili ljudskog porekla koriste se za razvoj medicinskih i nutricionih proizvoda. Procena rizika treba da odredi odgovarajući nivo biološke bezbednosti za proizvodnju ovih biljaka.

### **Procene rizika za genetski modifikovane organizme**

Procene rizika za rad sa genetski modifikovanim organizmima trebalo bi da uzmu u obzir karakteristike donora i primaoca/domaćina organizama.

Primeri karakteristika za razmatranje uključuju sledeće:

### ***Opasnosti koje nastaju direktno iz ubačenog gena (donatorski organizam)***

U situacijama gde proizvod ubačenog gena ima poznate biološke i farmakološke aktivne osobine koje mogu izazvati štetu potrebna je procena. Na primer:

1. Toksini
2. Citokini
3. Hormoni
4. Regulatori genskog prenosa
5. Faktori virulense ili pojačavači
6. Onkogeni nizovi gena
7. Rezistentnost na antibiotike
8. Alergeni

Pri razmatranju ovih slučajeva treba uključiti i procenu nivoa potrebne ekspresije kako bi se postigla biološka ili farmakološka aktivnost.

### **Opasnosti vezane za primaoca/domaćina**

1. Podložnost domaćina
2. Patogenost niza kod domaćina, uključujući virulencu, infektivnost i stvaranje toksina
3. Modifikacija obima domaćina
4. Imunološki status primalaca
5. Posledice izlaganja.

### **Opasnosti koje se javljaju iz promena postojećih patogenih osobina**

Mnoge modifikacije ne uključuju gene čiji su proizvodi nasledno opasni, ali suprotni mogu da se pojave kao rezultat promene postojećih nepatogenih ili patogenih osobina. Modifikacija normalnih gena može izazvati promenu patogenosti. U pokušaju da se identifikuju ove potencijalne opasnosti uzimaju se sledeće tačke (ova lista nije u potpunosti cela).

1. Da li postoji povećanje u infektivnosti ili patogenosti?
2. Da li bi se bilo koja mutacija kod primalaca mogla prevazići kao rezultat ubacivanja stranog gena?
3. Da li strani gen kodira determinantu patogenosti iz drugog organizma?
4. Ako strani DNK zaista uključuje determinantu patogenosti, da li je moguće predvideti da ovaj gen može da doprinese patogenosti GMO?
5. Da li je lečenje moguće?
6. Da li će osetljivost GMO na antibiotike ili druge oblike terapije biti ugrožena kao na posledica genetske modifikacije?
7. Da li je iskorenjivanje GMO moguće?

### **Dalja razmatranja**

Upotreba životinja ili biljaka u eksperimentalne svrhe takođe zahteva pažljivo razmatranje. Istraživači se moraju usaglasiti sa propisima, ograničenjima i zahtevima za izvođenjem rada sa GMO u zemljama u kojima se to radi i njihovim institucijama.

Države mogu imati nacionalne organe vlasti koje uspostavljaju okvire za rad sa GMO, i mogu pomoći naučnicima da klasifikuju rad na odgovarajućem nivou biološke bezbednosti. U nekim slučajevima klasifikacija se može razlikovati od zemlje do zemlje, ili one mogu odrediti kako klasifikovati rad na nižem ili višem nivou kada informacija o nekom određenom vektoru/sistemu domaćina postane dostupna.

Procena rizika je dinamičan proces koji uzima u obzir nove razvoje i napredak nauke. Izvođenje procena rizika osigurava da korist od rekombinantne DNK tehnologije ostane dostupna čovečanstvu u godinama koje dolaze.

Za dalje informacije videti reference (17) i (46-48).

**DEO IV**

# **Hemijska, električna i bezbednost od požara**



# 17. Rizične hemikalije

Radnici u mikrobiloškim laboratorijama ne izlažu se samo patogenim mikroorganizmima, već i hemijskim opasnostima. Važno je da imaju potrebno znanje o toksičnim efektima ovih hemikalija, kao i o načinima izlaganja i opasnostima vezanim za rukovanje i odlaganje istih. (vidi Aneks 5). Podatke o bezbednosti materijala ili informacije o hemijskim opasnostima dostavlja proizvođač i/ili dobavljač. Trebalo bi da oni budu dostupni laboratorijama gde se materije koriste, na primer kao deo priručnika o bezbednosti ili priručnika o radu.

## Načini izlaganja

Izlaganje opasnim hemikalijama može nastati:

1. udisanjem
2. kontaktom
3. unošenjem
4. iglom
5. kroz oštećenu kožu.

## Skladištenje hemikalija

Samo potrebne količine hemikalija za dnevnu upotrebu treba držati u laboratoriji, a veće u specijalno određenim prostorijama ili zgradama.

**Hemikalije se ne smeju odlagati po azbučnom redu.**

## Opšta pravila koja se tiču hemijske nekompatibilnosti

Da bi izbegli požar/ili eksplozije, supstancama iz leve kolone tabele 13 treba rukovati i skladištiti ih tako da ne mogu da dođu u kontakt sa ogovarajućim u desnoj koloni.

## Toksični efekti hemikalija

Neke hemikalije negativno utiču na zdravlje onih koji rukuju njima ili udišu njihova isparenja. Za razliku od poznatih otrova, zna se da jedan broj hemikalija ima toksične efekte. Respiratorni sistem, krv, pluća, jetra, bubrezi i gastrointestinalni sistem, kao i drugi organi i tkiva, mogu biti ugroženi i oštećeni. Za neke hemikalije zna se da mogu biti kancerogene ili teratogene.

Tabela 13. *Opšta pravila o hemijskoj nekompatibilnosti*

KATEGORIJA SUPSTANCE	NEKOMPATIBILNE SUPSTANCE
Alkalni metali, npr. natrijum, kalijum,	Ugljendioksid, hlorohidrokarbonati, voda
Halogeni elementi	Amonijak, acetilen, fosilna tečna goriva
Sirćetna kiselina, vodonik sulfidi, anilin, hidrokarbonati, sumporna kiselina	Oksidirajući agensi, na primer hromna kiselina, azotna kiselina, peroksidi i permanganati.

Neke rastvorljiva isparenja su toksična kada se udišu. Za razliku od ozbiljnijih gore navedenih efekata, izloženost može rezultovati oštećenjima koja ne pokazuju neposredne i vidljive efekte na zdravlje, ali mogu uključiti nedostatak koordinacije, ošamućenost, i slične simptome, vodeći ka povećanoj sklonosti ka nesrećama.

Produžena ili ponovljena izloženost tečnoj fazi mnogih organskih rastvarača može rezultovati oštećenjem kože. Ovo može prouzrokovati efekte mršavljenja, alergijske i korozivne simptome.

Za detaljne informacije o toksičnim efektima hemikalija vidi Aneks 5.

### **Eksplozivne hemikalije**

Azidi, koji se često koriste u antibakterijskim rastvorima, ne smeju da dođu u kontakt sa bakrom ili olovom (na primer u cevima za otpad ili u vodoinstalaciji), pošto mogu snažno da eksplodiraju čak kada su izloženi blagom kontaktu.

Etri, koji su stari i koji su se osušili u kristale su krajnje nestabilni i potencijalno eksplozivni.

Perhlorna kiselina, ako se dozvoli da se ohladi na drvetu, cigli ili tkanini, eksplodiraće i izazvati požar na mestu udara.

Pikrinska kiselina i pikrati detoniraju se toplotom i udarom.

### **Prosipane hemikalija**

Većina proizvođača laboratorijskih hemikalija izdaje tabele u kojima su opisane metode kako rukovati prosipanom hemikalijom. Ove tabele i alati dostupni su za komercijalnu upotrebu. Odgovarajuće tabele trebalo bi se izložiti na uočljivom mestu u laboratoriji. Takođe je potrebno nabaviti i odgovarajuću opremu:

1. complete za prosipane hemikalije
2. zaštitnu odeću, na pr. zaštitne gumene rukavice, zaštitne presvlake za obuću ili gumene čizme, maske za disanje
3. lopate i đubravnike
4. pincete za sklupljanje slomljenog stakla
5. brisači za pod, tkanine i papirne ubruse
6. kofe

7. sodu u prahu (natrijum karbonat, NaCO<sub>3</sub>) ili natrijum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) za neutralisanje kiselina i korozivnih hemikalija
8. pesak (za pokrivanje prosutih alkalnih tečnosti)
9. nezapaljiv deterdžent.

U slučaju značajnog prosipanja hemikalija treba preduzeti sledeće:

1. upozoriti odgovarajućeg službenika za bezbednost
2. evakuisati nepotrebno osoblje iz prostorija
3. pomoći osobama koje su možda kontaminirane
4. ako je prosuti materijal zapaljiv, ugasiti svaki otvoreni plamen, islučiti gas u sobi i susednim prostorijama, otvoriti prozore (ako je moguće), i isključiti električnu opremu koja varniči
5. izbeći udisanje pare prosutog materijala
6. uspostaviti izduvnu ventilaciju ako je bezbedno to uraditi
7. obezbediti potrebne predmete za čišćenje prosutog materijala.

## Kompresovani i tečni gasovi

Informacije u vezi sa čuvanjem kompresovanih i tečnih gasova date su u tabeli 14.

Tabela 14. *Skladištenje kompresovanih i tečnih gasova*

KONTEJNER	INFORMACIJE O SKLADIŠTENJU
Boce sa kompresovanim i kontejneri sa tečnim gasom <sup>a,b</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Treba da budu bezbedno pričvršćene za zid (na primer okovane za zid) ili za čvrstu podlogu tako da se nepažnjom ne izbace iz ležišta.</li> <li>• Moraju se transportovati sa postavljenim zaštitnim kapama i prevoziti kolicima</li> <li>• Treba ih čuvati na gomili u odgovarajućem skladištu na nekom odedenom rastojanju od laboratorije. Ova prostorija treba da se zaključava i identifikuje na odgovarajući način.</li> <li>• Ne trebalo ih smeštati blizu radijatora, otvorenog plamena, električne opreme, koja varniči, ili na suncu.</li> </ul>
Male, gasom ispunjene, boce za jednokratnu upotrebu <sup>a,b</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne smeju se zagrevati</li> </ul>

<sup>a</sup> Glavni ventil treba da bude zatvoren kada oprema nije u upotrebi i kada je prostorija slobodna.

<sup>b</sup> Prostorije gde se koriste ili se čuvaju boce sa zapaljivim gasom treba da budu obeležene znacima upozorenja na vratima.

# 18. Dodatni laboratorijski rizici

Laboratorijsko osoblje može se suprostaviti opasnostima izazvanim oblicima energije uključujući vatru, električnu energiju, radijaciju i buku. Osnovna informacija o svakom od ovih rizika predstavljena je u ovom poglavlju.

## Rizici od požara

Bliža saradnja između službenika za bezbednost i lokalnih službenika za prevenciju požara je od suštinske važnosti. Mora se uzeti u obzir ne samo hemijska opasnost, već i efekti vatre na moguće širenje infektivnog materijala. Ovo može odrediti da li je najbolje ugasi ili održavati vatru. Poželjna je pomoć nadležnog organa za prevenciju požara u obuci laboratorijskog osoblja, kao i u neposrednoj akciji u slučaju požara i u upotrebi opreme za gašenje požara.

Upozorenje od požara, instrukcije i rute za beg treba da budu prikazane uočljivo u svakoj prostoriji, prolazima i hodnicima.

Najčešći uzroci požara u laboratorijama su:

1. preopterećenje električnih kola
2. loše održavanje, na pr. slaba i oštećena izolacija na vodovima
3. preterano dug gasovod ili dugački električni izvodi
4. oprema koja je nepotrebno ostavljena uključenom
5. oprema koja nije projektovana za laboratorijsko okruženje
6. otvoreni plamen
7. pokvareni gasovod
8. nepropisno rukovanje i čuvanje zapaljivih eksplozivnih materijala
9. nepropisno razdvajanje nekompatibilnih hemikalija
10. oprema koja varniči blizu zapaljivih supstanci i isparenja
11. nepropisna ili nepravilna ventilacija.

Protivpožarnu opremu treba postaviti blizu vrata prostorije i na strateškim tačkama u prolazima i hodnicima. Ova oprema uključuje vatrogasna creva, kofe (napunjene vodom ili peskom) i protivpožarne aparate. Protivpožarni aparati treba da se redovno proveravaju i održavaju, a njihov rok upotrebe se takođe proverava. Posebne vrste i upotrebe protivpožarnih aparata prikazane su u tabeli 15.



*Tabela 15. Tip i vrste upotreba sredstva za gašenje požara*

VRSTA	UPOTEBA ZA	NE KORISTI SE ZA
voda	papir, drvo, tkanina	gašenje požara izazvanog električnom energijom, zapaljivim tečnostima, i za zapaljene metale.
ugljen dioksid (CO <sub>2</sub> ) gas za gašenje požara	zapaljive tečnosti i gasove, požar izazvan električnom energijom,	alkalne metale, papir
suvi prah	zapaljive tečnosti i gasove, požar izazvan električnom energijom, alkalne metale	za opremu koja stalno koristi zato što se ostaci praha teško odstranjuju
pena	zapaljive tečnosti	požar izazvan električnom energijom

### **Opasnosti u vezi sa električnom energijom**

U osnovi važno je proveravati svu električnu opremu i instalacije, uključujući sistem uzemljenja.

Automatski osigurači i diferencijalni osigurači se instaliraju u određenim laboratorijskim električnim kolima. Osigurači ne štite ljude; oni treba da štite električne veze od preopterećenja električnom strujom, i na taj način da spreče požar. Diferencijalni osigurači su namenjeni da zaštite ljude od električnog udara.

Sva laboratorijska električna oprema treba da bude uzemljena, po mogućstvu preko trokrakog utikača.

Svu električnu opremu i veze u laboratoriji treba prilagoditi nacionalnim standardima za električnu bezbednost i propisima.

### **Buka**

Efekat prekomerne buke pojavljuje se posle nekog vremena. Neke vrste laboratorijske opreme, kao i određeni laserski sistemi i objekti gde se smeštaju životinje, mogu izazvati značajnu izloženost radnika buci. Ispitivanja merenja buke mogu se sprovesti da bi se odredila opasnost od buke. Gde je to zagarantovano podacima, mogu se razmotriti upravljačke kontrole kao što su pregrade ili ograde oko opreme koja pravi buku ili između bučnih prostorija. Onde gde se nivoi buke ne mogu oboriti i gde je laboratorijsko osoblje redovno izloženo prekomernom izlaganju, treba sprovesti program za zaštitu sluha, koji uključuje upotrebu zaštite pri radu sa rizičnom bukom, kao i program medicinskog praćenja za određivanje efekata buke na radnike.

### **Jonizujuće zračenje**

Radiološka zaštita se bavi zaštitom ljudi od štetnih efekata jonizujućeg zračenja, koji uključuju:

1. Somatske efekte, na pr. kliničke simptome vidljive kod izloženih individua. Somatski efekti uključuju radijacijski izazvane kancere, na pr. leukemija i rak kostiju, kancere pluća i kože, bolesti čiji se početak može javiti mnogo godina posle ozračenja. Manje ozbiljniji somatski efekti uključuju minorna oštećenja kože, gubitak kose, blaže bolesti krvi, gastrointestinalna oštećenja i formiranje katarakte.
2. Nasledni efekti, na pr. simptomi koji se mogu uočiti kod potomaka onih koji su izloženi zračenju. Nasledni efekti izloženosti zračenju gonada uključuju oštećenja hromozoma ili genske mutacije. Ozračenost bakterijske ćelije u gonadama velikim dozama može takođe izazvati smrt ćelije, rezultirajući narušavanjem plodnosti oba pola ili menstrualnim promenama kod žena. Izloženost fetusa u razvoju, posebno 8 i 15 nedelja trudnoće, može povećati rizik urođene nakaznosti, mentalnih poremećaja ili zračenjem izazvanih kancera kasnije u životu.

### **Principi zaštite od jonizujućeg zračenja**

Za smanjenje štetnih efekata jonizujućeg zračenja, upotrebu radioizotopa treba kontrolisati i treba je usaglasiti sa relevantnim nacionalnim standardima. Zaštitom od zračenja rukovodi se na osnovu četiri principa:

- minimizacija vremena izloženosti zračenju
- maksimizacija rastojanja od izvora zračenja
- oklopljavanje izvora radijacije
- zamena upotrebe radionukleotida neradiometrijskim tehnikama.

Aktivnosti zaštite treba da uključe sledeće:

1. **Vreme.** Vreme izloženosti tokom manipulacije radioaktivnim materijalom može se smanjiti:

- praktikovanjem novih i nepoznatih tehnika bez upotrebe radionuklida dok se one ne usavrše
- radom sa radionuklidima bez žurbe na promišljen način
- staranjem da se svi izvori zračenja vrata u skladište neposredno posle upotrebe
- odstranjivanjem radioaktivnog otpada iz laboratorije u intervalima određene frekvencije
- provođenjem sto kraćeg vremena u radijacijskom delu ili laboratoriji
- vežbanjem efektivnog upravljanja vremenom i planiranje laboratorijskih radnji koje uključuju radioaktivni materijal.

Što je manje vremena provedenog u polju zračenja, to je manja lična primljena doza, kao što je opisano u jednačini:

$$\text{Doza} = \text{najmanja doza} \times \text{vreme}$$

2. **Rastojanje.** Najmanja doza za većinu Y- i X- zračenja obrnuto je proporcijalna kvadratu rastojanja od tačke izvora zračenja.

$$\text{Najmanja doza} = \text{Konstanta} \times 1/(\text{rastojanje})^2$$

Udvostručavanje rastojanja od izvora zračenja rezultiraće smanjenjem izloženosti za jednu četvrtinu za isti period vremena. Različiti uređaji i mehanička pomagala koriste se za povećanje rastojanja između operatora i izvora zračenja, na pr. dugačke ručice za manipulaciju, pincete, stege i daljinska pipetska pomagala. Važno je znati da malo smanjenje rastojanja može rezultovati značajnim smanjenjem najmanje doze.

3. **Oklopljavanje.** Apsorpcija energije zračenja ili štitovi za slabljenje dejstva postavljeni između izvora i operatora ili drugih posrednika u laboratoriji pomoći će da se njihovog izlaganja zračenju ograniči. Izbor i debljina zaštitnog materijala zavisi od probojnih karakteristika (vrste i energije) zračenja. Akrilna pregrada, drvo ili laki metal, debljine 1.3-1.5cm omogućuju zaštitu od visoko energetske  $\beta$  čestice, dok je olovo velike gustine potrebno za zaštitu od visokoenergetskog Y- i X- zračenja.

4. **Zamena.** Materijali bazirani na radionuklidima ne bi trebalo da se koriste kada su dostupne druge tehnike. Ako zamena nije moguća, tada treba koristiti radionuklide sa najmanjom probojnom moći.

### **Sigurne vežbe za rad sa radionuklidima**

Pravila za rad sa radioaktivnim supstancama treba da uključe četiri oblasti:

1. oblast zračenja
2. radnu površinu
3. oblast radioaktivnog otpada
4. dokumente i reagovanje na vanredne okolnosti.

Neka od najvažnijih pravila uključuju sledeće:

#### **1. Oblast radijacije**

- radioaktivne supstance treba koristiti samo u namenjenim oblastima
- treba dozvoliti prisustvo samo obaveznog osoblja
- upotrebiti ličnu zaštitnu opremu, uključujući laboratorijske mantile, zaštitne naočare i raspoložive rukavice
- pratiti pojedinačna izlaganja zračenju.

Laboratorije gde se radionuklidi koriste treba da budu projektovane tako da pojednostave čuvanje, čišćenje i dekontaminaciju. Prostor za rad sa radionuklidima treba smestiti u malu prostoriju pridodatu glavnoj laboratoriji, ili namenjenu prostoriji unutar laboratorije dalje od ostalih aktivnosti. Na ulaz radijacijskog prostora treba postaviti znakove za međunarodne simbole opasnosti od radijacije (slika 12).

#### **2. Radna površina**

- treba koristiti posude za prosipanje postavljene materijalima za apsorpciju za jednokratnu upotrebu
- ograničiti broj radionuklida
- pri zračenju oklopiti izvore zračenja, radne stolove i prostorije za radioaktivni otpad

Slika 12. Međunarodni znak  
za radiološku opasnost



obeležiti kontejere sa radioaktivnim materijalom radioaktivnim simbolom, uključujući identitete radionuklida, aktivnost i datum analize

- koristiti radiometre za praćenje radnih prostorija, zaštitne odeće i ruku posle završetka rada
- koristiti odgovarajuće oklopljene kontejnere za transport.

### 3. *Prostorija za radioaktivni otpad*

- Radioaktivni otpad treba često uklanjati iz radnih prostorija
- treba voditi tačnu dokumentaciju o upotrebi i odlaganju radioaktivnih materijala
- pregledati dozimetrijske podatke za materijale koji prevazilaze dozvoljene doze
- objaviti i redovno uvežbavati planove za vanredne situacije
- u vanrednim situacijama prvo pomoći povređenim osobama
- potpuno očistiti kontaminirane prostorije
- zahtevati pomoć od nadležnih za bezbednost, ako postoje
- pisati i čuvati izveštaje o incidentima.

**DEO VII**  
**Organizacija bezbednosti i**  
**obuka**



# 19. Službenik za biološku bezbednost i komitet za biološku bezbednost

Bitno je da svaka laboratorijska organizacija ima sveobuhvatnu politiku za bezbednost, priručnik bezbednosti i dodatne programe za njihovu primenu. Odgovornost za ovo normalno leži na direktoru ili rukovodećem instituta ili laboratorije, koji može da predloži određene dužnosti službeniku za biološku bezbednost ili drugom odgovarajućem osoblju.

Laboratorijska bezbednost odgovornost je svih supervizora ili zaposlenih u laboratoriji. Pojedinačno radnici su odgovorni za svoju sopstvenu bezbednost kao i za bezbednost svojih kolega. Od zaposlenih se očekuje da svoj rad obavljaju bezbedno i izveštavaju svog pretpostavljenog o radnjama, o uslovima i nesrećama u slučajevima opasnosti. Poželjna su periodična saslušavanja od strane internog ili spoljašnjeg osoblja.

## Službenik za biološku bezbednost

Treba imenovati službenika za biološku bezbednost gde god je to moguće. Na taj način osigurava se politika biološke bezbednosti, a njeni programi se slede konstantno u celoj laboratoriji. Službenik za biološku bezbednost izvršava svoje dužnosti u ime direktora instituta ili laboratorije. U malim ustanovama on može biti mikrobiolog ili član tehničkog osoblja koji može izvršavati ove obaveze po definisanom određenom radnom vremenu. Bez obzira koji je stepen uključenja u biološku bezbednost, imenovana osoba treba da bude profesionalno kompetentna da predlaže, pregleda i odobrava specifične aktivnosti koje slede odgovarajući biološki sadržaj i procedure za biološku bezbednost. Ona treba da primeni relevantna nacionalna i međunarodna pravila, propise i smernice, kao i da pomaže laboratoriji u razvoju standardnih operativnih procedura. Imenovana osoba mora da ima tehničko znanje na polju mikrobiologije, biohemije i osnovno znanje fizičkih i bioloških nauka. Veoma je poželjno da ona poznaje laboratoriju i kliničku praksu, opremu za čuvanje, inženjerske principe koji se odnose na dizajn, upotrebu i održavanje objekata. Službenik za biološku bezbednost takođe treba da bude i sposoban da sarađuje sa administrativnim, tehničkim i osobljem za podršku.

Aktivnosti službenika za biološku bezbednost treba da uključe sledeće:

1. Biološku bezbednost, biološku sigurnost i konsultacije o tehničkoj saglasnosti.
2. Periodičnu unutrašnju kontrolu tehničkih metoda, procedura i protokola, bioloških agenasa, materijala i opreme.

3. Diskusije o kršenju protokola ili procedura o biološkoj bezbednosti sa odgovarajućim osobama.
4. Verifikaciju da je svo osoblje pravilno shvatilo odgovarajuću obuku iz biološke bezbednosti.
5. Zakonsku odredbu o nastavljanju edukacije u oblasti biološke bezbednost.
6. Istragu nesreća koja uključuju moguće oslobađanje potencijalno infektivnog ili toksičnog materijala, i izveštavanje o nalazima i preporukama direktoru laboratorije i komitetu za biološku bezbednost.
7. Kordinaciju sa medicinskim osobljem u vezi mogućih laboratorijski-stečenih infekcija.
8. Omogućavanje odgovarajuće dekontaminacije vezane za prosipane materijale i druge nesreće koji uključuju infektivne materijale.
9. Osiguravanje pravilnog rukovanja otpadom.
10. Osiguravanje pravilne dekontaminacije svakog pribora prvenstveno služi popravci ili korišćenju.
11. Održavanje svesti javnog mnjenja u vezi sa zdravljem i bavljenjem pitanja zaštite životne sredine.
12. Uspostavljenje odgovarajućih nacionalnih propisa o uvozu i izvozu patogenih materijala.
13. Pregled aspekata biološke bezbednosti svih planova, protokola i operativnih procedura za istraživački rad koji uključuje infektivne agense pre primene ovih aktivnosti.
14. Postojanje sistema koji se bave vanrednim situacijama.

### **Komitet za biološku bezbednost**

Komitet za biološku bezbednost treba konstituisati kako bi se razvila institucionalna politika za biološku bezbednost i pravila ponašanja. Komitet za biološku bezbednost takođe treba da pregleda istraživačke protokole za rad koji uključuju infektivne agense, upotrebu životinja, rekombinantnu DNK i genetski modifikovane materijale. Ostale funkcije komiteta mogu da uključe procene rizika, formulaciju novih politika bezbednosti i arbitražu u raspravama u vezi sa pitanjima bezbednosti.

Članstvo u komitetu za biološku bezbednost treba da odslikava raznolikost na poljima zanimanja u samoj organizaciji kao i njihovim naučnim ekspertizama. Sastav komiteta za biološku bezbednost može da uključi:

1. službenika/službenike za biološku bezbednost
2. naučnike
3. medicinsko osoblje
4. veterinaru/ veterinare (ako se obavlja rad sa životinjama)
5. predstavnike tehničkog osoblja
6. predstavnike uprave laboratorije.

Komitet za biološku bezbednost treba da traži savete od različitih odeljenja i službenika koji su eksperti za biološku bezbednost (na pr. ekspertiza u zaštiti od radijacije, industrijska bezbednost, prevencija od požara, itd.) i vremenom može da zahteva pomoć različitih nezavisnih eksperata različito povezanih polja, lokalnih vlasti i nacionalni zakonodavnih tela. Članovi zajednice takođe mogu biti od pomoći ako je u pitanju posebno sporan i osetljiv protokol.



## 20. Bezbednost za pomoćno osoblje

Sigurno i optimalno funkcionisanje laboratorije u velikoj meri zavisi od pomoćnog osoblja, i bitno je da se njemu pruži odgovarajuća obuka iz bezbednosti.

### **Izgradnja i usluge održavanja zgrada (službe)**

Inženjeri i drugo kvalifikovano osoblje koje održava i popravlja strukturu, objekte i opremu treba da poznaju prirodu rada u laboratoriji kao i propise i procedure koje se tiču bezbednosti.

Testiranje opreme posle servisiranja, na pr. testiranje efikasnosti biološki bezbednih kabineta posle postavljanja novih filtera, može se izvesti u nadležnosti odgovornog za biološku bezbednost.

Laboratorije ili institucije koje nemaju službe unutrašnjeg tehničkog upravljanja i održavanja treba da zasnuju dobre odnose sa lokalnim servisima, koliko god je to moguće, kako bi ih dobro upoznali sa opremom i radom u laboratoriji.

Osoblje za tehničko upravljanje i održavanje treba da ulazi u laboratorije nivoa 3 biološke bezbednosti ili nivoa 4 biološke bezbednosti samo uz dozvolu i nadzor nadležnog za biološku bezbednost.

### **Usluge čišćenja (domaća)**

Laboratorijsko osoblje treba da čisti laboratorije nivoa 3 i nivoa 4 biološke bezbednosti. Čistači treba da ulaze u laboratorije nivoa 3 i nivoa 4 biološke bezbednosti samo uz dozvolu i nadzor službenika za biološku bezbednost.

## 21. Programi obuke

Stalni programi obuke na poslu suštinski su za održavanje svesti laboratorijskog i pomoćnog osoblja o bezbednosti. Supervizori laboratorija, uz pomoć odgovornog za laboratorijsku bezbednost i drugog osoblja, imaju ključnu ulogu u obuci osoblja. Uspešnost obuke iz biološke bezbednosti, a to zaista važi i za sve vrste obuka iz bezbednosti i zdravlja, zavisi od predanosti uprave, motivacionih faktora, adekvatne inicijalne obuke na poslu, dobre komunikacije, i na kraju ciljeva i dostignuća organizacije.

Ono što sledi su kritični elementi za jedan efektivni program obuke biološke bezbednosti.

1. **Procena potreba.** Ovaj proces uključuje definisanje zadataka, redosled važnosti (u smislu frekventnosti, kritičnosti, složenosti) i detalje koraka potrebnih da se postignu.
2. **Uspostavljanje ciljeva obuke.** Ovo su vidljiva ponašanja koja se očekuju od polaznika obuke na poslu i posle obuke. Ciljevi podrazumevaju uslove pod kojima se izvode određene aktivnosti, ponašanja i potrebne nivoe spretnosti.
3. **Određivanje sadržaja obuke i njenih medija.** Sadržaj je znanje ili veština koju polaznik obuke mora d usavršava da bi bio sposoban da se suoči sa ciljevima ponašanja. One osobe koje najbolje poznaju posao i zahteve obično definišu sadržaj programa obuke za biološku bezbednost. Drugi pristupi mogu se fokusirati na rezultate vežbi rešavanja problema ili na projektovanje mera učenja da bi se ispravile načinjene greške pri korišćenju neke veštine. Nije potvrđeno da je jedan metod učenja (predavanja, televizijske instrukcije, kompjuterom pomognute vežbe, interaktivni video, itd.) superiorniji od drugih. Mnogo toga zavisi od potreba specifične obuke ili sastava grupe za obuku, itd.
4. **Uzimanje u obzir razlika pri učenju.** Efektivni program mora uzeti u obzir karakteristike ili osobine polaznika obuke. Pojedinci i grupe mogu se razlikovati po sposobnostima, pismenosti, kulturi, jeziku kojim govore i stepenima veština predobuke. On što može da odredi pristup koji će se koristiti je to kako polaznici obuke vide program po pitanju poboljšanja performansi na poslu i lične bezbednosti. Neko uči vizuelno ili iskustvom; drugi uče dobro iz pisanog materijala. Mora se odgovoriti na svaku posebnu potrebu zaposlenih (kao što je recimo prilagođavanje kursa onima sa oštećenjem sluha). Osim uzimanja u obzir svih ovih elemenata, preporučuje se da oni koji razvijaju bilo koji program obuke za biološku bezbednost budu upoznati sa principima učenja kod odraslih osoba.

5. **Navođenje uslova učenja.** Nastava (na pr. kurs, video kasete, pisani materijal) ne treba da bude u konfliktu, inhibira ili bude nepovezan sa usavršavanjem veštine ili teme koja se predaje. Na primer, ako je namera podučavanja da razvija sposobnosti u tehnikama rešavanja problema, nastavni pristup treba da insistira na pristupu razmišljanja/rasuđivanja pre nego učenja napamet. Pružene instrukcije treba da zahtevaju produktivno ponašanje i/ili odgovarajuću povratnu spregu (pozitivna/precizna/pouzdana). Uz to, nastava koja pruža mogućnosti za vežbanje u uslovima sličnim tom poslu, poboljšaće prenos veština na aktuelni posao.
6. **Ocenjivanje obuke.** Ovo pruža informacije koje pomažu da se odredi da li je nastava imala efekta. Ocenjivanje obuke ima uopšte četiri oblika:
  - merenje reakcije obučavanog osoblja na instrukcije koje im se daju
  - merenje pamćenja obučavanog osoblja i/ ili performansi
  - procenjivanje promene ponašanja na poslu
  - merenje opipljivih rezultata u smislu užih i širih organizacionih ciljeva.Najkompletnija evaluacija obuke uključuje procene za svaku od četiri oblasti. Najmanje efikasni metod ocenjivanja podrazumeva samo uzimanje u obzir reakcije poloaznika na instrukcije, jer to ne mora da bude pravi pokazatelj naučenog. Ne treba ga koristiti kao jedini merni instrument efektivnosti obuke.
7. **Pregled obuke.** Ocenjivanje obuke retko pokazuje da je program u potpunosti uspešan ili ne zbog korišćenja višestrukih kriterijuma za merenje rezultata. Obično podaci pokazuju bolje razumevanje, pamćenje ili primenu nekih delova materijala kursa u poređenju sa drugim. Promene ili praznine u znanju ili poželjnim sposobnostima koje proizilaze iz obuke mogu oslikavati potrebu za razmatranjem više vremena za obuku, alternativnih instrukcionih tehnika ili sposobnijeg osoblja.

Svetska zdravstvena organizacija pruža različita sredstva za obuku na polju mikrobiološke bezbednosti.



**DEO VIII**

**Kontrolna lista za biološku  
bezbednosti**



## 22. Kontrolna lista za biološku bezbednost

Ova lista treba da pomogne u procenivanju mikrobiološke bezbednosti laboratorije i sigurnosnog statusa biomedicinskih laboratorija.

### Laboratorijske prostorije

1. Da li su razmatrane smernice za komisijsku inspekciju i izdavanje sertifikata za objekat koji se gradi ili je već izgrađen?
2. Da li prostorije odgovaraju nacionalnim i lokalnim zahtevima za izgradnju, uključujući one koji se odnose na mere u slučaju prirodne nesreće ako je potrebno?
3. Da li su prostorije generalno nenatrpene i nezakrčene?
4. Da li su prostorije čiste?
5. Da li postoje bilo kakva strukturna oštećenja na podovima?
6. Da li su podovi i stepenici uniformni i da li su neklizajući?
7. Da li je radni prostor adekvatan za bezbedan rad?
8. Da li su prostori za cirkulaciju i hodnici adekvatni za kretanje ljudi i velike opreme?
9. Da li su radni stolovi, nameštaj i uređaji u dobrom stanju?
10. Da li su površine klupa otporne na rastvarače i korozivne hemikalije?
11. Da li postoji lavabo za pranje ruku u svakoj laboratoriji?
12. Da li su prostorije izgrađene i održavane da bi se sprečili ulazak i nastanjanje glodara i insekata?
13. Da li su sve cevi za vruću vodu i vodenu paru izolovane tako da su zaposleni zaštićeni?
14. Da li postoji pomoćni generator električne energije u slučaju nestanka struje?
15. Da li se može pristup laboratorijama ograničiti samo na zaposlene koji imaju dozvolu?
16. Da li je izvedena procena rizika da bi se osiguralo da odgovarajuća oprema i uređaji mogu da podrže rad koji si izvodi?

### Skladišta

1. Da li su objekti za skladištenje, police, itd. uređeni tako da su obezbeđeni od klizanja, rušenja ili pada?
2. Da li se objekti za skladištenje čiste od akumuliranja otpadaka, neželjenih materijala i objekata koji predstavljaju opasnosti od aktiviranja, požara, eksplozije i nastanjanja gamadi?
3. Da li se svi zamrzivači i sva skladišta mogu zaključati?

## Sanitarne i prostorije za osoblje

1. Da li se prostorije drže u čistom stanju, uredno i u sanitarnim uslovima?
2. Da li je voda za piće dostupna?
3. Da li su dostupni čist odgovarajući toalet (WC) i objekti za pranje odvojeni za muskarce i žene?
4. Da li su dostupna topla i hladna voda, sapun i peškiri?
5. Da li su omogućene svlačionice za muško i žensko osoblje?
6. Da li postoji smeštaj (na pr. ormarići) za uličnu odeću svakog člana osoblja?
7. Da li postoji trpezarija za osoblje, itd.?
8. Da li su nivoi buke prihvatljivi?
9. Da li postoji odgovarajuća organizacija za sakupljanje i uklanjanje smeća?

## Zagrevanje i ventilacija

1. Da li postoji prijatna radna temperatura?
2. Da li zavese na prozorima u potpunosti pokrivaju sunčevu svetlost?
3. Da li je ventilacija odgovarajuća, na pr. najmanje šest promena vazduha za jedan sat, naročito u prostorijama koje imaju mehaničku ventilaciju?
4. Da li postoje HEPA filteri u ventilacionom sistemu?
5. Da li mehanička ventilacija utiče na protok vazduha u i oko biološki bezbednih kabineta i digestora?

## Osvetljenje

1. Da li je opšta osvetljenost odgovarajuća (na pr. 300-400 lx)?
2. Da je radno (lokalno) osvetljenje omogućeno na radnim stolovima?
3. Da li su sve prostorije dobro osvetljene, bez tamnih ili loše osvetljenih uglova u prostorijama i prolazima?
4. Da li su fluorescentna svetla paralelna sa stolovima?
5. Da li je boja fluorescentnog osvetljenja ujednačena?

## Usluge

1. Da li je svaka laboratorija dovoljno snabdevena vodom, opremljena lavaboima, električnim i plinskih priključcima?
2. Da li postoji odgovarajuća provera i program za održavanje osigurača, svetala, kablova, cevi, itd.?
3. Da li se kvarovi popravljaju u razumnom vremenu?
4. Da li postoje unutrašnje upravljanje i služba održavanja sa obučanim inženjerima i mehaničarima koji takođe imaju izvesno znanje o prirodi posla u laboratoriji?
5. Da li je pristup upravljačkog i osoblja za održavanje u različitim laboratorijama kontrolisan i dokumentovan?



5. Ako nema službe za unutrašnje upravljanje i održavanje, da li su kontaktirani lokalni inženjeri i da li su upoznati sa opremom i radom u laboratoriji?
6. Da li su dostupne službe čišćenja?
7. Da li je pristup osoblja koje čisti različite laboratorijske prostorije kontrolisan i dokumentovan?
8. Da li su usluge informacionih tehnologija dostupne i osigurane?

### **Laboratorijska biobezbednost**

1. Da li je izvedena kvalitativna procena rizika da bi se definisale opasnosti od kojih sigurnosni sistem treba da se štiti?
2. Da li su definisani prihvatljivi rizici i parametri planiranja reagovanja na incidente?
3. Da li je cela zgrada sigurno zaključana kada je prazna?
4. Da li su vrata i prozori osigurani od provale?
5. Da li su prostorije koje sadrže opasne materijale i skupu opremu zaključane kada su prazne?
6. Da li pristup tim prostorijama, opremi i materijalima pravilno kontrolisan i dokumentovan?

### **Prevenција i zaštita od požara**

1. Da li postoji protivpožarni alarm?
2. Da li su vrata u dobrom stanju?
3. Da li je sistem za detekciju požara u dobrom radnom stanju i da li se redovno testira?
4. Da li su požarni alarmi pristupačni?
5. Da li su svi izlazi pravilno označeni svetlećim znacima?
6. Da li je pristup izlazima označen tamo gde putanje do njih nisu odmah uočljive?
7. Da li su svi izlazi nezakrčeni oplatom, nameštajem i opremom, i da li su otključani kada zgrada nije prazna?
8. Da li je pristup izlazima uređen tako da nije potrebno proći kroz visoko rizične oblasti da bi se pobešlo?
9. Da li svi izlazi vode prema otvorenom prostoru?
10. Da li su svi prolazi, hodnici i površine za cirkulaciju čisti i nezakrčeni za kretanje osoblja i protivpožarne opreme?
11. Da li je lako identifikovati svu protivpožarnu opremu i aparate po odgovarajućoj boji?
12. Da li se svi aparati za gašenje požara puni i spremni za rad i da li se čuvaju na označenim mestima sve vreme?
13. Da li su sve laboratorije sa potencijalnim rizikom od požara opremljene odgovarajućim aparatima za gašenje i/ili protivpožarnim ćebadima u slučaju opasnosti?
14. Ako se zapaljive tečnosti i gasovi koriste u bilo kojoj prostoriji, da li je mehanička ventilacija dovoljna da bi se otklonila isparenja pre nego što ona dostignu opasnu koncentraciju?
15. Da li je osoblje obučeno da bi odgovorilo na opasnost od požara?

## **Skladištenje zapaljivih tečnosti**

1. Da li je objekat za skladištenje zapaljivih tečnosti odvojen od glavne zgrade?
2. Da li je jasno označen kao prostorija sa rizikom od požara?
3. Da li postoji gravitacioni ili mehanički sistem za ventilaciju koji je odvojen od glavnog sistema u zgradi?
4. Da li su prekidači za svetlo dobro zatvoreni ili postavljeni van zgrade?
5. Da li su unutrašnji spojevi na osvetljenju dobro zatvoreni tako da štite od paljenja isparenja varnicom?
6. Da li se zapaljive tečnosti čuvaju u ispravnim, provetranim kontejnerima napravljenim od nezapaljivih materijala?
7. Da li su svi sadržaji kontejnera tačno opisani na nalepnicama?
8. Da li su odgovarajući protivpožarni aparati i/ili protivpožarna čebad smeštena napolju, ali blizu skladišta sa zapaljivom tečnošću?
9. Da li su znaci za “Zabranjeno pušenje” jasno istaknuti unutra i van skladišta zapaljivih tečnosti?
10. Da li se samo minimalne količine zapaljivih supstanci nalaze u laboratorijama?
11. Da li su smeštene u pravilno konstruisanim kabinetima za odlaganje zapaljivih supstanci?
12. Da li su ovi kabineti adekvatno označeni znacima “Zapaljiva tečnost – Opasnost od požara”?
13. Da li se osoblje obučava da pravilno koristi i transportuje zapaljive tečnosti?

## **Kompresovani i tečni gasovi**

1. Da li je sadržaj svakog prenosnog kontejnera za gas čitljivo označen i pravilno kodiran bojom?
2. Da li se boce sa kompresovanim gasom, njihovi ventili, kao i slavine redovno proveravaju?
3. Da li se ispusni ventili redovno održavaju?
4. Da li je uređaj za smanjenje pritiska povezan kada je cilindar u upotrebi?
5. Da li su zaštitne kape na mestu kada se boce ne koriste ili se transportuju?
6. Da li su sve boce sa kompresovanim gasom osigurane tako da ne mogu pasti, naročito u slučaju prirodnih katastrofa?
7. Da li se sve boce i rezervoari tečnog petroleja čuvaju daleko od izvora toplote?
8. Da li se osoblje obučava da ispravno koristi ili transportuje kompresovane i tečne gasove?

## **Električne rizici**

1. Da li se sve nove električne instalacije i njihove zamene, modifikovane ili one porpravljene, održavaju u skladu sa nacionalnim pravnikom o električnoj bezbednosti?
2. Da li untrasnje žičane veze imaju provodnik za uzemljavanje (t.j. trožilni sistem)?
3. Da li su ugrađeni automatski osigurači i diferencijalni osigurači u svim laboratorijama?
4. Da li svi električni uređaji imaju urađen test laboratorijske dozvole za upotrebu?
5. Da li su svi savitljivi kablovi za povezivanje opreme dugački koliko je to potrebno ili u dobrom stanju ili su iskrzani, oštećeni ili isečeni?

6. Da li se svaka utičnica koristi samo za jedan uređaj (da li se koristi bez adaptera)?

### **Lična zaštita**

1. Da li je svo osoblje opremljeno zaštitnom odećom dozvoljenog dizajna i tkanine za normalan rad, na pr. mantili, kombinezoni, kecelje, rukavice?
2. Da li se obezbeđuje dodatna zaštitna odeća za rad sa opasnim hemikalijama i radioaktivnim i kancerogenim supstancama, na pr. gumene kecelje i rukavice za hemikalije i za rad sa prosutom tečnošću; rukavice za zaštitu od toplote prilikom praznjenja autoklava i peći?
3. Da li se obezbeđuju zaštitne naočare i viziri?
4. Da li postoje stanice za ispiranje očiju?
5. Da li postoje tuševi u slučaju opasnosti (objekti za potapanje)?
6. Da li je zaštita od radijacije u skladu sa nacionalnim i međunarodnim standardima i da li uključuje opremljenost dozimetrima?
7. Da li su respiratori dostupni, da li se redovno čiste, dezinfikuju, proveravaju i skladište u čistim i sanitarno odgovarajućim uslovima?
8. Da li su obezbeđeni odgovarajući filteri za tačne vrste respiratora, na pr. HEPA filteri za mikroorganizme, odgovarajući filteri za gasove ili čestice?
9. Da li su svi filteri testirani za rad?

### **Zdravlje i bezbednost osoblja**

1. Da li postoji profesionalna zdravstvena služba?
2. Da li su postavljene kutije za prvu pomoć na strateškim mestima?
3. Da li je osoblje obučeno za pružanje prve pomoći?
4. Da li je takvo osoblje za pružanje prve pomoći obučeno da se nosi sa hitnim slučajevima specifičnim za laboratoriju, na pr. kontakt sa korozivnim hemikalijama, akcidentalno unošenje otrova i zaraznih materijala?
5. Da li se radnicima koji ne rade u laboratoriji, na pr. domaće i administrativno osoblje, daju uputstva o potencijalnim opasnostima i materijalima kojim se rukuje.
6. Da li su obaveštenja postavljena na vidnim mestima da daju jasne informacije o lokaciji onih koji pružaju prvu pomoć i telefonskim brojevima hitnih službi, itd.?
7. Da li se žene u reproduktivnom dobu upozoravaju na posledice rada sa određenim mikroorganizmima, kancerogenima, mutagenima i teratogenima?
8. Da li su žene u reproduktivnom dobu, ukoliko jesu ili sumnjaju da su u drugom stanju, informisane o tome da treba da obaveste odgovarajućeg člana medicinskog/naučnog osoblja, kako bi mogla da im se organizuje zamena ako je to potrebno?
9. Da li postoji program za imunizaciju relevantan za rad u laboratoriji?
10. Da li su dostupni testovi za kožu i/ili radiološki objekti za osoblje koje radi sa tuberkuloznim materijalima ili drugim materijalima koji zahtevaju takve mere?
11. Da li se čuvaju odgovarajući dosijeji o bolestima i akcidentima?
12. Da li se koriste znakovi za upozoravanje i prevenciju nesreća da bi se minimizirale opasnosti na poslu?

Da li se osoblje obučava da prati odgovarajuće postupke u vezi sa biološkom bezbednošću?

Da li se laboratorijsko osoblje podstiče da prijavi potencijalna izlaganja?

### **Laboratorijska oprema**

1. Da li sva oprema ima dozvolu za upotrebu?
2. Da li su procedure za dekontaminaciju dostupne pre održavanja?
3. Da li se kabineti za biološku bezbednost i digestori redovno testiraju i servisiraju?
4. Da li se redovno proveravaju sterilizatori i posude pod pritiskom?
5. Da li se redovno proveravaju centrifuge i rotori?
6. Da li se redovno menjaju HEPA filteri?
7. Da li se koriste pipete umesto hipodermičkih igala?
8. Da li se napukle i odlomljene staklene posude uvek bacaju i ne koriste ponovo?
9. Da li postoje bezbedne posude za bacanje polomljenog stakla?
10. Da li se plastični pribor koristi umesto staklenog gde god je to izvodljivo?
11. Da li su dostupni i da li se koriste kontejneri za uklanjanje oštih predmeta?

### **Zarazne materije**

1. Da li se uzorci primaju u bezbednim uslovima?
2. Da li se čuva dokumentacija o materijalima koji se primaju?
3. Da li se uzorci otvaraju u biološki bezbednim kabinetima pažljivo i sa oprezom zbog mogućeg lomljenja i curenja?
4. Da li se nose zaštitne rukavice i druga zaštitna odeća pri otvaranju uzoraka?
5. Da li se osoblje obučava kako da prenosi infektivne supstance po važećim nacionalnim i/ili međunarodnim propisima?
6. Da li se radni stolovi drže čistim i urednim?
7. Da li se odbačeni infektivni materijali uklanjaju dnevno ili česce i na bezbedan način?
8. Da li su svi članovi osoblja obavešteni o procedurama za rukovanje pri lomljenju ili prosipanju kultura i infektivnih materijala?
9. Da li se performansa sterilizatora proverava odgovarajućim hemijskim, fizičkim i biološkim indikatorima?
10. Da li je procedura za dekontaminaciju centrifuga redovna?
11. Da li su hermetički zatvorene posude dostavljene za centrifuge?
12. Da li se koriste odgovarajući dezinficijensi? Da li se koriste pravilno?
13. Da li postoji specijalna obuka osoblja koje radi u izolovanim laboratorijama nivoa 3 biološke bezbednosti i maksimalno izolovanim laboratorijama nivoa 4 biološke bezbednosti?

### **Hemijske i radioaktivne supstance**

1. Da li su nekompatibilne hemikalije efektivno razdvojene pri skladištenju ili rukovanju?
2. Da li su sve hemikalije pravilno označene imenima i upozorenjima?
3. Da li su table sa upozorenjima za hemijsku opasnost vidljivo postavljene?
4. Da li su dostupni kompleti za rukovanje prosipanim materijama?
5. Da li je osoblje obučeno za rukovanje prosipanim materijama?

6. Da li su zapaljive supstance pravilno i bezbedno skladištene u minimalnim količinama u dozvoljenim kabinetima?
7. Da li su nabavljeni nosači za boce?
8. Da li je dostupno odgovorno lice za radiološku zaštitu od ili odgovorajući priručnik sa uputstvima radi konsultacije?
9. Da li je osoblje pravilno obučeno za bezbedan rad sa radioaktivnim materijalima?
10. Da li se čuvaju podaci o skladištenom materijalu i upotrebi radioaktivnih supstanci?
11. Da li su obezbeđeni paravani za zaštitu od radioaktivnosti?
12. Da li se nadgledaju pojedinačna izlaganja radijaciji?



**DEO IX**

# **Literatura, dodaci i indeks**





## Literatura

1. *Safety in health-care laboratories*. Geneva, World Health Organization, 1997, ([http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO\\_LAB\\_97.1.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO_LAB_97.1.pdf)).
2. Garner JS, Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for isolation precautions in hospitals. *American Journal of Infection Control*, 1996, 24:24–52, (<http://www.cdc.gov/ncidod/hip/isolat/isolat.htm>).
3. Hunt GJ, Tabachnick WJ. Handling small arbovirus vectors safely during biosafety level 3 containment: *Culicoides variipennis sonorensis* (Diptera: Ceratopogonidae) and exotic bluetongue viruses. *Journal of Medical Entomology*, 1996, 33:271–277.
4. National Research Council. *Occupational health and safety in the care and use of research animals*. Washington, DC, National Academy Press, 1997.
5. Richmond JY, Quimby F. Considerations for working safely with infectious disease agents in research animals. In: Zak O, Sande MA, eds. *Handbook of animal models of infection*. London, Academic Press, 1999:69–74.
6. *Biosafety in microbiological and biomedical laboratories*, 4th ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention/ National Institutes of Health, 1999.
7. *Class II (laminar flow) biohazard cabinetry*. Ann Arbor, MI, National Sanitation Foundation, 2002 (NSF/ANSI 49–2002).
8. Richmond JY, McKinney RW. *Primary containment for biohazards: selection, installation and use of biological safety cabinets*, 2nd ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention/National Institutes of Health, 2000.
9. *Microbiological safety cabinets. Recommendations for information to be exchanged between purchaser, vendor and installer and recommendations for installation*. London, British Standards Institution, 1992 (Standard BS 5726–2:1992).
10. *Microbiological safety cabinets. Recommendations for selection, use and maintenance*. London, British Standards Institution, 1992 (Standard BS 5726–4:1992).
11. *Biological containment cabinets (Class I and II): installation and field testing*. Toronto, Canadian Standards Association, 1995 (Standard Z316.3–95 (R2000)).
12. Collins CH, Kennedy DA. *Laboratory acquired infections: history, incidence, causes and prevention*, 4th ed. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1999.
13. Health Canada. *Laboratory biosafety manual*, 2nd ed. Ottawa, Minister of Supply and Services Canada, 1996.
14. *Biological safety cabinets – biological safety cabinets (Class I) for personnel and environment protection*. Sydney, Standards Australia International, 1994 (Standard AS 2252.1–1994).
15. *Biological safety cabinets – laminar flow biological safety cabinets (Class II) for personnel, environment and product protection*. Sydney, Standards Australia International, 1994 (Standard AS 2252.2–1994).

16. Standards Australia/Standards New Zealand. *Biological safety cabinets – installation and use*. Sydney, Standards Australia International, 2000 (Standard AS/NZS 2647:2000).
17. Advisory Committee on Dangerous Pathogens. *Guidance on the use, testing and maintenance of laboratory and animal flexible film isolators*. London, Health and Safety Executive, 1990.
18. Standards Australia/Standards New Zealand. *Safety in laboratories – microbiological aspects and containment facilities*. Sydney, Standards Australia International, 2002 (Standard AS/ NZS 2243.3:2002).
19. Centers for Disease Control and Prevention. Recommendations for prevention of HIV transmission in health-care settings. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 1987, 36 (Suppl. 2):1S–18S.
20. Bosque PJ et al. Prions in skeletal muscle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2002, 99:3812–3817.
21. Bartz JC, Kincaid AE, Bessen RA. Rapid prion neuroinvasion following tongue infection. *Journal of Virology*, 2003, 77:583–591.
22. Thomzig A et al. Widespread PrPSc accumulation in muscles of hamsters orally infected with scrapie. *EMBO Reports*, 2003, 4:530–533.
23. Glatzel M et al. Extraneural pathologic prion protein in sporadic Creutzfeld-Jakob disease. *New England Journal of Medicine*, 2003, 349:1812–1820.
24. Brown P, Wolff A, Gajdusek DC. A simple and effective method for inactivating virus infectivity in formalin-fixed tissue samples from patients with Creutzfeld-Jakob disease. *Neurology*, 1990, 40:887–890.
25. Taylor DM et al. The effect of formic acid on BSE and scrapie infectivity in fixed and unfixed brain-tissue. *Veterinary Microbiology*, 1997, 58:167–174.
26. Safar J et al. Prions. In: Richmond JY, McKinney RW, eds. *Biosafety in microbiological and biomedical laboratories*, 4th ed. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services, 1999:134–143.
27. Bellinger-Kawahara C et al. Purified scrapie prions resist inactivation by UV irradiation. *Journal of Virology*, 1987, 61:159–166.
28. Health Services Advisory Committee. *Safe working and the prevention of infection in clinical laboratories*. London, HSE Books, 1991.
29. Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ. *Disinfection, preservation and sterilization*, 3rd ed. Oxford, Blackwell Scientific, 1999.
30. Ascenzi JM. *Handbook of disinfectants and antiseptics*. New York, NY, Marcel Dekker, 1996.
31. Block SS. *Disinfection, sterilization & preservation*, 5th ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
32. Rutala WA. APIC guideline for selection and use of disinfectants. 1994, 1995, and 1996 APIC Guidelines Committee. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, INC. *American Journal of Infection Control*, 1996, 24:313–342.
33. Sattar SA, Springthorpe VS, Rochon M. A product based on accelerated and stabilized hydrogen peroxide: evidence for broad-spectrum germicidal activity. *Canadian Journal of Infection Control*, 1998, 13:123–130.

34. Schneider PM. Emerging low temperature sterilization technologies. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:79–92.
35. Springthorpe VS. New chemical germicides. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:273–280.
36. Steelman VM. Activity of sterilization processes and disinfectants against prions. In: Rutala WA, eds. *Disinfection & sterilization in health care*. Champlain, NY, Polyscience, 1997:255–271.
37. Taylor DM. Transmissible degenerative encephalopathies: inactivation of the unconventional causal agents. In: Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ, eds. *Disinfection, preservation and sterilization*, 3rd ed. Oxford, Blackwell Scientific, 1999:222–236.
38. *Infection control guidelines for hand washing, cleaning, disinfection and sterilization in health care*, 2nd ed. Ottawa, Laboratory Centre for Disease Control, Health Canada, 1998.
39. Springthorpe VS, Sattar SA. Chemical disinfection of virus-contaminated surfaces. *CRC Critical Reviews in Environmental Control*, 1990, 20:169–229.
40. *Recommendations on the transport of dangerous goods*, 13th revised edition, New York and Geneva, United Nations, 2003, ([http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13files_e.html)).
41. *Technical instructions for the safe transport of dangerous goods by air*, 2003–2004 Edition. Montreal, International Civil Aviation Organization, 2002.
42. Economic Commission for Europe Inland Transport Committee. *Restructured ADR applicableas from 1 January 2003*. New York and Geneva, United Nations, 2002, (<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2003/ContentsE.html>).
43. *Infectious substances shipping guidelines*. Montreal, International Air Transport Association, 2003, (<http://www.iata.org/ads/issg.htm>).
44. *Transport of Infectious Substances*. Geneva, World Health Organization, 2004, ([http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO\\_CDS\\_CSR\\_LYO\\_2004\\_9/en/](http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_CSR_LYO_2004_9/en/)).
45. Berg P et al. Asilomar conference on recombinant DNA molecules. *Science*, 1975, 188:991–994.
46. European Council. Council Directive 98/81/EC of 26 October 1998 amending Directive 90/219/EEC on the contained use of genetically modified microorganisms. *Official Journal*, 1998, L330:13–31.
47. O'Malley BW Jr et al. Limitations of adenovirus-mediated interleukin-2 gene therapy for oral cancer. *Laryngoscope*, 1999, 109:389–395.
48. World Health Organization. Maintenance and distribution of transgenic mice susceptible to human viruses: memorandum from a WHO meeting. *Bulletin of the World Health Organization*, 1993, 71:497–502.
49. Furr AK. *CRC handbook of laboratory safety*, 5th ed. Boca Raton, FL, CRC Press, 2000.
50. Lenga RE. *The Sigma-Aldrich Library of Chemical Safety Data*, 2nd ed. Milwaukee, WI, Aldrich Chemical Company, 1988.
51. Lewis RJ. *Sax's dangerous properties of industrial materials*, 10th ed. Toronto, John Wiley and Sons, 1999.

## DODATAK 1

# Prva pomoć

Prva pomoć je vešta primena prihvaćenih principa medicinskog tretmana na vreme i na mestu nesreće. To je odobren metod zbrinjavanja žrtve dok se on ili ona medicinski ne stave pod medicinski nadzor za definitivni tretman povrede.

Minimum opreme za pružanje prve pomoći sastoji se od kutije za pružanje prve pomoći, zaštitne odeće i zaštitne opreme za osobu koja daje prvu pomoć, kao i opreme za ispiranje očiju.

### *Kutija za prvu pomoć*

Kutija za prvu pomoć treba da bude napravljena od materijala koji će čuvati sadržaj od uticaja vlage i prašine. Treba je čuvati na istaknutom i lako prepoznatljivom mestu. Prema međunarodnoj konvenciji, kutija za pružanje prve pomoći se identifikuje belim krstom na zelenoj pozadini.

Kutija za pružanje prve pomoći treba da sadrži:

1. List papira sa pruženim opštim upustvom
2. Posebno upakovane sterilne lepljive zavoje u različitim veličinama
3. Sterilne poveze za oči sa zavojima za vezivanje
4. Trougaone zavoje
5. Sterilne gaze za rane
6. Zihernadle
7. Izbor sterilnih zavoja ali ne natopljenih sterilnim sredstvom
8. Ovlašćen pariručnik prve pomoći, na primer onaj koji je objavio Međunarodni crveni krst.

Zaštitna odeća za osobu koja pruža prvu pomoć uključuje:

1. dodatak za usta za oživljavanje usta-na-usta
2. rukavice i ostalu zaštitu od izlaganja krvlju<sup>10</sup> i
3. pribor za čišćenje prosute krvi (vidi poglavlje 14 u priručniku)

Pribor za ispiranje očiju takođe treba da bude odmah upotrebljiv, a osoblje obučeno za njegovu pravilnu upotrebu.

---

<sup>10</sup> Garner JS, Savetodavni komitet za procedure kontrole bolničkih infekcija. Uputstva mere predostrožnosti izolacije u bolnicama. *American Journal of Infection Control*, 1996, 24:24–52, (<http://www.cdc.gov/ncidod/hip/isolat/isolat.htm>).

## **DODATAK 2**

# **Imunizacija osoblja**

Rizike rada sa posebnim agensima treba potpuno razmotriti sa svakim istraživačem pojedinačno. Lokalna dostupnost, posedovanje licence i upotrebljivost mogućih vakcina i/ ili tarapeutskih lekova (na pr. tretman antibioticima) u slučaju izlaganja treba da budu ocenjeni pre nego što počne rad sa takvim agensima. Neki zaposleni imaju stečeni imunitet od prethodnog vakcinisanja ili infekcija.

Ako je određena vakcina ili toksoid lokalno licencirana i dostupna, treba je ponuditi pošto se sprovede procena rizika mogućeg izlaganja, kai i klinička procena zdravlja pojedinaca.

Objekti za posebno kliničko zbrinjavanje posle slučajne infekcije takođe treba da budu dostupni.

## DODATAK 3

# Centri za saradnju SZO na polju biološke bezbednosti

Informacije o dostupnosti programa obuke, pomoći i materijala mogu se dobiti na nekoj od sledećih **adresa**:

- Biosafety programme, Department of Communicable Disease Surveillance and Response, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (<http://www.who.int/csr/>).
- WHO Collaborating Centre for Biological Safety, Swedish Institute for Infectious Disease Control, Nobels Väg 18, S-171 82 Solna, Sweden (<http://www.smittskyddsinstitutet.se/English/english.htm>).
- WHO Collaborating Centre on Biosafety Technology and Consultative Services, Office of Laboratory Security, Health Canada, 100 Colonnade Road, Loc.: 6201A, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0K9 (<http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgsp/ols-bsl>).
- WHO Collaborating Centre for Applied Biosafety Programmes and Training, Office of Health and Safety, Centers for Disease Control and Prevention, 1600 Clifton Road, Mailstop F05, Atlanta, GA 30333, USA (<http://www.cdc.gov/>).
- WHO Collaborating Centre for Applied Biosafety Programmes and Research, Division of Occupational Health and Safety, Office of Research Services, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, 13/3K04 13 South Drive MSC 5760, Bethesda, MD 20892-5760, USA (<http://www.nih.gov/>).
- WHO Collaborating Centre for Biosafety, Victorian Infectious Diseases Reference Laboratory, 10 Wreckyn St, Nth Melbourne, Victoria 3051, Australia. Postal address: Locked Bag 815, PO Carlton Sth, Victoria 3053, Australia (<http://www.vidrl.org.au/>).

## DODATAK 4

# Bezbednost opreme

Određeni predmeti opreme mogu stvoriti mikrobiološku opasnost kada se koriste. Drugi predmeti su specifično projektovani tako da spreče ili smanje rizik od biološke opasnosti (vidi Poglavlje 12 u priručniku).

### Oprema koja može stvoriti opasnost

Tabela A4-1 nabraja opremu i radnje koje mogu izazvati opasnosti pri upotrebi i predlaže kako se takve opasnosti mogu eliminisati ili umanjiti.

Tabela A4 – 1 Oprema ili operacije koje mogu biti rizične za upotrebu.

OPREMA	OPASNOST	KAKO OTKLONITI ILI UMANJITI OPASNOST
Hipodermičke igle	Slučajna inokulacija, aerosol ili prosuta tečnost	Ne vraćajte igle u svoja pakovanja ili ne secite igle Koristiti jednodelnu kombinaciju špric–igla da bi se sprečilo odvajanja igle od šprica, ili špric za jednokratnu upotrebu kod koga je igla integralni deo pakovanja šprica. Koristiti dobre laboratorijske tehnike, na primer: – špric puniti tako da se minimizira pojava mehurića i pene inokuluma – izbegavati upotrebu šprica za mešanje infektivnih tečnosti; ako se koristi, postarati se da se vrh igle nalazi ispod površine tečnosti u posudi i izbegati prekomernu silu – umotati iglu i zatvarač u pamučnu gazu nakvašenu odgovarajućim dezinficijensom pre povlačenja igle iz bočice sa gumenim zatvaračem. – izbaciti suvišnu tečnost i mehuriće iz šprica vertikalno u pamučnu gazu nakvašenu odgovarajućim dezinficijensom ili u malu bocu koja sadrži pamuk. Koristiti biološki bezbedan kabinet za sve operacije sa infektivnim materijalom.

OPREMA	OPASNOST	KAKO OTKLONITI ILI UMANJITI OPASNOST
		<p>Vezati životinje dok im se daje injekcija. Koristiti tupe igle ili cevčice za intranazalnu ili oralnu inokulaciju.</p> <p>Sterilisati posle upotrebe i osigurati pravilno odstranjivanje. Ako se koriste igla i špric za jednokratnu upotrebu, ne rastavljati ih u delove pre sterilisanja.</p>
Centrifuge	Aerosoli, prskanje, lomljenje epruveta	Koristiti hermetički zatvorene posude (sigurnosne zatvarače) ili hermetički zatvorene rotore. Rotore i posude otvarati posle taloženja aerosola (30min) u biološki bezbednim kabinetima.
Ultra-centrifuge	Aerosoli, prskanje, lomljenje epruveta	<p>Postaviti HEPA filter između centrifuge i vakuumske pumpe.</p> <p>Za svaki rotor voditi dnevnik časova upotrebe i program preventivnog održavanja da bi se smanjio rizik od mehaničkog kvara.</p> <p>Posude i rotore puniti i prazniti u biološki bezbednim kabinetima.</p>
Anearobne tegle	Eksplozija, disperzija infektivnog materijala	Osigurati celovitost žičane kapsule oko katalizatora
Desikator	Implozija, rasipanje fragmenata stakla i infektivnih materijala	Držati ih u krutom žičanom kavezu
Homogenizator, drobilice za tkivo	Aerosoli, curenje i lomljava kontejnera	<p>Raditi i otvarati opremu u biološki bezbednim kabinetima.</p> <p>Upotrebljavati posebno napravljene modele koji sprečavaju curenje iz ležišta rotora i ovalno prstenaste zaptivače, ili koristite stomaher.</p> <p>Pre otvaranja činije homogenizatora sačekati 30 min da se omogući taloženje oblaka aerosola. Ohladiti ga da se kondenzuju aerosoli.</p> <p>Ako se koriste ručne drobilice za tkivo, držati <u>tubu u gazi koja je natopljena materijalom.</u></p>
Sonicatori, ultrazvučne čistilice	Aerosoli, oštećen sluh, dermatitis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raditi i otvarati opremu u biološki bezbednim kabinetima ili zatvorenim jedinicama.</li> <li>Osigurati izolaciju za zaštitu od subharmonika</li> <li>Nositi rukavice u cilju od hemijskih efekata deterdženata.</li> </ul>



OPREMA	OPASNOST	KAKO OTKLONITI ILI UMANJITI OPASNOST
Mikseri za kulture, šejkeri, mešalice	Aerosoli, prskanje i prosipanje	Raditi u biološki bezbednom kabinetu ili posebno pripremljenom primarnom prostoru. Upotrebiti flašice za kulture sa zatvaračima sa zavrtnjem, ako je potrebno dobro osiguranim sa filterom zaštićenim ispuštima.
Freeze-dryers Liofilizator	Aerosoli i direktna kontaminacija kontaktom	koristiti ovalne prstenaste konektore za potpuno zatvaranje jedinice. Koristiti vazdušne linije za zaštitu vakuumskih cevi Koristite zadovoljavajući metod dekontaminacije, t.j. hemijski. Omogućiti potpunu metalnu barijeru za vlagu i kondenzator pare. Pažljivo ispitati sve vakuumske posude od ogrebotna na površini. Koristiti isključivo posuđe od stakla za rad u uslovima vakuuma.
Vodena kupatila	Rast mikroorganizama. Natrijum azidi formiraju eksplozivna jedinjenja sa nekim metalima.	Osigurati redovno čišćenje i dezinfekciju. Ne koristiti natrijum azide za sprečavanje rasta mikroorganizama.

Uz mikrobiološke opasnosti, sigurnosne opasnosti vezane za opremu takođe treba da budu predviđene i sprečene. Tabela A4-2 nabraja primere nekih od uzroka nesreća.

Tabela A4-2. *Opšti razlozi nezgoda vezanih za opremu*

NEZGODA	UZROK NEZGODE	SMANJENJE ILI ELIMINISANJE OPASNOSTI
<b><i>Pogrešan dizajn ili konstrukcija</i></b>		
Električni požar u inkubatorima	Nema temperaturnog isključenja el. energije	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saglasnost sa nacionalnim standardima</li> </ul>
Električni udar	Nedostatak pravilnog uzemljenja	
<b><i>Nepravilna upotreba</i></b>		
Nezgode sa centrifugom	Nebalansiranje posuda na swing-out rotorima	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obučavati i nadgledati osoblje</li> </ul>
Eksplzija u anaerobnom inkubatoru	Upotreba pogrešnog gasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obučavati i nadgledati osoblje</li> </ul>
<b><i>Nepodesno prilagođenje</i></b>		
Eksplzija u vakuumskim flašicama	Nepropisan prenos tečnog azota	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koristiti posebno napravljenu opremu</li> </ul>
Eksplzija u hladnjaku kućnog tipa	Skladištenje opasne hemikalije u kontejnere osetljiv na varničenje/ eksplozije	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rastvarače sa niskom tačkom paljenja i ekstrate skladištiti samo u hladnjacima ili kabinetima otpornim na varnice/eksplozije.</li> </ul>
<b><i>Nedostatak pravilnog održavanja</i></b>		
Vatra u fotometru plamena	Neppravilno sakupljajne svih komponenti u toku održavanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obučiti i nadgledati osoblje</li> </ul>

## **DODATAK 5**

# **Hemikalije: opasnosti i mere predostrožnosti**

Ovaj dodatak nabraja informacije o zdravlju i bezednosti, podatke i odgovarajuće mere predostrožnosti za izabrane hemikalije koje se pretežno nalaze u zdravstvenim i istraživačkim laboratorijama. Ova lista nije iscrpna i izostanak neke posebne hemikalije obično ne ukazuje da je ona bezopasna. Sve laboratorijske hemikalije trebalo bi tretirati sa pažnjom u smislu svođenja izlaganja tim materijama na minimum.

*Tabela A5-1. Opasnosti i mere predostrožnosti*

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Acetaldehid CH <sub>3</sub> CHO	Bezbojna tečnost ili gas oštrog, voćnog mirisa; t.t. -121°C t.k. 21°C	Blaga iritacija oka i respiratornog trakta. Utiče na centralni nervni sistem, respiratorni trakt i bubrege. Mogić kancerogen.	Ekstremno zapaljiv; para/vazduh mešavine su eksplozivne tačka paljenja -39 °C opseg zapaljivosti je 4-57%	Zabranjeno je prinositi otvorenom plamenu, varnicama, zabranjeno je pušenje i kontakt sa vrućim površinama. Čuvati ga u dobro zatvorenim kontejnerima u prostorima odvojenim od oksidišućih materija; čuvati ga samo ako je stabilisan. Upotrebljavati ga u ormarićima sa izduvnicima ili sa dobrom ventilacijom. Nositi gumene rukavice, zaštitne naočare i respiratornu zaštitu.	Može formirati eksplozivne perokside u dodiru sa vazduhom. Pod dejstvom kiselina, baznih materijala i u prisustvu tragova metala može polimerizovati. Jak je redukujući agens, reaguje burno sa oksidantima, sa različitim organskim substancama, halogenim elementima, sumpornom kiselinom i aminima.	
Sirćetna kiselina CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> H	Bezbojna tečnost jakog, oštrog mirisa t.t. 17°C t.k. 118°C meša se sa vodom	Korozivan; izaziva ozbiljne opekotine; iritirajuća para. Efekti mogu biti odloženi.	Zapaljiv; tačka paljenja 40°C opseg zapaljivosti 5.4-16%	Ne udisati dim.U slučaju kontakta sa očima isprati ih momentalno vodom i potražiti savet lekara. Nositi nitrilne rukavice (veštačka guma) i zaštitu za oči.	Burna ili eksplozivna reakcija sa oksidirajućim materijama.oksidišužim materijama.	
Acetic Anhydride (CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	Bezbojna tečnost jakog, mirisa,pout sirća t.t. -73 °C t.k. 139 °C	Jak nagriza oči i nadržaj gornji respiratorni trakt; korozivno dejstvo. Efekti mogu biti odloženi.	Zapaljiv; pravi otrovna iritantna isparenja ili gasove; tačka paljenja 49°C opseg zapaljivosti 2.7-10.3%	Zabranjeno prinositi otvorenom plamenu, varnicama, zabranjeno pušenje. Sprečiti kontakt sa kožom i okom.	Reaguje burno sa proključalom vodom, parom, jakim oksidantima, alkoholima, aminima, jakim bazama mnogim drugim jedinjenjima. Nagriza više metala u prisustvu vode.	

Aceton CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	Mirišljava bezbojna tečnost t.t. -95 °C t.k. 56 °C može se mešati sa vodom	Blaaga iritacija oka, nosa, i grla. Inhalacija može izazvati vrtoglavicu, narkozu i komu.	Veoma je zapaljiv; tačka paljenja -18 °C opseg zapaljivosti 2.2-12.8%	Kontejner čuvati u dobro provetranom prostoru; čuvati ga što dalje od izvora paljenja. Ne udisati paru. Koristiti respiratornu zaštitu; nositi zaštitu za oči	Reaguje burno sa materijama koji oksidiraju (na primer hromna i azotna kiselina) i hloroformom u prisustvu baze. Nije kompatibilan sa smesama koncentrovane azotne i sumporne kiseline.	Uzemljiti velike kontejnere da bi se izbegao statički elektricitet.
Acetonitril CH <sub>3</sub> CN	Mirišljava bezbojna tečnost t.t. -46 °C t.k. 82 °C	Iritacija oka, kože i respiratornih organa. Izloženost može rezultovati grčevima, nesvesnicom i trovanjem cijanidom.	Veoma je zapaljiv; tačka paljenja 12.8 °C eksplozivna ograničenja 3.0 - 16%	Ne prinositi otvorenom plamenu, varnicama; zabranjeno je pušenje; zabranjen je kontakt sa oksidantima. Upotrebljavati ga samo u prostorijama u kojima nema izvora paljenja. Čuvati u dobro zatvorenim kontejnerima u prostorijama što dalje od oksidirajućih materija. Raditi samo na mestima sa izduvnom ventilacijom. Sprečiti kontakt sa kožom, okom i sluzokožom. Koristiti zaštitu za respiratorne organe i zaštitne rukavice.	Reaguje sa vodenim kiselinama i bazama, proizvodi otrovan dim. Reaguje sa jakim oksidantima. Nagrizava neke oblike plastike, gumu i presvlake. Razlaže se uz sagorevanje i formira vodonik cijanid i okside azota.	
Acetilen HC≡CH	Bezbojni gas jedva primetnog, laganog, mirisa belog luka. Transportuje se pod pritiskom, rastvoren u acetonu; t.t. -81 °C sublimira na -84 °C.	Jednostavan asfiksant; pravi promrzline u kontaktu sa kožom.	Ekstremno zapaljiv; opseg paljenja 2.5-100%	Za zaštitu kože koristiti zaštitne rukavice za rad sa veoma hladnim materijalima, zaštitne naočare i zaštitu za lice. Ne prinositi otvorenom plamenu, varnicama, zabranjeno je pušenje. Raditi uz osvetljenje sa lokalno izvedenom ventilacijom, kao i sa električnom opremom zaštićenom od eksplozija.	Jak redukcionni agens; reaguje burno sa oksidantima sa fluorom i hlorom pod dejstvom svetlosti. Reaguje sa bakrom, srebrom i živom ili sa njihovim solima, stvarajući jedinjenja osetljiva na potrebe.	

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Akralaldehyd CH <sub>2</sub> -CHCHO	Bezbojna ili žuta tečnost oštrog neprijatnog mirisa ; t.t. -87 °C t.k. 53 °C	Lacrimaciju. Jaka respiratorna iritacija; Edem pluća pri viskoim nivoima izlaganja. Efekti mogu biti odloženi.	Veoma zapaljiv; tačka paljenja -26 °C eksplozivna 2.8-31%	Treba Izbegavati kontakt sa kožom i okom. Raditi u digestoru sa dobrom ventilacijom.	Oksidirajuće substance, kiseline, amini. Polimeriše odmah ukoliko se ne spreči hidrohionom. Može formirati perokside osetljive na potrese.	
Rastvori amonijaka	Bezbojna tečnost oštrog mirisa; za gas: t.t. -78 °C t.k. -33 °C; ta 25% rastvor t.t. -58 °C t.k. 38 °C; meša se sa vodom	Pri ingestiji nagriza oči, i respiratorni sistem I kožu; Edem pluća pri viskoim nivoima izlaganja gasu i isparenju.	Kao gas amonijak; opseg zapaljivosti 15 - 28%.	Kontejner držati dobro zatvorenim. U slučaju kontakta sa očima, odmah isprati i zatražiti medicinsku pomoć. Raditi u digestoru sa. Nositi gumene ili plastične rukavice i hemijski ocenjene zaštitne naočare.	Reaguje burno sa teškim metalima kao što je živa i sa njenim solima pri čemu formira eksplozivne produkte..	
Anilin C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	Bezbojna braon nijanse , uljana tečnost aromatičnog amino mirisa; t.t. -6 °C t.k. 185 °C;	Cijanoza uslovljena metemoglobinemijom. Iritacija kože i oka. Može se absorbovati kroz kožu; ponovljeno i produženo izlaganjemože izazvati senzitivaciju kože.	Zapaljiv; tačka paljenja 70 °C opseg eksplozivnosti 1.2-11%	Držati u dobro zatvorenim kontejnerima u prostorijama odvojeno od oksidišućih materija. Sprečiti kontakt sa kožom i okom. Raditi u prisustvu lokalne izduvne ventilacije ili sa respiratornom zaštitom, zaštitnim rukavicama, zaštitnom odećom, i zaštitom lica.	Jake oksidišuće substance , jake kiseline.	
Auramin (4,4'- Carbono- imidoylbis), (N,N- dimetilbenzenamin)	Žute pahuljice ili prah t.t. 136 °C; nerastvorljiv u vodi	Štetan pri ingestiji, inhalaciji i kontaktu sa kožom. Može uzrokovati iritaciju oka i kože. Moguć kancerogen.		Izbegavati kontakt s kožom i inhalaciju prašine. Nositi gumene ili plastične rukavice i hemijski ocenjene zaštitne naočare. Raditi u digestoru ili nositi respirator za prašinu.	Jake oksidišuće agense.	

Benzen C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Bezbojna isparljiva tečnost karakterističnog mirisa; t.t. 6 °C t.k. 80 °C.	Inhalacija pare izaziva efekte na centralni nervni sistem rezultujući vrtoglavicom i glavoboljom; pri visokim koncentracijama, nesvesticu i smrt. Stalnim i produženim izlaganjem izaziva aplastičnu anemiju, leukemiju u oštećenje jetre. Može biti absorbovan kroz kožu.	Veoma zapaljiv; tačka zapaljivosti -11 °C opseg zapaljivosti	Kontejner čuvati u dobro provetravanoj prostoriji dalje od izvora paljenja, Raditi u digestoru ili sa dobrom ventilacijom. Nositi zaštitu za oči i nitrilne ili PVC rukavice. Uzemljavanjem sprečiti električna paržnjenja.	Može reagovati burno sa oksidišućim substancama uključujući hromnu kiselinu, kalijum permanganat i tečni kiseonik.
Benzidin 1,1'-Bifenil-4,4'-diamin	Lagani žuti prah; t.t. 128 °C t.k. 400 °C. blago rastvorljiv u vodi ali vrlo rastvorljiv u kiselinama i organskim rastvorima.	Može se absorbovati kroz kožu. Može izazvati rak mokraćne bešike. Izbegavati svako izlaganje.	Zapaljiv, sagorevanjem vatrom proizvodi otrovan dim (gasove).	Izbegavati svako izlaganje. Nositi očnu i zaštitu za kožu. Raditi u digestoru sa iduvnom ventilacijom.	Upotreba je zabranjena ili zakonski kontrolisana u više zemalja.
Brom Br <sub>2</sub>	Tamna crvenkasto braon isparljiva tečnost oštrog mirisa; t.t. -7.2 °C t.k. 58.8 °C.	Korozivan. Para je korozivna za oči i respiratorni trakt; inhalacija može izazvati edem pluća i uticati na centralni nervni sistem. Pri kontaktu sa okom može izazvati zamućen vid, crvenilo, bol, jake opekotine tkiva.	Nije zapaljiv ali pojačava sagorevanje drugih supstanci. Više reakcija može izazvati požar ili eksploziju. Zagrevanje može izazvati rast u pritiska sa rizikom gorenja.	Koristiti ga u zatvorenim sistemima sa ventilacijom. Nositi zaštitne rukavice i odeću, zaštitne naočare, masku za lice ili zaštitu za oči kombinaciji sa respiratornom zaštitom.	Jak oksidant, reaguje burno sa zapaljivim i redukcionim materijalima. Reaguje burno sa vodenastim amonijakom, oksidantima, metalima, organskim jedinjenjima i fosforom.  Nagriza neke oblike plastike, gume i obloga.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Ugljen dioksid (čvrsti; "suvi led") CO <sub>2</sub>	Poluprovodan beo i čvrst na -79 °C; sublimira u gas na sobnoj temperaturi.	Izaziva nesvesticu usled nedostatka kiseonika u zatvorenim ili slabo provetranim prostorijama; dodir sa "suvim ledom" izaziva promrzline.		Treba nositi izolacione zaštitne rukavice. Držati samo u ventilisanim sobama ili prostoru u otvorenom kontejnera.	Alkalni metali, jake baze.	
Karbon tetrahlorid CCl <sub>4</sub>	Bezbojna tečnost karakterističnog eterastog mirisa; t.t. -23 °C t.k. 76.5 °C.	Može biti absorbovan kroz kožu; može izazvati dermatitis dužim izlaganjem. Iritacija oka. Može izazvati jetre i bubrega i poremećaj centralnog sistema rezultujući glavoboljom, mučninom, blagom žutiocom i narkozom. Karcenogen je za životinje.	Nije zapaljiv. U plamenu daje iritirajući ili toksični dim ili gasove.	Izbegavajte svaki kontakt. Treba raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispust vazduha; nositi nitrilne rukavice, zaštitnu odeću, zaštitnu masku za licelii zaštitu za oči u kombinaciji sa respiratornom zaštitom.	Pri kontaktu sa vrućom površinom ili plamenom, razlaže se formirajući otrovan, korozivni dim i gasove (vodonik hlorid, hlor, fozgen). Reaguje sa nekim metalima kao što su aluminijumom, magnezijum i cink.	
Hlor Cl <sub>2</sub>	Zeleno-žuti gas jakog mirisa t.t. -101 °C t.k. 34 °C.	Nagriza oči, kožu i respiratorni trakt. Inhalacija gasa može izazvati pneumonitis, edem pluća, rezultujući sindromom reaktivne disfunkcije disajnih puteva (RADS). Brza evaporacija tečnosti može izazvati promrzline. Veće izlaganje može prouzrokovati smrt. Efekti mogu biti odloženi; medicinski posmatranje je naznačeno.	Ne sagoreva ali pojačava sagorevanje drugih supstanci.	Treba raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispust vazduha; Nositi izolacione rukavice za zaštitu od hladnoće, zaštitnu odeću i zaštitne naočare ili zaštitu za oči u kombinaciji sa respiratornom zaštitom.	Rastvor u vodi je jaka kiselina, reaguje burno sa bazama i više organskih jedinjenja, acetilenom, butadienom, benzenom, i drugim ostacima nafte, amonijakom, vodonikom, terpentinom, i metalima sa kojima izaziva opasnost požara i eksplozije.	Nagriza više metala u prisustvu vode. Nagriza plastiku, gumu i oplatu.



Hlor dioksid ClO <sub>2</sub>	Gas žuto crvene boje ili crveno braonkasta tečnost t.t. -59 °C; t.k. 10 °C	Jaka iritacija očiju, kože i respiratornog takta; Inhalacija gasa može izazvati edem pluća. Efekti mogu biti odloženi.	Nije zapaljiv, ali pojačava sagorevanje drugih supstanci; može eksplodirati pri zagrevanju, izlaganju sunčevoj svetlosti ili ako je izložen potresima i varničanju.	Treba raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispuštavanje vazduha; Nositi zaštitne rukavice i odeću, zaštitne naočare ili zaštitu za oči u kombinaciji sa respiratornom zaštitom.	Jak oksidant; reaguje sa zapaljivim i redukcionim materijalima. Reaguje brzo sa fosforom, kalijum hidroksidom, sumporom, amonijakom, metanom, fosfinom i vodonik sulfidom.
Hloroform CHCl <sub>3</sub>	Bezbojna isparljiva tečnost karakterističnog mirisa; t.t. -63 °C; t.k. 61 °C	Štetan pri udisanju, unošenju i kontaktu sa kožom; iritacija kože. Može izazvati štetne efekte na jetri, bubrezima i centralnom nervnom sistemu rezultujući glavoboljom, mučninom, žuticom, gubitkom apetita, narkozom. Duže ili stalno izlaganje kod životinja izaziva kancer; Sumnja se da je kancerogen za ljude.		Nositi zaštitnu odeću, nitrilne rukavice i zaštitu za oči. Treba raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispuštavanje vazduha.	Jake baze; neki metali kao što su aluminijum ili magnezijum, cink u prahu; jake oksidišuće substance. Pri zagrevanju do razlaganja formira gas fosgen. Nagrizava plastiku i gumu.
Hromna kiselina CrO <sub>3</sub> Hrom VI oksid	Pahuljice ili prah tamno crvene boje i bez mirisa. Često se koristi u vodenim rastvorima; t.t. 197 °C	Iritacija oka, kože i respiratornog sistema. Ponovljen ili produžen kontakt sa kožom može izazvati dermatitis, hromni čireve povećanje osetljivosti kože na svetlo. Inhalacija može izazvati reakcije kao kod astme. Može izazvati perforaciju nasalnog septuma. Kancerogen za ljude.	Razlaže se na preko 250 °C na hrom oksid i kiseonika povećanom rizikom paljenja. Više reakcija može izazvati opasnosti.	Sprečiti kontakt sa kožom i okom; Izbegavati udisanje sitne prašine i pare. Raditi sa ventilacijom, lokalnim izduvnikom i zaštitom disajnih organa.	U vodenim rastvorima je jaka kiselina koja je korodivna i reaguje sa bazama. Jak oksidant, reaguje sa zapaljivim, organskim i drugim lako oksidirajućim materijalima (papir, drvo, sumpor, aluminijum, plastika, itd.) nagriza metale.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Bakar Cu	Crvenkast, sjajan, rastegljiv, bez mirisa, čvrst; crveni prah, postaje zelen izlaganjem vazdušnoj vlazi; t.t. 1083 °C ; t.k. 2567 °C.	Udisanje bakarnih isparenja može izazvati metalnu groznicu.	Zapaljiv.	Raditi sa lokalnim izduvnim sistemom i respiratornom zaštitom, zaštitnim rukavicama i naočarima.	Sa jedinjenjima acetilena, azidima etilen oksida i vodonik peroksidom formira jedinjenja osetljiva na potrese. Reaguje sa jakim oksidantima, hloratima i bromatima, i postaje eksplozivnan.	
Cijanogen bromid BrCn	Bezbojni ili beli kristali, oštrog mirisa; t.t. 52 °C ; t.k. 61 °C.	Jak efekat na oči, kožu i respiratorni trakt; inhalacija pare može izazvati edem pluća koji može dovesti do grčenja, nesvestice prestanka disanja i smrt.	Nije zapaljiv ali formira zapaljiv gas pri zagrevanju. U plamenu oslobađa iritirajuć, otrovan dim ili gas.	Raditi u zatvorenom sistemu sa ventilacijom. Nositi zaštitne rukavice i zaštitnu odeću, zaštitnu masku za lice ili kombinaciju zaštite očiju sa respiratornom zaštitom.	Razlaže se pri zagrevanju i kontaktu sa kiselinama, proizvodi veoma toksičan, i zapaljiv vodonik cijanid, kao i korozivni vodonik bromid. Reaguje sa jakim oksidantima. Reaguje sporo sa vodom i vlagom tako da proizvodi vodonik bromid i hidrogen cijanid. Nagriza više metala u prisustvu vode.	
Citohalasin (A-J)	Bezbojni beli prah t.t. varira	Otrovan unošenjem, inhalacijom, ili absorpcijom kroz kožu. Može izazvati kongenitalnu fetalnu nakaznost.		Izbegavati kontakt sa očima, kožom i odećom, nositi hemijski testirane zaštitne naočare i gumene ili plastične rukavice.	Jake oksidišuće agense.	

Dietil eter $C_2H_5OC_2H_5$	Bezbojna brzo isparljiva tečnost karakterističnog mirisa; t.t. $-116\text{ }^\circ\text{C}$ t.k.; $34\text{ }^\circ\text{C}$ ; malo rastvorljiv u vodi.	Iritira oči i respiratorni trakt. Može oštetiti centralni nervni sistem izazvajući pospanost i nesvesno stanje. Ponovljena inhalacija može izazvati ovisnost.	Ekstremno zapaljiv; tačka paljenja $-45\text{ }^\circ\text{C}$ opseg zapaljivosti 1.7–48%	Kontejner držati u dobro provetrovanoj prostoriji; držati ga što dalje od izvora paljenja; uzamljiti kontejner da se izbegnu statička pražnjenja. Raditi u digestoru. Nositi nitrilne rukavice da se spreči gubitak masnoće kože.	Izlaganje vazduhu i svetlu može rezultovati formiranjem eksplozivnih peroksida. Može burno reagovati sa sa osidišućim i halogenim elementima.
Dimetilamin $(CH_3)_2NH$	Bezbojan, isparljiv, tečni gas oštrog mirisa; t.t. $-93\text{ }^\circ\text{C}$ t.k. $7\text{ }^\circ\text{C}$ ; može se pomešati sa vodom;	Jaka iritacija oka i respiratornog sistema; inhalacija može izazvati edem pluća. Brza evaporacija mogu izazvati promrzline. Rastvor je korozivan za oči i kožu.	Ekstremno zapaljiv; tačka paljenja $-26\text{ }^\circ\text{C}$ flammable limits 2.8–14%. Vrlo zapaljiv rastvor; tačka paljenja $-18\text{ }^\circ\text{C}$	Držati što dalje od izvora paljenja; u slučaju kontakta odmah isprati oči i zatražiti savet lekara. Raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispuštanje vazduha; Nositi nitrilne rukavice i hemijski testirane zaštitne naočare.	Može reagovati sa oksidišućim materijama i živom.
2,4-Dinitrofenilhidrazin $C_6H_3(NO_2)_2NHNH_2$ 1-Hidrazino-2,4-dinitro-benzen	Orandžasto crven kristalni prah; t.t. $200\text{ }^\circ\text{C}$ malo rastvorljiv u vodi.	Izaziva iritaciju oka i kože. Štetan unošenjem, udisanjem i kontaktu pri sa kožom.		Održavati vlagu za smanjenje rizika eksplozije. Nositi respirator za prašinu, gumene ili plastične rukavice i hemijski testirane zaštitne naočare.	Sa oksidišućim i redukcionim materijama može reagovati energično.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Dioksan C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> Dietilen dioksid	Bezbojna tečnost karakterističnog mirisa; t.t. 12 °C; t.k. 101 °C.	Iritacija oka i respiratornog trakta. Može delovati na centralni nervni sistem što dovodi do glavobolje, mučnine, kašlja, upale grla, abdominalnog bola, vrtoglavice, pospanosti, povraćanja, nesvestice. Oštećenje bubrega i jetre. Verovatni ljudski kancerogen.	Veoma zapaljiv; moguće paljenje sa distance; kao rezultat protoka, potresa, itd. mogu se generisati električna pražnjenja.	Treba raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispust vazduha; Zabranjeno je prinositi otvoren plamen, varničenje, pušenje i kontakt sa sa jakim oksidantima ili vrelin površinama. Ne koristiti kompresovani vazduh za punjenje, pražnjenje i rukovanje; koristiti alate koji ne varniče. Nostiti zaštitne rukavice, zaštitnu masku za lice ili kombinaciju respiratorne i zaštite za oči.	Može formirati eksplozivne peroksidi. Reaguje energično sa jakim oksidantima i koncentrovanim jakim kiselinama. Sa nekim katlizatorima reaguje eksplozivno. Nagriza više vrsta plastike.	
Etanol CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Bezbojna isparljiva tečnost blagog karakterističnog mirisa; t.t. -117 °C; t.k. 79 °C; može se promešati sa vodom.	Štetan ako se unosi. Iritantan za oči. Može štetno delovati na centralni nervni sistem.	Veoma zapaljiv; tačka paljenja 12 °C; ograničenja paljenja 3-19%.	Kontejner držati dobro zatvorenim; čuvati ga što dalje od izvora paljenja.	Reaguje burno sa jakim oksidišućim materijama.	
Etanolamin H <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH 2-Amino-etalol	Bezbojna, neisparljiva, lepljiva tečnost amonijačnog mirisa; t.t. 10 °C; t.k. 171 °C.	Korozivan za oči, respiratorni sistem i kožu. Može izazvati povećanu osetljivost kože na svetlo.	Tačka paljenja 85 °C.	Nositi plastične ili gumene rukavice i zaštitu za oči.	Reaguje sa jakim oksidirajućim materijama.	

Rastvor formaldehida (37%–41% formaldehida sa 11–14% metanola) HCHO	Bezbojan tečnost jakog mirisa; t.k. 96 °C; može se pomešati sa vodom.	Jaka iritacija oka i kože, iritacija respiratornog trakta; duže izlaganje pari može prouzrokovati simptome kao kod astme, konjuktivitisa, laringitisa, bronhitisa ili bronhijalnog zapaljenja pluća. U dodiru sa kožom može izazvati povećanu osetljivost kože na svetlo. Mogući rizik nepovratnih efekata na zdravlje. Mogući kancerogen.	Tačka paljenja 50 °C.	Nositi zaštitnu odeću kao što je plastična keclja, gumene rukavice i hemijski testirane zaštitne naočare. Treba raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispuštanje vazduha;.	Može reagovati energično sa oksidirajućim materijama, sa nitrometanom proizvodi eksplozivne produkte, sa hlorovodoničnom kiselinom proizvodi snažan kancerogen bis (hlormetil) eter.	Koncentrovani rastvori formaldehida postaju mutni ako se drže na temperaturi ispod 21°C. Rastvore treba čuvati na temperaturi od 21–25 °C. Razblaženi rastvori (1–5%) i rastvori srednje snage zadržavaju više opasnih osobina koncentrovanog oblika.
Glutaraldehid OHC(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CHO	Bezbojan ili bleđožut rastvor jakog mirisa t.t. –14 °C; t.k. 189 °C; može se mešati sa vodom.	Jaka iritacija oka i gornjeg respiratornog trakta; izlaganje produženoj inhalaciji ili kontakt sa kožom može povećati njenu osetljivost.		Treba raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispuštanje vazduha; Nositi gumene ili plastične zaštitne rukavice kao i zaštitu za oči.	Može reagovati energično sa oksidirajućim materijama	Često se dostavlja kao vodeni rastvor različitih koncentracija sa dodatim stabilizatorom koji pojačava stabilnost.
Hlorovodonična kiselina (10–37%) HCl Vodonik hlorid	Bezbojna isparljiva tečnost jakog mirisa; t.k. 200 °C; može se mešati sa vodom.	Korozivan za oči, kožu respiratorni sistem; ponovljena inhalacija pare može izazvati hronični bronhitis.		Ne udisati isparenja; koristiti respiratornu zaštitu. U slučaju kontakta sa očima, odmah isprati vodom i zatražiti savet lekara; u slučaju kontakta sa kožom, smesta oprati sa velikom količinom vode. Nositi zaštitne gumene rukavice ili plastične i zaštitu za oči .	Burno reaguje sa bazama (čvrstim i koncentrovanim rastvorima), eksplozivno sa čvrstim kalijum pemanganatom. Oslobađa otrovne ili eksplozivne gasove u kontaktu sa mnogim metalima..	U vatri oslobađa veoma otrovna isparenja.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Vodonik peroksid H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Bezbojna tečnost; t.t. -39 °C (70%) t.k. 111 °C (70%) može se mešati sa vodom; dostavlja se u vodenim rastvorima različitih oncentracija.	Korozivan pri visokoj koncentraciji (60%) i pri niskoj koncentraciji (6%) ako je kontakt sa kožom dugotrajan. Razblaženi rastvori su iritirajući za oči, kožu i respiratorni sistem.	Oksidirajući agens; kontakt sa zapaljivim materijalima može zapaliti vatru.	U slučaju kontakta sa kožom smesta je oprati većom količinom vode. Nositi nitrilne rukavice i zaštitu za oči ako koncentracija dostigne 20%.	Reaguje energično sa hemijskim reagensima uključujući oksidišuće materije i baze. Nagriza većinu metala i njihove soli. Napada zapaljive tečnosti, i druge sagorljive materijale (papir, tekstil), anilin i nitrometan.	Razlaganjem može osloboditi koiseonik prouzrokujući rast pritiska u kontejneru. Čuvati na tamnom hladnom, mestu. Ne upotrebljavati metalne kontejnere ili opremu, t.j. mesing, bakar gvožđe.
Vodonik sulfid H <sub>2</sub> S	Bezbojan gas jakog mirisa pokvarenih jaja; t.t. -60 °C t.k. -85 °C.	Izaziva efekte na centralni nervni sistem što može dovesti do glavobolje, vrtoglavice, kašlja, upale grla, mučnine, otežano disanje, nesvesticu, i smrt. Ihalacija može izazvati edem pluća. Crvenilo, bol i duboke opekotine oka.	Ekstremno zapaljiv; explosive limits 4.3-46%.	Raditi sa ventilacijom i lokalnim izduvnikom. Nositi sigurnosne naočari ili zaštitu za oči u kombinaciji sa respiratornom zaštitom.	Jake oksidirajuće materije i jaka azotna kiselina. Nagriza razne vrste plastike metale.	Čulo mirisa brzo slabi i ne možete se pouzdati da će nagovestiti stalno prisustvo gasa.
Jod I <sub>2</sub>	Plavičasto-crni luskasti kristali karakterističnog mirisa; t.t. 114 °C t.k. 184 °C.	Iritacija oka, respiratornog sistema i kože. Ponovljeno izlaganje može izazvati povećanu osetljivost kože na svetlo. Može imati efekte na štitnu žlezdu.	Nije zapaljiv ali pojačava sagorevanje drugih supstanci. Više reakcija može izazvati požar ili eksploziju. Oslobađa iritirajuća isparenja (ili gasove) u plamenu.	Ne udisati paru; izbegavati kontakt sa očima. Nositi nitrilne rukavice.	Sa metalima, uključujući aluminijum, kalijum i natrijum reaguje burno, kao i sa smesama etanol/fosfor, acetilen i amonijak.	

Živa Hg (Živo srebro)	Teška srebrnasta tečnost; t.t. <sup>11</sup> -39 °C t.k. 357 °C; nerastvorljiva u vodi.	Može se apsorbovati kroz kožu. Ponovljeno izlaganje može uticati na bubrege i centralni nervni sistem i prouzrokovati povraćanje, dijareju, glavobolju, mučninu, otečene desni i ispadanje zuba.	Ne zapaljiva. Oslobađa iritirajuće ili toksične dimove pri sagorevanju.	Kontejner treba držati čvrsto zatvoren. Treba raditi u digestoru ili dobro provetrenom prostoru, sprečiti bilo kakvo prosipanje, strogo poštovati higijenu i nositi nitrilne rukavice.	Acetilen, fulminska kiselina. Reaguje sa amonijakom, azidima i etilen oksidom i daje eksplozivne proizvode. Burno reaguje sa bromom. Stvara amalgame sa mnogim metalima.	Kontejnere treba skladištiti i koristiti iznad podmetača za sakupljanje da bi se sačuvala sva prosuta količina; prosute kapljice treba usisati u usisnu flašicu sa kapilarnom eprivetom, povezanom na pumpu; površinu po kojoj je prosuta materija treba tretirati cinkovim prahom da bi se stvorio amalgam.
Metanol CH <sub>3</sub> OH	Bezbojna ispariva tečnost sa karakterističnim mirisom; t.t. -98 °C; t.k. 65 °C; meša se sa vodom;	Utiče na centralni nervni sistem što rezultira nesvesnim stanjem; stvara iritaciju mukozne membrane; hronična izloženost može da dovede do oštećenja mrežnjače i optičkog nerva; produženi kontakt sa kožom može da izazove dermatitis; može se apsorbovati kroz kožu.	Veoma zapaljiv; tačka paljenja -16 °C Opseg zapaljivosti 7-37%.	Kontejner treba držati čvrsto zatvoren; Materiju treba držati daleko od izvora paljenja; treba izbegavati udisanje isparenja i kontakt sa kožom; treba raditi u digestoru ili dobro provetrenom prostoru. Treba nositi gumene ili plastične rukavice i zaštitu za oči.	Može burno da reaguje sa oksidantima; reakcije sa magnezijumom ili bromom mogu biti burna a one sa jakim oksidantima ili hloroformom sa natrijumom mogu biti eksplozivne.	
Naftilamin (alfa i beta) C <sub>10</sub> H <sub>9</sub> N N-fenil-α- naftilamin i N-fenil-β- naftilamin	Belo rozikasti kristali sa karakterističnim mirisom; alfa: t.t. 50°C t.k. 301 °C; beta: t.t. 113 °C t.k. 306 °C; slabo rastvorljiv u vodi ali hidrohlorid je rastvorljiv u vodi.	Obe forme su veoma toksične u slučaju inhalacije, unošenja i kontakta sa kožom; kancerogen po ljude i prouzrokuje kancer bešike; eksperimentalni mutagen i teratogen; apsorbuje se kroz kožu.	Zapaljiv.	Treba izbegavati bilo kakvu izloženost; treba nositi odgovarajuću zaštitnu odeću, raditi u digestoru ili uz ispusnu ventilaciju.		Upotreba je zabranjena ili zakonom kontrolisana u mnogim zemljama.

<sup>11</sup> t.t. - tačka topljenja; t.k. - tačka ključanja;

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Ninhidrin C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	Bledo žuta čvrsta materija, razlaže se pre topljenja na 241 °C. Pakuje se u sprej konzervama kao 0.5% rastvor u butanolu; rastvorljiv u vodi.	Opasan u slučaju unošenja ili udisanja; izaziva iritiranost očiju, respiratornog sistema ili kože; ponovljeno izlaganje može da izazove senzitivizaciju kože.	Zapaljiva, čvrsta supstanca koja lako gori; tačka paljenja 39 °C	Treba izbegavati udisanje spreja ili pare i kontakt sa očima. Treba nositi gumene ili plastične rukavice i naočare za hemijsku zaštitu.		Kontakt sa kožom stvara trajne ljubičaste mrlje.
Azotna kiselina (50–70%) HNO <sub>3</sub>	Bezbojna ili bledo žuta tečnost; t.t. -42 °C; t.k. 83–121 °C, Meša se sa vodom;	Supstnca koja izjeda, i stvara ozbiljne opekotine očiju i kože; udisanje isparenja može prouzrokovati edem pluća.	Oksidant; kontakt sa zapaljivim materijalima može prouzrokovati vatru; oslobađa toksične dimove u vatri.	Isparenja ne treba udisati, i treba koristiti respiratornu zaštitu; u slučaju kontakta sa očima, treba odmah isprati i potražiti pomoć lekara; u slučaju kontakta sa kožom, treba odmah isprati mosto dodira i ukloniti kontaminiranu odeću; treba nositi PVC rukavice, plastičnu keclju naočare za hemijsku zaštitu; treba raditi u digestoru.	Sirćetna kiselina, hromna kiselina, hidrocijanična kiselina, anilin, ugljenik, vodonik sulfide, baze, metal i mnoge druge supstance.	Koncentrična azotna kiselina učestvuje u opasnijim reakcijama od bilo kog drugog hemijskog reagensa.
Nitrobenzen C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	Bledo žuta uljana tečnost sa karakterističnm mirisom; t.t. 6 °C t.k. 211 °C.	Stvara metaemoglobin anemiju sa cijanozom i oštećenjem jetre; simptomi obihvataju plave usne ili nokte, plavu kožu, vrtoglavicu, mučninu, slabost, nesvest; apsorbuje se preko kože.	Zapaljiva materija; postoji rizik od paljenja i eksplozije; tačka paljenja 88 °C	Treba raditi uz ventilaciju, lokalni ispusni sistem ili respiratornu zaštitu, nositi zaštitne rukavice, zaštitnu odeću i naočare.	U sagorivim oblicima korozivni dimovi uključuju azotne okside. Burno reaguje sa jakim oksidantima i redukcionim agensima ili zapaljivim materijama, stvarajući opasnost od požara i eksplozije.; stvara eksplozivne (termalno nestabline) supstance ili miksture sa mnogim organskim i neorganskim jedinjenjima.	



Osmium tetroksid OsO <sub>4</sub>	Bledo žuti kristali oštrog mirisa t.t. 40 °C t.k. 130 °C; sublimira ispod tačke ključanja, rastvorljiv u vodi	Veoma toksičan u slučaju inhalacije i dodira sa kožom, stvara ozbiljne opekotine i iritaciju; isparenja, čvrsto stanje i rastvori nagrizažu kožu i respiratorni trakt; inhalacija može prouzrokovati edem pluća.	Jako oksidišuća supstanca. Ne gori, ali pospešuje gorenje drugih supstanci.	Kontejner treba držati čvrsto zatvoren u dobro provetrenom prostoru; preporučuje se rad sa čvrstim stanjem i rastvorima u digestoru; treba nositi načare za hemijsku zaštitu i zaštitne rukavice. Da bi se napravili rastvori, treba dodati neotvorenu ampulu u željenu količinu vode, zapušiti i mućkati dok se ampula ne razbije.	
Oksalna kiselina Oxalic acid HO <sub>2</sub> CCO <sub>2</sub> H	Bezbojni kristali; rastvorljivi u vodi; t.t. 190 °C, razgrađuje se;	Štetna u kontaktu sa kožom ili ako se unese; prašina iritira respiratorni trakt i oči; rastvori iritiraju oči i mogu proizvesti opekotine na koži.	Zapaljiva. Oslobađa iritirajuće ili toksični dim (ili gasove) pri sagorevanju.	Treba izbegavati kontakt sa kožom i očima, i nositi zaštitu za oči i rukavice.	Oksidirajući agensi; takođe srebro, živa i njihova jedinjenja.
Kiseonik O <sub>2</sub>	Bezbojni kompresovani gas; t.t. -218.4 °C t.k. -183 °C.	Pri veoma visokim koncentracijama izaziva iritaciju respiratornog trakta.	Nije zapaljiv ali pospešuje gorenje drugih supstanci. Zagrevanje prouzrokuje povećanje pritiska kontejnera uz rizik od pucanja.	Ne treba da bude u kontaktu sa nikakvim otvorenim plamenom, varnicama, pušenjem, niti zapaljivim supstancama.	Jak oksidant, reaguje sa zapaljivim i redukcionim gorljivim materijalima, prouzrokujući opasnost od požara i eksplozije; reaguje sa uljima, mastima, vodonikom, i zapaljivim tečnostima, čvrstim materijama i gasovima.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Perhlorična kiselina HClO <sub>4</sub>	Bezbojna tečnost; meša se sa vodom;	Korozivna, izaziva ozbiljne opekotine za oči, kožu i ako se unese; isparenja su korozivna za oči, kožu i respiratorni trakt; udisanje isparenja može da prouzrokuje edem pluća.	Moćni oksidišući reagens. Nije zapaljiva ali pospešuje gorenje drugih supstanci.	Treba izbegavati udisanje isparenja i druga izlaganja; treba nositi zaštitnu odeću uključujući nitrilne rukavice, zaštitu za oči i lice; kod vrućih astvora treba raditi u digestoru.	Zapaljivi materijali i redukcionni agensi; acetni anhidrid, bizmut i njegove legure, alkohol, metal, papir, drvo i druge organske materije.	Moćna oksidirajuća supstanca; može da formira eksplozivne proizvode ako dođe u kontakt sa mnogim neorganskim i organskim materijama; kontaminirani drveni podovi, klupe i sl. Može da eksplodira pri udaru.
Fenol C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	Bezbojni ili blede roze kristali sa karakterističnim mirisom; t.t. 41 °C t.k. 182 °C	Supstanca i njena isparenja nagrizzaju oči, kožu i respiratorni trakt, prouzrokujući ozbiljne opekotine; apsorbuje se kroz kožu; dovodi do poremećaja CNS i kome; oštećuje bubrege i jetru; simptomi uključuju abdominalni bol, povraćanje, dijareju, iritaciju kože, bol u očima; produženi kontakt sa razblaženim rastvorima može prouzrokovati dermatitis.	Tačka paljenja 80 °C Opseg zapaljivosti 1.7 – 6%.	Isparenja ne treba udisati; treba koristiti respiratornu zaštitu, izbegavati kontakt sa očima i kožom, raditi u digestoru, nositi nitrile rukavice i zaštitu za oči; u slučaju kontakta sa očima, treba odmah isprati vodom i potražiti medicinsku pomoć; u slučaju kontakta sa kožom, treba ukloniti kontaminiranu odeću i obrisati kontaminirani deo glicerolom, polietilen glikolom 300 ili miksturom tečnog polietilen glikola (70%) i metilalkohola (30%) a onda isprati vodom.	Reaguje sa oksidantima i stvara opasnost od požara i eksplozije.	

Fosforna kiselina $H_3PO_4$	Bezbojna lepljiva tečnost ili higroskopski beli kristali; t.t. 42 °C; razgrađuje se ispod tačke ključanja 213 °C; rastvara se u vodi;	Korozivna supstanca; prouzrokuje opekotine na koži i očima;	Napada mnoge metale i oslobađa vodonik; ispušta toksičnu paru pri sagorevanju	U slučaju kontakta sa očima, isprati vodom i potražiti medicinsku pomoć; treba nositi rukavice od nitril gume i zaštitu za oči.	
Fosfor pentoksid $P_2O_5$	Higroskopski beli kristali ili prah; t.t. 340 °C Tačka sublimacije 360 °C	Supstanca koja nagriza oči, kožu, respirativni trakt, i izaziva bol u grlu, kašalj, osećaj gorenja, kratak dah, opekotine na koži, bol, plihove i pečenje očiju; inhalacija može da izazove edem pluća; unošenje ove supstance može da izazove grčeve, osećaj pečenja, dijareju, bol u grlu, povraćanje.	Ne gori ali pospešuje gorenje drugih supstanci; mnoge reakcije mogu da prouzrokuju požar ili eksploziju; ispušta iritirajući ili toksični dim (ili gasove) pri sagorevanju.	Treba raditi uz lokalnu zaštitu, nositi zaštitne rukavice i odeću, masku za lice ili zaštitu za oči u kombinaciji sa respiratornom zaštitom.	Rastvor u vodi je jaka kiselina; reaguje burno sa pehloričnom kiselinom prouzrokujući opasnosti od požara i eksplozije; burno reaguje sa vodom i stvara fosfornu kiselinu; napada mnoge metale u prisustvu vode.
Pikrična kiselina $C_6H_2(NO_2)_3OH$ 2,4,6- trinitrofenol	Žuti kristali navlaženi vodom ili rastvoreni u alkoholu; t.t. 122 °C; slabo rastvorivi u vodi;	Supstanca toksična ako se unese, udahne ili dođe u kontakt sa kožom; gutanje može prouzrokovati glavobolju, mučninu, iritaciju očiju.	Supstanca je eksplozivna u suvom stanju.	Treba je držati navlaženu vodom sve vreme ili koristiti jedino u alkoholnom rastvoru.	Gradi soli sa mnogim metalima koji su eksplozivnije od same kiseline; u kontaktu sa betonom može da formira kalcijum pikrat, koji je eksploziv osetljiv na trenje; može burno da reaguje sa redukcionim isparivim agensima.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Kalijum hidroksid KOH	Bele pahuljice, prah, kuglice ili štapići; t.t. 360 °C t.k. 1320°C; veoma rastvorljiv u vodi;	Nagriza respiratorni sistem, oči i kožu; udisanje prašine izaziva edem pluća;		U slučaju kontakta sa očima treba odmah isprati vodom i potražiti pomoć lekara; u slučaju kontakta sa kožom, treba odmah isprati; treba ukloniti kontaminiranu odeću, nositi gumene ili plastične rukavice i zaštitu za oči čak i pri radu sa razblaženim rastvorima.	Burno reaguje sa kiselinama i nitrobenzenom i mnogim drugim deterdžentima; oslobađa veliku količinu toplote kada se pomeša sa vodom; treba ga čuvati u dobro zapečaćenom kontejneru.	Nagriza neke metale (aluminijum, cink, kalaj) u prisustvu vlage.
Kalijum permanganat KMnO <sub>4</sub>	Purpurni kristali; t.t. 240 °C (razgrađuje se) lako rastvorljiv u vodi.	Nagriza tkivo ako se unese ili ako se udahne prašina; izaziva ekstremnu iritaciju očiju i respirativnog trakta, udisanje prašine može da izazove edem pluća.	Moćan oksidišući reagens; može da zapali zapaljive materijale.	Treba nositi zaštitnu odeću, zaštitu za oči i koristiti respirator za čestice ako se u radu stvara prašina.	Reaguje burno ili eksplozivno ako se meša sa raznovrsnim neorganskim i organskim jedinjenjima ili metalima u prahu.	
Kalijum telurit K <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub>	Beli kristali koji se pretvaraju u tečnost primanjem vlage iz vazduha; visoko rastvorljivi u vodi;	Toksičan ako se unese ili ako se udahne prašina; izaziva iritaciju kože i očiju.		Treba nositi zaštitnu odeću.		
Propan-2-ol (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHOH Izopropanol	Bezbojna tečnost sa mirisom alkohola; t.t. -89 °C t.k 82 °C; Rastvara se u vodi;	Izaziva iritaciju očiju i respiratornog trakta; može da utiče na centralni nervni sistem i izazove glavobolju, vrtoglavicu, mučninu, povraćanje i komu.	Visoko zapaljiv; tačka paljenja 112 °C ; opseg zapaljivosti 2.3-12.7%.	Kontejner sa supstancom treba držati čvrsto zatvoren, i daleko od izvora paljenja; treba raditi u digestoru, nositi rukavice od nitrilne gume i zaštitu za oči.	Može burno da reaguje sa oksidirajućim agensima i stvori nestabilne perokside pri dužoj izloženosti vazduhu i svetlosti.	70-85% propan-2-ol u vodi upotrebljen kao sprej za dezinfekciju predstavlja opasnost od paljenja i ne treba ga koristiti blizu izvora paljenja.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Piridin C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	Bezbojna tečnost sa karakterističnim mirisom; t.t. 42 °C t.k. 115 °C .	Utiče na CNS stvarajući vrtoglavicu, glavobolju, mučninu, kratak dah, nesvesno stanje; može sed apsorbovati kroz kožu stvarajući crvenilo i osećaj pečenja; ako se unese stvara abdominalni bol, dijareju, povraćanje, slabost; ponovljena izloženost stvara oštećenja bubrega i jetre.	Veoma zapaljiv; tačka paljenja 20 °C ; ograničenja eksplozivnosti 1.8 – 12.4%; ispušta iritirajući ili toksični dim (ili gasove) pre sagorevanju; isparenja / miksture su eksplozivne.	Treba raditi sa ventilacijom, lokalnom ispusnom ili respiratornom zaštitom, nositi rukavice i zaštitnu odeću.	Burno reaguje sa jakim oksidantima i jakim kiselinama.	
Selen Se	Čvrsta supstanca bez mirisa u različitim oblicima, od tamno crveno-braonkaste do plavkasto-crne amorfne čvrste supstance ili crvenih providnih kristala ili metalik sivih do crnih kristala; t.t. 170–217 °C; t.k. 685 °C	Izaziva iritiranost kože i očiju; udisanje prašine može da prouzrokuje edem pluća; ponovljena izloženost može da prouzrokuje otpadanje noktiju, gastrointestinalne tegobe.	Zapaljiv, ispušta iritirajući ili toksični dimi (ili gasove) pri sagorevanju.	Treba sprečiti raspršivanje prašine, održavati strogu higijenu, raditi u uslovima sa ventilacijom, nositi zaštitne rukavice, odeću i zaštitne naočare.	Burno reaguje sa oksidantima i jakim kiselinama; reaguje sa vodom na 50°C i stvara zapaljive vodonične i selenijumske kiseline; žari se pri blagom zagrevanju sa fosforom i metalima kao što su nikel, kalijum, platina, natrijum i cink.	
Srebro Ag	Beli metal, potamni nakon izloženosti ozonu, vodonik sulfidu ili sumporu; t.t. 962 °C ; t.k. 2212 °C ;	Udisanje većih količina isparenja metalnog srebra može da izazove oštećenja pluća sa pulmonarnim edemom; supstanca može da izazove sivo-plavu boju očiju, nosa, grla i kože prilikom dugoročnog ili ponovljenog izlaganja (argirija).	Ne zapaljivo osim u obliku praha.	Treba raditi uz lokalni sistem za ventilaciju, nositi zaštitne rukavice i naočare ili zaštitu za oči u kombinaciji sa respiratornom zaštitom od praha ili dima.	Nekompatibilno je sa acetilenom, jedinjenjima amonijaka, oksalnom kiselinom i vinskom kiselinom.	

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Srebro nitrat AgNO <sub>3</sub>	Beli kristali; t.t. 212 °C ; t.k. 444 °C ; rastvorljiv u vodi ;	Može da izazove ozbiljnu iritaciju i opekotine na koži i očima; nagrizava tkivo ako se unese; može da izazove crveno-plave pečate na koži pri dugotrajnom ili ponovljenom izlaganju (argirija).	Nije zapaljiv, ali pospešuje gorenje drugih supstanci.	Treba sprečiti disperziju praha, strogo održavati higijenu, nositi zaštitne gumene ili plastične rukavice i štit za lice ili zaštitu za oči u kombinaciji sa respiratornom zaštitom; u slučaju kontakta sa očima, isprati vodom i potražiti medicinsku pomoć.	Amonijačni rastvori mogu pospešiti svojstva eksplozivnog srebrnog nitrata u prisustvu baze ili glukoze; može da izgradi eksplozivne proizvode sa etanolom i prouzrokuje eksplozivnu polimerizaciju sa akrilonitrilom; može da izazove paljenje eksploziva ako se pomeša sa drvnim ugljem, magnezijumom, fosforom ili sumporom.	
Natrijum azid N <sub>3</sub> Na	Bezbojna kristalna čvrsta supstanca; t.t. 300 °C ; rastvorljiva u vodi ;	Veoma toksičan ako se unese, udahne ili dođe u kontakt sa kožom; može da izazove opekotine; prašina i rastvor iritiraju oči i kožu; može se apsorbovati kroz kožu.	Razgrađuje se uz eksploziju pri zagrevanju iznad svoje tačke topljenja; ispušta toksični dim pri zagrevanju; ne treba koristiti vodu za gašenje požara od ove supstance.	U slučaju kontakta sa kožom, treba odmah isprati vodom; ne treba udisati prašinu; treba nositi gumene ili plastične rukavice i zaštitu za oči.	Reaguje uz eksploziju sa bromom, karbon disulfidom ili hromil hloridom; čvrsto reaguje sa teškim metalima uključujući bakar, olovo i živo i daje eksplozivne metalne azide ili azidne soli; pri kontaktu sa kiselinom, stvara krajnje toksičan i eksplozivan gas.	
Natrijum biselenit NaHSeO <sub>3</sub>	Bezbojni, beli kristalinski prah; rastvorljiv u vodi;	Toksičan je ako se unese ili udahne u vidu praha; moguća je opasnost od kumulativnih efekata; eksperimentalni teratogen; duži kontakt sa kožom može da izazove dermatitis.		Treba nositi zaštitnu odeću.	Oksidirajući reagensi.	

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Natrijum cijanid NaCN	Beli kristalinski prah sa bademovim mirisom; t.t. 563 °C ; t.k.1496°C ; visoko rastvorljiv u vodi ;	Ekstremno toksičan u slučaju unošenja, udisanja i kontakta sa kožom; iritira oči u velikoj meri; može se apsorbovati kroz kožu, ponovljeno izlaganje može da utiče na tiroidnu žlezdu.	Može da ispusti toksični dim pri sagorevanju.	Prašinu ne treba udisati; treba koristiti respiratornu zaštitu; treba izbegavati kontakt sa kožom i očima; u slučaju kontakta sa kožom, treba odmah isprati vodom i ukloniti kontaminiranu odeću; treba nositi naočare za hemijsku zaštitu i gumene ili plastične rukavice; supstancu treba držati pod ključem, u prostoriji sa ventilacijom.	Oslobađa krajnje toksičan vodonik cijanid (HCN) gas u kontaktu sa kiselinama ili vodom koja sadrži rastvoreni karbon dioksid; može da stvori eksplozivne miksture sa nitritima.	Prosutu materiju rastvora treba prekriti prahom za izbeljivanje (natrijum hipohlorit) i ostaviti 24 časa; prosutu čvrstu materiju treba pažljivo očistiti i dodati vodi koja sadrži prah za izbeljivanje; ostaviti 24 časa pre bacanja; u laboratoriji treba imati protivotrov za trovanje cijanidom.
Natrijum hidroksid NaOH	Bezbojne pahuljice, prah, kuglice ili štapići; t.t. 318 t.k.°C ; 1390 °C ; rastvorljiv u vodi;	Čvrsti i koncentrovani rastvor; udisanje praha prouzrokuje oštećenje respiratornog trakta, i edem pluća; nagriza tkivo ako se unese; razblaženi rastvori iritiraju oči i mogu da izazovu ozbiljno oštećenje ako je kontakt sa očima duži.	Nije zapaljiva supstanca; kontakt sa vlagom ili vodom može stvoriti dovoljno toplote da zapali zapaljive supstance.	U slučaju kontakta sa očima treba odmah isprati i potražiti lekarski savet; u slučaju kontakta sa kožom treba odmah isprati vodom, ukloniti kontaminiranu odeću; treba nositi gumene ili plastične rukavice i zaštitu za oči čak i pri radu sa razblaženim rastvorima.	Oslobađa veliku količinu toplote kada se pomeša sa vodom; burno reaguje sa miksturama hloroform metanola i sa jakim kiselinama.	Supstancu treba čuvati u dobro zatvorenom kontejneru na suvom mestu.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Rastvor natrijum hipohlorita (10–14% dostupan hlor) NaOCl	Bezbojni ili bledo žuti rastvor sa mirisom hlora; rastvara se u vodi.	Nagrizava oči i kožu; nagrizava tkiva u slučaju unošenja i šteti respiratornom traktu; udisanje može da izazove edem pluća; ponovljeno izlaganje može da izazove senzitivizaciju kože.	Jaki oksidant; može da ispusti toksični dimo pri sagorevanju.	U slučaju kontakta sa očima, odmah isprati vodom i potražiti medicinsku pomoć; u slučaju kontakta sa kožom, odmah isprati; ne treba udisati isparenja; treba koristiti respiratornu zaštitu i raditi u prostoru sa dobrom ventilacijom; treba nositi plastične rukavice i hemijsku zaštitu za oči.	Oslobađa visoko toksičan gas u kontaktu sa kiselinama; može burno da reaguje sa zapaljivim jedinjenjima; reaguje sa jedinjenjima azota i daje eksplozivna N–hlora jedinjenja; može burno da reaguje sa metanolom.	Postepeno gubi hlor tokom skladištenja; razblaženi rastvori koji se koriste kao sredstva za dezinfekciju brzo propadaju; supstanci treba čuvati dalje od kiselina na tamnom, hladnom mestu sa dobrom ventilacijom.
Sumporna kiselina H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Bezbojna lepljiva tečnost bez mirisa; t.t. 10 °C; t.k. (razgrađuje se) 340 °C.	Koncentrovani rastvor (15%) je korozivna supstanca, izaziva ozbiljne opekotine; isparenja su visoko korozivna u slučaju inhalacije; razblaženi rastvori iritiraju oči i kožu; izazivaju opekotine i dermatitis.	Može da ispusti toksični dim pri sagorevanju; nije zapaljiva; mnoge reakcije mogu da izazovu požar ili eksploziju; razblaživanje vodom stvara toplotu i dovodi do prskanja ili ključanja; uvek treba dodati kiselinu u vodu, <b>nikada vodu u kiselinu.</b>	U slučaju kontakta sa očima, odmah treba isprati i potražiti medicinsku pomoć; u slučaju kontakta sa kožom treba odmah isprati i ukloniti kontaminiranu odeću; treba nositi rukavice od nitrilne gume, zaštitu za oči i lice. <b>Ne treba da bude nu u kakvom kontaktu sa zapaljivim supstancama.</b>	Moćni oksidišući desikant (sredstvo za sušenje) koji burno reaguje sa mnogim reagensima uključujući organska azotna jedinjenja, kalijum permanganate, alkalne metale i perhlorate, zapaljive materijale, oksidante, amine, baze, vodu, prekomernu toplotu i većinu metala.	Može doći do lokalizovanog ključanja ako se koncentrisana kiselina doda vodi.



Tetrahidrofurano C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O Dietilen oksid Tetrametilen oksid	Bezbojna tečnost sa karakterističnim mirisom; t.t. -108.5 °C t.k. 66 °C.	Utiče na CNS i prouzrokuje narkozu; izaziva iritaciju očiju, kože i respiratornog sistema.	Visoko zapaljiv; može da formira eksplozivne perokside; tačka paljenja -14 °C; voda može biti ne efikasna pri gašenju požara izazvanog tetrahidrofuranom, ali može se upotrebiti za hlađenje kontejnerima izloženim vatri.	Treba raditi uz ventilaciju, lokalni sistem za ispuštanje vazduha ili respiratornu zaštitu, zaštitne rukavice ili naočare.	Burno reaguje sa jakim oksidantima, jakim bazama i nekim metalnim halidima prouzrokujući opasnost od eksplozije i vatre; razara neke oblike plastike, gume i oplata; tetrahidrofurano se može polimerizovati u prisustvu katjoničnih inicijatora; u dodiru sa kalcijum hidroksidom može da prouzrokuje eksplozije.
Talijum acetat TlC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	Beli kristali sposobni da apsorbuju vlagu; t.t. 110 °C; visoko rastvorljiv u vodi;	Visoko toksičan u slučaju unošenja sa mogućim kumulativnim efektima; utiče na nervni i kardiovaskularni sistem; štetan je preko kontakta sa okom i kožom.		Kontejner treba držati čvrsto zatvoren, raditi u digestoru ili uz ispusnu ventilaciju; treba nositi zaštitnu odeću uključujući respirator za prašinu, naočare za hemijsku zaštitu, gumene ili plastične rukavice, zaštitu za oči.	
o-Tolidine (C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> -(3CH <sub>3</sub> )-(4NH <sub>2</sub> )) <sub>2</sub> 3,3'-Dimetil-(1,1'-bifenil)- 4,4'-diamin	Bezbojni kristali; t.t. 131 °C; t.k. 200 °C; slabo rastvorljiv u vodi;	Štetan u slučaju kontakta sa kožom ili inhaliranja; prašina iritira respiratorni trakt i oči; verovatno ljudski kancerogen.	Zapaljiv; oslobađa iritirajući ili toksični dim (ili gasove) pri sagorevanju.	Treba izbegavati kontakt sa očima, nositi zaštitnu odeću i rukavice.	Oksidišući agensi.

HEMIKALIJA	FIZIČKA SVOJSTVA	OPASNOST PO ZDRAVLJE	OPASNOST OD PALJENJA	MERE PREDOSTROŽNOSTI	HEMIKALIJE SA KOJIMA JE NEKOMPATIBILNA	DRUGE OPASNOSTI
Toluen $C_7H_8$ Metilbenzen	Bezbojna tečnost sa karakterističnim mirisom; t-t-95 °C; t.k. 111 °C; ne meša se sa vodom;	Utiče na CNS, izaziva iritaciju očiju, mukozne membrane i kože; ponovljeno izlaganje može izazvati toksičnost po ljudsku reprodukciju i razvoj.	Visoko zapaljiv; isparenja mogu izazvati blještavu sjajnu vatru; tačka paljenja 4 °C; opseg zapaljivosti 1.4 – 7%; sredstvo gašenja kod požara malog intenziteta: suve hemikalije, karbon dioksid, pena, vodena para ili inertni gas (azot).	Kontejner treba držati čvrsto zatvoren; supstancu treba držati dalje od izvora paljenja; potrebno je koristiti uzemljene kontejnere da bi se sprečilo statičko električno pražnjenje; ne treba udisati isparenja; treba koristiti respiratornu zaštitu; treba raditi u digestoru ili prostoru sa dobrom ventilacijom i nositi rukavice od nitrilne gume.	Može da reaguje sa jakim kiselinama, alkalijama i oksidantima.	
Tetrahaloroacetna kiselina $CCl_3COOH$	Beli higroskopski kristali sa oštrim mirisom; t.t. 58 °C; t.k. 197.5 °C; rastvorljiv u vodi, etanolu i dietileteru.	Korozivna supstanca; izaziva ozbiljne opekotine na očima koži i respiratornom traktu.	Nije zapaljiva; može da oslobodi toksični dim pri sagorevanju.	Treba izbegavati kontakt sa očima i kožom; treba nositi gumene ili plastične rukavice naočare za hemijsku zaštitu ili zaštitu za lice u kombinaciji sa respiratornom zaštitom;. u slučaju kontakta sa očima, treba odmah isprati i potražiti medicinsku pomoć.	Burno reaguje sa jedinjenjima bakra/dimetil sulfoksida i pri kontaktu sa bazama, jakim oksidirajućim agensima i metalima poput gvožđa, cinka, i aluminijuma.	Treba je skladištiti na suvom mestu; koncentrovani vodeni rastvor može se razgraditi uz burnu reakciju.

Trihloroetilen CHClCCl <sub>2</sub>	Bezbojna tečnost karakterističnog mirisa; t.t. -73 °C t.k. 87 °C.	Izaziva iritiranost očiju, kože; produžena izloženost može izazvati dermatitis, uticati na CNS i rezultirati gubitkom pamćenja; može da utiče na jetru i bubrege; verovatno ljudski kancerogen	Zapaljiv pod specifičnim uslovima.	Trebalo raditi u prostoru sa ventilacijom, i lokalnim sistemom za ispust vazduha; treba nositi rukavice, zaštitne naočare ili drugu zaštitu očiju u kombinaciji sa respiratornom zaštitom.	U kontaktu sa vrućim površinama ili plamenom, razgrađuje se stvarajući toksične i korozivne gasove (fosgen, vodonik hlorid); raspada se u kontaktu sa jakim alkalnim elementima i stvara dihloroacetilen; burno reaguje sa prahom metala kao što su aluminijum, barijum, magnezijum i titan; sporo se raspada na svetlosti u prisustvu vlage, formirajući hidrohloričnu kiselinu.
Ksilen (mešani izomeri) C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Dimetil benzen	Bezbojna tečnost sa aromatičnim mirisom; t.t. -95 to -13 °C t.k. 136-145 °C; nerastvorljiv u vodi;	Može da utiče na CNS i izazove glavobolju, vrtoglavicu, zamor i mučninu; tečnost i isparenja iritiraju oči, kožu, mukozne membrane, respiratorni trakt; štetan je ako se unese; produženi kontakt sa kožom može dovesti do odmašćenja kože; izaziva nespecifična neurološka oštećenja; izloženost može pospešiti oštećenje sluha izazvano izlaganjem buci; testovi na životinjama ukazuju na toksičnost za ljudski reproduktivni sistem i razvoj.	Zapaljiva tečnost; tačka paljenja 27- 32 C.	Trebalo izbegavati kontakt sa očima, nositi rukavice od nitrilne gume i zaštitu za oči; kontejner treba držati čvrsto zatvoren, supstancu treba držati dalje od izvora paljenja.	Može sadržati etilbenzen kao vid nečiste supstance; etilbenzen je mogući ljudski kancerogen.

# INDEKS POJMOVA

- acetaldehid 146
- aceten 147
- acetna kiselina 146
- acetni anhidrid 146
- aceton 147
- acetonitril 147
- aerosoli
  - aktivnosti koje stvaraju 51
  - biološki bezbedni kabineti 15, 51
  - opasnosti u vezi sa pipetiranjem 63
  - oslobađanje potencijalno infektivnih 79
  - sigurnosna oprema 61
- akcidenti, nesreće 11
  - oprema, koji se tiče opreme 144
  - vidi takođe* prva pomoć; povrede;
- prosipanje
- alarmi 21, 60
- alergija na lateks, 66
- alergija, lateks 66
- alkoholi 87–88
- amonijum bikarbonat 89
- ampule sa infektivnim materijalima
  - otvaranje 74
  - skladištenje 74
- anaerobne tegle 142
- aniline 148
- antimikrobni 82
- antiseptička sredstva 82, 87, 88
- aparati za gašenje požara 110–111
- auramin 148
- autoklavi, sterilizatori 63, 90–92
  - laboratorije/prostorije za životinje 30,
- 31
  - raspoloživost 13, 16, 22, 27
  - prolaz sa duplim vratima 26, 27
  - lonac 91
  - gravitacioni pomak pare 90, 91
  - punjenje 91
  - pre-vacuum 91
  - mere predostrožnosti upotrebe 92
  - validacija 16
- automatski osigurači 111
- azidi 108, 164
- azotna kiselina 158
- bakar 152
- BBK *vid* biološki bezbedni kabineti
- benzen 149
- benzidin 149
- beskičmenjaci 32
- bezbedonosna oprema *vidi* oprema, bezbednost
- biljke, transgenske 101, 103
- biocid 82
- biološki ekspresioni sistemi 102
- biološka bezbednost
  - upravljanje 12
  - versus* laboratorijska biološka
- sigurnost 47
- biološka sigurnost 47–48
- biološki bezbedni kabineti (BBK) 51–60, 62
  - vazdušni konektori 56–57
  - laboratorije/prostorije za životinje 30
  - izdavanje sertifikata 59
  - klasa I 51–53, 55
  - klasa II 52–54, 55
  - tip A1 53–54
  - tipovi A2, B1 i B2 54, 55
  - klasa III 55, 56
  - laboratorija 25–27
  - dekontaminacija 59, 89
  - izduvni vazduh *vidi* pod izduvni
- vazduh
  - lokacija 22, 57
  - funkcionisanje i održavanje 58
  - kontaminacija prionima 77
  - zahtevana upotreba 15, 21, 22
  - bezbedna upotreba 57–60, 70–71
  - izbor 52, 57
- integrator 63–64, 73
- brom 149
- buka 111
- Bunsenov plamenik 70, 71
- Centri za saradnju na biološkoj bezbednosti, SZO 140
- centrifuge 72–73, 142
  - lomljenje epruveta u 79–80

- dodatna oprema za čuvanje 22
  - nepravilna upotreba 144
- cijanogen bromid 152
- cipele *vidi* obuća
- čišćenje
  - biološki bezbedni kabineti 59
  - domaći 119
  - laboratorijski materijali 83
  - frižideri i zamrzivači 73
- citokalazin 152
- deca 10
- definicija 82
  - otpadne vode 11, 27
  - ruka 90
  - lokalna sredina 88–89
  - materijali kontimirani prionima 77
  - otpadni materijali 18, 22
  - vidi takođe* čišćenje; dezinfekcija
- dekontaminacija
  - biološki bezbedni kabineti 59, 89
  - krv/telesne tečnosti 76
- dekontaminacija ruku 90
- dezinfekcija 82–93
  - biološki bezbedni kabineti 59
  - hemijska 83–88
  - čišćenje koje prethodi 82, 83
  - definicija 82
  - toplota 90–92
  - prosipanja 95–97
  - otpadni materijali 19
  - vidi takođe* dekontaminacija;
- sterilizacija
- dietil etar 153
- dietilen dioksida 154
- dietilen oksid 167
- dimetilamin 153
- dimetilbenzen 169
- dioksan 154
- direktor laboratorije 12, 117
- disperzija infektivnih materijala, izbegavanje 70
- dobre mikrobiološke tehnike (DMT) 9–12, 69–77
- diferencijalni osigurači 111
- drobilice za tkivo 73, 142
- Ekspertska komisija Ujedinjenih nacija za transport opasne robe
  - United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods (UNCETDG) 94
- eksplozivne hemikalije 108, 144
- ekspresioni vektori 102
- epruvete
  - kvar centrifuga 79–80
  - sa zatvaračem sa zavrtnjem 16
- Escherichia coli* K12 102
- etanol (etil alkohol) 87–88, 154
- etanolamin 154
- etri 108
- ekspresioni sistemi, biološki 102
- eze za jednokratnu upotrebu 15, 62, 64
  - mikroinsineratori 62, 64
  - bezbedna upotreba 70
- fenol 160
- flašice sa poklopcima sa zavrtnjem 16, 63
- flašice, sa zatvaračima sa zavrtnjem 16, 63
- formaldehid 86, 89, 155
- formalin 86, 89
- fosfor pentoksid 161
- fosforna kiselina 161
- fotometar plamena 144
- freeze-dryers 143
- frižideri 73–74, 144
- fumigacija 89
  - gas (gasovi)
    - kompresovani i tečni 109, 128
    - snabdevanje laboratorije 14
- genetski inženjering 101
- genetski modifikovani organizmi (GMO) 101–104
  - dalja razmatranja 104
  - procena rizika 103–104 X tipovi 102–103
- germicidi, hemijski 82, 83–88
- glutaraldehid 86, 155
- GMO *vidi* genetski modifikovani organizmi
- grinje 32
- hemijski germicidi 82, 83–88
- hemikalije (hazardne, opasne) 19, 107–109
  - biološki bezbedni kabineti 57
  - eksploziv 108, 144
  - nekompatibilan, osnovna pravila 107, 108
  - putevi izlaganja 107
  - kontrolna lista za bezbednost 130–131
  - specifični 145–169
  - prosute materije 108–109
  - skladištenje 107
  - toksični efekti 107–108
- HEPA filteri *vidi* visoko efikasni filter za zadržavanje čestica
- hitni slučajevi 78–81
- Nivo 4 biološke bezbednosti: 25, 27
  - plan za eventualne/nepredvidljive situacije 78
  - laboratorijske procedure 79–81
- hlor 84–85, 150
- hlor dioksid 85–86, 151
- hloramini 84, 85
- hloroform 151

hlorovodonična kiselina 155  
 homogenizatori 63–64, 73, 142  
 hrana 11  
 hrom VI oksid 151  
 hromna kiselina 151  
 igle, hipodermičke 11, 75, 141–142  
     uklanjanje 18  
 insekti, leteći 32  
 imunizacija, osoblja 139  
 incidenti *vidi* akcidenti; prosipanja  
 infektivni materijali,  
     sterilizacija i ponovna upotreba 18  
     izbegvanje raspršivanja 70  
     kontakt sa kožom i očima 71  
     dekontaminacija *vgidi* dekontaminacija  
     uklanjanje 18–19, 22  
     unošenje 71, 79  
     kontrolna lista za bezbednost 130  
     prosipanja 11, 79, 95–97  
 infektivni mikroorganizmi, rizične grupe  
     *vidi* rizične grupe, mikrobiološke  
 inkubatori 144  
 inokulacija, slučajno ubrizgavanje 71–72  
 insekti  
     kontrola insekata prenosioca zaraznih  
     klica 11, 29  
     prostor za smeštanje 32  
 insineracija, spaljivanje 92–93  
 insineratori 31, 92  
 inspekcija, laboratorija/prostorija 33–35  
 inspekcija, laboratorijska 36–37  
     Međunarodna asocijacija za vazdušni  
     transport (International Air  
     Transport Association) (IATA) 94  
 inspektor 33–34  
 istraživanje,  
     laboratorijska bezbednost 36–37  
     oblici 38–43  
 izbeljivač (natrijum hipohlorit) 84–85, 89, 166  
 izbijanja, bolesti nepoznate etiologije 8  
 izdavanje sertifikata  
     biološki bezbedni kabineti 59  
     laboratorija/prostorije 36–37  
 izduvni vazduh  
     laboratorije/prostorije za životinje 30  
     biološki bezbedni kabineti 22, 26, 51,  
 52–54, 56, 57  
     laboratorija za čuvanje i rad 21, 22  
     laboratorija za maksimalno čuvanje  
 26–27  
 izlučevine, standardne mere predostrožnosti  
 74–76  
 fleksibilnim film izolatori sa negativnim  
 pritiskom 61, 62  
 izolovani kavezi 30, 31  
 izopropanol (izopropil alkohol) 87, 162  
 jedinjenja fenola 86–87  
 jedinjenja koja oslobađaju hlor 84–85  
 jelo 11, 13, 30, 71  
 jod 88, 156  
 jodoform 88  
 kabinet laboratorija klase III 25–26  
     kontrolisani sistemi za provetravanje  
 26–27  
 kabinet sa totalnim ispustom vazduha 57  
 kabineti sa horizontalnim i vertikalnim  
 istekom vazduha 51  
 kalcijum hipohlorit 84  
 kalijum hidroksid 162  
 kalijum permanganate 162  
 kalijum telurit 162  
 kapaciteti za zamrzavanje, insekti 32  
 karbon tetrahlorid 150  
 kavezi  
     životinjski 30, 31  
     leteći insekti 32  
 kecelje 64, 65  
 kiseonik 159  
 ključanje 90  
 kombinezoni 64, 65  
 Komitet za biološku bezbednost 118  
 kontaktna sočiva 11  
 kontaminirane tečnosti/otpadne vode 11, 27  
 kontaminirani materijali  
     *vidi* infektivni materijali  
 kontejneri  
     polomljen 79  
     kontaminirani otpad 18–19  
     nepropusni 62  
     uklanjanje oštrih predmeta 18, 62  
     uzorak 69, 75, 95  
 kontrola glodara 12, 29  
 kontrolna lista za bezbednost 126, 125–131  
 kontrolna lista za prevenciju u zaštitu 127  
 kontrolna lista, za kontrolu bezbednosti 125–  
 131  
 koža  
     kontakt 71  
     povrede tipa uboda, posekotine i  
 ogrebotine 79  
     *Vidi takođe* povrede  
 kozmetika 11  
 Krojcfelt-Jakobova bolest (CJD) 76  
 krpelj 32  
 krv, standardne mere predostrožnosti 74–76  
 ksilene 169  
 kvaternarna jedinjenja amonijaka 87  
 laboratorija  
     nivoi biološke bezbednosti u  
 laboratoriji

*vidi* nivoi biološke bezbednosti

biološka sigurnost 47–48

izdavanje sertifikata 36–37

inspekcija 33–35

prostorije *vidi* prostorije,

laboratorijske prostorije, kontrolna lista za bezbednost 125

formular za pregled nivoa bezbednosti

u

laboratoriji 38–43

usluge, kontrolna lista za bezbednost 126–127

tehnike 69–77

radne zone 11

*vidi takođe* osnovna laboratorija;

laboratorija za čuvanje i rad ; laboratorija za maksimalno čuvanje

laboratorija sa obaveznim nošenjem

kombinezona 26

kontrolisani sistem protoka vazduha 26–27

laboratorija za čuvanje i rad (Nivo 3 biološke bezbednosti) 1, 3, 20–23

pravilnik o ponašanju 20–21

projekat i prostorije 21–22, 23

oprema 22

zdravstveni i medicinski nadzor 22–23, 24

formular za pregled nivoa bezbednosti u laboratoriji 43

laboratorija za maksimalno čuvanje (nivo 4 biološke bezbednosti) 1, 3, 25–27

pravilnik o ponašanju 25

projekat i prostorije 25–27

laboratorije za životinje 10, 28–32

nivo 1 biološke bezbednosti: 29

nivo 2 biološke bezbednosti: 29–30

nivo 3 biološke bezbednosti: 30–31

nivo 4 biološke bezbednosti: 31–32

nivoi zadržavanja 28

beskičmenjaci 32

lična zaštitna oprema/odeća 64–66

laboratorija za životinje 30, 31

osnovna laboratorija 10–11

biološki bezbedni kabinet 60

kontrolna lista 129

laboratorija za čuvanje i rad 20–21

laboratorija za maksimalno čuvanje 25, 26

prioni 77

liofilizirani infektivni materijali,

otvaranje ampula 74

loops *see* transfer loops

liofilizator 143

mantili ogrtači 64, 65

mantili, laboratorija 64, 65

medicinska kartica sa podacima o osoblju za kontakt 22–23, 24

medicinski nadzor *vidi* zdravstveni i medicinski nadzor

Međunarodna organizacija za civilnu avijaciju (International Civil Aviation Organization) (ICAO) 94

mere predostrožnosti 14, 127

mešalice za kulture 143

mikseri za kulture 143

metanol 157

metilbenzen 168

mikrobicid 82–83

mikroinsineratori 62, 64

mikroskopija, filmovi i razmazi za 75

miševi podložni na poliovirus 102–103

na nivou 4 biološke bezbednosti 25–26

nadzornici laboratorije 12, 117 uloga obuke, 17, 120

naftilamin 157

nameštaj, laboratorija 12

naočare 64–65

naočare, zaštitne 64–65

natijum azid 164

natrijum dihloroizocijanurat (NaDCC) 84, 85

natrijum bikarbonat 109

natrijum biselenit 164

natrijum hidroksid 165

natrijum hipohlorit (izbeljivač) 84–85, 89, 166

natrium cijanid 165

nepogode, prirodne 78, 80

*N*-fenil- $\alpha$ -naftilamin 157

*N*-fenil- $\beta$ -naftilamin 157

ninhidrin 158

nitrobenzen 158

nivo 1 biološke bezbednosti: 1, 3, 9–19

laboratorije/prostorije za životinje 29

projekat laboratorije 12–14

formular za pregled nivoa bezbednosti u laboratoriji 38–40

zdravstveni i medicinski nadzor 16

*vidi takođe* osnovna laboratorija

nivo 2 biološke bezbednosti: 1, 3, 9–19

laboratorije/prostorije za životinje 29–30

projekat laboratorije 12–14, 15

formular za pregled nivoa bezbednosti u laboratoriji 41–42

zdravstveni i medicinski nadzor 16

*vidi takođe* osnovna laboratorija

Nivo 3 biološke bezbednosti: 1, 3, 20–23

- laboratorije/prostorije za životinje 30–31
- projekat laboratorije 21–22
- formular za pregled nivoa bezbednosti u laboratoriji 43
- vidi takođe* laboratorija za čuvanje i rad nivo 4 biološke bezbednosti: 1, 3, 25–27
- laboratorije/prostorije za životinje 31–32
- projekat laboratorije 25–27
- vidi takođe* laboratorija za maksimalno čuvanje
- nivo biološke bezbednosti za životinjske laboratorije (ABSL) 28
- nivoi biološke bezbednosti
  - laboratorija za životinje (ABSL) 28
  - zahtevi laboratorije 3
  - mikrobiološke rizične grupe 1–3
- nivoi za čuvanje, laboratorija za životinje 28
- vidi takođe* nivoi biološke bezbednosti
- obeležavanje, uzoraka 74–75
- obuča 11, 20, 25, 65
- obuka 120–121
  - laboranti laboratorije za životinje 30,
- 31
- upotreba biološki bezbednog kabineta
- 60
- biološka sigurnost 47
- laboratorijski radnici 16–17
- odeća, zaštitna *vidi* lična zaštitna oprema/odeća
- odelo, zaštitno 26
- odvodi, zadržavanje 27
- ogrebotine 79
- oksalna kiselina 159
- opasnosti u vezi sa el.energijom 19, 111, 144
  - kontrolna lista za bezbednost 128
- oprema
  - osnovna laboratorija 14–16
  - laboratorija za čuvanje 22
  - hitan slučaj 81
  - hazard (opasnost) 141–144
  - lična zaštita *vidi* lična zaštitna oprema / odeća
  - bezbednost 19, 61–66
    - kontrolna lista 130
- oprema za hitne slučajeve 81
- osmium tetroksid 159
- osnovna laboratorija (Nivoi 1 i 2 biološke bezbednosti) 1, 9–19
  - hemijska, električna, radijacijska bezbednost, bezbednost od požara i bezbednost opreme 19
    - pravilnik o ponašanju 9–12
    - projekat i prostorije 12–14, 15
    - obuka 16–17
    - rukovanje otpadom 17–19
    - oprema 13–16
    - zdravstveni i medicinski nadzor 16
    - formular za pregled nivoa bezbednosti 38–42
- osoblje
  - upravljanje biološkom bezbednošću 12
  - pitanja u vazi sa biološkom sigurnošću 47
  - laboratorije, kontrolna lista za bezbednost 126
  - zdravstveni i medicinski nadzor *vidi* zdravstveni i medicinski nadzor
  - imunizacija 139
  - lični predmeti/odeća 13
  - odgovornost za sopstvenu bezbednost 117
  - podrška 119
  - obuka *vidi* obuka
  - vidi* osoblje, personal
- osoblje zaduženo za održavanje 119
- oštri predmeti 18
  - laboratorije za životinje 30
  - izbegavanje povreda 66, 71–72, 75
  - kontejneri za uklanjanje otpada 18,
- 62
- osvetljavanje *vidi* osvetljenje
- osvetljenje 12, 14, 126
- o*-tolidin 167
- otpad 17–19
  - laboratorije/prostor za životinje 30,
- 31
- nivo 4 biološke bezbednosti: 27
- dekontaminacija 18, 22
- uklanjanje 18–19, 22, 93
- prostorije/kapaciteti za
- beskičmenjake 32
  - kontaminiran prionima 77
  - radioaktivan 114
- otpadne vode, kontaminirane 11, 27
- paraformaldehid 86, 89
- parna sterilizacija 18, 90–92
- peracidi 88
- perhlorična kiselina 108, 160
- period pod garancijom, laboratorija/prostor 33
- peroksid 88, 89, 156
- piće 11, 13, 30
- pikrična kiselina/ pikrati 108, 161
- pipete 16, 70
- pipetiranje 70 pomagala 15, 62, 63, 70 X
- usta 11, 63
- piridin 163
- plafoni 12, 21



plamen, otvoreni 59, 70  
 plan za eventualne/nepredvidljive situacije, 78  
 plazmid *pUC18* 102  
 podovi 12, 21  
 pomoćno osoblje 119  
 posekotine 79  
 povrede osoblje laboratorije za životinje 30  
 povrede iglom, izbegavanje 71–72  
 požari 19, 110–111  
     uzroci 110, 144  
     procedure u hitnim slučajevima 80  
 pranje ruku 10, 66, 90  
     osoblje laboratorije za životinje 30  
     prostorije/kapaciteti 13, 21, 30  
 pravilnik o ponašanju  
     Nivoi 1 i 2 biološke bezbednosti: 9–12  
     Nivo 3 biološke bezbednosti: 20–21  
     Nivo 4 biološke bezbednosti: 25  
 pravilo rada u paru 25, 31  
 predstavnik za biološku bezbednost 17, 117–118  
 prenosna spongiformna encefalopatija (TSEs) 76  
 prethodno čišćenje 82, 83  
 pretkomora 30, 31  
     vrata 21,  
 primarno zadržavanje 25–26  
 primati, ne-ljudski; 29  
 prioni 76–77  
 prirodne nepogode 78, 80  
 pristup  
     laboratorije/prostorije za životinje 29, 30, 31  
     laboratorija 9–10, 21, 26  
 procedura čišćenja, prosipanja 95–97  
 procedure u hitnim slučajevima 79  
     prevencija 71–72  
 procena mikrobiološkog rizika  
     *vidi* procena rizika, mikrobiološkog  
 procena rizika, mikrobiološkog 2, 7–8  
     laboratorije/prostorije za životinje 28–29  
     genetski modifikovani organizmi 103–104  
 projekat, laboratorija  
     nivoi 1 i 2 biološke bezbednosti: 12–14, 15  
     nivo 3 biološke bezbednosti: 21–22, 23  
     nivo 4 biološke bezbednosti: 25–27  
     inspekcijski zahtevi 33  
 propan-2-ol 87, 162  
 propisi međunarodnog transporta 94–95  
 prosipanja u biološki bezbednim kabinetima 59  
     krv 76  
     hemikalija 108–109  
     infektivni materijali 11, 79, 95–97  
 podlogana dnu kaveza 30, 31  
 prostorije za komunikaciju 25  
 prostorije za odmor 13  
 prostorije, laboratorija  
     nivoi 1 i 2 biološke bezbednosti: 12–14  
     nivo 3 biološke bezbednosti : 21–22, 23  
     nivo 4 biološke bezbednosti: 25–27  
     odrednice nivoa biološke bezbednosti 1  
 prozori  
     laboratorije/prostorije za životinje 29, 31  
     prostorije/kapaciteti za beskičmenjake 32  
     laboratorija 11, 14, 21  
 prva pomoć 13, 138  
 pušenje 11, 30  
 radijacija, jonizirajuća 19, 111–114  
     štetni efekti 111  
     principi zaštite 112–113  
     kontrolna lista za bezbednost 130–131  
     prostor sa radnim stolovima 113–114  
 radioaktivni otpad 114  
 radionuklidi  
     biološki bezbedni kabineti 57  
     bezbedni radni postupci 112–113  
     supstitucija 113  
 radne površine  
     laboratorije/prostorije za životinje 29  
     laboratorija 11, 12  
 radne površine stolova 12  
 radne površine, laboratorija 11  
 radne stanice sa čistim vazduhom 51  
 rastvori amonijaka 148  
 razmazi , za mikroskopiju 75  
 rekombinantna DNK tehnologija 101–104  
 respiratori (respiratorna zaštitna oprema) 21, 65–66  
 revizija 36–37  
 rizične grupe, mikrobiološke osnovne laboratorije 9  
     nivoi 2-3 biološke bezbednosti  
 klasifikacija 1–2  
 rukavice 10, 60, 65, 66  
 sanitarne prostorije 126  
 šejkeri 63–64, 73, 143  
 selen 163  
 serum, izdvajanje 72  
 set za prvu pomoć 138  
 sistem pakovanja 95, 96

sistem za grejanje, ventilaciju i klimatizaciju  
 vazduha (HVAC) 21  
 sistemi trostrukog pakovanja 95, 96  
 sistemi ventilacije  
     laboratorija za životinje 29, 30, 31  
     osnovna laboratorija 14  
     kontrolna lista 126  
     laboratorija za čuvanje i rad 21  
     laboratorija za maksimalno čuvanje  
 26–27  
 skadištenje zapaljivih tečnosti 128  
 skladištenje  
     ampule sa infektivnim materijalima 74  
     hemikalije 108  
     kompresovani i tečni gasovi 109, 128  
     prostorije, kontrolna lista 125  
     zapaljive tečnosti 128  
     prostor, laboratorija 12  
 snabdevanje električnom energijom 14, 27  
 snabdevanje vodom 14, 22  
 sonikatori 63–64, 73, 75, 142  
 sporocid 83  
 sprečavanje povratnog toka 14, 22  
 špricevi 11, 18  
 srebro 163  
 srebro nitrat 164  
 sredstva za dezinfekciju 82, 83–88  
 staklo 75  
     rukovanje polomljenim 79, 80, 95  
     mere predostrožnosti u upotrebi 71, 75  
 standardne mere predostrožnosti 74–76  
 sterilizacija 27, 82–93  
     čišćenje koje prethodi 82, 83  
     definicija 83  
     toplota 90–92  
     materijali kontaminirani prionima 77  
     *vidi takođe* dekontaminacija;  
 dezinfekcija  
 sumporna kiselina 166  
 Svetska zdravstvena organizacija (WHO)  
 Centri za saradnju po pitanju biološke  
 bezbednosti 140  
     Program za biološku bezbednost 25  
 talijum acetat 167  
 telesne tečnosti, standardne mere  
     predostrožnosti 74–76  
 tetrahidrofuran 167  
 tetrametilen oksid 167  
 tkiva  
     koja sadrže prione 77  
     standardne mere predostrožnosti 75  
 tok vazduha, direkcioni  
     nivo 4 biološke bezbednosti: 26–27  
 tok vazduha, direkcioni  
     alarmi 21, 60  
     prostorije/laboratorije za životinje 29,  
 30, 31  
     biološki bezbedni kabineti 53, 56  
     nivo 3 biološke bezbednosti: 21  
 toluen 168  
 toplota  
     dezinfekcija i sterilizacija 90–92  
     suv 90  
     vlažan 90  
 transfer gena 101, 102  
 transgenske biljke 101, 103  
 transgenske životinje 102–103  
 transgenske životinje 102–103  
 transport 11, 94–97  
     infektivni otpad 18–19, 22  
     međunarodni propisi 94–95  
     uzorci 69, 74–75  
     sistem trostrukog pakovanja 95, 96  
 trihloroacetna kiselina 168  
 trihloroetilen 169  
 triklosan 87  
 tuševi 26, 30  
 ubrusi za ruke (vlažne maramice) na bazi  
 alkohola 87–88, 90  
 ugljen dioksid, čvrsti (suvi led) 150  
 ultra - centrifuge 142  
 ultravioaljubičasta svetla 58  
 ultrazvučni čistilice 142  
 Univerzalne mere predostrožnosti 74–76  
 unošenje infektivnog materijala 71, 79  
 usluge održavanja zgrade 119  
 usluge u hitnim slučajevima 80–81  
 uzorci 69  
     prikupljanje 74–75  
     kontejneri 69, 75, 95  
     obeležavanje, etiketiranje 74–75  
     uz ograničene informacije 8  
     otvaranje paketa 69  
     otvaranje epruveta i sadržaja sa  
 uzorcima 75  
     prijem 69  
     standardne mere predostrožnosti 74–  
 75  
     transport 69, 74–75  
     sistem trostrukog pakovanja 95, 96  
 vakuum flašice 144  
 vakuum cevi 22, 63  
 validacija, oprema 16  
 vazduh, *vidi* izduvni vazduh  
 vazdušne komore 26, 27, 31  
 vazdušni filteri *vidi* visoko efikasni filter za  
 zadržavanje čestica  
 vazdušni sistemi  
     biološki bezbedni kabineti 51–52, 53–  
 54, 56–57

zaštitno odelo ili kombinezon 26  
*vidi takođe* ventilacioni sistemi  
 vektori 102  
 vektori rasprostiranja virusa 102  
 visoko efikasni filteri za zadržavanje čestica (HEPA)  
     laboratorije/prostorije za životinje 30  
     biološki bezbedni kabineti 51, 53, 56  
     nivo 3 biološke bezbednosti: 21, 22  
     nivo 4 biološke bezbednosti: 26, 27  
     kontaminiran prionima 77  
 vodena kupatila 143  
 vodonik hlorid 155  
 vodonik sulfid 156  
 vrata  
     laboratorije/prostorije za životinje 29  
     laboratorija 13, 21, 26  
 zadržavanje, primarno  
 zamrzivači 73–74  
 zaštita od prskanja 62  
 zaštita proizvoda 51, 53  
 zaštita sluha 111  
 zaštita za lice 11, 64–65  
 zaštita za oči 11, 64–65, 71  
 zaštitne maske za lice (viziri) 11, 65  
 zaštitno odelo 26  
     *vidi takođe* laboratorija sa obaveznim  
     nošenjem kombinezona  
 zastori, zaštita od insekata 32  
 zdravstveni i medicinski nadzor osnovna laboratorija 16  
     kontrolna lista 129  
     laboratorija za čuvanje 22–23, 24  
 žene u reproduktivnom dobu 16, 129  
 zidovi 12, 21  
 živa 157  
 životinje  
     uklanjanje trupa životinja 30  
     ne-eksperimentalni 10, 29  
     transgenske životinje 102–103  
 znak upozorenja za biološku opasnost 9, 10, 20, 29  
 znak za radiološku opasnost 113, 114  
 oblast radijacije 113  
 HEPA- filteri  
 (pepeo sode) natrijum karbonat 109  
 1,1'-bifenil-4,4'-diamin 149  
 1-hidrazino-2,4-dinitrobenzen 153  
 2,4,6-trinitrofenol (pikrična kiselina) 108, 161  
 2,4-dinitrofenil-hidrazin 153  
 2-amino-etanol 154  
 3,3'-dimetil-(1,1'-bifenil)-4,4'-diamin 167  
 4,4'-karbonoimidoilbis (N,N-dimetilbenzenamin) 148